

MEMORIAS
DE LA
COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO
DE
ESPAÑA

----- XV -----
DESCRIPCIÓN FÍSICA, GEOLÓGICA Y MINERA
DE LA
PROVINCIA DE HUELVA
POR
D. JOAQUÍN GONZALO Y TARÍN
INGENIERO JEFE DEL CUERPO DE MINAS

55+553. 7/8 (465.12)

TOMO II
TERCERA PARTE DE LA MEMORIA

DESCRIPCIÓN MINERA

MADRID
IMPRESA Y FUNDICIÓN DE MANUEL TELLO
IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M.
Don Evaristo, 8
1888

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO
ESPAÑA
BIBLIOTECA

La Comisión del Mapa geológico de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus MEMORIAS y BOLETÍN son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.

TERCERA PARTE

MINISTERIO DE HACIENDA
B. E. ...
...

DESCRIPCIÓN MINERA.

INTRODUCCIÓN.

La provincia de Huelva constituye uno de los distritos mineros más importantes de España, puesto que comprende una de las regiones metalíferas más ricas y extensas de la Península ibérica. Desde tiempos bien remotos fueron conocidos y con avidez buscados los metales que sus sierras atesoran, á cuya explotación, sin duda alguna, es debido el extraordinario desarrollo comercial é industrial que ha adquirido en estos últimos años la provincia entera, y con especialidad su capital, que ha llegado á ocupar el cuarto lugar entre los principales puertos de la nación.

En la mayoría de los escritos publicados por articulistas nacionales y extranjeros, se significa sólo como región minera una zona central que, comenzando en la provincia de Sevilla al oeste del Guadalquivir, teniendo como límites hacia aquella parte las minas de Aznalcollar y El Castillo de las Guardas, atraviesa á la de Huelva, extendiéndose luego en Portugal hasta las inmediaciones del Atlántico, abrazando una longitud de unos 240 kilómetros y un ancho medio de 25.

Tal demarcación no debe tomarse como absoluta, pues si bien es cierto que varias especies minerales, entre las cuales se hallan precisamente las menas más abundantes en el país, se encuentran de preferencia en lo conocido por la Serranía del Andévalo, y más á levante, en las sierras de Zalamea y Río-Tinto, no lo es menos el que

al norte y sur de la citada zona hay también muchos sitios donde las manifestaciones metalíferas constituyen criaderos tal vez interesantes, por más que su importancia industrial no sea todavía conocida, porque las investigaciones hechas hasta ahora son insuficientes.

El cuadro estadístico (A), que insertamos al final del tomo, de las concesiones mineras existentes en 1.º de Enero de 1888 en la provincia, enseña que no hay un verdadero acantonamiento para las minas; y el mapa que figura en la primera parte de esta Memoria, y el de la zona central que aparece al fin de este volumen, completan la idea de la distribución de las mismas por todo el territorio.

En nuestro concepto, considerando geológicamente la formación metalífera de esta región, encontramos tiene mucho mayor desarrollo de lo que ha querido significarse al circunscribirla á la zona central, aun cuando, repetimos, es la más importante y la conocida desde las explotaciones de los fenicios, habiendo, en cambio, datos para asegurar que en tiempos más remotos se explotaron sólo algunos de los criaderos que se encuentran en la región central y todos los que se hallan al norte de la misma, en las jurisdicciones de Aroche y Encinasola, y al sur, en las de Paterna y Escacena.

Por el cuadro citado se ve son 47 los términos municipales donde se mencionan criaderos más ó menos numerosos, siendo de notar que de los 76 ayuntamientos que tiene la provincia, 16 se encuentran sobre las formaciones geológicas modernas, desprovistas de verdaderas menas.

Según hemos podido ver y apreciar en nuestros trabajos de campo, por muchos años practicados y repetidos, los yacimientos de menas ricas en cobre, los de galenas pobres ó argentíferas, los de óxidos de hierro, algunos de sulfuros de este mismo metal y los de antimonio, se hallan en todo el ámbito de los terrenos paleozóicos de la provincia, en aquellos sitios donde las capas sedimentarias están más trastornadas y donde se reunieron condiciones á propósito para concentrarse las substancias metálicas y formar los depósitos que hoy podemos estudiar. Los criaderos así constituidos se distinguen esencialmente por la alta ley de los minerales que contienen, los

cuales, en cambio, no son muy abundantes entre las gangas ó materias estériles que los acompañan.

Hay otras dos clases de minerales, cuya mayor concentración se encuentra bastante definida en ciertos puntos de la parte central de la provincia, que es la que precisamente forma la verdadera zona minera de la que hemos hecho mención. Consisten estos minerales en óxidos de manganeso, y en pirita de hierro más ó menos mezclada de la de cobre y otras substancias, siendo el carácter esencial de estos últimos veneros su abundancia y la carencia casi absoluta en ellos de gangas pétreas, circunstancias que compensan sobradamente la alta ley de la otra clase de yacimientos cobrizos.

La magnitud de los criaderos de piritas es tal que hace pocos años se calculó en más de *mil trescientos millones de toneladas* la cantidad de menas que contenían los diversos mineros del país. No hemos de ocultar que semejante cifra nos parece exagerada; pero, de todos modos, se comprende cuán grande es la cantidad de mineral existente, sobre todo si se considera la pirita de hierro en ellos contenida.

La importancia que en estos últimos tiempos ha alcanzado la provincia de Huelva, ha sido indudablemente debida á la rehabilitación de las minas de piritas y su explotación en grande escala, así como al descubrimiento de las de manganeso, bastando para comprenderlo presentar diferentes números sacados de documentos oficiales.

Hacia mediados del siglo, cuando la explotación en corta escala y única de las minas de Río-Tinto no influía nada en el movimiento de buques del puerto de Huelva, el número de los que en él echaron sus anclas fué:

AÑOS.	Buques.	ENTRADA.		Buques.	SALIDA.	
		Toneladas.	Tripulación		Toneladas.	Tripulación
1844.....	4	453	25	4	453	25
1845.....	2	138	15	1	110	7
Total.....	6	291	41	5	263	32

Después de 1855, cuando comenzaron las exportaciones de minerales de manganeso y en las minas del Tharsis se inició el transporte de piritas para su beneficio en Inglaterra, entraron ya en la ría de Huelva buques de vela y de vapor de alto bordo, continuando desde entonces el crecimiento de entradas y salidas, que alcanzaron en 1882 las cifras que se manifiestan en los siguientes cuadros:

Buques entrados en el puerto de Huelva en el año 1882, y banderas á que correspondían.

Bandera.	Número.	Tripulantes.	Toneladas.
Alemana.....	19	318	48.307
Austriaca.....	5	83	2.907
Francesa.....	17	473	4.142
Italiana.....	11	112	3.844
Inglesa.....	504	9.093	326.796
Noruega.....	44	463	13.826
Portuguesa.....	19	445	2.292
Rusa.....	2	22	727
Sueca.....	5	5	2.568
Española, procedente de puertos extranjeros.....	62	517	6.158
Española, de cabotaje, mayores de 20 toneladas.....	247	2.486	30.493
Española, de cabotaje, menores de 20 toneladas.....	419	4.844	4.663
Total.....	4.324	44.716	416.723

Cargamentos hechos por la Compañía minera de Río-Tinto durante el año 1882, con expresión del destino de los buques.

EXPORTACIÓN.

<i>Con pirita.</i>	Kilogramos.
Para Inglaterra.....	203.427315
Para otros puntos de Europa.....	77.603855
Para los Estados- Unidos.....	2.316230
<i>Con cáscara ó cemento de cobre.</i>	
Para Inglaterra.....	44.419765
Para otros puntos de Europa.....	3.266270
Suma y sigue.....	298.033435

	Kilogramos.
Suma anterior.....	298.033435
<i>Con matas de cobre.</i>	
Para la Gran Bretaña.....	893275
<i>Con mineral de hierro</i>	
Para los Estados- Unidos.....	44.538860
IMPORTACIÓN.	
Carbón, cok, hierro y efectos de almacén.....	57.130290
Total.....	370.600860

Del total de 1524 buques que aparecen en el primero de los dos cuadros precedentes, se fletaron para Río-Tinto 295 vapores y 51 barcos de vela para el transporte de las materias que se mencionan en el segundo, lo cual no deja de ser un dato curioso, con los demás, que da idea del grado de prosperidad del puerto y desarrollo de la minería, origen y principal sostenimiento de un comercio que en el transcurso de tan pocos años ha llegado á tan extraordinaria altura.

Creemos del caso añadir á los anteriores estados el que representa el movimiento comparado de buques, correspondiente al quinquenio de 1878 á 1882, que es el siguiente:

AÑOS.	BUQUES MERCANTES.	
	Españoles.	Extranjeros.
1878.....	473	586
1879.....	349	500
1880.....	788	589
1881.....	864	550
1882.....	728	596

Volviendo á las citas históricas, recordaremos que en tiempo de las invasiones fenicias y romanas era numeroso el concurso de naves que acudía á las aguas de la famosa *Onuva Estuaria* para transportar las riquezas de las minas, con cuyos metales debía fabricarse el gran templo del hijo de David y Betsabé; y si las vicisitudes de los tiempos hicieron poco menos que olvidar semejantes riquezas, al

cabo de los siglos Huelva ha vuelto á sonar en todos los grandes centros industriales del mundo, y los criaderos de la región, mejor estudiados y conocidos, han podido explotarse en tales términos que su comarca ha llegado á distinguirse con el gráfico nombre de la *California del Cobre* (1).

La completa red de carreteras romanas que por muchos siglos ha estado abandonada en la provincia, en términos que hace pocos años sólo por malos y estrechos senderos podía llegarse á sus importantes y numerosas minas, han sido reemplazadas por vías férreas especiales, debidas á la iniciativa de las empresas mineras; vías por donde la locomotora corre veloz á llenar las necesidades reclamadas por las nuevas industrias, y á cuyos caminos sirven de último y necesario complemento la línea general de Zafra, ya terminada, y la de Huelva á Sevilla, que hace pocos años puso en comunicación directa el mismo puerto onuvense con la capital de Andalucía.

En el mismo Huelva, para llenar las necesidades de su creciente población, se levantan á toda prisa y en gran número construcciones nuevas sobre los arruinados muros y vetustos edificios de otros tiempos, haciéndose por su comercio y su industria una ciudad visitada y también habitada por muchos extranjeros, agradable y de buen aspecto, que adquirirá aún mayor desarrollo cuando terminen las grandes obras que se ejecutan en su puerto.

Según relaciones oficiales, los valores creados por la industria mineralúrgica en la provincia de Huelva durante el año económico de 1885 á 1884, fueron:

	Ptas. Cénts.
55966 quintales métricos de mineral de hierro, á 0,70 pesetas uno.....	38346,20
7.512177 id. id. de pirita ferro-cobrizo, á 4,10 pesetas uno.....	8.263394,70
3018 id. id. de manganeso, á 3,20 pesetas uno.....	9657,60
244830,31 id. id. de cáscara de cobre, á 79,50 pesetas uno.....	49.456009,64
70779 id. id. de cobre negro, á 105 pesetas uno.....	7.431795,00
3409,15 id. id. de cobre fino, á 432,50 pesetas uno.....	451712,37
Total.....	35.651145,51
Total en el año anterior ó de 1882 á 1883.....	26.096889,92

(1) Debemos hacer notar que, dada la composición de las piritas de Huelva, más bien que minas de cobre deben considerarse como de azufre y hie-

De los precedentes números resulta el aumento de un 57 por 100 en los valores creados en el año de 1885 á 1884 con respecto á los del anterior (1).

El desarrollo á que las minas en explotación han llegado, según lo indican los datos estadísticos estampados, no creemos pueda sostenerse durante un tiempo secular, como por varias personas ha llegado á suponerse. En nuestro concepto, la minería de las piritas de Huelva, como menas de cobre, sufrirá, en plazo menos largo de lo que generalmente se piensa, un descenso notable.

Por lo demás, las condiciones del mercado de cobres y piritas fueron muy desfavorables en el año repetido y los siguientes. En 25 de Julio del año 1884, los precios del cobre en el mercado de Londres fueron: Barras Chile: L., 55; Ch., 10; Cáscara Río-Tinto, número 1. 11 L., y bastante más bajos después, habiendo habido cotizaciones del cobre á 59 libras, durante bastante tiempo, hasta Noviembre de 1887, en que se inició el alza, habiendo sido el precio de las barras del cobre de Chile, en Londres, 40 libras esterlinas por tonelada de 1015 kilogramos.

Sucesivamente fué subiendo en el mismo mes hasta 62 libras, 12 chelines, 6 din., y á más de 81 libras en fines de Diciembre. En la primera quincena del mes de Enero de 1888 se citan cotizaciones mayores de 85 libras, que oscilaron luego alrededor de 75, fijándose más tarde en unas 80, que persistieron durante los meses de Marzo, Abril y Mayo, y de 81 y 82 libras en los de Junio, Julio y Agosto, habiendo sufrido mayores oscilaciones en Septiembre y Octubre, en que se registran otras de 86, 95 y hasta 102. Pero tales efectos fueron debidos á los convenios establecidos entre los productores y un sindicato creado al efecto en París.

Los precitados precios dieron nueva vida á los establecimientos

rrro, por más que el cobre obtenido de las mismas haya hecho dar ese nombre á la comarca.

(1) Según se hace observar en la estadística oficial, de donde tomamos estos datos, los precios de las diversas substancias son relativamente bajos, habiéndose tomado los mismos de precedentes años para hacer más fácil la comparación.

mineros de nuestro país, donde, merced á aquellos, pudo continuarse ventajosamente el laboreo. De no haber variado los precios que regían antes de 1837, es lo más probable que el mayor número de las minas ahora en explotación habrían tenido que suspender sus labores, repitiéndose, aun cuando por causas distintas, lo que en remotos tiempos ocurriese.

Es opinión bastante general y admitida la de que los romanos abandonaron por violencia y de repente la explotación de los criaderos donde hoy se obtienen satisfactorios resultados, y nada más fuera de razón puede decirse con respecto á este particular, ni que esté menos conforme con lo que los mismos criaderos y labores de aquellos tiempos manifiestan.

La serie de galerías excavadas á niveles sucesivos en las minas donde las condiciones topográficas del suelo lo permitían, y el haber alcanzado las mayores profundidades, en ciertos criaderos, con las labores de disfrute, indica más bien que para los metalurgistas de entonces tan sólo eran servibles los minerales de cierta ley en cobre, sin duda alguna mucho más elevada que la de las menas que hoy se aprovechan, según hace lógicamente suponer la composición de las que dejaban formando las paredes de sus laberínticas excavaciones, que supieron extender en grandes espacios, sin que les arredrase lo extraordinario de sus dimensiones, según ha podido verse en Río-Tinto, y en otros casos reduciendo las labores á estrechas galerías, lo cual dice bien claro que los mineros de aquel tiempo debieron tener por norma la extracción de las piritas más ricas en aquel metal, dejando como ganga ó materia estéril todo lo que no llenaba las condiciones requeridas para la fundición, y que hoy da pingües resultados.

Si, pues, con sus labores de disfrute llegaron á lo más hondo de muchos criaderos, y en todos parece como haberse reconocido las masas metálicas desde una á otra salvanda y desde la superficie á gran profundidad y aun hasta la mayor hondura, dicho se está que el abandono debió de ser generalmente sucesivo y no violento, circunstancia que debió alcanzar tan sólo á las minas en actividad cuando el país fué invadido por las turbas godas, y cuando ya se había con-

cluido en gran número de minas el agotamiento de los minerales ricos, que ellos buscaban.

Modernamente, los perfeccionamientos en los medios auxiliares de llevar á cabo las excavaciones con maquinarias, herramientas de acero, materias explosivas de extraordinaria fuerza, etc., etc., y las condiciones del mercado, han permitido y permiten todavía arrancar cantidades inmensas de aquellos criaderos, como menas de cobre; pero, es muy posible, repetimos, llegue pronto el día si los precios de ese metal, por circunstancias imprevistas bajan, que las piritas de escasisima ley, de que hay grandes cantidades en los veneros del país, no sufragen los gastos de explotación y transportes, á pesar de los perfeccionados medios de que para el laboreo de las minas se dispone, y en tal caso dicho se está que los trabajos tendrían que suspenderse y esperar condiciones más favorables en los precios, ó la instalación de nuevas industrias en la localidad con que poder aprovechar el azufre y hierro de las menas pobres, que quedarán en muchas de las minas que se hallan hoy en actividad.

Pasó, pues, una *primera* época de explotación para las minas de pirita ferro-cobrizas, que podemos llamar primitiva. Estamos ahora en la *segunda*, en que, gracias á los adelantos de la industria, puede aprovecharse lo que aquellos descubridores de la minería dejaron como estéril. Y falta una *tercera*, para que los diversos criaderos puedan agotarse por completo, época futura que no es fácil señalar cuánto tiempo comprenderá.

Tal vez el convencimiento de las ideas que acabamos de anotar avive algún día el deseo de reconocer el sinnúmero de criaderos cobrizos que en las extensas sierras de Tejada, en la sierra Alta y otras de la región central yacen hoy olvidados á causa de la magnitud y abundancia de los piritosos, que son los que por el momento absorben completamente la atención de las grandes empresas mineras que trabajan en la provincia.

No creemos ahora fuera de lugar la inserción de dos cuadros, en que se resumen las operaciones que se hacen y los productos que se obtienen de las piritas, según que se beneficien en la localidad ó en

Por fundición..... Matas..... { Cobre negro..... { Escoria rica, que se refunden.
 { Escorias ricas, que se refunden.
 { Cobre fino.
 { Escoria rica, que se re-
 { Cobre negro..... { funde.
 { Escoria pobre, que se tira.
 { Aguas ferruginosas que no se aprovechan.
 { Mineral calcinado, el cual, con agua da..... { Legias cuprosas, que con lingote de hierro dan..... { El cemento de cobre ó cascara..... { fundido da..... { Escoria pobre, que se aprovechan.

Inglaterra. En ellos podrá verse al propio tiempo que, á excepción del carbón, se encuentran dentro de la provincia todas las primeras materias que son necesarias para el tratamiento inglés, debiendo añadir que el camino de hierro de Zafra á Huelva ha puesto ya en relación las minas de fosfatos de Cáceres con las de piratas, así como la vía férrea de Sevilla permite lleguen al país los carbones de Villanueva del Río y de Belmez.

Las piratas ferro-cobrizas de la provincia de Huelva se dividen en dos grandes lotes ó grupos en las minas donde no se benefician todas las menas arrancadas. Con destino á la exportación se separan todos aquellos minerales cuya ley media es del 2 al 5 por 100, y se reservan para el beneficio en la localidad los de ley más baja.

Como excepción, en Rio-Tinto se separan también los de ciertas especies mineralógicas de alta ley y ganga cuarzosa, con destino á la fundición directa en el mismo punto productor; es decir que aquí las piratas pobres se benefician por el procedimiento llamado de *cementación*, mediante la calcinación previa de los minerales, que generalmente tiene lugar artificialmente en montones pequeños ó *teleras* al aire libre, ó espontáneamente en grandes parvas ó montones, y se tratan directamente por fundición, para obtener matas, las piratas cuya ley en cobre es más de un 6 por 100 y contienen ganga cuarzosa.

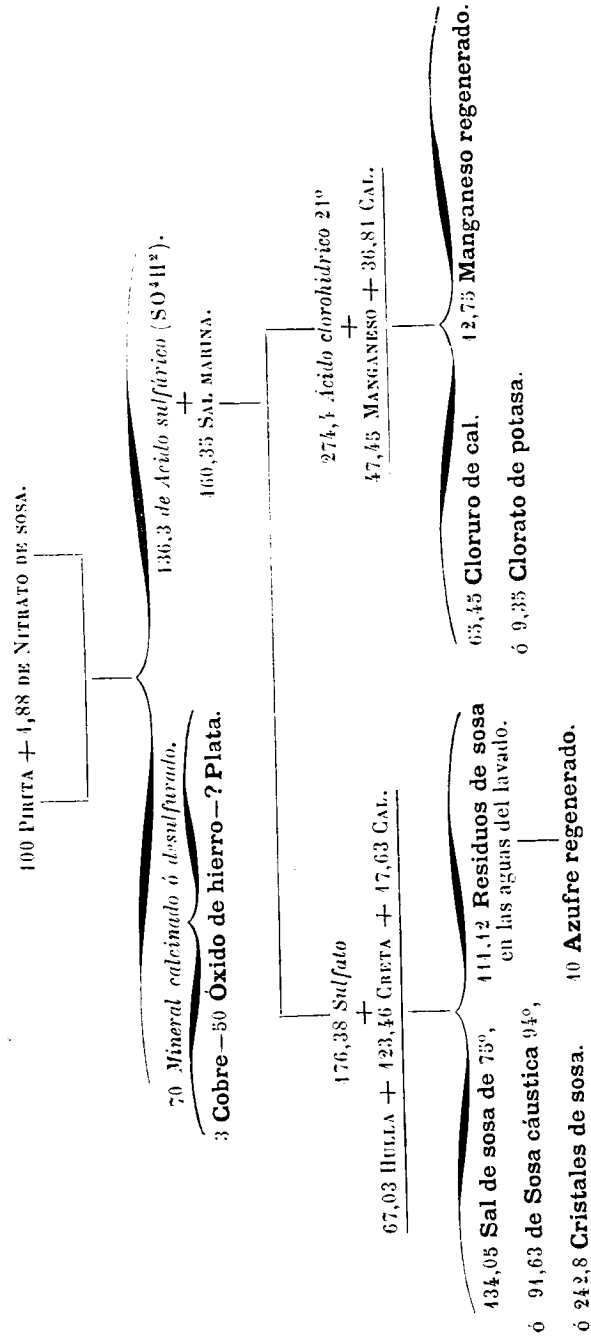
Las menas beneficiadas en la localidad dan lugar á las operaciones y productos que apa-

recen al margen de la página precedente (14), según se traten por fundición ó por cementación.

Los productos obtenidos con las piratas exportadas, en la serie de operaciones á que se las somete con otras primeras materias, se indican en el cuadro de la pág. 16, tomado del tratado de la fabricación de la sosa por Lunge y Naville (1).

Para concluir con esta introducción al estudio minero de la provincia de Huelva, haremos constar que, además de las diversas menas que hemos citado, hay otros minerales, tales como ocre; calizas, de las que pueden obtenerse buenos mármoles, habiendo algunas canteras en explotación; alabastrites; jaspes; arcillas semirrefractarias y comunes; gredas, etc., lo cual demuestra que en la comarca que estudiamos no sólo abundan los minerales propiamente dichos ó verdaderas menas, sino que también hay diversas substancias inorgánicas que pueden proporcionar materias diversas para la agricultura, la construcción y la industria en general.

(1) G. Lunge et J. Naville: Paris. 1881



HISTORIA DE LA MINERÍA

EN EL

TERRITORIO DE LA PROVINCIA DE HUELVA.

TIEMPOS PROTOHISTÓRICOS.

La historia del laboreo de las minas y del aprovechamiento del cobre nativo y de algunas otras menas ricas de ese metal, especiales á determinados criaderos de la provincia que estudiamos, se pierde entre la más remota antigüedad de los tiempos, puesto que, aun cuando en los diversos libros que del particular tratan nada hemos encontrado que haga remontar la explotación de los criaderos de Huelva más allá de la época fenicia, los objetos hallados en algunas excavaciones atestiguan que los criaderos en donde se encuentran los óxidos, sulfuros y carbonatos de cobre, y sobre todo el metal nativo, fueron todos ó casi todos conocidos en los tiempos protohistóricos, en los cuales, aunque poco, se trabajaron también algunas minas de pirita ferro-cobriza, por más que el verdadero desarrollo en la explotación en éstas corresponda á épocas posteriores, según los datos que se encuentran publicados en diversos documentos.

Muchas han sido, en efecto, las herramientas de piedra encontradas en varias excavaciones antiguas que se trataron de rehabilitar por los años de 1379, 1385 y 1384, no siendo fácil decidir si el enterramiento de aquellos útiles se originó por ocurrir repentinos hundimientos que no diesen lugar á recogerlos, ó porque, inutilizados por el trabajo, según hace sospechar el estado de su mayor parte, principalmente de los martillos, quedasen abandonados en los sitios de labor.

Á la inmediación de algunas minas y en otros muchos puntos, abundan también en los escombros superficiales hachas, escoplos y otros útiles de piedra cuidadosamente labrados, con formas diversas y sin duda adecuadas al objeto á que se destinaban, habiéndose hallado asimismo, con más ó menos frecuencia, ciertos objetos de figura discoidal y de diverso volumen, los cuales nos inclinamos á creer harían el oficio de pesas, ya que el no haber podido examinar una colección suficientemente numerosa de ellos nos impide deducir otra aplicación.

Los utensilios que con relativa abundancia se encuentran en ciertos sitios, que por eso mismo se pueden considerar como parajes en que hubiera establecidos verdaderos talleres para la fabricación de aquéllos, son los martillos descubiertos en las excavaciones antiguas, y las hachas, escoplos, pesas y amuletos, todo ello de piedra, que los campesinos recogen al labrar sus tierras, parecen corresponder á una misma época.

Lógico es suponer que al descubrimiento de los metales indujese el hallazgo de los que se ofrecen al estado nativo; y como en la provincia que describimos se halla el cobre metálico acompañando en sus criaderos á los óxidos, sulfuros y carbonatos de la misma base, nada tiene de extraño llamasen desde luego la atención de los mineros de aquel tiempo las indicadas especies mineralógicas, y que tratasen de extraer de ellas el cobre que contenían, inspirándoles tal vez la idea de la fundición el empleo casual en sus hogares de algún trozo de las menas que llegase, si no á fundirse por completo, por lo menos á reblandecerse ó calcinarse bajo la acción del fuego.

Cuando la fundición de tales compuestos fuese conocida, la industria minera debió de tomar gran incremento, extendiéndose por los diversos yacimientos donde apareciesen las menas ricas, aun en los casos en que faltase el cobre nativo.

El beneficio del cobre contenido en las piritas ferro-cobrizas que, como ya hemos indicado, constituyen criaderos distintos de los que acabamos de citar, indica ya gran perfeccionamiento en la metalurgia de dicho metal, el cual no es probable se adquiriese desde el

principio, y, por tanto, no es de extrañar que los yacimientos metalíferos explotados en tan remotos tiempos fuesen los de la primera clase que hemos nombrado, y aun entre ellos aquéllos donde el cobre metálico existiera en mayor cantidad ó fuera de más fácil obtención.

La mina de Monte-Romero, en término de Almonaster la Real, en donde abundaba el cobre nativo, debió, sin duda alguna, ser, por dicha causa, una de las primeras explotadas; tanto es así, que en el año 1879 se encontraron, al desatorar trabajos antiguos, varios martillos de piedra, los cuales figuraron en la instalación hecha por la Sociedad minera de la Cueva de la Mora en la Exposición de Minería celebrada en Madrid el año 1885. Dichos martillos, formados de la roca porfídica que se encuentra en la proximidad del yacimiento piritoso de ese nombre, son de figura elipsoidal más ó menos aplanada, con una cintura en el medio cuidadosamente labrada, en la cual se adaptaría el cabo de madera que en forma de horquilla abrazaría al martillo, sujetándolo con tiras de cuero, ó bien se ataría á dicha cintura la cuerda ó correa merced á la cual se emplease el útil con movimiento circular. Al estudiar la extensa región metalífera de la provincia, hemos tenido ocasión de comprobar la existencia en diversos puntos y de recoger martillos análogos á los de Monte-Romero, lo que nos permite fijar con bastante exactitud los criaderos predilectos de los mineros primitivos. Tales son los de la sierra de Tejada (véase la lámina 41), en la parte sudeste de la provincia, y en las sierras de Aroche y Encinasola, al noroeste, en todos los cuales dominan los yacimientos de especies mineralógicas de alta ley en cobre.

Los trabajos antiguos son numerosos y con caracteres semejantes en ambas comarcas, habiéndose hallado herramientas de piedra en todas aquellas minas donde estos últimos años se han ejecutado trabajos de limpia. Así es que en las concesiones mineras hoy denominadas *El Diamante* y *La Victoria*, correspondientes ambas al término de Encinasola y situadas entre los tornos ó revueltas de la rivera Múrtiga, en el sitio de Los Guijarros la primera y en El Juncal la segunda, se han encontrado martillos semejantes á los de Monte-Romero, y ade-

más picos, también de piedra; con la circunstancia notable de que en el período en que esas herramientas se emplearon era ya conocido el hierro, puesto que en una de las excavaciones rehabilitadas en la mina *La Victoria*, cuyo criadero sigue la dirección al N. 45° O., se encontraron punterolas pequeñas de ese metal entre un montón de más de 40 herramientas de piedra. Las punterolas de hierro á que nos referimos miden unos 15 centímetros de largo; su sección transversal es cuadrada, y la forma general de cuña. Finalmente, junto á las labores superficiales de la mina *El Diamante* se encontró una herramienta de piedra en forma de pico, y además muchos martillos de distintos tamaños, habiéndolos tan grandes que bien puede suponerse debían de ser manejados á dos manos.

En ambas minas, el criadero consiste en sulfuros ó mezcla de éstos y óxidos, con ley que llega á 70 por 100 en cobre, armando en la pizarra arcillosa siluriana bien caracterizada, pues algunas de las capas de la formación son ampelitas gráficas fosilíferas, en que se han reconocido varias especies de graptolitos.

Los trabajos antiguos consisten generalmente en numerosas excavaciones á cielo abierto y de poca profundidad, siguiendo la dirección de los criaderos. La naturaleza y disposición de semejantes labores hace suponer que las substancias metalíferas debieron asomar á la superficie en todos los puntos donde aquéllas se ejecutaron; circunstancia que facilitó á los aborígenes mineros hallar los puntos más á propósito para el mejor éxito de sus propósitos. No sabemos si después de nuestros estudios por la provincia de Huelva se habrán emprendido trabajos en otras de las numerosas concesiones existentes en la región de la sierra Alta; mas de todos modos, la analogía de los trabajos antiguos que hay dentro y fuera de la Contienda de Moura hace esperar que el día en que se rehabiliten aquellas minas han de encontrarse en ellas herramientas análogas á las de las dos que acabamos de citar.

En la parte sudeste de la provincia, ó sea en las sierras de Rite y de Tejada, son también muy numerosas las señales de trabajos de remotísima época, lo cual puede conjeturarse, como para la región

del noroeste, por los útiles y herramientas de piedra, en todo semejantes á las de la serranía de Aroche. Pocas son las minas en esta comarca donde se han llevado á cabo trabajos para su rehabilitación; pero procedentes de algunas hemos visto y recogido los martillos de que presentamos los dibujos de la lámina I, siendo de advertir que también sobre el terreno es frecuente hallarlos junto á las minas, habiendo sitios que representan verdaderos talleres, á juzgar por la multitud de restos y pedazos de herramientas, que sólo por rareza se encuentran enteras.

Un modelo de los martillos hallados en la mina de Cueva del Monje, en el barranco del Hondillo, término de Paterna, representa la figura situada á la izquierda en la lámina I. Corresponde á los martillos más pequeños, viéndose sus cabezas algo gastadas por el uso.

En la mina de La Barcita y barranco Abadejo se han encontrado otros martillos hechos con cantos rodados, de diversos tamaños y formas, y sin más labra que la cintura para el mango, según se representa en las figuras de la repetida lámina I, que corresponden á los tamaños más comunes. De esas figuras, las tres de arriba son vistas de frente y las tres que van inmediatamente por bajo vistas de costado de los mismos ejemplares. La escala es la línea intermedia.

En las minas de piritá ferro-cobrizá, propiamente tal, son más raras las herramientas de piedra, habiéndose hallado entre los escombros de las antiguas excavaciones de la mina de *La Coronada*, término de Calañas, algunas cuñas de hierro y muy contadas mazas, semejantes á las de las comarcas del noroeste y sudeste de la provincia; lo cual viene á confirmar que en los primeros tiempos la minería estuvo desarrollada principalmente en estas comarcas y poco en la central, por más que en las minas de La Zarza y de La Coronada se hayan hallado algunos martillos semejantes á los descritos.

Los albores de la minería en la provincia de Huelva están, pues, íntimamente relacionados con los objetos antehistóricos que en ella se encuentran, y por esto parece oportuno hagamos referencia de los que, aunque extraños al laboreo, hemos tenido ocasión de ver y recoger lo mismo en la región de la serranía que en la parte llana.

Consisten dichos objetos en hachas más ó menos prolongadas, escoplos ó cinceles y otros útiles pequeños, que, por su figura y tamaño, parece han debido servir de amuletos. Todos ellos se han hecho con las rocas hipogénicas de la sierra, tales como pórfidos y diabasas, estando cuidadosamente labrados y pulimentados, lo cual determina la edad de la piedra pulimentada á que pertenecieron de una manera más precisa que los martillos de mina, que, como hemos indicado al citar los hallados en las de la sierra de Tejada, no tienen generalmente más labra que la cintura á donde se adapta el mango ó la cuerda para manejarlos. En la parte inferior de la misma lámina I se representan dos hachas halladas, una en tierras de Valverde del Camino (figura del centro) y otra en Calañas (la de la derecha). La de la izquierda parece más bien por su forma haber hecho las veces de escoplo, cuyo ejemplar se encontró en término de El Alosno. Del tamaño de todas puede formarse idea por la escala que está debajo.

Sería enojoso el citar la multitud de puntos donde se han recogido útiles de piedra: bastará decir que en la mayoría de las jurisdicciones en que se halla dividida la provincia han sido descubiertos, y lo que con más profusión se encuentra son las hachas, siendo frecuente su hallazgo al labrar las tierras. Entre los numerosos ejemplares que hemos visto, no hay ninguno que pueda desde luego referirse á las primeras edades prehistóricas.

Cuál fuere la raza que con medios tan imperfectos y de manera tan primitiva inauguró los atrevidos trabajos de minería en la provincia de Huelva, nos es completamente desconocido, pues de tan remotos tiempos, si bien hemos podido reconocer las mencionadas herramientas, no ha sucedido lo propio en cuanto á restos humanos, ni monumentos que pudieran dar verdadera luz para desentrañar este arcano. Mas, ya fuera la de *Canstandt* considerada como contemporánea de la edad del Mammoth al principio del período cuaternario, cuya presencia en la antigua Tartesia ha sido demostrada por un cráneo hallado en el campo de Forbes de Gibraltar; ya fuese la de *Cromagnon*, en que á mediados del citado período geológico, al principiar

la edad del reno, expulsó á la de *Canstandt* en unos sitios y en otros se confundió con ella, es lo cierto que el pueblo Ibero, cuyo origen se establece en la fusión de las citadas razas, ocupó en tan remotos tiempos el territorio de la actual provincia de Huelva; conclusión que se obtiene, además, con el examen de los distintos antecedentes consignados en la historia de nuestra patria, pues parece demostrado que los primeros habitantes de nuestro territorio, entre las varias industrias á que se dedicaron fué de las más atendidas la minera, y ellos fueron los primeros que explotaron las riquezas subterráneas de la región llamada más tarde de los turdetanos.

TIEMPOS HISTÓRICOS.

EDAD ANTIGUA.—*Periodo fenicio*.—Refiere la historia que, entre el pueblo Ibero, los que hicieron progresos más rápidos en el camino de la civilización fueron los tartesios, puesto que los fenicios los encontraron en el siglo XI, antes de Jesucristo, constituyendo una vasta y pacífica nación, con agricultura floreciente, cierta industria y comercio que ejercían, no sólo con el interior, sino siguiendo las costas con barcos de alguna importancia. Ciertamente es que nada demuestra hoy cuál fuera el estado y desarrollo minero entre los serranos del país de los tartesios; pero los antecedentes expuestos hacen deducir que, cuando á ese país arribaron los fenicios, el trabajo de las minas debía hallarse ya extendido por los principales criaderos del mismo, y hasta el nombre de Tharsis que la tradición ha conservado á la sierra más alta que se eleva á muy corta distancia del pueblo El Alosno, y donde existen grandes veneros minerales, de los cuales se han sacado y se sacan todavía asombrosas cantidades de pirita ferro-cobrizada, aparece tal vez como un recuerdo de la importancia que los iberos debieron dar á aquellos sitios de la Turdetania.

El célebre cantor de la *Iliada* describió los Campos Eliseos como un país que se ocultaba en los confines de la tierra; la Biblia había elogiado el oro de Tharsis, y creíase que los Campos Eliseos de Ho-

mero eran las riberas del Betis ⁽¹⁾; el genio emprendedor de los fenicios buscó, pues, esa región privilegiada, y halló en ella la felicidad que cantaba Homero y los tesoros que Salomón codiciaba.

Según Herodoto, en el octavo siglo antes de Jesucristo, un bajel de Samos, empujado por el viento, pasó el estrecho y llegó á Tartesio, donde los samios, contentos por el buen despacho que lograron dar á sus mercancías, consagraron la décima parte de las ganancias á la diosa Juno, adorada por los tartesios, sobre los que reinaba por entonces el viejo Argantonio; el cual, aunque colmó de riquezas á los expedicionarios, no logró se decidieran á establecerse en el país. Este es el primer vestigio histórico que encontramos sobre el gobierno de los indígenas de la provincia de Huelva en aquellos remotos tiempos.

Atracadas las naves de los hijos de Canaán en las costas de la Tartesis Bética ⁽²⁾, entablaron relaciones comerciales con los turdetanos ⁽³⁾, estableciendo el cambio de sus mercancías por los preciados metales que aquellos serranos obtenían; y como, lejos de hostilizar á éstos, los halagaron con su comercio y con la erección de un templo á Hércules, no sólo fueron muy bien recibidos de ellos, sino que no tardaron en internarse en la sierra, abriéndose desde entonces nuevos horizontes á la industria minera, una vez que el principal objeto del arribo de aquellos asiáticos fué, según refiere la historia, la adquisición del mencionado metal.

La fundación de las primeras factorías de los fenicios en el litoral de nuestra Península, cuyo hecho no puede remontarse más allá de

(1) Lafuente, *Historia general de España*, tomo I, pág. 43.

(2) Con respecto á esta época no se hallan conformes los historiadores, pues si Ulloa, en su *Cronología para la historia antigua de España*, supone la llegada de los primeros fenicios á España en el año 1449 antes de Jesucristo, Florián de Ocampo, en su *Crónica general de España*, cree tuviera lugar hacia los años 822; otros en 1339, y otros en la que queda señalada, que es la aceptada por Rua Figueroa en su *Ensayo sobre la historia de las minas de Río-Tinto*.

(3) Una de las principales tribus de la raza ibera, la cual se extendía por la costa de la Bética ó Andalucía hasta una parte de la Lusitania. (Lafuente, *Historia general de España*, tomo I, pág. 493.)

quince siglos antes de Jesucristo, según diversas citas históricas, coincide con la época en que, arrojados al interior de sus tierras por las armas de Josué, que lo había invadido para dar á la posteridad de Abraham la posesión de la tierra prometida por Dios, el acrecimiento excesivo de la población que se había replegado á las grandes ciudades, especialmente á Sidón y á Tiro, les hizo pensar en salir á establecer colonias donde antes se habían presentado sólo como traficantes. En esta dispersión abordaron muchos de ellos á las costas africanas y á las del sur de la Península española; y estableciéndose primero en la isla Eritya ó Eritrea, que se cree sea la de Santi-Petri, hoy en gran parte cubierta por las aguas, trasladáronse luego y fundaron á Cádiz con el nombre de Gadir, comenzando por erigir un templo á Hércules, su divinidad favorita, cuyo culto llevaban consigo á todas partes, colocando en él dos columnas de bronce de ocho codos de altura.

La política que los fenicios siguieron fué más noble, más generosa y más humana que la que después adoptaron los cartagineses y romanos, y, por lo tanto, más perdurable y tranquila su dominación. Estos pacíficos negociantes no debieron la prosperidad de su comercio á guerras sangrientas ni á manejos solapados. Acariciaron con dádivas, con regalos y con los goces que ofrecía su industria á los pueblos en donde plantearon sus colonias, y de este modo ensancharon más y más el círculo de sus relaciones amistosas sin recurrir á la fuerza; política tan sabia como prudente. Útiles á sí mismos y á los extraños, diseminaron sus riquezas, enseñaron la industria é iniciaron en los elementos de las ciencias ⁽¹⁾, dotándoles de gramática, poemas escritos y leyes puestas en verso ⁽²⁾, pudiéndose, por consiguiente, afirmar que España debe á las riquezas minerales de su suelo las primeras conquistas de los adelantos sociales.

Hablando de los fenicios, añade un sabio historiador que España les era muy querida, porque en ella hallaban los metales á flor de tierra y extraían de su suelo plata, oro, hierro, plomo y cobre ⁽³⁾.

(1) Lafuente Alcántara, *Historia de Granada*.

(2) Strabon, lib. III, pág. 139.

(3) Cantu, *Historia universal*, lib. II, cap. XXV.

El engrandecimiento de la ciudad de Tiro se debió precisamente al satisfactorio resultado que tuvieron las expediciones de los fenicios á nuestras costas, y la época de mayor producción de metales en la actual provincia de Huelva debió corresponder hacia el año 1015 antes de Jesucristo, ó sea el primero del reinado de Salomón, cuando las flotas del rey de Judea marchaban unidas con las de Hiram, rey de Tiro, haciendo juntas su comercio con la gran región del país de los tartesios. Probablemente datará de esta época la denominación de Salomón que lleva el cerro más alto que se alza entre los colosales criaderos de las minas de Río-Tinto, dado en honor del rey sabio; pues es probable que las grandes cantidades de cobre que de allí se sacaron en tan remotos tiempos, para ser transportadas al Asia, sirvieran para adornar el famoso templo de los judíos, primera maravilla del mundo, usándolo en su propio estado ó convertido en oricalcos.

Indudablemente tuvieron gran desarrollo las explotaciones establecidas por los asiáticos en el territorio de la provincia de Huelva, y por lo menos obtuvieron de las piritas en una porción de puntos el cobre, que transportaban al puerto de Onoba, hoy de Huelva, para cargarlo en sus bajeles. A este puerto se dice llegaban las flotas con el oro que compraban en Asturias y Galicia y el estaño de las Casitéridas, y recogiendo el cobre allí depositado partían para su país cruzando el Mediterráneo. Acerca de estas expediciones se hallan contextes los historiadores que han escrito numerosas é interesantes páginas sobre la materia, que no hemos de reproducir aquí; bastando á nuestro objeto saber que todo conduce á creer hubo en aquella época una activa é importante industria minera dentro de la provincia, y que si en las excavaciones antiguas no es posible determinar los trabajos hechos entonces por los explotadores fenicios, es porque, como es consiguiente, á los sucesores de aquéllos les servirían de punto de partida para sus labores, como á los de la época presente les han servido también las de los romanos, viniendo á confundirse y á borrarse de ese modo los indicios que de una manera más ó menos precisa pudieran distinguir las labores fenicias, á la manera de lo que hoy sucede entre todas las excavaciones de la época moderna y las de la antigua y primitiva.

Hay restos metalúrgicos, sin embargo, en donde con caracteres indelebles se revela la acción de aquel pueblo activo y emprendedor; y aunque, en nuestro concepto, no pueda conocerse de una manera tan clara y evidente, como algunos pretenden, la cantidad de minerales extraída y beneficiada durante la época fenicia en el país de los tartesios, no podemos menos de convenir en que se observan diferencias bastante marcadas entre las escorias antiguas para que pueda considerarse las hay de dos distintas épocas. Los portentosos escoriales que existen en diversos puntos de las minas de Río-Tinto, Tharsis, La Zarza, La Coronada, Cueva de la Mora y casi en todas las demás de piritas que hoy se conocen en la provincia, vienen á justificar las dos grandes épocas de producción de que los datos históricos nos dan cuenta en esta comarca. Con efecto: del examen detenido de muchos de ellos, resulta están compuestos por escorias de aspecto distinto, encontrándose debajo las que revelan una fundición menos perfecta, tanto por su mayor contenido en cobre como por su aspecto ó forma exterior. Esas escorias inferiores son más rugosas y están peor fundidas; á veces son esponjosas y de color parduzco, contrastando con las superiores que, por regla general, son más compactas, con cristalizaciones en sus oquedades, de un color negro metálico y de escaso contenido en cobre. Todo esto induce desde luego, con grandes probabilidades de certeza, á creer correspondan las primeras á la época fenicia y las segundas á la romana.

Nada más fácil sería que el venir en conocimiento de la cantidad de mineral que tales escorias representan, si de una manera siquiera algo aproximada pudiésemos obtener una cubicación de ellas; pero el problema es bastante difícil, atendiendo que en muchos sitios se encuentran mezcladas las de la época fenicia con las romanas; no pocas cubiertas por los escombros procedentes de explotaciones posteriores ó sedimentos arrastrados por las aguas, y parte también refundidas. Según Rua Figueroa ⁽¹⁾, la mayor parte de las escorias de Río-Tinto fueron, al parecer, refundidas en tiempos muy remotos:

⁽¹⁾ *Ensayo sobre la historia de las minas de Río-Tinto*, pág. 95.

particularidad que nada ofrece de notable si se tiene en cuenta el adelanto diverso de las artes industriales durante las sucesivas invasiones de nuestro suelo. La refundición de esta clase de residuos no fué cuestión que pasara desapercibida á los romanos, á pesar de la omnimoda posesión de los criaderos de que procedían, puesto que S'trabon, que floreció hacia el año 50 antes de Jesucristo, asegura que en su tiempo se refundían las escorias que sus predecesores habian dejado en las minas del Atica ⁽¹⁾.

Aunque tenemos recogidos algunos datos, para determinar la cantidad de escorias fenicias, son tan incompletos que preferimos no fijar cifras que pudieran separarse mucho de la verdad, y nos limitaremos más adelante á aplicarlos al conjunto de todos los escoriales antiguos, lo cual se separará menos de la verdad.

La insaciable avaricia de los fenicios; el engrandecimiento y opulencia que adquirieron, y el olvido tal vez de las prácticas que usaron al principio para lograr la buena acogida de los indigenas, llegó á irritar el ánimo levantado y firme de éstos, que empezaron desde entonces una guerra tenaz contra aquéllos para expulsarlos del territorio. Los fenicios acudieron en demanda de auxilio á los de Cartago, que, como ellos, eran también colonia de Tiro, situada en la costa de África; pero muy pronto se convirtieron los aliados en conquistadores con perjuicio de la minería en esta región, pues si bien se sabe que los nuevos invasores extrajeron grandes tesoros de las sierras de Cartagena y Murcia, según refieren los historiadores griegos y romanos Diodoro, Plinio, S'trabón y otros, por lo que al país de los tartesios se refiere no hay dato alguno que autorice á suponer se labrasen minas durante la dominación cartaginesa en España.

Periodo romano.—Los romanos, que no ignoraban los abundantes criaderos metalíferos de España, disputaron á los cartagineses la posesión de tan rico territorio, hasta lograr vencerlos y arrojarlos de él.

Los ciento setenta y cinco años que transcurrieron desde la entrada de los romanos en nuestra Península hasta que llegó el período de cal-

(1) Lib. XIX.

ma con el emperador Augusto, en el año 45 antes de Jesucristo, no vinieron más que á aumentar el tiempo de la clausura de las minas turdetanas á que dió lugar la invasión cartaginesa; pero, á partir de esta época, se desarrolló nuevamente la afición á las minas, tomando tal incremento los trabajos bajo la dominación romana, y especialmente durante el imperio, que hoy mismo son el asombro de cuantos tienen ocasión de visitar las comarcas donde los hijos del Lacio hicieron sentir el poder de su ingenio y de su grandeza.

Las extensas y agrestes sierras de Aracena, Aroche, Tejada, y especialmente las de Andévalo y Zalamea, se encuentran, puede decirse, acribilladas por millares de pozos, cuya disposición y semejanza no deja duda alguna acerca de su contemporaneidad, sucediendo lo propio con las numerosas galerías ó sacavones, muchos de los cuales hemos recorrido en ocasiones diversas. La época á que la mayoría de tales labores pertenece, queda bien determinada por los datos arqueológicos que se han encontrado en ellos, tales como monedas y diferentes objetos de hierro, plomo, cobre, vidrio y barro.

En uno de los socavones conocidos por el nombre de Nerva, situados al pie de la ladera meridional del cerro de Salomón, en Río-Tinto (véase la lámina 8), se encontró el 51 de Julio de 1772, á los 112 metros de longitud y 16^m,50 de profundidad ⁽¹⁾, una lámina de cobre de dos milímetros de grueso, fija en uno de los hastiales, y grabada en ella la inscripción siguiente, donde se prueba que en el reinado de Nerva el encargado de estas minas era el procurador Pudente:

IMP. NERV. E. C. ESARI AG
PONTIFI. MAXIMO. TR.
POTEST. P. P. COS. III
AVG. IIII. PVDENS. AVG. LIB
PROCVRATOR
SVO POSVIT ⁽²⁾.

(1) Corresponde al más bajo de los dos.

(2) Citada por Martínez Pingarrón en su *Prólogo á la ciencia de las medallas*, Madrid, 1787, cuya copia le fué suministrada por Sauz, administrador

En las diversas monedas halladas se leen, entre otros, los nombres de Theodosio, Claudio, Gabino, Constantino, Adriano, Liciano y Trajano, estando así representado, casi en su totalidad, el imperio romano en este Museo numismático, enriquecido cada vez más con los ejemplares que suelen hallarse en las excavaciones de las minas.

En cambio, los inmensos montones de escorias denominadas antiguas corresponden en su mayor parte á una misma época, según puede deducirse de las monedas en ellos halladas.

Á juzgar por los datos arqueológicos encontrados, la industria minero-romana debió terminar en el reinado de Honorio, 412 años antes de Jesucristo, época á la que corresponden la mayoría de las monedas encontradas hasta la fecha.

Los caracteres exteriores de los criaderos fueron seguramente bien estudiados y conocidos por los romanos; pero la falta de conocimientos geológicos fué causa de que, sobre todo en la disposición de las labores de reconocimiento, no siempre se tuviera el mejor acierto ni se guardase el mayor orden para obtener pronto y seguros resultados. De aquí el sinnúmero de pozos, colocados muchas veces al acaso, con que se encuentran acerbillados cerros enteros como, por ejemplo, el de Los Silos de Calañas, y la cumbre de las minas del Sotiel Coronada, de la misma localidad, y Las Cabezas de los Pastos en la Puebla de Guzmán (véanse las láminas 50 y 56), el cerro Colorado, en Río-Tinto, y otros, donde la inmensa mayoría de los pozos están fuera de los criaderos; siendo bien seguro que si en aquella remota época se hubiesen conocido los medios con que hoy se cuenta para los trabajos de investigación, la economía de tiempo y de trabajo hubiera sido grande y mucho menor el número de labores que

de las minas de Río-Tinto en aquel tiempo. Dicha inscripción ha sido completada del modo siguiente:

IMPERATORE NERV.E, CÆSARI AVGVSTO
PONTIFICE MAXIMO, TRIBVNITIS
POTESTATIS, PATRI PATRIÆ, CONSVLI III
AVGVSTO IIII. PVÐENS AVGVSTI LIBERTVS.
PROCVRATOR
SVO POSVIT.

se hubieran abierto. Admira, en efecto, ver los millares de semejantes excavaciones que se hicieron en toda la provincia y los kilómetros de estrechas y tortuosas galerías, cuya reducida sección indica desde luego que su destino fué principalmente el procurar un desagüe natural á los trabajos de explotación subterránea.

Las excavaciones superficiales debieron ser también en gran número, por más que hoy sea difícil conocer los sitios en que muchas de ellas se efectuaron, pues sólo se advierte en la mayoría de los casos pequeñas hondonadas, junto á las cuales se hallan exiguos vaciaderos.

En los criaderos de gran longitud y escaso espesor, los pozos, distribuidos por parejas, se extienden en hilera, siguiendo, como es consiguiente, las rocas cuyos caracteres exteriores revelan de una manera más ó menos clara la presencia de minerales á cierta profundidad; siendo de admirar cómo en muchos sitios pudieron apreciar con tanta precisión el lugar del yacimiento de los minerales.

El ilustrado D. Fausto Elhuyar, en su *Relación de las minas de Río-Tinto*, al referirse á los trabajos someros de la época romana dice: «Estos hundidos se encuentran dispersos por todos rumbos y »poco distantes unos de otros en muchos parajes, lo que denota la »extensión de los criaderos en todas direcciones, como también que »ó fueron infinitos los que á su tiempo ejecutaron las excavaciones, »ó que ceñidas éstas á una moderada profundidad, se fueron renovando sucesivamente por unos mismos. La poca amplitud y hondura que se observa en la mayor parte de los mismos hundidos, »parece también indicar no haber sido de mucha consideración la »profundidad de sus pozos, apoyándolo la reflexión de los cortos medios que en aquellos tiempos se conocían para imperar las dificultades y obstáculos que ofrecen las minas á medida que se ahondan, »respecto de los que en los posteriores, y especialmente de los modernos, se han descubierto con el auxilio de las ciencias naturales.»

En las galerías de desagüe los pozos ó lumbreras que comunican con la superficie se hallan á corta distancia unos de otros, lo cual revela no sólo la necesidad que aquellos mineros tenían de guiarse por la luz del día para desviarse lo menos posible de las líneas tra-

zadas en la superficie, sino también la de disponer de un gran número de puntos de ataque, pues no siendo para ellos conocida la brújula ⁽¹⁾ ni la pólvora ⁽²⁾, necesario era recurriesen á tal medio para no eternizarse en la excavación de tan necesarias labores, y los escalones hallados en las galerías de desagüe entre las lumbreras y los anchurones que con ellos corresponden, señalan bien claramente los puntos donde tuvieron lugar los rompimientos de las galerías, indicando al propio tiempo la pequeña sección de éstas que no hubo nunca más de un obrero en cada campo de labor.

En ciertas minas se encuentran también socavones superpuestos para aprovechar sin duda en el inferior las lumbreras del superior, ganando de este modo mucho tiempo para la explotación de los minerales á nivel más bajo.

En algunos criaderos de piritas se encuentran hondonadas que, por su disposición y las huellas de herramientas que un detenido

(1) Los ingleses atribuyen el descubrimiento de la brújula á Roger Bacon en el siglo XIII; pero parece que cien años antes hicieron uso de ella los franceses en el Mediterráneo. *Historia de los progresos del entendimiento humano*: Madrid, 1775.

La brújula era conocida de los chinos desde tiempo inmemorial: se servían de ella más de dos mil años antes de Jesucristo. Juyot de Provins, en sus versos, habla de la brújula (bajo el nombre de *marnière* o *amanière*) desde 1180. Pero este instrumento no fué bastante conocido en Europa hasta el año 1300, en que Flavio Gioja inventó el medio de disponer la aguja imantada para que pudiera satisfacer todas las necesidades de la marina. Bouillet, *Diccionario de ciencias y artes*.

(2) Está fuera de duda que la pólvora era conocida de los chinos desde los primeros siglos de la era cristiana y tal vez antes, los cuales la usaban en fuegos artificiales. Son los que enseñaron á los romanos el uso de esta materia explosiva, empleada por éstos en el siglo IV en sus representaciones teatrales. La pólvora de cañón se menciona por primera vez en una obra árabe referente á máquinas de guerra, escrita en la época de la cruzada de San Luis en África. De este país pasó á España, en donde por primera vez se la ve figurar en 1257 en el sitio de Niebla. Rogerio Bacon y Alberto el Grande la conocieron; pero la preparación era un secreto. Bouillet, *Diccionario de ciencias y artes*.

Generalmente se admite que la invención de la pólvora es debida á un fraile llamado Bertoldo Schwartz, que, haciendo experimentos en Colonia en 1320 para hallar la piedra filosofal, tropezó casualmente con la mezcla detonante.

examen descubre en ellas, parecen indicar que aquellos mineros ejecutaron también explotaciones á cielo abierto, si bien no era esta clase de labor la más conveniente ni usual para ellos, dada la necesidad de minerales de elevada ley y poca dureza.

Por lo que se refiere al sistema de laboreo seguido por aquellos intrépidos obreros, nada de cierto se sabe; pero á juzgar por la clase de mineral que iban buscando, por los imperfectos medios auxiliares de que disponían para obtenerlo y por el examen de las labores que han quedado practicables, debe suponerse que, como los señores Auciola y Cossio dicen ⁽¹⁾, «excepto en los casos en que ejecutaban el arranque del mineral por excavación á cielo abierto, lo cual no podía proporcionarles grandes ventajas, porque su objeto era arrancar tan sólo el que alcanzase una determinada ley, mayor que la que por término medio alcanzan esta clase de masas, lo ordinario y de más práctica sería ciertamente el atacar los criaderos por pozos, como medio más corto de llegar á ellos, abriendo un gran número por toda la superficie, hasta que con alguno llegaban á un punto en que la riqueza del mineral le hacía objeto de beneficio. En tales casos principiaban sus labores de arranque, despreciando y dando por terminada la labor en los puntos en que el mineral no era tan bueno.» Con esto tiene fácil explicación lo tortuoso y angosto de las galerías que ponen en comunicación espaciosos é irregulares anchurones, cuyos límites tan sólo eran determinados por el empobrecimiento del mineral y su dureza. Asombra el considerar las penalidades que sufrirían aquellos operarios para excavar las estrechas galerías, en donde hoy es imposible el paso á no arrastrarse cual una culebra, y su disposición y forma indica que, excavando siempre lo más blando, no desperdiciaban la ocasión de seguir la vena más pequeña de mineral rico para extender luego los campos de labor en los grandes núcleos ó riñones que hoy podemos apreciar por los inmensos anchurones que hemos mencionado y de que puede formarse juicio por el examen de algunas de las figuras de la



(1) *Memoria sobre las minas de Río-Tinto*, pág. 6: Madrid, 1836.

lámina 9, las cuales, á su vez, sirven para demostrar la desigual distribución del cobre en las masas piritosas de la región metalífera de que hablamos. A veces estas labores se hallan rellenas con la roca suelta de la montera de los criaderos; medio de fortificación que empleaban, sin duda, en casos muy determinados, pues tal vez sea más probable el que, atacado el mineral rico en su yacente, irían explotando hacia arriba, sirviéndose del relleno para elevar el piso de la manera más conveniente para el trabajo. En las galerías estrechas y pozos que atraviesan terreno poco consistente, ó, mejor dicho, en las galerías que siguen en contacto del mineral por los respaldos, se hallan entibaciones que nada dejan que desear en cuanto á solidez y construcción, siendo el alcornoque, la encina y otras maderas de la sierra, las materias empleadas tanto en los cuadros y portadas como en los encostillados.

Los candiles de barro, hallados en distintos trabajos de la mayoría de las minas de la provincia, indican claramente cuál fué la clase de lámparas usadas por los obreros de aquella época, y, aunque no es tan fácil comprobar cuál fuese el sistema ó sistemas de extracción empleados por ellos, es de suponer que en la mayoría de los casos sería el llamado de *gavia* por nuestros mineros, según indica Plinio tratando de la explotación del oro. «La tierra, dice, la sacaban en hombros, dándola de mano en mano al más inmediato, de modo que sólo los últimos veían la luz del día.... La luz de los candiles les servía para medir el tiempo de su trabajo.»

Cuando el desagüe de las labores no podía hacerse natural y directamente por los socavones que al efecto practicaban, lo conseguían por medios mecánicos, tales como la espiral de Arquímedes y grandes ruedas hidráulicas, de cuyos aparatos hemos tenido ocasión de ver restos en algunas minas.

El dibujo de la lámina 2 da cabal idea de una de tres espirales, perfectamente construída, que hemos visto entre los escombros hacinados en la mina de La Coronada (Calañas); y la circunstancia de hallarse las tres en un mismo sitio, que es el de los anchurones inmediatos al pozo de San Juan (véase la lámina 51), denota que la pro-

fundidad de las labores, por bajo del nivel del socavón alto de desagüe, que daba comunicación á otros varios anchurones consecutivos, sería bastante para exigir la colocación de esas máquinas de tal manera, que el agua fuese pasando de una á otra hasta que de la superior se dirigiese por un canalizo al referido socavón, no representado en la lámina citada. Como es natural, los gorriones y las cigüeñas ó manubrios habían desaparecido por la acción de las aguas cuprosas; pero la clavazón de cobre, que une las cintillas de madera que constituyen los tabiques de la espiral, se conservaba perfectamente.

En el criadero denominado del Norte, en las minas de Tharsis, se descubrió, al practicar la gran excavación á cielo abierto de que en su lugar daremos noticia, una instalación de 14 ruedas hidráulicas, dispuestas en escalón por parejas, de las cuales únicamente las dos superiores se conservaban enteras y tal y como las dejaron los mineros romanos, estando todas las demás hechas pedazos, sin duda por los desprendimientos de los minerales que obstruyeron las excavaciones, quedando envueltas de ese modo entre las ruinas.

En la lámina 3 se representan las dos parejas más altas, de las cuales la superior desaguaba directamente en el socavón que comunicaba con la superficie del suelo, y en la lámina 4 se figura en detalle una de estas ruedas, pudiéndose formar con estos planos una perfecta idea de tan ingenioso como bien establecido medio de practicar el desagüe artificial en dichas minas.

El uso del modelo de ruedas que acabamos de mencionar debió de estar bastante generalizado en las minas de piritas de toda la región metalífera de que tratamos, puesto que en la parte más occidental, en las de Santo Domingo, dentro de Portugal, se descubrió en una galería romana una rueda dispuesta en la forma que se representa en la lámina 5, copia de una fotografía tomada cuando, mediante una gran labor á cielo abierto, se puso á la luz del día la galería donde se encerraba la máquina dicha.

En la parte oriental de la región, entre los escombros de una galería del criadero del Balcón del Moro (Río-Tinto), se han desente-

rrado también los restos de otra pareja de ruedas, dispuestas como representa la lámina 6, y en algunas otras minas se han hallado también, entre las ruinas de las excavaciones de la misma época, trozos de máquinas de esta especie; siendo siempre insignificantes las diferencias que se advierten en los detalles de su construcción. La madera en ellas empleada fué el pino y rara vez la encina.

La de Santo Domingo era de esta última materia y se hallaba tan perfectamente labrada y ajustada con tal precisión, formando un sistema rígido y uniforme, que el transcurso del tiempo no ha logrado hacer desaparecer en lo más mínimo las buenas condiciones de tan antigua máquina, que muy bien podría ponerse en marcha hoy mismo si otros medios más adecuados al desagüe de las minas no hubiesen venido á desterrar el empleo de los artefactos empleados en la época romana.

En cuanto á los criaderos explotados por los romanos en la gran región metalífera que forma la mayor parte de la provincia de Huelva, es de suponer fuesen preferentemente los de pirita ferro-cobrizo, de que también extraían plata, según lo hace suponer el reconocimiento de las masas de residuos que dejaron aquellos fundidores, las cuales asombran hoy á cuantos se paran á reflexionar lo que tales montones representan. La composición de esas escorias ó residuos no revela la fundición de otra clase de minerales. S'traban dice que de las montañas Cotinas, cerca de Ilipa (tal vez Niebla ó Itálica), se extraía el cobre, hallándose situadas aquéllas á la izquierda del Betis, río arriba; Plinio menciona como el cobre más afamado de su tiempo el que producían los montes Marianos, y que por esta razón se le daba el nombre de *mariano* ó *cordubense*, siendo indudable que bajo aquel dictado se conocía toda la región de Sierra Morena comprendida desde Córdoba hasta el Atlántico en sus varias ramificaciones; y asimismo, Daubuisson, hablando de los lugares de donde los antiguos sacaban los metales, cita también, entre el cobre de otros puntos, el de Río-Tinto ⁽¹⁾.

(1) Rua Figueroa, *Ensayo sobre la historia de las minas de Río-Tinto*, página 79.

Objeto de predilección en esta comarca fué, pues, para los romanos la obtención del cobre, de cuya metalurgia proceden los numerosos y grandes escoriales que dejaron en las inmediaciones de los yacimientos de pirita ferro-cobrizo; y si bien se hallan entre estos residuos otros que revelan fundición de minerales plomizos, su cantidad no es en manera alguna comparable á los procedentes de las piritas. Éstas, por otra parte, contienen también á veces cantidades notables de galena, sin que esto excluya el que los residuos plomizos procedan también de los minerales de esta naturaleza que existen en la provincia y aun de puntos más lejanos, puesto que el plomo era un auxiliar indispensable para la extracción de la plata contenida en los minerales piritosos, y, según acabamos de indicar, extraían el metal de esta especie contenido en aquéllos.

Numerosos análisis han dado á conocer que las piritas de los diversos yacimientos de esta provincia son más ó menos argentíferas, habiendo señalado algunas muestras más de 200 gramos de plata por tonelada de mineral.

En los escoriales de Río-Tinto y en los de otras minas se encuentra además una mata conocida en el país con el nombre de *metal blanquillo*; trozos de copelas impregnados de litargirio; granalla de plomo, de cobre, y trozos lenticulares de este último metal puro; lo cual corrobora que los metalurgistas de aquel tiempo no desconocían el procedimiento de la fundición de minerales cupro-argentíferos con agregados plomizos, ni la copelación del plomo argentífero obtenido por este tratamiento; siendo el metal blanquillo las últimas matas procedentes de este sistema de fundición, cuyos detalles no creemos de este lugar.

El análisis de dos muestras de metal blanquillo de los escoriales de la dehesa de Río-Tinto, practicado en el laboratorio del establecimiento minero por el ingeniero Sr. Rua Figueroa, dió el resultado siguiente:

	Número 1.	Número 2.
Sílice.....	0,100	1,000
Carbón.....	»	0,275
Cobre.....	2,794	1,231
Hierro.....	51,837	59,803
Plomo.....	17,026	Indicios.
Antimonio.....	3,600	10,242
Plata.....	0,030	»
Arsénico.....	21,500	25,106
Azufre.....	2,342	2,137
Cal.....	0,113	Indicios.
Magnesia.....	Indicios.	Idem.
Pérdida.....	0,358	0,206
	100,000	100,000

La diferencia que se observa en la composición de estas dos muestras procede, según el mismo Rúa, de que la núm. 2 se habría refundido para extraer el plomo; operación que se efectuaba á últimos del siglo pasado con algunas cantidades del blanquillo, siendo de advertir que los dos ejemplares se eligieron precisamente con objeto de hacer palpable aquella diferencia.

Dada la pobreza en cobre de la mayor parte de las escorias antiguas de esta región, no es muy aventurado el suponer que una gran parte, por lo menos, se refundiría, según hoy mismo se efectúa, con las que resultan de cierta riqueza. Tal operación, en efecto, no dejó de practicarse por los romanos, á pesar de que disponían á su antojo de los criaderos de que procedían, pues, según Strabon, en su tiempo se refundían las escorias que sus predecesores habían dejado en las minas del Atica ⁽¹⁾.

La disposición de las escorias en montones diversos y más ó menos separados unos de otros, hace suponer que los hornos ó aparatos donde los romanos fundían sus minerales serían en gran número, pero no de carácter permanente. De otro modo, era natural se hubiesen conservado restos que diesen á conocer su forma ó formas, según las aplicaciones que de ellos se hicieran, y de semejantes des-

(1) Lib. IX.

cubrimientos únicamente tenemos noticia del de un horno hallado en los antiguos escoriales de las minas de Tharsis ⁽¹⁾, el cual se describió en un periódico alemán ⁽²⁾, y de cuyo descubrimiento se dió cuenta en el tomo IX de la *Revista Minera*, pág. 505. Ese horno aparece bosquejado en la lámina 7.

Los trozos de residuos á que los fundidores llaman *narices* y las toberas de barro que hemos visto en algunos escoriales, dan á conocer que los hornos fueron alimentados por una corriente de viento forzado, la cual se obtendría, generalmente, por medio de fuelles movidos á brazo ⁽³⁾, pues los sitios que los escoriales ocupan no son lo más á propósito para el empleo de otra clase de fuerza motriz, ni para usar otros medios mecánicos.

Elhuyar, en su relación sobre las minas de Río-Tinto, dice: «Es muy notable que en las mesas ó planos que forman las lomas y en

(1) Análisis de las escorias antiguas de las minas de Tharsis hechos por el ingeniero francés M. V. Sevoz.

	1	2	3	4	5	6
Sílice.....	25,18	26,42	24,70	26,04	28,82	29,20
Azufre.....	2,58	4,14	0,28	0,20	0,47	0,55
Cobre.....	1,52	0,32	0,44	0,44	0,37	0,45
Oxido ferroso.....	68,32	71,00	73,50	73,00	68,42	69,00
Cal, magnesia y pérdida	2,40	1,12	1,04	0,35	1,92	0,80
TOTAL.....	100	100	100	100	100	100

La composición de estas escorias corresponde á un silicato de hierro tri-básico, puesto que la relación del hierro á la sílice es próximamente de 3 á 1 en esos seis análisis.

En escorias dichas se encuentran también verdaderos sulfuros de hierro, de composición muy variable, de color gris de acero, lamelares. La escasa cantidad de materias térreas prueba también que no se debió agregar más fundente que la sílice, proveniente de los mismos minerales y del cuarzo triturado necesario para escorificar el hierro contenido en los minerales fundidos.

(2) *Berg und Rütten*.

(3) Los fuelles de cuero se usaron ya por los griegos y los romanos. Plan-to Ed Schmied, v. 31, pág. 885.

«las laderas de los cerros más elevados, se encuentran hasta muy cerca de sus cimas la misma abundancia de escorias que en las hondonadas y fondos de los barrancos. No puede menos de inferirse que en las inmediaciones de las boca-minas se efectuaban las fundiciones de sus frutos á medida que se extraían: y si se atiende á la escasez de aguas en la superficie de sus cercanías, será forzoso pensar que estas operaciones se ejecutaban por medio de hornillos particulares de viento, ó por el de otros de soplo con fuelles movidos á brazo, más bien que con bestias que hubieran exigido disposiciones más complicadas y poco adecuadas á la mutabilidad de su colocación. De cualquier modo que se verificase la disposición de tan crecido número de oficinas pequeñas, es la única que puede explicar la grande y no interrumpida extensión que ocupan los escoriales, tan distante de lo que sucede en el día con los de su especie, en que se reducen á un espacio limitado por muchos y abundantes que sean en productos las minas.»

Aunque el horno descubierto en los escoriales de Tharsis no basta por sí solo para resolvernos el problema de cuántas fueran las clases de aparatos empleados por los romanos en la metalurgia del cobre, su conocimiento no deja de ser interesante. La forma de aquél (Lámina 7) era análoga á la de los actuales hornos castellanos. Se halló bastante bien conservado, faltándole únicamente el pecho ó parte delantera; y la parte baja, hasta la altura de la tobera, consistía en un hoyo abierto en pizarra metamorfoseada, de cuyo material refractario estaban también formadas las paredes.

Esta clase de hornos se ha conservado tradicionalmente, y así es que Agricola y Alonso Barba ⁽¹⁾ citan su aplicación como de época muy remota, y los describen diciendo: «Tienen de alto algunos una vara, otros casi dos y otros menos, según la grandeza de los fuelles con que hubiere de fundirse y la facilidad ó dureza de los metales.»

No siendo el horno castellano á propósito para el afino del cobre,

(1) *Arte de los metales*, lib. IV, cap. VI.

claro es que los romanos debieron usar otros aparatos para completar la metalurgia del metal, acaso semejantes á las copelas alemanas, empleadas todavía en el país hasta hace muy pocos años para el afino del cobre. Así parece deducirse de la lectura del libro mencionado en el que se describen diciendo: «Las formas y maneras de hacer los hornos son tantas cuanta la diversidad del ingenio de cada artífice y la condición y la natura del metal que se ha de fundir; todas, empero, se reducen estas maneras en ciertas especies, por que unos hornos hay que con ayuda del fuelle funden; otros que sin él ó al viento que corre, con vapor engendrado de agua con los carbones quemados encendidos que del mismo horno caen; unos que el metal y la leña están revueltos, otros que la leña y carbón no toca en el metal, sino la llama, los cuales se dicen de reverbero, y otros que llaman *catinos*, los cuales *forman en hoyos en tierra*, ó cestones llenos de tierra batida, y polvo de carbón, ó cisco de herreros, y de escorias muy molidas y cenizas, que decir de la hechura de cada uno sería gran prolijidad y pesadumbre.»

Rua Figueroa, al ocuparse del mismo asunto, dice ⁽¹⁾: «Según refiere Ameillon, la forma de algunas tortas ó panes de escorias encontrados entre los antiguos trabajos de los romanos dan lugar á creer que sus hornos debían parecerse á los que todavía se usan en Cataluña y en una gran parte de los Pirineos para la extracción del hierro. El autor de la *Historia Natural del mundo* cita el empleo de los fuelles para obtener la *espuma de la plata*, lo cual puede significar el antiguo procedimiento de copelación, empleando la acción del aire inyectado mecánicamente como medio oxidante del plomo.» El mismo autor, describiendo los diferentes productos del cobre, dice: «que el llamado *espegma* se obtenía en las oficinas de este metal cuando, hallándose bien fundido, se añadía carbón y se encendía fuertemente con los fuelles. En estas palabras, interpretadas por el criterio científico, parece verse un procedimiento de afino del cobre, semejante al que se verificaba en las copelas alema-

(1) *Loc. cit.*, pág. 86.

»nas antes de que se estableciese el uso de los hornos de reverbero para ese objeto.»

Hablando de la riqueza minera de nuestra Península, un escritor del siglo xvii, copiado por Rua Figueroa en las páginas 83 y 89 de su repetido *Ensayo*, da también interesantes y curiosos datos que sirven para escudriñar y formar un juicio bastante exacto de la manera con que llevaban á cabo el beneficio del cobre los fundidores de aquel tiempo, expresándose en los siguientes términos:

«Son inmensos los montes de escorias procedidas de fundiciones que, antes de llegar á las villas de Palos y Moguer, se ven cerca de la aldea de Río-Tinto ⁽¹⁾, por el río convecino del mismo nombre, que va á salir no lejos de la villa de Huelva ⁽²⁾, las que parecen como echadas á mano en tierras bajas y vallados.

»Hállanse también en aquellos campos entre jarales y malezas muchas planchas grandes de á 10 arrobas más ó menos, de un metal (á que se le ha dado el nombre de *Blanquillo*) parte de ellas debajo de tierra, otras descubiertas y enteras, como si ahora salieran de la fundición; las cuales, según dicen plateros, fundidores y mineros, eran la última escoria: y capa que hacían las fundiciones de los metales de plata después de haber saugrado los hornos, y echado de sí las primeras escorias que producen semejantes fundiciones, unas que semejan á las que ordinariamente se llaman, *moscos de herreros*, otras más pesadas y tupidas al modo del esmalte negro, que gastan los plateros.

»En este mismo parage á vista del Río-Tinto (maravilloso en sus aguas, porque no cría pescado, ni cosa viva, siendo por otra parte muy salutíferas), ai un sitio de cuatro leguas de circuito, tierra muy alta como aislada, en cuias caidas á la mitad, al tercio y cuarta parte de su altura, ai muchas aberturas, y minas como conejeras. Y en lo más bajo de aquel contorno son casi infinitos los pozos que oi permanecen (que los mineros llaman *lumbreiras*) con

(1) Actualmente constituye la villa denominada Nerva.

(2) Hoy ciudad.

»muchos socavones y cuevas hondas, que entran minando por la tierra alta, muy adentro: en las cuales ai en partes varias plazas con calles ó callexones, que atraviesan de unas á otras: hechos en seguimiento (sin duda) de las vetas de los metales.»

Por las citas y antecedentes que quedan expuestos de la manera más breve posible, se infiere que los mineros antiguos basaban el mejor éxito de sus operaciones metalúrgicas en una clasificación esmerada de los minerales explotados, reservando los más argentíferos para mezelarlos con los ricos en galena, y tanto á éstos como á los exentos ó muy pobres en plata se les agregarían los de ganga silícea ó cuarzosa que, á la par de constituir un fundente bueno y necesario, contribuirían al mayor enriquecimiento de los lechos de fusión.

Los minerales piritosos cupríferos, y aun los argentíferos, es lo probable se sometiesen á una calcinación previa, á la manera de lo que hoy tiene lugar con los que se destinan á la fundición por matas y cobre negro. El cobre negro obtenido de tal modo sufriría luego el afino en otros hornos más ó menos semejantes á las copelas alemanas, y el rico en plata y plomo se desplataría á su vez añadiéndole el plomo necesario; operación que aparece demostrada en los trozos de copelas impregnadas de litargirios que hemos visto en varios de los escoriales antiguos de esta provincia.

Nada hace sospechar que los romanos extrajeran el oro que contienen las piritas de los criaderos que explotaron, ni tiene nada de extraño que no sospecharan siquiera la presencia en ellas de ese metal precioso, al observar que los adelantos de la metalurgia no bastan todavía para que en la generalidad de los casos pueda extraerse con ventaja.

Debe reconocerse, sin embargo, la extraña habilidad de aquellos diestros fundidores, cuyos métodos nada tenían que envidiar á los modernamente usados, siendo una prueba de su perfección las limpias y bien fundidas escorias que dejaron, cuya regularidad en la composición y escaso contenido en cobre, de 0,45 á 0,55 por 100, las pone al lado de las que actualmente se obtienen en las fábricas mejor establecidas.

Como dicen muy bien los escritores antiguos y modernos que de una manera más concienzuda y precisa se han ocupado en la metalurgia de esta región, el desarrollo de las explotaciones romanas fué en ella grande y extenso, pudiendo muy bien afirmarse no quedó criadero de alguna importancia, de los de piritas y de plomo, que no fuese explotado por ellos, y además hicieron el sinnúmero de trabajos de investigación que alcanzan hasta los puntos en donde los caracteres geológicos del terreno acusan ligerísimos indicios de los codiciados metales. Todo ello revela bien claramente el verdadero furor minero de aquel tiempo; y si se añade que habiendo aprovechado las condiciones topográficas más favorables del suelo llegaron á construir una red completa de caminos para la circulación cómoda de carros desde las minas hasta las principales ciudades y puertos, se comprenderá la importancia que alcanzaba la población de la comarca.

Las numerosas y repetidas excursiones que he llevado á cabo durante un período de más de veinte años por toda la provincia de Huelva con motivo del desempeño de mi cargo de ingeniero del distrito, y las especiales que como individuo de la Comisión del Mapa geológico he efectuado después, me han proporcionado ocasiones de comprobar cuanto llevo dicho, pudiendo muy bien decirse que la importancia relativa de los yacimientos metalíferos, que los antiguos explotaron, quedó señalada desde entonces en la magnitud de los escoriales procedentes de sus fundiciones, viniendo á corroborarse esta idea con los planos que acompañan á esta Memoria.

La determinación, siquiera fuese aproximada, del trabajo empleado en la industria minera por los romanos en la comarca que describimos, raya en lo imposible, no sólo porque las labores ejecutadas llevan en sí ciertos coeficientes de trabajo únicamente apreciables por los que las presencian y dirigen, como por no existir medios hábiles de deslindar las que pertenecieron á unos ú otros pueblos de los que desde la más remota época se dedicaron al descubrimiento de las substancias metalíferas y á su aprovechamiento.

Sin embargo, si se toma en cuenta que por el año de 1884 se ocu-

paron en Río-Tinto unos 10.000 operarios en los trabajos necesarios para la extracción de 1.000.000 de toneladas, lo cual da, en el supuesto de considerar útiles para el trabajo trescientos días del año, tres peonadas por tonelada de mineral extraído, y si se considera la fuerza representada por las diversas máquinas de vapor que estuvieron en marcha y el grado actual de perfeccionamiento de los artefactos de excavar allí usados y el de las herramientas, así como el uso de materias explosivas, tales como pólvora y dinamita, no habrá exageración en admitir que el trabajo sea hoy cinco ó seis veces mayor que en la época romana, deduciéndose, por consiguiente, que en ella una tonelada de mineral arrancado representaría el trabajo de 15 á 18 operarios durante un día; y suponiendo, como más adelante trataremos de explicar, que el número de toneladas arrancadas y beneficiadas por los antiguos mineros fuese de 50.000.000 en números redondos, representaría hasta 54.000.000 de jornales ó peonadas dentro de los límites que dejamos sentados, cifra que desde luego hace pensar no serían naturales de la comarca todos los mineros ocupados en ella.

Según Diodoro de Sicilia, «cuando los romanos conquistaron la »Península ibérica, sus minas fueron invadidas por una turba de italianos codiciosos, que se enriquecieron extraordinariamente. Estos »industriales compraban rebaños de esclavos y los entregaban á los »jefes de los trabajos (1).» No sabemos hasta qué límite llegarían éstos en las minas de la región que describimos por medio de esclavos; pero el hecho es cierto, una vez que en algunas excavaciones se han encontrado pedazos de grillos y cadenas. En la Exposición de Minería verificada en Madrid el año 1885, expuso la compañía propietaria de las minas de Río-Tinto algunas argollas y eslabones, cuyo diámetro, de 0^m,15 y 0^m,15, parece indicar debieron ser para el cuello, y en la mina de plomo *Nuestra Señora del Amparo*, del término de Villalva, se hallaron unos grillos de que el director Sr. Blum nos ha dado noticia.

(1) Rua Figueroa, libro citado, pág. 77.

Suetonio dice, según Heron de Villefosse, que en tiempo de Tiberio muchas ciudades y particulares perdieron el derecho de explotar las minas y que, en lugar de cederlas en arrendamiento, los emperadores las confiaron á los cuidados de sus encargados ó administradores. Entonces los obreros dejaron de ser exclusivamente los criminales ó sentenciados.

Según esta cita, tiempo hubo en que el trabajo de las minas se hacía sólo por esclavos, bastando para dar idea del número que los romanos invertían en esos trabajos, recordar la ley censoria, que prohibió emplear más de 5.000 de aquéllos en el servicio de las minas que los arrendatarios del Estado explotaban en un reducido cantón del territorio de Verceil ⁽¹⁾; pero la misma cita da á entender que semejante clase de trabajo no fué ominoso para el obrero libre, siendo muy probable que una gran parte, tal vez la mayor, se ejecutase por esta clase de operarios, y aun es muy posible que el ejército mismo se ocupase, en determinados periodos, en el laboreo de las minas, según se deduce por lo que los escritores refieren. Según Plinio, el número de esclavos ocupados en los trabajos de las minas de la Bética, fué más de 20.000.

Una plancha de bronce hallada en Mayo de 1876 en uno de los escoriales antiguos de la mina de los Algares, al sud de Aljustrel, en el vecino reino de Portugal, es un documento sumamente interesante por la luz que arroja con respecto á lo que á la industria de aquel tiempo se refiere.

He aquí lo que al efecto dice el ilustrado y erudito S. P. M. Estacio da Veiga, socio correspondiente de la Real Academia de Ciencias de Lisboa: «La plancha de bronce descubierta en un escorial de la mina de los Algares, corresponde á una época que no puede ser anterior á la de Augusto, por haber sido este emperador el que creó el tributo de la Centésima; es la tercera de una serie cuyo número no se puede fijar, y los capítulos ó epígrafes que contiene este fragmento del código jurídico de *Vicus Vispaciensis* son los nueve que

(1) Plinio, lib. XXXIII, cap. IV.

»aproximadamente voy á interpretar, sin hacerme cargo más que del fin principal que me propongo examinar ¹.

»I. *Centessimae argentariae stipulationis*.—Bajo este epigrafe se ordena que el rematante ó arrendatario de las rentas del Fisco, su socio, ó agente (*conductor socius actorve ejus*), cobre de todo vendedor la centésima, ó uno por ciento, del valor de los remates que se hicieren en subasta dentro de la circunscripción minera del *Vicus Vipascensis* (*intra fines metalli Vipascensis*), excepto en las ventas que hiciese el administrador de las minas (de la Lusitanea?), *Procurator Metallorum* (Lusitaniae?). Si éste vendiera pozos de minas, el pago de la centésima recaerá en el comprador. Á pesar de la prescripción de que el vendedor pague al arrendatario la centésima del valor de los géneros subastados, se permite á estas dos partes que se convengan entre sí. Á igual pago queda obligado el que sacande á subasta mercancías, las vendiese fuera de la plaza en los diez primeros días después de retiradas de ella. Se establece, finalmente, que el arrendatario, su socio, ó agente, pueda cobrar el duplo de lo debido, si no se le hubiere satisfecho en el plazo de tres días.

»II. *Scripturae Praeconii*.—En este capítulo se determina que el arrendatario del servicio de pregones tenga siempre disponible pregonero; que el arrendatario cobre dos centésimas de toda venta por remate de valor inferior á 50 dineros (X L) y que no excediese del doble (X C), y sólo una centésima de las que excedieran de este último precio. Determinase que al arrendatario, su socio, ó agente, pague quien vendiere esclavos en subasta.... (la plancha no permite descifrar cuántos denarios) por cada uno, si no fueran más de cinco, y tres dineros cuando la venta sea de mayor número. Estipúlase que al administrador de las minas, cuando tenga que vender ó arrendar alguna cosa, le facilite pregonero el arrendatario de este servicio, y que á éste pague un dinero (X I) quien proponga la venta de cualesquier géneros. Repítese en este capítulo la obligación de pagar una centésima al arrendatario de las rentas fiscales, quien

(1) *A Tabula de Bronce de Aljustrel*. Memoria presentada á la Academia de Ciencias: Lisboa, Typographia da Academia, 1880.

comprare pozos de mina al administrador (*procurator metallorum*), siendo doble este pago si no se hiciese dentro de los tres días. Además de esto puede el arrendatario, su socio, ó agente, exigir prenda al deudor (*conductor soci actorive eius pignus cape(re) liceto*). Compétele también tres dineros (X III) de cada macho, mula, burro, burra, caballo y yegua que se vendiese en subasta pública, quedando obligados á igual pago los esclavos y géneros que hubieren ido á la plaza y después se vendieren dentro de treinta días.

»III. *Balinei fruendi*.—Se dispone en este capítulo que el arrendatario de los baños públicos, ó su socio, tenga todos los días, durante el año entero, á contar del 1.º de Julio, caliente y preparado á su costa el baño, tanto para mujeres, desde la primera hasta la séptima hora del día, como para hombres, desde la octava hora del día hasta la segunda de la noche ⁽¹⁾, según las órdenes que dicte el administrador de las minas (*procurator metallorum*). Impónese al arrendatario de los baños (*conductor*) la obligación de suministrar agua á las salas calientes sobrepuestas á los *hipocaustos* ⁽²⁾ hasta la altura señalada en las pilas (*summam ranam?*) y á hacerla correr en abundancia en la tina (*labrum*) destinada á las mujeres y á los hombres. Se señala que cada hombre satisfaga medio *as* y las mujeres el doble, quedando exceptuados de pagar los libertos, los sirvientes de oficio público (*servi artificum qui in officis erunt*), los menores y los soldados. Se obliga al arrendatario, su socio, ó agente, á que, terminado el plazo del arrendamiento, entregue el edificio con todos sus utensilios en estado de buena conservación, salvo el que se haya inutilizado en el servicio. Ordénase que las vasijas en cobre de cocina (*vasa aena*), se laven y frieguen todos los meses, y unten con sebo. Previénese que cuando haya que hacer reparaciones, que interrumpen el ejercicio de los baños, se podrá deducir de la renta del arrendatario la pérdida equivalente al tiempo de la interrupción, pero que nada podrá descontarse por lo que en la obra se hubiere hecho para desenvolver el aprovechamiento de los baños.

(1) Estas horas variaban con las estaciones.

(2) *Hipocaustos*, hornos subterráneos en las termas.

Prohíbese al arrendatario vender leña á propósito para las hornillas, excepto las ramas que no sirvieren para esa aplicación, bajo pena de 100 sestercios de multa, pudiendo ser multado hasta en 200 sestercios por el administrador de las minas (*procurator metallorum*) todas las veces que no tenga el baño las condiciones de poder utilizarse por los concurrentes. Obligase finalmente al arrendatario á que tenga un depósito de leña excelente á la del consumo diario.

»IV. *Subrini*.—Se expresa en este capítulo que quien quiera fabricar calzado y correaje, clavar ó vender clavos propios del calzado de los soldados (*CLAVOM (clavum) CALIGAREM*), ó cualesquier otros de los objetos que sólo los zapateros acostumbran vender, pague al arrendador ó á su socio ó agente, el duplo valor del que hubiere vendido. Dicese que sólo al arrendador, por la ley *Ferrariarum Locato* (*lex ferrariarum*), le es permitido vender clavos (*CLAVOM*), y por eso él, ó su socio ó agente, tienen el derecho de prenda ó hipoteca (*pignoris capio*), *pignus capere liceto*, contra los otros vendedores. Añádese además, que á ninguno es permitido contratar calzado sin el consentimiento del arrendador, pero que no teniéndole éste á la venta, cada cual podrá comprarlo donde quisiera.

»V. *Toustrini*.—Determinase en este capítulo, que, dentro de los límites del VICO METALLI VIPASCENSIS y su territorio ninguno ejerza el oficio de barbero, bajo pena de pagar.... dineros (X....) al arrendatario de este servicio ó á su socio ó agente, con la pérdida de las herramientas del oficio, excepto los esclavos que afeitasen ó cortasen el pelo á sus señores y compañeros (*dominus aut conservos suos*); y que los barberos que vengan de fuera á ejercer su ministerio sin licencia del arrendatario, puedan por éste, por su socio, ó agente, ser embargados (*pignoris capio*). Que, finalmente, quien á esto se opusiera, pague por cada vez cinco dineros (X V), porque para el desempeño de este oficio debe el arrendatario tener uno ó más *oficiales idóneos*.

»VI. *Tabernarum fulloniarum*.—Ordénase aquí que sólo al arrendatario, ó su socio ó agente, ó quien haya recibido su autorización, es permitido preparar paños para vestuario, y que quien lo

contrario hiciese pague por cada vez tres dineros y quede sujeto á embargo (*pignus capere liceto*).

»VII. *Scripturae scauriorum et testariorum*.—Determinase en este capítulo que quien en el territorio de la circunscripción metalífera ⁽¹⁾ preparara para vender á peso ó por medida (*ad mesuram pondusve vendere*), escorias de plata ó de cobre y otros residuos minerales, limpiando, separando, reduciendo, cribando, y lavando, ó que de cualquier modo trabaje en las pedreras de pizarra, declare en el plazo de tres dias cuántos esclavos ó mercenarios tiene á su servicio, para que, al fin del mes, pague por cada uno al arrendatario..... dineros (la plancha no dice cuántos), y que cuando así no lo haga, pague el doble. Que el que de fuera trajese mineral de plata y cobre para el territorio de la mina, al arrendatario, ó su socio ú agente pague un dinero (no se dice si por peso ó medida, ó por mensualidad) antes de Calendas (N P. C. X I). Que el que en cumplimiento de esta ley deba al arrendatario ó á su socio ú agente, y no pague en el plazo marcado, satisfaga el doble, quedando á cualquiera de ellos el derecho de embargo (*pignus capere liceto*) sobre toda mina en explotación y trabajos hechos en las pizarras. De estas disposiciones apenas se exceptúan los libertos y esclavos que trabajasen con los fundidores por cuenta de sus señores y patronos.

»VIII. *Ludi magistri*.—En este capítulo se declaran inmunes á

(1) «La plancha muestra en este lugar una laguna («*Qui in finibus metallorum..... scaurias*,» etc.) en que podía hacerse referencia á los *metallarii*, que eran rigurosamente los operarios y artífices preparadores de los minerales, á no ser que en otra plancha de la serie no estuviesen especialmente especificadas las funciones y obligaciones de este oficio, que en ésta parece aludir á los exclusivos procedimientos de aprovechar las escorias de plata y cobre («*scaurias argentarias aerarias pulverumve scaureis*,» etc.) La expresión *testariorum* parece que puede referirse á los exploradores de las pizarras destinadas á las construcciones de las paredes y calzadas, porque en los tejados no hay noticia de que fuesen empleadas; tal vez tuviera una significación más amplia, aunque esta tercera plancha no lo diga; pues estando probado que en el territorio de la mina (Ribeiro de S. João, etc.) había fundiciones, era indispensable el uso de depósitos de tierras refractarias, para cuya fabricación podrían haber sido aprovechados los residuos de las pizarras.»

los maestros de escuela ante el administrador de las minas (*procurator metallorum*), esto es, exentos del pago de impuestos.

»IX. *Usurpationes puteorum sive pittaciarum*.—Estipúlase en este capítulo, que cualquiera que ocupe un pozo, ó lugar para abrirlo (?), dentro de los límites de una mina, en conformidad con la ley del ramo (*lege metallis*), dé cuenta de la ocupación que haga al arrendatario ó á su socio ú agente, al cual pagará..... (*hujus vectigalis profiteatur et solvat*.....) Termina la plancha.»

En todos los capítulos de este fragmento de ley se revela bien claramente el monopolio del Fisco, el cual se extendía á todas las industrias ejercidas en el territorio á donde alcanzase su acción, sin que se desprenda protección de ningún género para la industria minera, ni nada que pudiera alentar la investigación de nuevos criaderos, así como tampoco seguridad para las existentes, según puede colegirse de lo expresado en el capítulo IX. Los administradores de las minas, destinados por el Soberano para el recaudo de los derechos del fisco, eran los únicos que, según se expresa en el capítulo I, podían hacer contratos sin pago de la centésima; y cuando éstos se referían á minas, se obligaba al adquirente al pago del tributo á favor del arrendatario de las rentas fiscales.

Rua Figueroa, en su *Ensayo sobre la historia de las minas de Rio-Tinto*, cita interesantes párrafos de historiadores antiguos y modernos, de los cuales tomamos algunas notas por su relación con las disposiciones expresadas en la interesante plancha de Aljustrel.

El derecho pecuniario sobre las minas, según se expresa en una ley imperial, era variable, según los usos establecidos en las diferentes provincias. Así es como se desprende del contexto de otra ley, en que se dice que en tiempo de los emperadores, cuando las minas eran todavía inherentes á la propiedad del suelo, todo el que quería dedicarse á la explotación de las substancias minerales en terrenos particulares debía pagar al Soberano el diezmo de sus productos y además el diezmo al propietario del terreno ⁽¹⁾.

(1) Código de Justiniano.

En varios países conquistados, según manifiesta Heron de Villefosse en su *Riqueza mineral*, hay motivo para creer que el derecho de propiedad de las minas se conservó á algunos particulares ricos, á la manera como se había otorgado el de propiedad de las canteras en el origen del imperio romano; pero las que pertenecían al Estado, se daban en arrendamiento, á condición de satisfacer ciertos derechos al Tesoro. Plinio y S'trabo refieren que los censores eran los encargados de ceder las minas, contentándose con fijar el canon anual del arrendamiento. Según Tito Livio, el Senado conocía el inconveniente de abandonar á los arrendatarios ó *publicanos* la explotación de las substancias minerales, que producían considerables rentas al Erario público; y algunas veces los excesos de los arrendatarios obligaban á la autoridad á determinar, proporcionalmente al tipo del arriendo, el aumento de operarios que les era permitido emplear y los castigos que podían imponerles.

Varios pasajes antiguos demuestran al mismo tiempo que los emperadores concedían desde luego los criaderos minerales á particulares. Trajano, por ejemplo, organizó una compañía de accionistas (*collegium aurariorum*) para la explotación de las minas de oro de la Dacia.

Entre los romanos, según añade otro historiador, se daban las minas en arriendo á publicanos, que las hacían explotar mediante una renta convenida para el fisco. Los arrendatarios cuidaban de proveerse de hombres expertos en su explotación y á propósito para conducir todas las manipulaciones. Diodoro de Sicilia designa á tales encargados con el nombre de Inspectores de minas. Estos hombres estaban al frente de los obreros, dirigían las operaciones, trazaban la marcha que debían seguir en los subterráneos, indicándoles el criadero, distribuían el trabajo, etc. Estos jefes tenían subalternos que examinaban los minerales arrancados, hacían sus apartados, etc., etc. Es decir, que establecían una organización tan admirable y completa como era necesario para llegar á obtener los asombrosos resultados que hoy nos revelan los enormes montones de residuos y las colosales excavaciones que señalan el paso de un pueblo

gigante, predestinado para imponer á todas las naciones del mundo su carácter jurídico y austera civilización, aunque si bien, al decir de un historiador ⁽¹⁾, los túrdulos y turdetanos, en lengua, civilización y trajes, parecían más bien romanos que españoles.

Sabido es que en aquellos tiempos no eran solamente las minas de la provincia de Huelva las que producían el cobre; cuéntase además, entre otras, las del vecino reino de Portugal y las de las provincias de Córdoba y Sevilla, en nuestra Península; las de Campigliese, Volterrano y Massetano, en Italia; las de Chipre, en el Mediterráneo; de Temesana, cerca de Constantinopla, y por fin, las del Ural. Tan numerosos centros de producción del cobre, en todos los cuales se manifiestan explotaciones en grande escala, suponen, á la verdad, un consumo enorme de este metal entre los pueblos antiguos; y con efecto, así era, según las noticias que reputados historiadores antiguos y modernos han dejado escritas en importantes libros. El autor del *Ensayo de la historia de las minas de Rio-Tinto* nos suministra, con respecto á este particular, interesantes datos tomados de diferentes libros, que vamos á consignar:

«El arte de trabajar el cobre, dice ⁽²⁾, aparece envuelto entre los mitos de los tiempos fabulosos, y en el casamiento de Venus con Vulcano se trasluce ya una revelación sobre la metalurgia de aquel metal. En un versículo del Génesis se atribuye á Tubalcain el arte de batir ó elaborar el hierro y el cobre. Moisés en el *Deuteronomio*, hablando de la tierra prometida, indica las minas de cobre encerradas en sus montañas como un objeto propio para estimular al pueblo judío: de *montibus ejus aris metalla fodiuntur*. Todos los autores antiguos citan la aplicación del cobre ó sus aleaciones en los útiles de la agricultura, en las armas y los instrumentos de las artes. Agatharchides dice que en su tiempo se encontraban en las minas de Egipto, abiertas en la época de los antiguos reyes de este país, picos hechos de cobre. Las láminas de este metal servían también en los primeros siglos para la impresión de la escritura. Suetonio refiere

(1) S'trabo.

(2) Rúa Figueroa, libro citado, páginas 96 y 97.

»que Vespasiano hizo reaparecer tres mil de estas planchas, cuya antigüedad se remontaba hasta el origen de Roma.»

Plinio ⁽¹⁾, confirmando que se hallaba en efecto en práctica el grabarse en chapas de bronce las instituciones públicas, explica la liga y detalles de la fundición diciendo: «Se funde primero el cobre; se le agrega luego un tercio del mismo metal, pero que ya haya servido para otros usos, porque en tales circunstancias adquiere la cualidad particular de quedar más dúctil al martillo, y finalmente, á cada cien libras así fundidas se agregan doce y media de plomo argentífero.

»Durante el sitio de Troya ⁽²⁾, mil doscientos años antes de Jesucristo, época en que el hierro era, por su rareza, sumamente apreciado entre los griegos, las armas de que éstos se sirvieron estaban construidas de cobre. No es extraño, pues, que los antiguos, según el Conde de Caylus, poseyesen el arte de forjar y templar este metal.

»Para juzgar de la antigüedad de la aplicación del cobre y sus aleaciones, basta recorrer ligeramete la historia de los pueblos salvajes, que es la historia de la humanidad entera. Diodoro de Sicilia cita entre algunas de las tribus etiópicas de las orillas del Nilo, el uso de pendientes de cobre. Las hachas de este metal descubiertas en las sepulturas de los antiguos habitantes del Perú; los utensilios de bronce encontrados entre las ruinas de Mitla, cerca de Oapaca, en Méjico; las espadas, dagas é instrumentos agrícolas recogidos en las tumbas escandinavas de Dinamarca y que hoy figuran en el Museo de Copenhague....; y otros muchos ejemplos que sería fácil enumerar, prueban las vastas aplicaciones de este metal en aquellos tiempos.

Puede asegurarse que hasta la época de mil años antes de la era cristiana, casi todos los útiles que hoy son de hierro ó de acero, los atributos del herrero, el yunque, el martillo y las tenazas, que son indudablemente las primeras herramientas que han debido construirse con estos metales, eran de bronce. Lo mismo ha sucedido entre

(1) *Historia Natural*, lib. XXXIV, cap. XX.

(2) Rua Figueroa, libro citado, páginas 97 y 98.

los romanos por espacio de muchos siglos: casi todo lo que nos resta de las armas y útiles de este pueblo, es la prueba más evidente de que al uso del hierro ha precedido el del cobre, y que los antiguos se servían del bronce en casi todas las ceremonias religiosas, tales como sacrificios, las expiaciones, etc. Los prelados de las Sabinas se cortaban los cabellos con cuchillos de bronce; en Roma, el gran pontífice de Júpiter se servía para el mismo objeto de tijeras de cobre. Entre los egipcios las armas eran también de bronce. Herodoto asegura que entre los masayetos, las cuñas, las picas, las hachas y aun los arneses de los caballos, eran de bronce. En Inglaterra, Suiza, Alemania, y especialmente en los países del Norte, se encuentran con frecuencia tumbas, armas, anillos ó instrumentos de cobre, todo lo cual prueba que en la antigüedad no ha habido otro metal más generalmente admitido.

«Merece notarse, añade Rua Figueroa, refiriéndose á otro escritor moderno, Goguet ⁽¹⁾, que entre todos los pueblos de la antigüedad, en ambos mundos, se empleaba en lugar del hierro un bronce compuesto de cobre, estaño y zinc. La utilidad de los instrumentos así contruidos fué causa de que los griegos y los romanos continuasen sirviéndose de ellos aun mucho tiempo después de haber conocido el arte de extraer el hierro.» Grecia brilla más que otra alguna por sus famosas obras de cobre y bronce, donde se dieron á conocer muchos de sus genios. Roma, la ciudad de las siete colinas, adornó, después de la destrucción de Corinto, sus templos, sus calles y sus palacios con las obras maestras del arte griego. Rómulo instituyó una asociación de fundidores de este metal, y Plinio, en su relato de los diferentes y estimados productos fabricados con el cobre ó sus aleaciones, menciona entre los primeros las tejas del Capitolio, los candelabros y ornamentos de los templos, las mesas ó triclineos, los vasos delficos, las numerosas estatuas y las diversas aleaciones del cobre, según los objetos á que se destinaban. El cobre y el bronce se prodigaban por todas partes y para todos usos; ora constituían el

(1) Libro citado, pág. 99.

simbolo del progreso material del imperio romano, ora servían para la representación de sus dioses y sus héroes.

En los sepulcros descubiertos junto á las minas y en diversos sitios de la provincia que describimos, se han hallado brazaletes, anillos, pendientes y otros objetos de adorno, todo de cobre; y del mismo metal son diferentes ollas y utensilios de cocina recogidos en algunos de los trabajos de la época romana, así como también monedas y alguna pequeña estatua, de todo lo cual se presentaron algunos ejemplares en las instalaciones de las minas de la Cueva de la Mora y Río-Tinto en la ya mencionada Exposición de Minería celebrada en Madrid el año 1885.

«En la época romana, escribe Burat ⁽¹⁾, el bronce se aplicaba con »prodigalidad suma para todos los usos; en la industria se empleaba »para las piezas de moldeo, tales como tubos y engranajes, y los útiles más vulgares se hacían de dicho metal, habiéndosele encontrado »en muchas minas en martillos, cuñas y palancas, pudiendo decirse »que reemplazaba al hierro. La ornamentación de los templos, de »los teatros y aun de las casas particulares era de bronce, y con »tanta profusión debió gastarse, que solamente con los broncees sacados de un tercio de la pequeña villa de Pompeya y de algunos »edificios de Herculano se ha logrado fundar un Museo en Nápoles, »que por este concepto es el más rico del mundo. Algunos broncees »sacados de las puertas y frontispicio del Panteón bastaron para la »ornamentación de San Pedro en Roma.»

Como puede deducirse de lo que llevamos dicho y de lo que añadiremos en páginas sucesivas, las minas que satisfacían las necesidades tan grandes de aquel tiempo no eran sólo las de Italia, sino también las de la región metalífera de Huelva.

Con la caída del imperio romano, el beneficio de las minas llegó á olvidarse; y, según datos históricos, desde el tercer siglo hasta mediados del quinto, apenas existían trabajos en actividad en las de todo el occidente de nuestra Península.

(1) Burat, *Théorie du gites métallifères*, páginas 204 y 205.

Aunque no es empresa fácil determinar la cantidad de minerales extraídos y beneficiados en las épocas de que acabamos de hablar, por las causas que dejamos ya indicadas antes, trataremos, sin embargo, de obtener una cifra aproximada, deducida por la consideración de la cantidad de mineral que en sí representa cada metro cúbico de la escoria resultante de la fundición de la clase de menas de que se trata, y aplicando ese resultado á las cantidades que de una manera aproximada han podido cubicarse en los escoriales de las distintas minas de piritas laboreadas por los antiguos mineros.

Según cálculo aproximado, el volumen de las escorias llamadas antiguas es, en la región minera de la provincia, de unos 4.000000 de metros cúbicos, en números redondos. Ahora bien: partiendo de la base de que cada metro cúbico de esta clase de residuos representa 1,50 de piritas fundidas, se obtienen 6.000000 de metros cúbicos, que en peso representan, dada la densidad media de esta clase de mineral, 50.000000 de toneladas de pirita ferro-cobrizada beneficiada por fenicios y romanos, cuya cantidad, bajo el supuesto de que su ley media en cobre no bajase de un 4 por 100 y teniendo presente la corta porción de este metal que se halla en las escorias, representaría 1.200000 toneladas de cobre metálico como producto total para las dos épocas tenidas en cuenta, de cuya cantidad bien puede asegurarse que, por lo menos, las siete décimas partes corresponderían á la romana.

EDAD MEDIA.—*Periodo árabe*.—Ningún vestigio se ha encontrado, ni en las excavaciones ni en los escoriales antiguos de la provincia de Huelva, que autorice á pensar que durante la dominación de los godos se labrasen las minas abiertas con anterioridad, ni otras nuevas; y aun cuando la tradición ha conservado los nombres de *Cueva de la Mora*, *Sepultura del Moro*, *Mina Mora*, etc., etc., aplicados á los parajes en que se hallan ciertas labores mineras, no puede asegurarse que éstas se practicaran por los sarracenos.

Es verdad que en determinados parajes de la sierra, y á veces á la inmediación de los criaderos de pirita ferro-cobrizada, se han hallado algunas monedas árabes, entre ellas una de plata en una se-

pultura junto á las minas de Río-Tinto; pero la escasez de las mismas y su enterramiento, por lo general inmediato á la superficie del suelo, poco ó nada atestiguan respecto á la explotación de las menas del país de los Andelos ⁽¹⁾, por parte de la raza semítica.

Sin embargo, como en el vecino reino de Portugal es indudable que los árabes explotaron unas minas en término de Aljustrel, una vez que al ceder D. Sancho II, en Marzo de 1255, á la Orden de Santiago, después de la conquista, el castillo de aquel nombre, con los amplios límites y montes que en el documento de cesión se detallan, se reserva para la corona la propiedad de las minas y baños enclavados en aquel territorio, de cuyas minas y baños únicamente cedía la décima parte de lo que produjesen ⁽²⁾, y es, por consiguiente, lógico el suponer que se hallarían en explotación, sin que su apertura y establecimiento se debiera al corto tiempo transcurrido entre la conquista y la donación, debe deducirse la probabilidad de que también en territorio onubense los moros labrasen minas, siquiera fuese en los periodos de tregua en sus luchas con los indígenas; y efectivamente, la historia menciona que, durante la paz que Alaken supo sostener á fines del siglo X, se explotaron, entre otras, las minas de la sierra de Aroche ⁽³⁾.

De todos modos, dada la escasez de pruebas que en contrario se pueden aducir, habrá de convenirse en que, si durante la dominación árabe no se abandonó por completo el ejercicio de la minería, en la provincia de Huelva debió de encerrarse dentro de límites muy estrechos.

En 1537, durante el reinado de D. Juan I, se hicieron importantes modificaciones en las bases que desde tiempo inmemorial venían rigiendo para la minería española ⁽⁴⁾; pero, aun cuando encaminadas

(1) Andelos llamaron los árabes á la antigua Tartesia.

(2) *A Tabula de Aljustrel*, por S. P. M. Estacio da Veiga.

(3) Con este nombre debía comprenderse gran parte del territorio occidental de la provincia.

(4) Por derecho primordial, la propiedad de las substancias minerales pertenecía al jefe del Estado. Los romanos consignaron en sus códigos esta ley fundamental, y en la Edad Media fué también admitida y sancionada.

á la rehabilitación de las minas, no dieron el menor resultado. En Cortes de Briviesca se dispuso que todos los habitantes del reino, indistintamente, podían «buscar y catar y cavar en sus tierras y heredades las minas de oro y plata, azogue, estaño, piedras y otros metales, y que los puedan buscar y cavar en otros cualesquiera lugares, no haciéndose perjuicio unos á otros en los cavar y buscar, »y faciéndolo con licencia de su dueño.» De nada sirvieron, repetimos, estas disposiciones, pues las constantes mercedes que á los magnates y cortesanos se hacían de parte del territorio unas veces, y otras de los metales que en determinadas comarcas se extrajesen, no podían menos de ahogar el deseo de explotar minas, cuyos productos tenían que salir sumamente recargados de costo con los impuestos reales, que ascendían á los dos tercios del producto bruto, y los que el dueño del terreno ó el que hubiese logrado la merced de las substancias minerales de una comarca quisieran establecer; circunstancias que por sí solas eran bastantes para imposibilitar el restablecimiento de la minería, si no hubiere habido además otros varios obstáculos inherentes á la misma ley.

Á la legislación del tiempo de D. Juan I sucedieron otras disposiciones, en todas las cuales dominaba el principio de considerar la industria minera como un medio de enriquecerse pronto, imponiéndosele, por lo tanto, enormes tributos, lo cual produjo el contraproducente resultado de que no hubiera quien quisiera emplear el fruto de su inteligencia y de su trabajo en empresas de semejante naturaleza; y de ahí el que, tan luego como tuvo lugar el descubrimiento del Nuevo Mundo, marchase gran parte de la población de España en busca de los tesoros que las fecundísimas minas de aquella región contenían, quedando completamente paralizada la industria del país. Tal fué, trazada á grandes rasgos, la triste historia de la minería en el territorio que describimos durante los doce siglos de la Edad Media, en que dominaron godos, árabes y españoles; de lo cual

En las Cortes de Alcalá ordenóse *que todas las minas de oro é de plata é de plomo, é de otra guisa cualquier mina sea en el señorío del Rey, ninguno non sea osado de labrar en ella sin mandado del Rey.*

se deduce que en los tiempos protohistóricos, cuando los iberos no disponían más que de los toscos martillos, cinceles y hachas de piedra, consiguieron más adelantos y lograron mostrar mayor actividad que después de veinte siglos, á pesar de que los inteligentes mineros de la edad antigua habian dejado trazado el camino que debía seguirse para el aprovechamiento de las enormes riquezas que quedaban encerradas en las entrañas de la antigua Turdetania.

EDAD MODERNA.—Durante el reinado de la casa de Austria en España se operó cierta reacción favorable á la decaída industria minera. El descubrimiento del que fué rico y famoso yacimiento argentífero de Guadalcanal, acaecido en 1555, la hizo salir de su letargo, dando lugar al número de mercedes y de registros de minas, que indicaremos luego, sobre los terrenos que los antiguos laborearon en Huelva, y los escoriales. Todo quedó, sin embargo, reducido al estéril campo de las ilusiones, á pesar de la iniciativa del rey Felipe II, comisionando á D. Francisco de Mendoza ⁽¹⁾ «para visitar, reconocer y poner cobro en las minas del reino descubiertas y por descubrir.»

Reconocido el territorio de esta provincia por el referido Mendoza, y no pudiendo detenerse cual debiera, comisionó á su vez al clérigo D. Diego Delgado para que en su lugar pasase al término de Zalamea la Vieja y con toda detención examinase los escoriales y excavaciones antiguos que junto al arruinado castillo de Salomón habia. El informe de Delgado es el documento de mayor antigüedad en que se habla con algún detalle de los trabajos practicados desde los primeros tiempos, y por lo tanto creemos del caso reproducirle aquí ⁽²⁾:

«Relacion fecha en la villa de Aracena á 15 dias del mes de Agosto de 1556 años, por mí, Diego Delgado, clérigo, vecino de Madrid, de las minas que por el Sr. D. Francisco de Mendoza nos fué dada comision á Pero Aguilar conmigo, vecino de Castro Nuño, para las ver y mirarlas en los términos comarcanes de Zalamea la Vieja, y

(1) Rua Figueroa, libro citado, pág. 447.

(2) González, *Historia documentada de las minas de Guadalcanal*: Madrid, 1831.

«ausimesmo á otros términos; en el cual término de Zalamea, visto por el Sr. D. Francisco de Mendoza haber grandes labores y edificios, y disposiciones y cuevas y pozos antiguamente labrados, y grandes escuriales de las fundiciones y labores antiguas; visto la disposición de la tierra, y tierras y términos, y haber muchas venas, nos fué cometido á nos, Diego Delgado y Pero Aguilar, para que particularmente tornásemos á certificar y ver y tentar y buscar y descubrir así venas como los metales que los antiguos labraban y se aprovechaban; para que, vistos los metales, el Sr. D. Francisco de Mendoza mande lo que más convenga al servicio de S. M.

«Y luego nos los sobredichos Diego Delgado y Pero de Aguilar, en cumplimiento de la dicha provision nos partimos en fin de Julio de 1556 al dicho término de Zalamea, y nos recogimos en un monte á unas casas que dicen Nuestra Señora de Rio-Tinto ⁽¹⁾ que habia poco más de un cuarto de legua á las cuevas y pozos que los antiguos hicieron; á otro dia como llegamos nos fuimos á una de las cuevas, la cual se dice del Salitre ⁽²⁾, y entramos en ella. Esta cueva tiene desde la entrada hasta la frontera setenta pasos, y de travesía ochenta y más; su altura, como una iglesia, y así está como una bóveda, y en la cual cueva hay grandes concavidades y lumbreras que salen á muchas partes y salen á lo alto del cerro: á nuestro parecer serán de alto algunas lumbreras de más de quince estados de alto; y por estas lumbreras recibian luz para sus labores; ansimesmo hay dentro de estas cuevas ciertos pozos que van abajo; entré yo el dicho Delgado en uno, para sentir y descubrir el fin que tuvieron los antiguos y para qué efecto; dentro del pozo hallé, una vena cubierta por tierra echada con mano, la cual aparté, y descubrí la vena y unos huecos que van por ella, y de aquella vena y huecos saqué hasta una arroba de metal en espacio de seis credos; sentí que por allí seguian los antiguos su obra.

«Salidos del dicho pozo, corrimos toda la dicha cueva, y vimos

(1) Hoy villa de Nerva, donde bien puede decirse viven sus moradores de las minas.

(2) Hoy se llama del Tabaco, y se cree sea trabajo de los fenicios.

» que en ella los antiguos seguían cuatro ó cinco diferencias de metales, todos los cuales venían y salían de una vena madre que por medio de dicha cueva iba; y visto que no le podíamos descubrir el metal, por la cueva, por razón de la mucha tierra y piedra que en ella quedó, por donde nos fué forzoso procurar descubrirlo por la misma cordillera, aunque va muy montuoso y cerrado el monte; lo cual, pasados días diez de nuestra llegada á la cueva y término de Zalamea, día de San Lorenzo, tomé yo el dicho Delgado un hombre con un picayo, y me fui á donde unos días pasados había reconocido una señal de metal, y allí mandé cavar, y descubrí á dos ó tres golpes luego metal; mandé más ahondar, hasta la rodilla, y siempre descubriendo gran cantidad de metal, mandé llevar una arroba al Sr. D. Francisco; y esta vena está de la cueva poco más de un tiro de arcabuz del cerro. Visto los metales que estaban en la dicha cueva, y visto el metal que descubrí, hallamos que todos eran unos, de los cuales los antiguos se aprovechaban, así de la cueva como de los pozos; y así es todo uno lo que descubrí, y así lo responderé al Sr. D. Francisco, para que lo mande desaminar, y ver lo que de ello se podrá aprovechar.

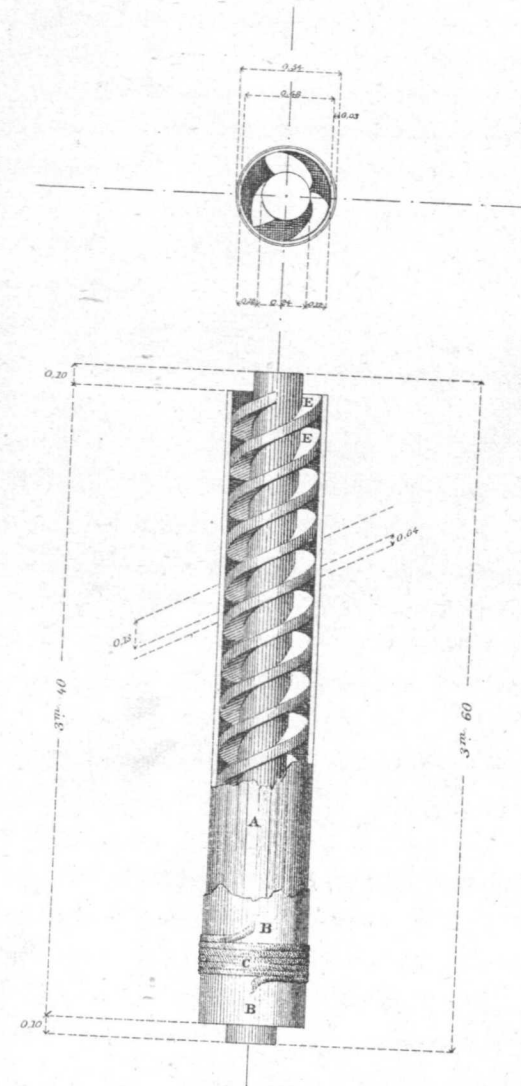
» Asimismo, andando en el dicho descubrimiento desta como de otras, vimos muy grandes asientos y edificios de fundiciones y escuriales de las venas y metales que los antiguos labraban y se aprovechaban, los cuales escuriales son tan grandes, que parecen ser muy grandes montañas y cerros; serán estos escuriales que vimos hasta dos leguas en largo y otras dos en ancho ⁽¹⁾, sin más de otros, que tuvimos noticia que tenían más de ocho leguas de largo.

» Asimismo fuimos á ver otra cueva, la cual estaba llena de agua ⁽²⁾ y salía de debajo della un río, el cual se dice *Río-Tinto*; la causa por qué nace por veneros de caparrosa, que por otras partes se dice aceche, de lo que sirve para tinta; y así todas las orillas de este río están llenas de aceche, principalmente en el mes de Agosto, y así todos los lugares por donde pasa este río ó cercanos

(1) Esto es muy exagerado, según he visto.

(2) La cueva del lago. Hoy está seca.

TORNILLO DE ARQUÍMEDES
hallado en las labores antiguas de las minas de
La Coronada



Escala de 0,025 por m.

Explicación

- A Duelas de pino para formar el cilindro.
B Tela embreada para envolver el cilindro.
C Trenza de esparto que sujeta el todo.
E Triple tabique espiral formado por 25 listones de madera sobrepuestos y clavados con clavos de cobre.

Otto Neussel grabó

Lit. de la C.ª del M. Geol.

»son obligados cada concejo de enviar sus cuadrillas de mujeres y
»mozas é mozos, en todo el mes de Agosto, á coger este aceche, y
»con este aceche pagan al Arzobispo de Sevilla ciertos tributos, de
»los cuales ellos están obligados: los concejos y otras personas no los
»pueden coger en ningún tiempo, porque es suyo del Arzobispo, so
»pena de graves penas.

»Acá no sabian qué era la causa por qué este río iba teñido, hasta
»que se lo di á sentir y conocer cómo nacia por veneros de caparro-
»sa, aunque hay otro secreto en ello, lo cual no se lo daré porque le
»guardé; y como le vian y ver ir este río teñido, no se dice de otra
»manera sino *Río-Tinto*.

»En este río no se cria ningún género de pescado, ni cosa viva, ni
»las gentes las beben, ni las alimañas, ni se sirve de esta agua en
»ninguna cosa. Tiene una propiedad esta agua, que cualquiera per-
»sona que tiene en el cuerpo cosa viva, como beba della, se lo ma-
»ta y le echa del cuerpo: otra propiedad les dije que tiene, de lo cual
»ellos se holgaron de saber, y es que ninguna persona que tuviese
»mal de ojos, que como se lavase con aquella agua, que luego sana-
»ría: y esto les di por medicina en aquella tierra, de lo cual ellos
»quedaron muy contentos, porque lo vieron luego por experiencia.
»Tiene otra propiedad que *si le echan un hierro en el agua, en pocos*
»*días se consume*; esto yo lo probé; y tomé una rana viva y la eché
»en el río, y luego murió sin poder salir del agua. En todo este río
»no se halla arena en él ni cosa suelta, porque todas las piedras que
»hay están presas y pegadas unas á otras, y se echa de fuera una
»piedra, á pocos días está pegada al suelo y con las otras.

»Andando en dicha busca de venas, hallamos dos grandes cerros,
»en los cuales hallamos otras maneras de labores de venas y pozos,
»los cuales pozos eran los unos para labrar las dichas venas y darles
»luz, y otros pozos labrados de otra manera, sin llevar metal nin-
»guno, porque, según hallamos, se hicieron para desaguar las dichas
»venas que labraban, y estos pozos se contraunían unos con otros ⁽¹⁾,

(1) Alude á los antiguos socavones de desagüe, con sus lumbreras.

»hallamos más de cincuenta pozos, que iban por un cerro arriba muy
 »grande, para el efecto de desaguar; mandamos entrar en uno de
 »ellos, para informarnos más, el cual pozo tenía quince estados. Junto
 »á este pozo, á ochenta pasos, nace otro río, que es el agua acechada,
 »la cual agua probé, yo el dicho Diego Delgado, y nóbrase tam-
 »bien éste Río-Tinto ⁽¹⁾, y muchas otras cosas dejamos de ver, por la
 »grande espesura de los montes, y porque teníamos noticias de ellas.

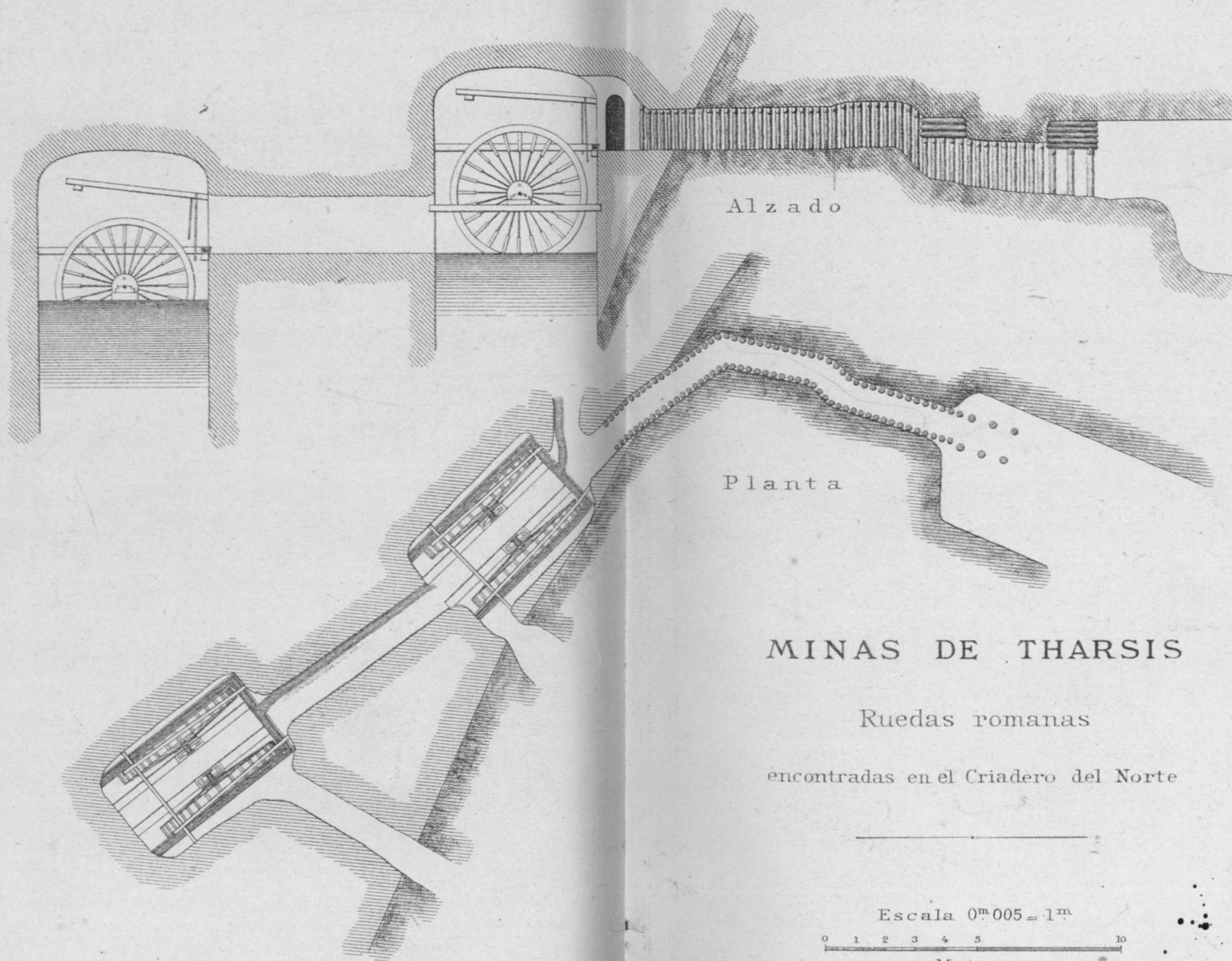
»Ansimesmo, andandó buscando donde los antiguos tuvieran sus
 »afinaciones, para ver si podríamos descubrir alguna que nos diese luz
 »para ver si sacaban plata ó algun otro metal, los cuales no pudi-
 »mos descubrir por los montes estar cerrados. Recogiéndonos á
 »nuestro cuartel, hallamos en un cerro, en lo más alto, una señal
 »de edificio; allí mandamos cavar, y á más de un estado hallóse
 »cierto plomo, por donde conocimos que *pues los antiguos tenían y*
 »*trataban en plomos, que su fin era aprovecharse en plata.*

»Preguntado á muchas gentes antiguas viejas qué habían oído
 »decir de aquellos edificios tan antiguos, respondieron que habían
 »oído decir que España solía antiguamente dar á los romanos ciertos
 »talentos de plata y oro en tributo, y que de allí lo llevaban, y no
 »sabían más.

»Visto todo lo dicho, é informándome en todo lo que pude, nos
 »volvimos para la villa de Aracena tres días antes de Nuestra Seño-
 »ra de Agosto de 1556. Donde está el Sr. D. Francisco de Mendoza,
 »para dalle cuenta y razón conforme á la provision á nos dada. Ve-
 »nimos, la dimos conforme á lo que podimos é hicimos, juntamente
 »con los metales que recibimos, los cuales le emponderamos para
 »que dellos dispusiese y mandase ver y ensayar.»

Resultado de este documento fué el que Felipe II ordenase á Men-
 doza se hicieran exploraciones en los terrenos de Río-Tinto y se en-
 sayaran sus minerales; y como éste tuviese que partir para Flandes,
 dejó instrucciones al antedicho Delgado, «mandando cavar y ahon-
 dar el metal que había parecido en Río-Tinto para ver si salía de

(1) Por Tintillo se le conoce hoy día.



Alzado

Planta

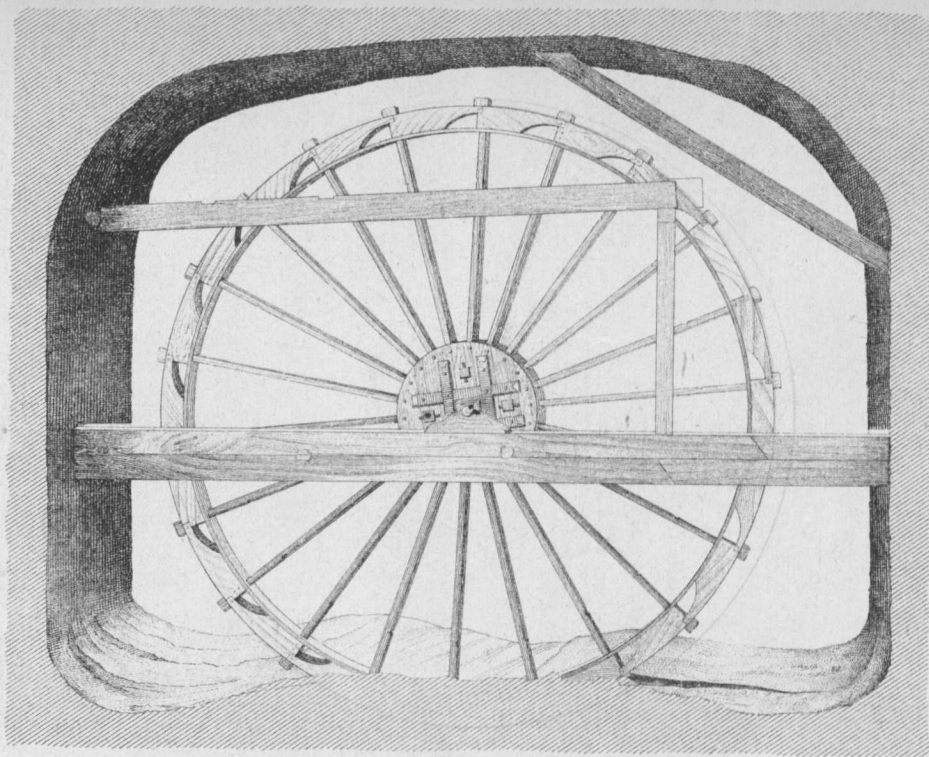
MINAS DE THARSIS

Ruedas romanas

encontradas en el Criadero del Norte

Escala 0^m 005 = 1^m

0 1 2 3 4 5 10
Metros



Otto Neumann Neudamm

H. de la C. de M. Geol.

Rueda Romana establecida en una de las galerias de las minas de Santo Domingo (Portugal)

»provecho, y en este caso, se pusiese recado en aquella mina,» según ordenaba el Consejo de Hacienda, que era el que entendía entonces en el ramo de minas.

Pero sea por las numerosas atenciones á que el Consejo tenía que atender en aquella calamitosa época de terror en que las rentas del Estado no alcanzaban á cubrir los gastos de las guerras, ó porque el Consejo no veía en las relaciones que se siguieron del clérigo Delgado ventajas inmediatas en la explotación de aquellos criaderos, es lo cierto que la tentativa del restablecimiento de las minas de Río-Tinto por Felipe II quedó otra vez en el olvido, sin que diese mejor resultado la visita que el mismo Mendoza hizo un año después á los términos de Zalamea, Aracena, Galaroza y otros puntos de la provincia, donde nada se había hecho por la iniciativa particular.

Según leemos en el interesante libro debido á la elegante pluma del ingeniero Rua Figueroa ⁽¹⁾ y en el de González ⁽²⁾, de donde extractamos estas notas, el no haber quien se dedicara al descubrimiento y trabajos de las minas reconocía por principal causa las numerosas mercedes que se habían hecho de las minas á determinadas personas, por *obispados, arzobispados y provincias*, razón por la cual nadie quería entrometerse ni acometer empresa alguna; y no sólo las personas que habían recibido los privilegios eran los perjudicados, sino que el reino carecía por completo de sus productos.

De los asientos que existen en el expresado libro de González se deduce que en el transcurso de los veinticinco años que pasaron entre la pragmática del 10 de Enero de 1559 y las ordenanzas de 1584, se hicieron en la provincia de Huelva cincuenta y siete registros de minas y escoriales, y se concedieron además dos Reales cédulas de licencia para explotar determinadas minas. De ellos corresponden tres al año 1565, ocho al 64, cuatro al 65, cuatro al 67, nueve al 68, siete al 69, catorce al 70, cuatro al 71, uno al 75, tres al 75 y uno al 76; una Real cédula en 1575 y otra en el 81. Debe advertirse que algu-

¹⁾ *Ensayo sobre la historia de las minas de Río-Tinto.*

²⁾ *Registro y relación general de minas de la Corona de Castilla, año 1832*

nos de estos registros se hallan repetidos, á juzgar por los sitios que en ellos se citan.

La comarca que más llamó la atención de los registradores de minas del siglo xvi fué, indudablemente, la del Alosno ⁽¹⁾, pues en su término se cuentan veintiséis, situados sobre los criaderos de las actuales minas de Tharsis, Prado Vieioso, Almagrera, Vulcano y Lapilla. Sigue luego Aracena con seis registros y una Real cédula. Después, en jurisdicción de Cala hubo otros seis, refiriéndose los más á los criaderos de la sierra del Venero, donde existe hierro magnético, como asomos de las masas de piritas que allí hay. En Zalamea se hicieron cuatro registros, con los cuales se acapararon, además de los criaderos de piritas de Río-Tinto, los de los escoriales que por allí se encuentran. En Gibrleón se registraron tres minas, y dos en Santa Olalla que no corresponden á explotación moderna; dos en Paimogo, que son las mismas que constituyen en la actualidad las concesiones del barranco Trimpaicho y Vuelta-Falsa, y una en cada una de las municipalidades de Arroyomolinos, Fuente del Arco ⁽²⁾, Zufre, Niebla, Campofrío, Fuentes de León y Jabugo.

Pocas son las peticiones en que de una manera terminante se expresa la clase de metal ó metales objeto del registro; mas como en la mayor parte de los casos en que así se hace son las menas de plata las que con preferencia se designan, es de inferir fuese ese metal el que excitó la codicia, avivada, sin duda, por los resultados que se obtenían del criadero de Guadalcanal (Sevilla), á pesar de no existir en la provincia de Huelva ningún yacimiento que pueda considerarse como esencialmente argentífero, lo cual no dice mucho en favor de los conocimientos mineralógicos de aquellos mineros, que no tardaron en ver defraudadas sus esperanzas.

Los trabajos hechos en la segunda mitad del siglo xvi, á que nos referimos, se redujeron á la limpia de algunos pozos romanos y ejecución de algunas calicatas y pozos nuevos, todo con escasisima importancia.

(1) Allosno se lee en el libro de Gonzalez, tomo I, pág. 64.

(2) Fuente el Arco, lib. cit., tomo I, pág. 291.

En vista del poco resultado que tuvieron las ordenanzas de 1584, y con el fin de alentar á los registradores, en pragmática de 5 de Agosto de 1607, se rebajaron los impuestos que pesaban sobre la industria minera, los cuales ascendían en el reinado de Felipe II al 50 por 100 del producto bruto; pero nada pudo conseguirse, pues sólo las dos cédulas de licencia para beneficiar metales en Paimogo y Zufre, que ya quedan mencionadas, respondieron al llamamiento hecho por la administración, quedando otra vez más arrinconados y olvidados los atributos del minero, siendo sólo los pastores y labriegos los que siguieron circulando por las agrestes sierras donde generaciones pasadas habían extraído los tesoros que tanto engrandecieron á Roma y á Tiro.

La causa, pues, de la atonía de la industria minera no estaba principalmente en la legislación, sino en las condiciones de orden político y económico de la Península, uno y otros quebrantados con las continuas guerras y las emigraciones al Nuevo Mundo, que privaban á España de la mejor parte de sus recursos, viniendo á acrecentar el mal la expulsión de los moriscos, decretada por Felipe III, con lo cual se privaba á la agricultura y á las artes de 500000 individuos, cuyos brazos eran los más útiles que albergaba nuestra patria. «En medio de estos calamitosos tiempos, dice muy bien Rúa Figueroa en su libro ⁽¹⁾, era imposible el desarrollo de la industria minera, verdadero barómetro de la civilización de un pueblo, fruto de la paz de las naciones, consecuencia indefectible del orden político y económico de los gobiernos.»

A la subida de Felipe IV al trono siguió el nombramiento, por Real decreto de 16 de Febrero de 1624, de una Junta de ministros para el gobierno y administración de las minas, con amplias facultades para entender en todo lo que con tal industria se relacionase; pero ni las excitaciones de la Junta ni la iniciativa particular dieron los resultados que eran de apetecer, puesto que hasta fin del siglo xvii no se solicitaron más que dos minas en término de Galaroza.

(1) Pag. 134, ob. cit.

Expidiéronse además, en 1657, 1661 y 1695, tres Reales cédulas que se refieren á la explotación y beneficio de las minas de Río-Tinto, y otras dos, en el mismo año 1695, las cuales hacían relación á una mina de Niebla y otra de Fuentes de León; pero todas estas concesiones fueron tan infructuosas como las que habían tenido lugar durante el reinado fatal de la Casa de Austria.

En el siglo XVIII, después del agitado período de la guerra de sucesión, se inauguró una nueva época para la historia de la minería de la provincia de Huelva, iniciándose el espíritu de asociación tan necesario para llevar á feliz éxito las grandes empresas. Es de citar, en efecto, dejando aparte que en 5 de Octubre de 1715 se concedió Real licencia á D. Francisco Maszorra para que pudiese beneficiar una mina, que parecía ser de oro y plata, en el monte del Lagar, término de Fuentes de León, que no dió resultado, y que en 10 de Mayo de 1719 se hicieron proposiciones al Gobierno por D. Nicolás Vaillant para tomar en arrendamiento, por espacio de treinta años, las minas de *Guadalcanal*, *Cazalla*, *Galaroza*, *Aracena* y *Río-Tinto*; pero no habiendo acudido la parte interesada á recoger los despachos del Real Consejo de Hacienda, quedó sin efecto la petición, hasta que en 16 de Agosto de 1724 se reprodujeron las mismas proposiciones, con ligeras modificaciones, por el sueco D. Lieberto Wolters, con el cual se hizo el contrato, recayendo Real acuerdo de aceptación en 16 de Junio de 1725. Apenas llegó Wolters á tomar posesión de las minas, cuando el contrato, que por treinta años consiguiera de la Corona, se transfirió á un sobrino suyo llamado Tiquet en condiciones que oportunamente daremos á conocer al hablar de la historia propia de las minas de Río-Tinto. Basta ahora decir que Tiquet comenzó los trabajos de rehabilitación de las labores que las generaciones pasadas habían dejado abandonadas en aquellos parajes; pero la actividad minera tardó todavía muchos años en extenderse por otros criaderos.

No es ocasión ahora de referir la historia de la minería de la provincia de Huelva desde que concluyó el contrato con Tiquet hasta 1825, pues reducida la explotación de minerales en el país á las pi-

ritas de Río-Tinto, oportunamente consignaremos también cuanto al asunto se refiere.

Desde 1824 hasta 1840, se notó algún movimiento minero en la provincia, incoándose unos 25 expedientes en solicitud de otras tantas minas; pero sin resultado alguna práctico. Sin embargo, vencida la inercia y dado el primer paso, siguió luego un período verdaderamente activo, contándose, en el transcurso de los ocho años que se siguieron, hasta 559 expedientes de minas, de los que sólo al año 1845 correspondieron 256.

Por entonces vinieron también á la provincia fundidores de Cartagena con objeto de beneficiar los escoriales antiguos, á la manera de lo que hacían en aquella importantísima región minera; pero no contaron con la distinta naturaleza de los residuos procedentes de la fundición de las piritas en esta comarca, y, por tanto, tuvieron que renunciar á su empresa, abandonando sus propósitos.

No quedó en el mencionado período riego, escorial ni señal de antiguos trabajos que no fuese motivo de un registro, y dicho se está que los diversos criaderos que hoy son conocidos y trabajados, motivaron otros tantos expedientes, quedando así copados todos los que más tarde habían de pasar á las empresas poderosas que hoy vemos instaladas.

No dejó también de gastarse algún dinero en trabajos que no podían menos de ser infructuosos, dadas las malas condiciones en que se ejecutaban, sobreviniendo el desencanto de las ilusiones fundadas en la esperanza de alcanzar satisfactorios resultados de una industria donde la acción individual es bien poca cosa, y en que hasta la colectiva necesita de más capitales é inteligencia de la que supusieran los mineros del país, según se desprende de los resultados negativos que alcanzaron.

Entre tanto, en las minas de Río-Tinto seguían los trabajos, recordando al mundo industrial, con la venta de sus cobres, el antiguo emporio de la riqueza de los fenicios y romanos; pero durante el año 1848 no se instruyó ni un nuevo expediente, y desde éste al 1855 tan sólo se cuentan en los asientos oficiales unas 50 solicitudes de mi-

nas, habiendo quedado abandonados la mayoría de los registros que se hicieron en el período de 1841 á 1848.

Por el año 1855 se laboreaba, además de las de Río-Tinto, la mina del Castillo de las Guardas, en la inmediata provincia de Sevilla, de la que su director D. Manuel Ardois logró obtener con regularidad una producción anual de cobre fino; y al restablecimiento de estas minas sucedió el de las tituladas *Peña del Hierro*, *La Concepción*, *Poderosa* y *El Tinto*, de la provincia de Huelva, pertenecientes todas á empresas españolas. Además había establecidos trabajos de exploración en las minas *Chaparrita*, *La Coronada* y otras, habiéndose llegado á minerales en las de *Cala* y *San Miguel*. Por manera que en esta época la industria minera fué ya una verdad, y el martillo del minero dejó oír las resonancias de sus golpes en los antiguos y abandonados trabajos, á donde el humo de la pólvora vino á reemplazar por vez primera al del fuego de que los romanos se valían para labrar sus excavaciones; mientras que la obtención del cobre demostraba á su vez no haberse agotado todavía los criaderos ferro-cobrizos, á pesar de las seculares explotaciones de que por diversos pueblos habían sido objeto.

Volvió, pues, á renacer y á divulgarse la justa fama de las minas de la provincia de Huelva, y capitalistas nacionales y extranjeros tomaron parte desde entonces en la gran obra de la regeneración de las minas romanas, sucediéndose rápidamente los acontecimientos industriales, de que nos proponemos dar cuenta á nuestros lectores dentro de los límites que la índole de esta Memoria nos permite.

En esta época se construyeron, por el concierto de las compañías mineras particulares, importantes trozos de caminos que permitieron efectuar en carros los transportes, lo cual fué un verdadero adelanto, desconocido desgraciadamente para el establecimiento del Estado, que seguía con peores medios de comunicación que en la época romana, pues sólo dentro del radio de las minas era posible la circulación de carruajes.

En el dicho año 1855 las minas de *La Concepción* llegaron á produ-

cir por sí solas de 207 á 250 toneladas métricas de cobre fino, lo cual representaba la mitad, próximamente, de lo que producían las minas de Río-Tinto; por manera que la actividad minera y el desarrollo de su industria, debidos á la iniciativa particular, comenzó esta vez bajo muy buenos auspicios, y, despertando del pesado y largo letargo en que yacía desde la época árabe, hizo que sucesivamente fueran extendiéndose las explotaciones á los diversos criaderos que hoy conocemos, marchando siempre en progresivo desarrollo.

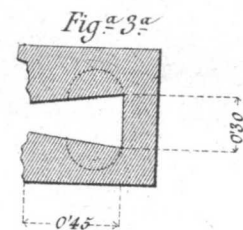
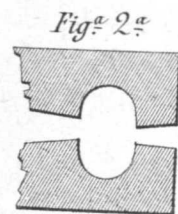
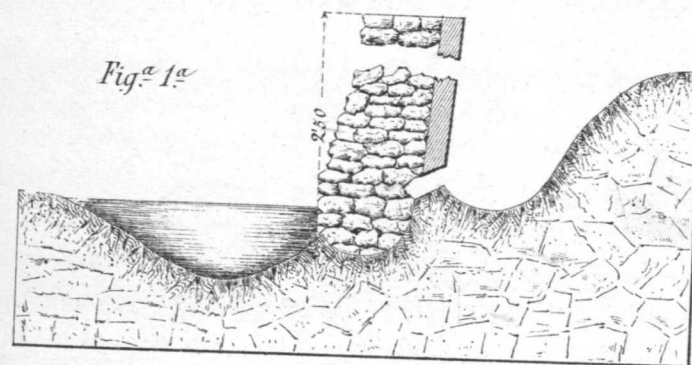
En el mismo año repetido se registraron nuevamente, por cuenta de capitalistas franceses, los importantes criaderos de Tharsis, logrando así establecer varios registros sobre los que en el transcurso de 1565 á 1569 primero, y de 1824 á 1841 después, se hicieron infructuosamente alrededor de la histórica sierra de aquel nombre, dando con ello lugar al importante grupo de las minas que llevan igual denominación. Los mismos individuos extranjeros registraron además los criaderos de *La Zarza*, *Cueva de la Mora*, *Poyatos*, *San Telmo*, *Sierra Vicaria* y otros de menor importancia, llegando á reunir con todos unos 45 expedientes de registro. Por igual tiempo solicitaron diversos particulares otro gran número de registros de minas en diversos sitios de la provincia, contándose entre ellos los del *Buitrón* y *Herrerito*, pudiendo decirse que en dicho año de 1855 entre registros y denuncias se alcanzó un total de 250.

Con capitales franceses se comenzaron, pues, en las minas de Tharsis y *La Zarza*, ó *Silos de Calañas*, los trabajos de investigación que habían de conducir más tarde á los preparatorios y de disfrute; pero á tanta actividad sucedió un desgraciado período en que los trabajos mineros se hallaron entorpecidos por la terrible epidemia del cólera, que con sus numerosas víctimas vino á infundir el terror entre el pueblo obrero y el desaliento en las empresas, porque, paralizados los transportes y cerradas las comunicaciones, no era posible efectuar transacciones mercantiles. La industria minera languideció, por consiguiente; pero como había echado ya hondas raíces, pocos años después, renacidas la calma y la confianza, continuaron los trabajos en las minas de cobre con mayor actividad que

nunca, haciéndose, además, extensivos á otra clase de minerales de que hasta entonces no se había tenido noticia. Fueron éstos los de manganeso, de que hay infinidad de yacimientos en toda la provincia, según se pone de manifiesto en nuestro mapa geográfico-minero de 1877, los cuales minerales, tan luego como fueron conocidos en el mercado, ocasionaron el sinnúmero de registros que figuran en las Memorias estadísticas de los años siguientes, creando en el país un nuevo ramo de la industria minera que contribuyó no poco á la riqueza y bienestar de la clase trabajadora, improvisando entre ella varias fortunas, y dando tal grado de prosperidad y de ilustración al país que desde aquella fecha no se ha conocido la miseria en esta provincia. Créese desde entonces un activo y provechoso comercio con las naciones extranjeras, y la capital, apenas conocida, donde sus habitantes no tenían otra industria que la de la pesca, ni veían más barcos en su importante ría que los pequeños misticos, presenciaron la llegada de centenares de buques de alto bordo, y el nombre de Huelva comenzó á extenderse hasta ser conocido no sólo en Europa, sino en el mundo entero. Gracias, por último, á la industria minera, la provincia de Huelva se halla cruzada por varios caminos de hierro, entre los cuales se cuentan los de las líneas de Huelva á Sevilla y á Zafra, que se relacionan con la red general de ferrocarriles de la Península, y otros diversos de vía estrecha, de que á su tiempo hablaremos.

MINAS DEL THARSIS

Restos de un horno romano.



*Fig.^a 1.^a..... Alzado del horno.
 Fig.^a 2.^a..... Sección transversal á la altura de la tobera.
 Fig.^a 3.^a..... Id. id. id. del cargadero.*

CRIADEROS METALÍFEROS.

CONSIDERACIONES GENERALES.

TEORÍAS EMITIDAS

ACERCA DEL ORIGEN DE LOS CRIADEROS METALÍFEROS.

Asunto de interés aun para las civilizaciones más antiguas fué el estudio de los fenómenos cosmogónicos, primero en su conjunto y después en los detalles. No es, por tanto, extraño que con anterioridad á la era cristiana, en los tiempos en que las ideas de Platón se consideraban como artículos de fe y eran sostenidas por los filósofos del Ática, la explicación de la presencia de las substancias metalíferas y su estado entre las capas de la tierra fuese objeto de muy diversas concepciones; por más que los sabios que entonces trataron la materia no lograsen explicar de una manera clara ciertas ideas íntimamente relacionadas con el asunto de que tratamos. Sin embargo, á medida que progresan las ciencias se nota un fondo de verdad aun en aquellas teorías que más absurdas parecían no hace muchos años, cuando los naturalistas, los físicos y los químicos no se atrevían á confesar, por temor al recuerdo de los alquimistas, la unidad de la fuerza y la unidad de la materia que hoy va imponiéndose, puede decirse, con argumentos incontrastables.

Platón, con su gran genio, decía, cuatro siglos antes de Jesucristo, que el agua, condensándose, se cambia en piedras y en tierras, y que todos los minerales podían reducirse al elemento líquido ⁽¹⁾, teoría que en el fondo se admite hoy por diferentes filósofos y naturalistas que consideran el agua como un poderoso agente conductor, ya en disolución, ya en suspensión de la materia que constituye los cria-

(1) Obras de Platón. Traducción de M. Víctor Cousin.—Tomo XII, *Timón ó la Naturaleza*, pág. 173.

deros minerales; pero de ninguna manera como un medio generador.

Tres siglos y medio antes de la era cristiana Aristóteles, discípulo de Platón y uno de los más grandes genios creadores en las ciencias de observación, adelantó poco más que su maestro en cuanto á explicar la formación de los metales, á pesar de sus vastos conocimientos sobre la Naturaleza. Según las teorías de este sabio, expuestas en el lib. V de su *Metafísica*, «la materia propia en común de todos los metales y cosas que se derriten, es el agua, la cual se concentra y cuaja por el frío;» y en otra de sus obras entra en más pormenores, diciendo que los metales se engendran por efecto de la concentración de la materia, debida á lo que llama exhalación vaporosa, distinta de la exhalación seca que produce los minerales y piedras. Según él, la exhalación vaporosa contenida dentro de la tierra, cuando se halla comprimida y formando un todo compacto, obra sobre las piedras muy especialmente, se coagula en ellas y sale convertida en agua en forma de rocío ó de escarcha, después de haber dado origen á los cuerpos metálicos ⁽¹⁾.

De los tiempos de Aristóteles á los de Plinio son insignificantes los progresos que pueden registrarse en el conocimiento de las ciencias naturales, pues de más de 200 tratados que escribió Theophrasto, sólo quedan algunos en que se sostienen las ideas de Platón y Aristóteles, sus maestros, y ni en ellos ni en los de su discípulo Straton, ni más tarde Lucrecio ó Trogo Pompeyo, ni el mismo Plinio, ni Séneca, tan explícito y profundo en otros puntos, dicen nada acerca de la generación de los metales. Desde esta época no es temerario afirmar que dejaron de cultivarse casi del todo las ciencias, y muy particularmente las que se refieren al conocimiento de La Tierra, en el cual, durante el largo período que comprende la Edad Media, no se hizo el más pequeño adelanto. La voz de los sabios, por espacio de diez siglos, apenas se hacía oír entre el estruendo de las armas que extendieron la barbarie por toda Europa, en tanto que la ciencia perma-

(1) *Météorologie d'Aristote*. Traduit par J. Barthelemy Saint-Hilaire: Paris, 1863, pág. 270.

necia olvidada; y si no se perdió del todo, débese á los gérmenes que Aristóteles dejara en su filosofía, que llegó á imperar en las escuelas de los árabes y aun en las universidades europeas, donde tuvo secuaces tan prominentes como Jaafar ó Geber, Avicena, Averroes, Alberto Magno, Santo Tomás y Raymundo Lulio.

Del primero de éstos, cuyo verdadero nombre era Abu Muça Jaafar el Sofí, no se sabe sino que fué mahometano y vivió á mediados del siglo VIII, pero dejó varias obras, que se imprimieron en Leyden el año de 1668. Pasa por alquimista, y, sin embargo, hablando de la transmutación de los metales, que empezaba á estar en boga en su tiempo, dice: «Es tan imposible para nosotros transformar los metales unos en otros, como cambiar un buey en una cabra; porque si la naturaleza, como se pretende, debe emplear millares de años para formar los metales, ¿podemos aspirar á hacer otro tanto nosotros que vivimos rara vez más de cien años? La temperatura elevada que hacemos obrar sobre los cuerpos puede, es verdad, producir algunas veces, en un corto intervalo, lo que la naturaleza emplea años en engendrar; pero eso no constituye sino una ventaja muy pequeña ⁽¹⁾.»

Se citan como obras de Artephio, filósofo hermético, que vivió por los años de 1150, un escrito titulado *La llave de la Sabiduría* y el *Libro secreto sobre la piedra filosofal*. Artephio, que pretendía tener mil veinticinco años de edad y se alababa de poder prolongar la vida más de mil años por medio de una quinta esencia maravillosa, no dió la receta á nadie. Creía en la vegetación de los minerales, asimilándola á la de los vegetales. «Toda planta, decía, se compone de agua y de tierra, y sin embargo es imposible engendrarla sólo con agua y tierra. El sol vivifica el suelo, añade en otro pasaje; algunos de sus rayos penetran más profundamente que otros en el seno de la tierra, se condensan en ella y forman un metal brillante y amarillo, que es el oro, consagrado al astro del día. Por la acción del sol, los principios de los metales, ó sean las moléculas de azu-

(1) Hoeffler, *Hist. de la Physique et de la Chimie*: Paris, 1872, pág. 360.

»fre y las de mercurio, se reunen y, según predominen en cantidad
»unas ú otras, engendran plata, plomo, cobre, estaño ó hierro (1).»

Enciclopedia viva de la Edad Media llama un autor moderno á Alberto el Grande, que floreció en el siglo XIII (2): enseñó Filosofía en varias Universidades, y fué nombrado Obispo de Ratisbona. Dejó escritos 21 volúmenes, entre ellos un *Tratado de Alquimia*, que no hemos visto, pero del cual se ha extractado el siguiente pasaje para probar que Alberto el Grande creía en la *transmutación* de los metales: «Los metales son todos idénticos en su origen; no difieren unos
»de otros sino por la forma. Ahora bien: la forma depende de causas accidentales que el artista debe tratar de descubrir y alejar,
»porque esas causas son las que impiden la combinación regular del
»azufre y del mercurio, elementos de todos los metales. Una matriz
»enferma da á luz un niño achacoso y leproso, aun cuando la semilla sea buena; pues lo mismo sucede con los metales engendrados
»en el seno de la tierra que les sirve de matriz: una causa accidental ó una enfermedad local puede producir un metal imperfecto,» etc., etc. (3).

Alfonso X, Rey de Castilla y de León, que mereció el sobrenombre de *el Sabio*, y al cual se deben *Las tablas astronómicas* y otros 20 tratados científico-naturales, entre ellos el famoso *Lapidario de Albolays* y el *Libro de las piedras* ó *Lapidario de Mohamet Aben Quich*, que se comenzó en Toledo en 1276 y se terminó en 1279, debe citarse aquí también, porque en una de sus obras explica así la generación de los minerales: «Todos los minerales contienen oro
»en germen. Este germen no se desarrolla sino bajo la influencia de
»los cuerpos celestes; los planetas producen el color, el olor, el sabor y la pesantez que percibimos en las substancias sometidas á
»nuestra observación. Los cuerpos compuestos pueden resolverse en
»sus elementos, de la misma manera que éstos pueden reunirse para
»formar un compuesto. Así es que el fuego se cambia en aire, y re-

(1) Hoefler, loc. cit., pág. 364.

(2) Murió en 1280 á la edad de ochenta y siete años.

(3) Hoefler, loc. cit., pág. 366.

»cíprocamente, el aire en fuego. El huevo mineral (*ovum minerale*)
»es el germen de todos los metales, y ese germen es á su vez *producto de la unión del fuego y del agua* (1).»

No tenemos noticia de que ninguno de los filósofos y químicos de los siglos XIII al XVI que precedieron al renacimiento, entre los cuales se cuentan Boccacio, Paracelso (2) y Leonardo de Vinci, combatieran ó trataran de sustituir por otras las ideas de Aristóteles: sólo en la obra *«De Re Metalica, del magnífico caballero Bernardo Pérez de Vargas,»* que aunque muy posterior (1568) parece escrita en plena época escolástica, es donde hemos encontrado una levadura de rebeldía contra las doctrinas del célebre estagirita; pues al consignar que Aristóteles «concluye en el libro V de su *Metafisica* que la materia de todas las cosas liquables que se pueden derretir es agua,» añade: «Parece contra razon dezir q̄ los metales sea su propia materia el agua y humedad, pues q̄ segū la doctrina d̄ los Metheoros, la humedad fácilmente evaporado, se aparta del cuerpo dōde esta mezclada y azida, como vemos y experimentamos, en las operaciones de alquimia, dōde toda cosa: o con fuego fuerte o tēplado, destila agua, y resta en lo fondo de lalambi q̄ lo seco de la cosa que cueze, y lo humido euapora, y conuertido en agua destila y corre. Todo esto vemos q̄ passa al contrario en los metales, que por mucho que cuezā y hieruan en grandes fuegos, jamas se aparta dellos su humedad, por donde conoscemos evidentemente, que no es simple humedad la q̄ se incorpora en los metales, sino humedad, q̄ por la accion y virtud de los elemētos a sido alterada.» Y concluye, después de una larga disertación, el capítulo con estas palabras: «De forma, que lo que se deue tener en summa d̄ lo tratado, en el capítulo presēte para fundamēto d̄sta doctrina es, q̄ la materia

(1) *Clavis sapientiaē*. Impreso en el *Theatr. Chem.*, tomo V, según Hoefler, loc. cit., pág. 370.

(2) Paracelso participaba de la opinión de los alquimistas de que los minerales se desarrollan como las plantas: «Sometido á la influencia de los astros y del suelo, el árbol, dice, desarrolla primero los retoños, después las flores y por fin el fruto. Lo mismo sucede con los minerales.»—Hoefler, loc. cit., pág. 385.

«en comū de todos los metales, es vna cierta humedad viscosa, »subtil, incorporada perfectamente con lo terrestre seco mas delgado (1).»

El *aire* compartió con el *agua* el alto honor de ser padre de los metales, tanto en la antigüedad como en la Edad Media: la verdad es que en aquellos tiempos las ciencias naturales, inseparables de las físicas, eran del dominio exclusivo de los alquimistas: y como decía un ingeniero de Minas (2), se trabajaba mucho, pero todos los estudios tenían por objeto la transmutación de los metales: era el pensamiento de Pitágoras aplicado á la materia, y se creía que el aire atmosférico, si no el elemento único de que se valió Dios para formar el mundo, según pretendían Anaximandro, Anaximenes, Diógenes de Apolonia y Archelao, que le divinizaron, era un cuerpo simple, etc. No debe extrañarse, pues, que se sostuvieran ideas tan extravagantes acerca de la generación de los metales, como la de los que pretendían que si éstos no llegaban á extraerse de lo interior de las rocas en su grado máximo de pureza, al estado de metales nobles, era porque la impaciencia del hombre no los dejaba enterrados el tiempo necesario para conseguir su cocción: ideas que, tan luego como se emitieron y estudiaron nuevas teorías, y la Química llegó á formar un cuerpo de doctrina, se relegaron al olvido, junto con otras de la misma procedencia, en que se atribuía gran importancia á la transmutación de las tierras en metales, su maduración por las influencias siderales y astrológicas, su purificación sucesiva por fermentaciones y cocciones prolongadas, por la intervención de un principio mercurial, de tierras sutiles, de partes arsenicales, sulfurosas y bituminosas, de materias salinas, etc., etc. (3). Lo cual no impidió que en épocas muy posteriores las sostuvieran varios autores, entre ellos Uttmann d'Elterlein, Mayer, Lohneiss, nuestro D. Alonso Barba en su *Arte de los metales*, impreso en 1640 (4), y el célebre Trebra en

(1) *De Re Metalica*. Compuesto por el magnífico caballero Bernardo Pérez de Vargas: Madrid, 1569, fol. 2.

(2) Peñuelas, *El aire y el agua*: Madrid, 3.ª edic., pág. 44.

(3) Fournet, *Études sur les dépôts métallifères*: París, 1834, pág. 8.

(4) Alvaro Alonso Barba, *Arte de los metales*, etc.: Madrid, 1640.

1785 (1); y por cierto que, como veremos después, las ideas de este mineralogista no sólo no merecen ser tenidas por extravagantes, sino que están en camino de ser aceptadas por los verdaderos observadores de la naturaleza, sin más que sustituir á los nombres de fermentación y putrefacción, por él empleados hace cien años, los de movimientos moleculares, reacciones químicas, acciones electro-telúricas y demás con que se explican hoy el metamorfismo de las rocas y otros fenómenos geológicos.

A mediados del siglo XVI, Agricola ó Bauer (2) fué el primero que, según Fournet, escribió algo razonable acerca de los criaderos metalíferos (3), rechazando como contrario á lo que realmente se observa en la naturaleza, entre otras ideas de su tiempo, la de que los filones eran contemporáneos de las rocas que los envuelven. Según él, estos criaderos podían ser grietas ó hendiduras abiertas en la tierra, procedentes unas veces de la desecación de las rocas y de la concentración desigual de sus elementos sólidos, resultado otras de las oquedades producidas por el derrubio ó desgaste de las aguas; grietas ú oquedades que se llenaban por infiltración con las sustancias que en ellas dejaban los líquidos que habían atravesado los terrenos que las contenían: teoría que hasta cierto punto sustentaba por la misma época el famoso Bernardo Palissy (4), y que con ciertas modificaciones fué adoptada por algunos sabios naturalistas del siglo pasado, como Henkel, Gerhard y Delius, de quienes hablaremos después.

Expuso Descartes en 1644 su teoría de La Tierra, á la cual consideraba como un sol apagado, formando el centro de una costra interior muy pesada, rodeada por otra menos maciza, compuesta de

(1) *Observations de M. Trebra sur les montagnes*: París, 1787, pág. 50.

(2) La primera edición de la obra de Agricola *De Re Metalica*, es de 1546. En la edición de 1558 es en la que se añadió el tratado *Ejusd. de Ortu e causis subterraneorum*, tres años después de su muerte.

(3) Fournet, *Études sur les dépôts métallifères*: París, 1834, pág. 47.

(4) Bernard Palissy, *Discours admirables de la nature des eaux et fontaines, tant naturelles qu'artificielles, des métaux, des sels et salines, des terres*, etc.: París, 1580.

piedras, arcilla, arena y cieno. Explicaba las grandes dislocaciones de la parte estratificada por la contracción de la materia interna, y los metales que en la corteza exterior se encuentran los consideraba procedentes del interior, es decir, que ascendían de las regiones más profundas del globo, «porque no es sólo el azogue, decía, el que puede conducir los metales del interior al exterior: los espíritus y las exhalaciones hacen lo mismo con respecto á algunos de ellos, como el cobre, el hierro y el antimonio (1).»

Un cuarto de siglo después de emitidas las ideas de Descartes, confirmadas hasta cierto punto por las observaciones que publicó Kircher el mismo año de 1644, acerca del aumento de la temperatura con la profundidad, daba á luz en 1669 el célebre Stenon, obispo y médico á la vez, un breve tratado con el título *De solido intra solidum naturaliter contento*, en el que, no sólo sentó las bases de la paleontología moderna, sino que dió á conocer también sus ideas acerca del origen y posición de las capas terrestres. La situación de éstas en las montañas le hizo atribuir su levantamiento á la influencia de las fuerzas subterráneas, dando lugar con las dislocaciones producidas al paso de las corrientes de agua, de aire, de vapores, de productos de combustión y de todos los contenidos en los criaderos, como son los minerales que se encuentran tapizando sus paredes y el interior de las grietas; cuerpos todos que considera posteriores á las rocas que los encierran y que resultan de la condensación de vapores procedentes del interior (2).

Apenas merece mencionarse en este lugar Joaquín Becher, maestro del célebre Stahl, que dió á luz en 1669 una obra titulada *Physica subterranea*, en la cual considera los metales compuestos de tres elementos: una tierra vitrificable, otra volátil y un principio igneo combustible. Supone también la existencia de un *spiritus esurinus* ó *solum catholicum*, que debía hacer crecer los minerales.

(1) *Principios de la Filosofía*, por Descartes. Edit. franc. de 1688, 1.ª parte, párrafos 2.º, 44 y 72, según Daubréc. *Études sur le Métamorphisme. Ann. des Min.*: 1859, tomo XVI, pág. 458.

(2) D'Archiac, *Geologie et Paleontologie*: Paris, 1866, pág. 24.

Á Descartes y Stenon siguieron Leibnitz en Alemania, Woodward y Roberto Hooke en Inglaterra, todos los cuales han figurado en primera línea en la historia de la Geología.

El primero, Leibnitz, en su *Protogea* (1), ó mejor dicho, en los fragmentos de esta obra, que publicó en 1695, admite, con Descartes, que La Tierra es un sol apagado, que después de haber llegado al último grado de ebullición, la materia candente quedó cubierta por una especie de escoria, cuya acumulación y condensación en la superficie hizo que el calor se concentrase en el interior mientras la corteza se enfriaba y adquiría consistencia.

Leibnitz dedica varios capítulos enteros de su *Protogea* (2) á tratar el asunto que motiva el nuestro: en el VIII, titulado *Yacimiento de los metales en la tierra. descripción y explicación de los filones metalíferos*, no sólo describe diferentes clases de criaderos y la diversa distribución de la riqueza en ellos, sino que habla de su formación; y sin emitir opinión de una manera absoluta, haciéndose cargo de la de otros, dice, después de citar los filones del Hartz: «De esto se puede conjeturar que las grietas de la tierra, dilatadas por la parte superior en forma de valles, se han prolongado por la inferior en forma de venas verticales ó muy inclinadas (*fallende gänge*), después de haberse llenado de metal, de piedra ó de un género particular de tierra, ya por la acción liquidante del fuego, ya por la afluencia de las aguas;» sin embargo, añade, «un simple quebrantamiento de la materia sólida no da ocasión tan fácilmente á la formación de una vena, sino que en la mayor parte de los casos las grietas se formaron cuando tuvo lugar la consolidación de la corteza del globo.... Por lo demás, no dudo que, como resultado de asiduas observaciones, se llegará algún día á establecer principios de donde se deduzcan, con relación á lo que se oculta bajo la tierra, como son las capas de los metales, reglas más seguras que las que sobre

(1) *Protogée ou de la formation et des révolutions du globe*. Traduit par le Dr. Bertrand de St. Germain: Paris, 1859.

(2) *Loc. cit.*, VIII, pág. 21; IX, pág. 27.

»ligeros fundamentos están acreditadas, más bien por tradición que por lo que se observa.»

El capítulo ó párrafo IX de la *Protogea* se titula *La generación de los minerales elucidada por la química*, que empieza diciendo: «Que hará, en su concepto, una obra importante el que compare cuidadosamente los productos de la naturaleza extraídos del seno de la tierra con los productos de los laboratorios ó oficinas de los químicos.»

El capítulo XIII, para no citar los intermedios, que también son interesantes, está destinado á probar «que al poder del fuego es á lo que se debe que la plata, el oro y los demás metales que existen en el estado nativo, hayan formado filones ó venas.»

En cuanto á Woodward y á Roberto Hooke, ni uno ni otro tratan especialmente de la formación de los criaderos, ni explican cómo se han acumulado en determinados puntos y bajo ciertas formas los elementos de la corteza, tan diversamente constituida, según cada uno de ellos. Para obtener algún dato pertinente á nuestro objeto, hay que pasar por alto algunos nombres célebres en la historia de la Geología, incluso el de Juan Jacobo Scheuchzer, que tan minuciosas é interesantes observaciones hizo en su patria, la Helvecia. Dedúcese, no obstante, de una de sus obras, que admite la existencia de un fuego subterráneo, causa las más veces de los terremotos y de otros fenómenos naturales.

El primero que encontramos es el del célebre químico Stahl, que en 1725 consignaba en su obra *Specimen Becherianum*, que en los primeros tiempos de la existencia del globo se habían formado grietas que se rellenaron después de arriba abajo por los aluviones del diluvio universal. Las exhalaciones que se desprendieron del centro del globo modificaron ese primer depósito y lo convirtieron en mineral. Después, dice Fournet, de donde tomamos la noticia ⁽¹⁾, desechó esta opinión para adoptar de nuevo la teoría según la cual los filones y las rocas que los encierran son contemporáneos. Partida-

(1) Fournet, loc. cit., pág. 60.

rios de ella fueron también Hoffmann y Zimmermann, que escribieron detenidamente sobre la materia en 1725 y 1741.

Por entonces se dieron á conocer otros dos hombres notables, Henckel y Lehmann. El primero, á quien hemos citado ya con motivo de las teorías de Agricola, porque, como él, creía que las grietas se llenaban después de formadas con materiales arrastrados por las aguas, publicó en 1725 un tratado de *Piritología*, donde consigna que La Tierra fué un cuerpo blando y poroso; que las grietas se produjeron al endurecerse y secarse; que también se abrieron algunas por los terremotos y temblores de tierra, y que todas se hincharon y siguen llenándose por las aguas, concentrándose en ellas las sustancias metálicas por las exhalaciones interiores, debidas á lo que llamaban *fermentaciones* en aquella época. Lehmann fué sostenedor de otra teoría, tenida por extravagante, muy extendida entre los mineros por los años de 1755, cuando la propagaba el sabio naturalista alemán; teoría que está muy lejos de haber sido abandonada por el vulgo que trabaja las minas en nuestros días. Considera Lehmann los filones como ramas y renuevos de un enorme tronco situado en el seno de La Tierra, á una profundidad tal que todavía no ha podido llegarse á ella, constituyendo las vetas gruesas las ramas principales y las venas é hiletes los ramos de segundo orden. «Lo que digo, añade, no debe parecer increíble si se reflexiona que, según todas las observaciones, la naturaleza posee en el interior de La Tierra un taller y fábrica de metales que desde tiempo inmemorial trabaja en él y elabora las partes primitivas; y que estas partes se elevan en forma de vapores y de exhalaciones hasta la superficie del globo por medio de grietas, á la manera como se eleva y circula la savia en los vegetales por los vasos y fibras que los constituyen.»

En esta época, es decir á mediados del siglo XVIII, se despertó en toda Europa cierta afición á esta clase de estudios; así es que mientras Henckel, Lehmann y Zimmermann divulgaban sus ideas en Alemania, Lázaro Moro y Arduino daban á conocer las suyas en Italia; Smith y Needham escribían en Inglaterra; Guettard, Maillet y Buffon daban días de gloria á la Francia, y nuestro P. Joseph To-

rrubia imprimía en Madrid su *Aparato para la Historia natural española*.

Por lo mismo que son muchos, sólo haremos mención particular del más eminente entre ellos, de Buffon; cuyos escritos han ejercido grandísima influencia en los trabajos de sus contemporáneos, desde que en 1749 publicó la *Teoría de La Tierra* hasta que en 1778, treinta años después, daba á luz *Las épocas de la Naturaleza*, casi al mismo tiempo que Pallas, De Saussure y Werner abrían un nuevo horizonte á la ciencia, *creando, por decirlo así, la Geología positiva*, según la expresión usada hace treinta años por un geólogo moderno, que hoy figura todavía á la cabeza de los más sabios y respetados ⁽¹⁾.

Renunciamos á dar siquiera una idea de por qué Buffon, que en la primera de sus dos citadas obras imaginaba que La Tierra no era otra cosa sino un fragmento del Sol desprendido de éste á consecuencia del choque de un cometa, divide en la segunda la historia de nuestro planeta en siete épocas, ni nos detendremos á reseñar los caracteres esenciales de cada una de éstas; pero si consignaremos que al tratar de la segunda época en que el globo, aun cuando ya se había solidificado, conservaba calor bastante para no permitir que las aguas y demás cuerpos evaporables se depositasen sobre su superficie, dedica una buena parte de su trabajo á las grietas que en dicha época se formaron por el enfriamiento y contracción de las materias que constituían La Tierra, explicando cómo esas grietas se abrieron en la roca de las montañas, cortándola, no sólo de alto á bajo y de delante á atrás ó de un lado á otro; sino que como en cada montaña han seguido la forma primitiva de ésta, ha resultado que las minas, sobre todo las de metales preciosos, se conservan paralelas y deben buscarse con la brújula en la dirección en que se encontró la primera. En otro pasaje del mismo capítulo dice que durante esta segunda época, en los primeros treinta y siete mil años, es cuando se formaron por sublimación todas las grandes vetas y filones en que

(1) Daubrée, *Études et expériences sur le métamorphisme*, 1839.

se encuentran los metales, añadiendo que esas substancias metálicas fueron separadas de otras materias vitrificables por el calor largo y constante que las sublimó y empujó del interior de la masa del globo en todas direcciones hacia las eminencias de su superficie, ocupando las grietas y cavidades abiertas por la contracción de la roca é incrustándose en ellas tal como las encontramos en la actualidad. «Porque hay que tener en cuenta,» añade insistiendo en esto, «que acerca del origen de las minas como en el de las rocas, hay que distinguir entre las materias vitrificables y las calizas, que las primeras son efecto de la acción del fuego y las segundas de la del agua. En las minas metálicas los principales filones, ó si se quiere las masas primordiales, han sido producidas por la fusión y la sublimación, es decir por la acción del fuego, y las demás minas, que se consideran como filones secundarios y parásitos, no se han formado sino posteriormente por la acción del agua.» Estos filones principales, añade, que parecen ser como los troncos de los árboles metálicos y tuvieron todos origen, ya por fusión en los tiempos del fuego primitivo, ya por sublimación en los subsiguientes, se han encontrado y se encuentran todavía en las grietas verticales de las altas montañas; mientras que en la falda de éstas, al pie, es donde yacen los filoncillos que, si bien pudieran al pronto tomarse por las ramas de esos árboles metálicos, su origen es, sin embargo, muy diferente, pues esos criaderos secundarios no han sido formados por el fuego, sino por la acción sucesiva del agua, que en tiempos posteriores á los primeros (en otra época ya) ha desprendido de los antiguos filones partículas minerales que ha arrastrado y depositado en diferentes formas, pero siempre por bajo de los filones primitivos ⁽¹⁾.

Durante los treinta años que mediaron entre la aparición de la *Teoría de La Tierra* y la de las *Épocas de la Naturaleza*, florecieron muchos naturalistas que, más ó menos directamente, han contribuido al progreso de los estudios geológicos y á ir modificando las teorías con que se han dado cuenta los geólogos de la formación de los

(1) *Les Époques de la Nature*, par M. Le Comte de Buffon. Segunda edición, 1785. París, páginas 425 á 432.

criaderos minerales: Fuchsel, que se adelantó más de ochenta años á Lyell, para sostener, en 1762, la *teoría de las causas actuales*; Desmarets, iniciador en 1765 de los estudios acerca de las rocas volcánicas antiguas; Bowles, que publicó en 1775 su *Introducción á la historia natural y á la geografía física de España*, pero que ya veinte años antes había escrito en francés una *Historia mineralógica del valle de Gistain en los Pirineos españoles*; Pallas y Saussure, cuyos trabajos acerca de los Alpes y de Rusia, comenzados en 1760 y publicados en 1777 y 1779 respectivamente, han merecido que se les considere como los regeneradores de la Geología y que se les designe en este ramo de las ciencias un lugar paralelo al que ocupan en la historia de la química Scheele, Cavendish y Priestley; De Luc, compatriota de Saussure, aunque menos concienzudo que éste; Faujas de St. Fond, continuador de Desmarets; Palassou, el constante explorador de los Pirineos, que durante cuarenta años se consagró á su estudio y fué el primero que reconoció el paralelismo general de la dirección de la cadena con la de las capas que la constituyen; el mismo Lavoisier, la figura más saliente de aquella época gloriosa para las ciencias experimentales y de observación cuando de las ciencias físicas se trata, dió á conocer que hubiera podido figurar también en primera línea en las naturales, si se hubiese dedicado á ellas con la misma asiduidad y entusiasmo con que se entregó á la Química.

De esa numerosa pléyade no podemos hacer más que citar algunos nombres y mencionar ligeramente los de Baumer y Kirwan, para detenernos sólo en los que, por su importancia, no pueden menos de fijar la atención tratándose del estudio de criaderos metalíferos: tales son Delius, Hutton, Werner y Lassio, y también Humboldt, porque no es posible que este hombre extraordinario figure sino en primer término, tratándose de puntos relacionados con la física terrestre.

C. F. Delius, sabio minero alemán, autor de un voluminoso *Tratado de laboreo de minas*, que aunque publicado hace más de un siglo se consultaba no há muchos años todavía como obra clásica en

su género ⁽¹⁾, adoptó la teoría de Agricola y Bernardo Palissy, y consideró que los filones y las venas procedían de grietas análogas á las que se forman en una tierra húmeda á medida que va secándose, y que estas grietas se rellenaron posteriormente con las substancias capaces de formar especies minerales contenidas en las rocas mismas que constituían las montañas. Estas substancias, arrastradas por las aguas que se filtraban por todas partes al través de las rocas antes de solidificarse, eran las que venían á ocupar los espacios recién formados. Delius creía también que ya no se formaban criaderos, «pues la naturaleza, decía él, ha cerrado su laboratorio.» «¡Como si las moléculas del globo, dice un autor moderno ⁽²⁾, no estuviesen siempre, hoy como en tiempos pasados, en un estado perpetuo de transporte y mudanza!»

Ya hemos visto que Stahl sostuvo en 1725 que los filones no eran contemporáneos de las grietas, si bien cambió después de opinión, admitiendo la contemporaneidad. Baumer sostuvo ya de una manera positiva, en 1779, que los filones eran posteriores á la formación de las montañas, y que se han formado bajo el nivel de los antiguos mares, «porque muchas veces, en el Ducado de Hesse, están cubiertos por depósitos estratificados y pizarreños que hace que no sean fáciles de descubrir; y, por otra parte, se encuentran en ellos, en su interior, cuerpos marinos petrificados.»

Entre las objeciones que se hacían á esta manera de ver se alegaba la extraordinaria cantidad de disolvente que era necesario, así como su naturaleza, para poder tener en disolución al mismo tiempo ácidos y álcalis, y además era preciso que se separase el disolvente de su solución; y no se comprende cómo podía suceder eso sin que á su vez ejerciese una reacción sobre las rocas ya formadas: reacción que no podía menos de tener lugar en el inmenso espacio de tiempo transcurrido en dicha separación, puesto que se han encontrado filo-

(1) Delius (C. F.), *Instruction sur l'art des Mines*. Trad. por Schreiber: dos vols., 1773.

(2) A. Caillaux. *Tableau général et Description des Mines métalliques*, etc.: Paris, 1875.

nes á 2557 toesas de altitud, como el de mercurio de Guancavelica en el Perú, y los hay más altos aún. Para salvar esta dificultad alegaba Kirwan, el célebre mineralogista, que había existido un fluido caótico, en el cual se habían mantenido en disolución todas las substancias en virtud de una división extraordinaria, y que ese fluido á su vez había sido muy escaso, de modo que la precipitación se había efectuado rápidamente.

Otro de los naturalistas á quienes puede colocarse en la categoría de los que desde la época de los alquimistas hasta principios del siglo XIX sufren el anatema común de haber querido explicar la formación de los criaderos metalíferos por la transmutación de las substancias minerales, es el académico Patrin, que en una de sus obras, por los años de 1784, se siente inclinado á admitir, dice Fournet ⁽¹⁾, una especie de organización en la corteza de La Tierra; y según esta idea, considera los filones metálicos como una especie de *caries* que experimentan las capas de dicha corteza. Creía, pues, que los más gruesos empezaron á formarse insensiblemente y que su acrecentamiento se ha realizado de una manera progresiva, como la caries de los huesos de los animales y del tejido leñoso de los árboles.

Por los años de 1735 á 1737 empieza el período más importante de la historia de los trabajos que se han hecho para explicar el origen de los criaderos minerales y particularmente los metalíferos; porque en esa época empieza la encarnizada lucha entre neptunistas y plutonistas, á cuya cabeza figuraron Abraham Gottlob Werner, natural de Wehrau, en Prusia, y J. Hutton, nacido en Edimburgo: profesor de la Escuela de Minas de Freyberg el primero y químico eminente el segundo. Tenía éste casi doble edad que Werner cuando, propagadas las teorías geológicas de uno y otro, nacieron las dos escuelas en que por tanto tiempo han estado divididos los que pretenden explicar la manera cómo se ha formado La Tierra, sin haber llegado aún, por más que se haya afirmado lo contrario, á saber cuáles tenían razón ó estaban en camino de tenerla; ó más bien pue-

(1) Fournet, loc. cit., pág. 40.

de asegurarse que ni unos ni otros estaban en lo cierto, puesto que han surgido nuevas teorías que explican mejor los hechos que se observan, sin que por eso se haya llegado ni sea dable llegar á la verdad absoluta.

Y ésta es la ocasión de manifestar que, no obstante esa incertidumbre; á pesar de esa creencia que abrigan los más sabios ó los más prudentes de que las teorías con que se trata de explicar los fenómenos de la naturaleza, rara vez ó nunca llegarán á coincidir con la verdad, puesto que desconocemos la base fundamental de ellos, y es tan peligroso encerrarse en una ortodoxia absoluta explicándolo todo por la voluntad del Sér Supremo, como dar rienda suelta á la imaginación y caer en el materialismo más absurdo; á pesar de esa incertidumbre, ó, si se quiere, de esa seguridad de que las teorías no son casi nunca la explicación real de los hechos, hay que reconocer que son absolutamente indispensables; que sin ellas no podría la razón conducirnos á nuevos descubrimientos y las ciencias de observación se estancarían: teniendo tal influencia en el progreso de los conocimientos humanos, que si en muchos no se ha adelantado todo lo que debía, ha sido por haberse preferido entre dos hipótesis la menos buena y haberse aferrado á ella, sin tener en cuenta los hechos que la contradecían ó que en manera alguna podían explicarse con su auxilio. Es, pues, importante en Geología, como en las demás ciencias físico-naturales, no desdeñar las teorías y adoptar de ellas lo que nos parezca más razonable para que nos sirva de guía en nuestros trabajos, y no empeñarse en sostener lo erróneo, en creer ciegamente lo que ha dicho otro, por grande que sea su autoridad, sin someterlo á la observación propia; ni dar á ésta, como hacen muchos, más valor que el que debe tener, por no estimar debidamente lo que han visto y afirmado otros. En una palabra: tan malo es lanzarse en una serie de investigaciones con el propósito de no apartarse de las ideas aceptadas por determinada escuela ó por el propio convencimiento, como dedicarse á ellas sin criterio ninguno, cual el que va á la ventura, recogiendo hechos sin relacionarlos entre sí ni referirlos á un sistema más ó menos bien combinado.

Y sentado esto, continuemos examinando las teorías emitidas para explicar el origen de los criaderos.

Según Werner, todos los filones propiamente dichos han sido necesariamente grietas *abiertas por la parte superior*, y casi todas se han llenado después *por arriba exclusivamente*. Esta teoría se funda, pues, en dos hechos ó circunstancias distintas: en la formación de las grietas primero, y segundo, en la manera de cómo se han llenado. Daremos la explicación tal como lo hace Fournet, que ha tenido especial cuidado en extractarla de la obra misma de Werner ⁽¹⁾.

En cuanto á la formación de las grietas, supone que puede resultar de las causas siguientes:

1.^a Que habiéndose constituido las montañas con capas acumuladas unas sobre otras, han debido experimentar la acción de su peso, y por consiguiente aplastarse y henderse.

2.^a Habiéndose retirado las aguas en cuyo fondo se habían depositado los estratos, masas considerables de montañas se hallaron privadas de este apoyo y cedieron, desprendiéndose hacia el lado donde tenían menor sostén.

3.^a La contracción experimentada por la masa de las montañas, debida á la desecación, es otra causa de agrietamiento.

4.^a Temblores de tierra, como los que tuvieron lugar en Calabria en 1785, han abierto grietas también, acompañadas de hundimientos: en dicha ocasión las hubo de un cuarto de legua de longitud.

5.^a En fin, las lluvias intensas, ablandando y diluyendo ciertas capas, han podido ocasionar el resbalamiento de algunos estratos de las montañas, y por lo tanto dislocaciones del suelo.

Para demostrar la segunda parte de su teoría, ó sea que la substancia que constituye los filones resulta de una serie de precipitados que se han introducido por la parte superior en el espacio que dejaban las grietas, observa en primer lugar que éstas han podido abrirse en diferentes épocas, cuando se hallaban cubiertas por las disolu-

(1) *Neue Theorie von der entstehung der gänge*, etc. (Nueva teoría de la formación de los filones, etc.): Freyberg, 1794.—Fournet, loc. cit., pág. 64.

ciones que formaron las capas superiores; y como la naturaleza de los líquidos ha variado, y como en un solo y mismo líquido pueden sucesivamente obtenerse diferentes precipitados, el depósito de los filones ha sido variable según el precipitante, sin diferir, sin embargo, notablemente del de las capas. Las diferencias resultan: 1.^o, de la mayor tranquilidad con que se ha operado la precipitación, así en el filón como en las capas; 2.^o, de una proporción menor en la mezcla mecánica que ha venido á enturbiar el precipitado de los filones, lo que se prueba con la limpieza de los cristales, etc.; 3.^o, de que las grietas han conservado más tiempo una disolución ó han podido recibir otra nueva: así es que los filones contienen muchas veces minerales de diversa formación, mientras que las capas no contienen cada una sino una substancia de la misma naturaleza, y la masa es más uniforme que la de los filones.

Confirma estas indicaciones, haciendo notar la identidad que existe entre los sedimentos que constituyen las montañas y los que forman los filones, y cita, por ejemplo, filones de pórfido, de granito, de hulla, de sal gema, de basalto, de cuarzo, de caliza y de arcilla, substancias que se encuentran todas en lechos, ó por lo menos en potentes masas; así como también cita la existencia en capas de la galena, el cobre, las piritas, la blenda, el cinabrio, el cobalto y otros minerales que igualmente se encuentran en filones.

La otra prueba que presenta Werner de que los filones se han llenado por la parte superior, es la presencia en ellos de petrificaciones y cantos rodados.

Y en fin, observando la constitución misma de algunos filones, se ve que están compuestos de un conjunto de fajas paralelas á las salbandas, simétricamente colocadas á uno y otro lado, cuya disposición no es dable explicar, según el sabio geólogo, sino con arreglo á su teoría, es decir por la precipitación de disoluciones químicas de diferente naturaleza, según las épocas.

Las doctrinas de Werner, profesadas por su autor en la Escuela de minas de Freyberg, llamaron la atención de todos los hombres de ciencia, y excitaron en el más alto grado el entusiasmo de sus dis-

cipulos y adeptos, entre los cuales figuraron algunos tan ilustres como Humboldt, Freiesleben, Reuss, Leopoldo de Buch, Voigt, Hoffmann, Erlinger, Charpentier, Schlotheim, Esmark, Maclure, Jameson d'Aubuisson, de Bonnard y otros; algunos de los cuales, como Napione y nuestro D. Andrés del Río ⁽¹⁾, fueron los que con sus obras difundieron las sabias lecciones del maestro, que sin ellos hubieran quedado desconocidas, porque no dió á la estampa sino dos breves tratados: uno es la *Teoría de la formación de los filones*, á que antes se ha hecho referencia, y otro, el *Tratado sobre los caracteres exteriores de los fósiles*. Muchos de los *neptunistas* modificaron más tarde sus ideas, como luego veremos.

Antes de que Werner hubiese dado á luz los primeros esbozos de su *Teoría de la formación de los filones* ⁽²⁾, cuando estaba, por decirlo así, naciendo la escuela *neptunista*, y el sabio profesor de Freyberg arrebatada á los oyentes con su elocuencia y el riguroso método con que exponía y concordaba los hechos que acerca de la formación de los terrenos se admitían, en 1785 daba á conocer James Hutton, en la Sociedad Real de Edimburgo, su *Teoría de La Tierra* ⁽³⁾, en la que deducía las más opuestas conclusiones de ciertos fenómenos fundamentales; de suerte que casi puede decirse que aparecieron al mismo tiempo los dos sistemas rivales y antagonistas; pudiendo considerarse como la expresión más perfecta del *plutonismo*, la que hizo conocer y apreciar en todo su valor la doctrina del geólogo escocés, la obra de su discípulo John Playfair, matemático geólogo y escritor distinguido ⁽⁴⁾.

Hutton, sin remontarse al origen de La Tierra, como Buffon y otros, se limita á estudiar los cambios que han experimentado los

(1) *Elementos de Orictognosia ó del conocimiento de los fósiles, dispuestos según los principios de Werner, etc.*, por D. Andrés Manuel del Río: México, 1795.

(2) *Breve clasificación y descripción de las diversas rocas*: Dresde, 1787.—Según Del Río, en sus *Tablas mineralógicas de Karsten*: México, 1804.

(3) *Theory of the Earth, or an investigation of the laws observable in the composition, dissolution and restoration of land upon the globe*, by J. Hutton.

(4) Playfair, *Illustrations of the Huttonian theory of the earth*: Edimburg, 1802.—Trad. de Basset: Paris, 1815.

cuerpos desde que existe el actual orden de cosas, en tanto que pueden observarse las pruebas de esos cambios.

El primer hecho general que llama su atención es que la mayor parte de los cuerpos que constituyen la corteza exterior del globo manifiestan que éste se ha formado de materiales, tanto minerales como cuerpos organizados, procedentes de una época anterior: su examen no permite dudar de que las capas que hoy constituyen la superficie terrestre se han formado á expensas de otras más antiguas.

Las rocas, excepto las no estratificadas, se han hallado todas en estado de materiales muebles y reunidas en el fondo del mar; por consiguiente, para consolidarse y convertirse en piedras han debido de sufrir los efectos de una causa muy poderosa y general. Esta causa es el calor subterráneo; y contesta á las objeciones que pudieran hacérsele acerca de este efecto, admitiendo un principio nuevo: la presión ejercida por el peso de la masa del Océano, que debe de haber obrado en los puntos en que se han consolidado las substancias minerales. El calor, á pesar de su intensidad, no podía volatilizar una parte de esas substancias sino en la superficie y bajo la débil presión de la atmósfera. La misma presión, forzando á estas substancias á permanecer unidas, ha podido ocasionar la fusión de algunos cuerpos que se calcinarían en el fuego que nosotros podemos producir.

El tercer hecho general en que funda Hutton su teoría es que las rocas estratificadas, en vez de estar horizontales ó casi horizontales, como indudablemente lo estuvieron en su origen, ofrecen hoy todos los grados posibles de inclinación y aun aparecen verticales; estuvieron, por otra parte, en el fondo de los mares, y en la actualidad se elevan algunos millares de metros sobre su nivel. De estas circunstancias, y la de hallarse plegadas y fracturadas, se debe sacar en consecuencia que han sido levantadas por alguna fuerza que se ha ejercido debajo de ellas. Esta fuerza, que ha sido capaz de quebrantar el lecho del Océano y elevar á 4800 metros sobre su superficie las rocas de su fondo, supera á todo cuanto conocemos, y parece referir-

se más bien á la causa que da origen á los volcanes y á los terremotos que á ninguna otra, cuyos efectos presenciarnos hoy. Así es que, en la teoría de Hutton, la alteración de las capas terrestres se atribuye al calor, que obra con una enorme fuerza de expansión, elevando las rocas después de consolidarlas.

Otra de las pruebas que da de los frecuentes trastornos que han sufrido las rocas, son las grietas, rellenas por substancias extrañas; las venas metalíferas, los pórfidos, los trapps, los granitos en filones, que son todas materias más ó menos cristalinas, desprovistas de restos orgánicos. Las venas y los filones, más recientes por lo general que las capas que atraviesan, presentan testimonios de las acciones violentas que han tenido lugar á su aparición y los trastornos que han ocasionado en las rocas que constituyen su caja. Según el geólogo escocés, los materiales de todos los filones han sido fundidos por el calor subterráneo é inyectados después en las grietas de las rocas separadas de su posición primitiva; conclusión que aplica necesariamente á todas las masas de trapp, de pórfido y de granito intercaladas en los estratos ó que se elevan en forma de pirámides. En esta fusión y en esta inyección de las rocas no estratificadas consiste la tercera y última operación atribuida al calor interno que obra sobre las substancias minerales ⁽¹⁾.

La doctrina de Hutton, que ha prevalecido sobre la de Werner, tardó, sin embargo, más tiempo en propagarse, á pesar de que tenía la ventaja de que en Francia, en Alemania y en Italia le habían precedido apóstoles de la acción del fuego interno en la formación de la corteza terrestre, como Descartes, Leibnitz, Roberto Hooke, Buffon y Arduino, de quien ya hemos hablado. También Fichtel, en 1791, y el Dr. Thomson, en 1793, puede decirse que sostuvieron la propia idea sin inspirarse en los trabajos del creador del *plutonismo*. Pero los que más contribuyeron á difundir los principios del nuevo sistema fueron Playfair con su obra ya citada ⁽²⁾, y James Hall con

(1) D'Archiac, *Géologie et Paléontologie*: Paris, 1866, pág. 237.

(2) *Illustration of the Huttonian theory, etc.*

una serie de experimentos que emprendió para reproducir en su laboratorio los hechos que presenta la naturaleza.

Continuadores de Hutton fueron además Breislack, á quien volveremos á citar, y que escribió ya en 1798 sus *Viajes litológicos por la Campania*; Heim, que sostuvo las mismas ideas en 1806; Brochant, en 1808; Macculloch, en 1819; Cordier, en 1820; Necker, en 1821; Boué y Cuvier, en 1822; en cuyo mismo año Leopoldo de Buch, que había sido discípulo y partidario de Werner, publicó un importantísimo trabajo sobre los cambios que experimentan los terrenos de sedimento por la acción del calor central ⁽¹⁾, y Lyell, basado en las mismas ideas, dió á esta acción el nombre, ya hoy generalmente admitido, de *metamorfismo*.

Contemporáneo de Werner fué Lasio, pues en 1789 daba á conocer sus ideas sobre la formación de los criaderos ⁽²⁾. Consideraba las grietas como debidas á las revoluciones del globo, y por consiguiente posteriores á la de la roca en que se hallan, como lo habían sostenido Descartes, Stenon, Henkel, Gerhard y Delius; difería de estos últimos, y en eso estriba la novedad de su sistema, en suponer que las grietas se habían llenado con las materias que á ellas habían conducido las aguas impregnadas de ácido carbónico ó de otros agentes que las hacían eminentemente propias para disolver las partículas terrosas y metálicas diseminadas en la masa de la roca.

Ya el sabio minero Gensanne, en la parte mineralógica y geopónica de su *Historia natural de la provincia de Languedoc*, publicada en el período de 1776 á 1779, había emitido la idea de que los filones eran producto de la cristalización de las rocas. Lo mismo sostuvieron en 1792 Tornbern Bergman y Paoli.

También al autor de la *Teoría de La Tierra*, Juan Claudio de Lametherie, se le incluye en el número de los ilustres partidarios de la transmutación, diciendo que consideraba los filones metálicos como producto exclusivo de una cristalización contemporánea de la

(1) *Cartas sobre la Geol. del Tirol. — Ann. de Chim. et de Phys.*, tomo XIII, 1822.

(2) *Das Harz gebirge.*

roca en que se hallan encajonados; pero no es exacto en absoluto.

Federico Guillermo Enrique de Trebra, vice-intendente de las minas de S. M. Británica en el Electorado de Hannover, dirigió á su amigo M. de Veltheim, autor del *Plan de una historia general de la mineralogia*, varias cartas cuyo objeto era dilucidar el siguiente punto: *¿Qué indicios presentan las comarcas en que debe prosperar la explotación de las minas?* Estos escritos, de un fin tan práctico y tan interesante, se publicaron en 1787, reunidos con el título de *Observaciones sobre el interior de las montañas, etc.*, con notas del barón de Dietrich.

En el prólogo de sus cartas dice, entre otras cosas, el autor: «La tercera contiene observaciones acerca de la infiltración y circulación de las aguas en las montañas, sobre el calor, los vapores, las disoluciones y los compuestos que producen. En ella se observará que no soy de la opinión de la mayor parte de los naturalistas, que no se han fijado sino en las grandes conmociones de la naturaleza, las evaporaciones volcánicas y las inundaciones considerables. Han pretendido que sólo esas grandes revoluciones eran las que habían producido los cambios que se observan en las montañas. *Multiplícadamente las observaciones nos inducen, por el contrario, á atribuirlos á la acción no menos poderosa, aunque más lenta, DEL CALOR Y DE LA HUMEDAD REUNIDOS* (1).

«Cuando hablo del paso ó de la transformación de una roca en otra (añade), no he pretendido decir que las tierras simples se convierten unas en otras, como la cal en arcilla y reciprocamente. Sólo he querido decir que, puesto que no hay en la naturaleza ninguna substancia realmente pura, podría suceder que en una mezcla compuesta de dos partes, habiendo sido arrastrada una de las dos, hubiese dejado aislada á la otra; y que también sería posible que la parte arrastrada hubiese sido reemplazada por materias nuevas y diferentes.»

En esa tercera carta á que se refiere el prólogo, y cuyo título es

(1) Trebra, loc. cit., pág. IV.

De la circulación de los fluidos en las montañas, es donde expone extensamente su teoría, que no daremos á conocer sino transcribiendo algunos párrafos; no copiando entera la explicación de ella como quisieramos, por no alargar mucho este artículo.

«Los medios, dice, de transformación de las rocas me parece que pueden ser la fermentación y la putrefacción, ó cualquier nombre que se quiera dar á ese agente de la naturaleza que pone en movimiento todas las partes internas del reino mineral, que el calor y las aguas producen y mantienen sin cesar en diferentes proporciones. Puesto que esas causas activas existen todavía en la actualidad; puesto que existirán mientras la circulación tenga lugar en el espacio inmenso de la naturaleza, estoy íntimamente convencido de que las transformaciones, las destrucciones y los nuevos compuestos que esas operaciones producen en todas partes dentro de las montañas, subsisten aún en nuestros días y subsistirán mientras dure el mundo.

«Concedo que las inundaciones totales ó parciales de la superficie del globo, los sacudimientos que parecen debidos á un grado supremo de efervescencia, como los incendios de los volcanes y los temblores de tierra, han contribuido en su tiempo á las asombrosas revoluciones ocurridas en el interior del globo y en su superficie. Convengo en que las producen aún en nuestros días; pero sus efectos no se hacen sentir sino en la época misma en que ocurren esos grandes acontecimientos y sólo en una extensión de territorio limitada, y ni siquiera lo han hecho todo en la extensión á que el Criador las ha circunscrito. Los agentes que han venido después han producido de una manera menos sensible, porque ha sido más lenta, los mismos efectos que esas causas violentas, y han contribuido tanto como ellas á las transformaciones radicales de los cuerpos sometidos á su acción (1).»

El doctísimo catedrático y entendido mineralogista D. Andrés Manuel del Río, á quien hemos citado como uno de los más ardientes

(1) Trebra, loc. cit., páginas 50 y 51.

partidarios de Werner, dice en su *Discurso de las vetas*, pronunciado en los ejercicios del Real Seminario de Minería de Méjico ⁽¹⁾, después de citar las teorías de Agricola, Becker y Lehman, que naturalmente condena: «Posteriormente Zimmermann concibió que las partes terrestres de las rocas se transmutaron en las metálicas de las vetas. La química de su tiempo, en vez de ilustrarle, fué lo que le indujo á este error. Y así el más benemérito es Opper, pues Delius copió á Agricola en la mayor parte, y los demás á Zimmermann; pero Opper sentó los primeros fundamentos de la teoría de Werner, que supone que las masas de las montañas porosas y húmedas al principio, por ser un sedimento formado por la vía húmeda, debieron encogerse y asentarse desigualmente por su diversa cohesión y altura, y de consiguiente rajarse, como se rajan todavía, á pesar de su consistencia, en los años muy lluviosos y con los terremotos; y que las matrices y minerales de las vetas son los precipitados de las disoluciones, por la mayor parte químicas, que cubrieron los parajes donde estaban las rajas abiertas y las llenaron. *Estos puntos voy á comprobar con nuevos hechos*, recogidos en los Reales de minas del reino por D. Federico Souneschmid ⁽²⁾, asegurando que por ser breve me he visto muy embarazado en la elección: tanto es lo que abundan y tan extraordinarios.»

Las palabras subrayadas, después de la lacónica, pero bien condensada teoría de Werner, prueban que D. Andrés del Río era mantenedor acérrimo de las ideas de su maestro.

No las hemos encontrado expresadas en sus obras; pero es casi seguro que seguían las mismas corrientes que D. Andrés del Río sus contemporáneos, los naturalistas españoles D. Fausto de Elhuyar, D. Domingo García Fernández, D. Guillermo Thalacker, D. Cristiano Herrgen, D. Ignacio Jordán de Aso, D. José Cornide, D. Ramón Espiñeyra y demás que demostraron su saber en obras especiales tan

(1) Publicado en la *Gaceta de Méjico* del 8 de Noviembre de 1800.—*Anales de Cienc. natur.*: Madrid, 1802, tomo V, pág. 26.

(2) *Discurso de las vetas*, pronunciado por D. A. M. del Río en los ejercicios del Real Seminario de Minería de México.—*Anales de Cienc. natur.*, tomo V, pág. 23; Madrid, 1802.

importantes como las *Observaciones sobre la Historia natural, geográfica, agricultura, población y frutos del reino de Valencia* ⁽¹⁾, de D. Antonio José Cavanillas, ó en multitud de tratados, más breves pero importantes, que aparecieron en los *Anales de Historia natural*, desde 1799 á 1804, como el de Espiñeyra, titulado *Compañeros y criaderos de las especies minerales* ⁽²⁾.

Mencionaremos también de pasada, sin especificar siquiera la doctrina que sostuvieron, por no haber espacio para ello; pero no pueden pasarse enteramente en silencio, porque contribuyeron con sus trabajos al conocimiento de los criaderos minerales, ya estudiando los fenómenos atribuidos al calor central, para defenderlos unos, para combatirlos otros, como Laplace, Lagrange, d'Ambuisson, Cordier, Fourier, Boussingault, y más adelante Arago, Reich de la Rive, Kupffer, Boasse, Greenough, Gemellaro, Ladame, Poisson, Walferdin, Marcel des Serres, Hopkins, Fox, Henwood y Bischof; ya para describir las comarcas en que se señalan los efectos y aun los productos de ese fuego interno, como Dolomieu, de Saussure, Spallanzani, Hoffmann, Mackenzie, Macculloch, Dufrenoy, Constant Prevost y Lardy; ya, en fin, estudiando los fenómenos que habían de conducir al conocimiento de otro agente tan poderoso por lo menos, como el agua de los neptunistas ó el fuego de los plutonistas, que algunos, los más, atribuyen á la acción simultánea de estos dos agentes, pero obrando de una manera lenta y constante, al *metamorfismo*, en fin, como lo llamó Lyell en 1825, cuya denominación conserva; habiéndose distinguido también en esta serie de investigaciones, después de Lyell, Studder, Meriam, Killeau, Jackson, Élie de Beaumont, La Marmora, Fournet, Boubé, Collegno, Hoff, Sedgwith, Abich, Phillips y Virlet d'Aoust. Pero, como hemos dicho, no todos los que veían en las rocas de la corteza terrestre modificaciones producidas en el transcurso de los tiempos por un poderoso agente estaban de acuerdo sobre la naturaleza de éste; pues mientras unos lo atribuían á la acción directa del calor producido por el contacto de una roca

(1) Madrid, 1793; dos tomos en folio.

(2) *Anales de Cienc. natur.*, tomo VI, 1803, pág. 47.

pastosa venida del interior, como Fournet, Boué, Necker y Jackson, otros, como Longchamps y Élie de Beaumont, reconocieron desde luego la relación que existía entre las aguas termales y los minerales formados á sus inmediaciones; y el mismo Fournet acabó por manifestar que los filones de Pontgibaud se habían formado por la incrustación de las aguas minerales; algunos, como Keilhau y M. H. de Villeneuve, explicaban el metamorfismo por simples acciones moleculares sin la intervención del calor ni de las emanaciones profundas ⁽¹⁾, y Virlet d'Aoust ha atribuido los efectos del metamorfismo á acciones electro-químicas desarrolladas tal vez por el concurso de una alta temperatura ⁽²⁾.

Pero antes de entrar en la relación de los trabajos pertenecientes á la historia de La Tierra, en esta época en que la teoría hidrotermal, ó sea el metamorfismo atribuido á las aguas procedentes del interior, hizo abandonar completamente las teorías plutónica y neptúnic, detengámonos algunos momentos en exponer lo que varios de los geólogos citados han dicho acerca de la formación de los criaderos metalíferos, desde de Lametherie, que fué el último cuya teoría expusimos, hasta Élie de Beaumont, que es quien con su autoridad y su ciencia logró dar á la hidrotermal en 1847 ⁽³⁾ una forma-tipo que constituye el credo de la gran mayoría de los geólogos hace cerca de medio siglo.

Breislack, á quien hemos citado entre los continuadores de Hutton, no admitía que los filones todos se hubiesen formado llenándose las grietas de una vez; consideraba, por el contrario, que la mayor parte de los depósitos ó yacimientos metálicos se habían ido constituyendo alrededor de ciertos centros, y los filones como rellenos de materias que habían obrado por una especie de selección, siguiéndose, aproximándose y uniéndose en virtud de una fuerza

(1) *Darstellung der Uebergangs formation in Norwegen*, 1826.—*Mémoires lues à l'Académie de Marseille en 1830, 1831 et 1832*.—Fournet, *Études sur les dépôts métallifères*, 1834.

(2) *Bulletin de la Société Géologique*, tomo V, pág. 313, 1835.

(3) *Notes sur les émanations volcaniques et métallifères*, par M. Élie Beaumont.—*Bull. Soc. Géol. de France*, 2.^a serie, tomo IV: Paris, 1847.

particular de afinidad y de atracción. «Las montañas están constantemente en movimiento, dice, y se verifican en ellas secreciones y »excreciones, como en los cuerpos organizados, en una formación »perpetua, destructiva y reproductiva ⁽¹⁾.»

En 1819 apareció el *Tratado de Geognosia*, de d'Aubuisson de Voisins, que considera el vizeconde d'Archiac como obra excelente, dado su punto de vista. Fué uno de los discípulos más aventajados de Werner y defendió calurosamente sus doctrinas, hasta el punto de atribuir al basalto un origen acuoso; pero, después de visitar los volcanes apagados de Auvernia, cambió de opinión.

En el último capítulo de su citada obra ⁽²⁾, al tratar de los filones, después de combatir las teorías que estaban más en boga, expone la de Werner, y añade: «Esta teoría explica de la manera más »satisfactoria la mayor parte de los fenómenos que presentan los filones, y sobre todo los de Freyberg, en cuanto á su estructura, sus »intersecciones, etc.; pero no da razón sino de una manera imperfecta de algunos hechos que se presentan en la naturaleza. La parte de »la teoría de Werner que considera los filones como formados por »grietas existentes, me parece fuera de toda duda: hace mucho tiempo que todos los mineralogistas la admiten; pero no sucede lo mismo en lo que concierne á la manera de llenarse las grietas sólo por »la parte superior.....» y añade: «Permitaseme la siguiente observación:

»Cuando en una comarca de cien leguas de extensión, compuesta »sólo de rocas de estructura grosera, areniscas y filadíos, por ejemplo, veo una multitud de filones de galena y de cuarzo muy cristalinos; cuando en una montaña de gneis, de una extensión no menos »grande, encuentro una multitud de filones de plata y de espato, y »no veo el menor indicio de esas substancias en la masa de esas montañas, me es difícil concebir que dichos filones sean producto de »una disolución que, cubriendo la comarca, penetrase en las grietas »y depositase en ellas las materias que contenía. ¿No habría deposti-

(1) *Introduzione á la Geologia*, 1811.

(2) *Traité de Geognosie*: Strasbourg, 1819, tomo II, pág. 634.

»tado esos precipitados sino en las grietas? ¿O bien habría depositado masas de gneis en la superficie del terreno, y masas de espato y de plata en las grietas del mismo terreno? Se concibe que un precipitado que ha tenido lugar con más tranquilidad pueda dar un producto más cristalino; pero no que pueda formar cuerpos enteramente diferentes, por ejemplo, feldespato y mica en un paraje, plomo sulfurado y espato calizo en otro; sería admitir la transmutación de la materia, la de substancias consideradas como simples y que todo nos hace creer que lo son.

»No diré que la transmutación, ó más bien la conversión de varios de estos cuerpos unos en otros, por la adición ó sustracción de algún principio incoercible, sea imposible en la naturaleza, porque estamos muy lejos de conocer todos sus recursos: la pila galvánica acaba de descubrirnos algunos, cuya existencia no sospechábamos siquiera; y la formación de los aerolitos nos presenta á la vista hechos que parecen pertenecer á un orden de cosas de que no tenemos idea. Pero como en buena lógica no debemos basar nuestros razonamientos sino en hechos positivos, y ninguno puede conducirnos á creer que jamás los elementos del feldespato, combinados de diferente manera, puedan producir plomo sulfurado, sería absolutamente quimérico basar una teoría en el principio de esta transmutación, aun cuando convengo, por otra parte, que el examen atento de los filones parece inducir á que se presente al ánimo semejante idea.»

No nos detendremos en dar á conocer, con toda la extensión con que lo hace Fournet, la teoría de M. Alejandro Brongniart acerca de los filones de hierro pisolítico que se encuentran en varios lugares en los terrenos jurásicos (1), porque es un caso particular y no podemos dar tanta extensión á este escrito: baste decir que Brongniart creía que los esferoides de hierro hidroxidado podían formarse en la superficie después de haber sido depositada la substancia que traían las aguas en disolución y pasar luego, arrastrados por las

(1) Fournet, loc. cit., pág. 74.

mismas aguas, á las grietas ó cavidades preexistentes en el terreno. Fournet combate con muy buenas razones esta teoría, y propone, aunque reconociendo su insuficiencia, la hidrotermal en toda su sencillez, pero insistiendo en que es un hecho reconocido en Geología que los manantiales minerales tienen en parte su origen en las regiones profundas del globo (2).

Publicóse en Viena, en 1824, una obra de Joseph Waldau von Waldenstein, titulada *Die besonderen Lagerstätten der unzbaren Mineralien*, que el consejero de minas Alb. von Groddeck considera, en su *Tratado de criaderos metalíferos* (3), como una de las que merecen consultarse; pero debemos confesar que no la conocemos, y es de creer que cuanto en ella pudiera interesarnos se encuentra en el tratado de B. von Cotta y en el del mismo Groddeck.

Lyell no ha hecho un estudio especial de los criaderos metalíferos, ni se encuentra en las primeras ediciones de sus dos grandes obras, los *Principios* y los *Elementos de Geología*, capítulo ninguno que trate de esta materia; pero basta sentar algunas de sus opiniones sobre ciertos puntos geológicos para deducir que se inclinaba á la teoría hidrotermal más bien que á otra alguna. Lyell, en efecto, combatió lógicamente en sus *Principios* (4) la fluidez interior del globo, declarándose más bien defensor de la teoría química, ó sea que el calor que producen los volcanes puede ser efecto de acciones químicas; ha sido el defensor más decidido, el restaurador, si no el creador de la teoría de las causas actuales; gracias á él se ha dado al metamorfismo una acción importante, si bien no toda la que le corresponde, en la mayor parte de los fenómenos geológicos; y en un pasaje del cap. VII de sus *Principios*, al hablar de las grietas producidas por los temblores de tierra, declara explícitamente que considera que las substancias minerales que forman los filones han tardado siglos en llenarse (5). Esto basta para comprender que no ha podido admitir nunca que los filo-

(1) Fournet, loc. cit., pág. 76.

(2) *Traité des gîtes métallifères*, trad. por H. Kuss.: Paris, 1884, pág. 5.

(3) Cap. X.

(4) *Principes de Géol.*, cap. VII, tomo III, pág. 342.

nes se debieran á inyecciones de la masa interior ni por efecto de grandes trastornos geológicos, sino por el contrario, por la intervención de las aguas y vapores cargados de substancias que circulan por entre las rocas bajo la natural influencia del calor, de las acciones químicas y eléctricas, cuya importancia reconoce.

Berquerel, sin ser geólogo, no puede menos de figurar en esta reseña de los que han contribuido al estudio de los criaderos metalíferos, porque son muy importantes sus observaciones y experimentos acerca de la intervención que han tenido y tienen en la naturaleza las acciones electro-químicas.

Omalius d'Halloy, que ya en 1808 se dió á conocer como profundo geólogo en sus *Ensayos sobre la Geología del N. de Francia*, que en 1851 daba á luz la primera edición de sus *Elementos de Geología*, que en 1868 alcanzaban la octava, y que en 1875 publicaba todavía un tratado *Sobre el transformismo*, merece ocupar un lugar distinguido en estas páginas. Hace, en efecto, en una de las citadas obras ⁽¹⁾ atinadas observaciones, combatiendo la teoría exclusivista de Werner, que supone que las grietas se han llenado siempre de arriba abajo, cuando, por el contrario, él cree que probablemente se han llenado de abajo arriba, de la misma manera que las materias que depositan las fuentes minerales, es decir que las emanaciones gaseosas que se desprenden de los materiales en fusión situados debajo de la corteza sólida del globo, después de haberse combinado con las aguas que es probable llenaran una gran parte de las grietas, muchas de las cuales debían hallarse debajo de los mares, fueron cristalizando sucesivamente; operación en la cual, dice, debieron ejercer una acción muy importante los fenómenos eléctricos.

Se ha atribuido, añade, el origen de los filones propiamente dichos á la acción directa de las emanaciones interiores, á la manera de los productos sublimados que se forman en los volcanes y en las retortas de las fábricas y chimeneas de los hornos. Es probable que, en efecto, se hayan depositado así algunas substancias, sobre todo

(1) *Précis élémentaires de Géologie*, 8.^a edición, etc.: Bruxelles, 1868.

en las rocas plutónicas; pero es más probable aún que los filones ordinarios, en que abundan el cuarzo y la caliza cristalina, se hayan formado con la intervención del agua; tanto más cuanto que el vapor de agua debía de ser el elemento principal de las emanaciones gaseosas, como lo es aún de las emanaciones que se observan actualmente. Por lo demás, desde el momento en que se atribuye el origen de los filones propiamente dichos á emanaciones interiores, entra éste en el mismo orden de fenómenos que todos aquellos debidos á los principales acontecimientos que ocurren en la superficie de nuestro planeta, y se evitan la mayor parte de las dificultades que se oponen á la adopción de otras hipótesis.

En los que denomina filones fragmentarios, cuya explicación considera más difícil, reconoce que una parte de ellos tiene idéntico origen al de los filones cristalinos; tales son los que forman la parte superior de éstos, y que parecen ser el resultado de su alteración: así sucede con los depósitos fragmentarios de mineral de hierro, considerados como producto de la descomposición de las piritas, puesto que los trozos de limonita conservan un núcleo de pirita. Se concibe también que cuando el depósito no se ha verificado en aguas tranquilas, como lo exige la cristalización, sino sometidas las substancias á reacciones violentas, debían precipitarse en la forma en que las presentan los filones fragmentarios. También en algunos casos es evidente que las materias que constituyen los filones fragmentarios se han depositado de arriba abajo por las aguas superficiales que las han arrastrado: tales son las cavernas huesosas y las bolsadas llenas de diluvium.

Sin perjuicio de todo esto, Omalius d'Halloy atribuía el origen de la mayor parte de las vetas estrechas, metalíferas ó no, que con frecuencia atraviesan las rocas, así como la presencia en las sedimentarias de diversos minerales diseminados en ellas, cristalizados ó en riñones, á la reunión de las partículas de la misma naturaleza, cuando aquéllas se hallaran todavía en estado pastoso, mediante un transporte análogo al que se ofrece en el agua cuando el barro se congela con lentitud; en cuyo fenómeno se ve, sobre todo al principio, que

las moléculas del líquido, en vez de permanecer unidas á las de tierra, se reunen entre sí formando venillas en medio de la masa. «Las grietas que en las rocas se han formado al contraerse por efecto de la desecación ó del enfriamiento, pudieron facilitar, agrega, esa tendencia de las moléculas similares á reunirse formando venas.»

Llegamos á Fournet, uno de los geólogos mineros más prácticos y que mejor han estudiado este asunto, como lo acredita su afamada obra *Études sur les dépôts métallifères* (1), en la que se han reunido un número extraordinario de observaciones propias y de opiniones ajenas, aunque no juzgadas éstas con la imparcialidad que era de esperar en un sabio de tanta conciencia, ni aprovechadas aquéllas para deducir todas las consecuencias que pudieran sacarse: y es que Fournet parece haber sido uno de los hombres de ciencia más apegados á la opinión que llegan á formarse; condición, sin duda, de los que se dedican con fe y decisión á una sola clase de estudios. Por lo demás, he aquí en qué términos da cuenta de las opiniones de este geólogo sobre los criaderos metalíferos el autor de una obra reciente sobre los de Francia (2):

Fué Fournet uno de los primeros en considerar que los filones se habían rellenado por la acción de las aguas minerales que surgen de las profundidades de La Tierra, según la teoría profesada en la Escuela de Minas de París por M. Élie de Beaumont; pero algunos años después, no teniendo en consideración sino «el carácter de asociación, y sobre todo la sencillez química del rellenamiento metálico de las grietas del suelo,» creyó deber referirlos más esencialmente á las inyecciones ígneas. Defendió esa teoría con extraordinaria obstinación, y fué, por decirlo así, el único que continuaba aceptándola y defendiéndola. Empezó á escribir en 1855: sus *Estudios sobre los depósitos metalíferos* se imprimieron en Estrasburgo en 1854; en 1855 publicó en los *Anales de Física y de Química* una carta sobre las

(1) *Études sur les dépôts métallifères*, par M. J. Fournet: París, 1834.

(2) *Tableau général et description des mines métalliques de la France*, par M. Alfred Caillaux: París, 1873, pág. 56.

modificaciones que han sufrido ciertas rocas por la acción de otras (1), y en 1845 dió á la Sociedad Real de Ciencias de Lyon otro trabajo titulado *Simplificación del estudio de cierta clase de filones*, inserto en el *Boletín de la Sociedad Geológica de Francia* (2). Á él se refiere Daubréc cuando al narrar las dificultades con que tropezó la teoría de Hutton al observar atentamente algunos de los hechos en que se funda, dice: «Fournet, que ha personificado en Francia esa Escuela, comparaba los fenómenos producidos por la acción de una roca ígnea fundida sobre las inmediatas ó subyacentes á la absorción que realizan las paredes de una copela, y ha tratado de demostrar con experimentos que las pizarras arcillosas, sometidas á las influencias combinadas del calor y de ciertos cuerpos fusibles, pueden dejarse penetrar con la mayor facilidad por estos últimos y experimentar de ese modo acciones químicas (3).»

M. Henry Lecoq, tan conocido por su excelente obra *Las aguas minerales en sus relaciones con la Química y la Geología*, publicada en 1864 (4), había dado á luz en 1858, y por eso hablamos de él en este lugar, otro libro en que iniciaba el mismo asunto, y daba á conocer ya sus opiniones acerca de la formación de los criaderos metalíferos (5).

En la primera de ellas definía los filones diciendo que eran masas alargadas más ó menos importantes que iban del interior al exterior de La Tierra. «Para nosotros, dice, son grietas procedentes de fracturas ó fisuras más ó menos extensas que se han llenado después total ó parcialmente. Son, añade, los caminos por los cuales las materias del interior del globo llegan á la superficie.»

En su segunda obra, veintiséis años después, no había variado Lecoq su manera de pensar acerca de la procedencia de los minerales

(1) Segunda serie, tomo LX.

(2) Segunda serie, tomo IV, pág. 222.

(3) Daubréc, *Études et expériences sur le métamorphisme*.—*Ann. des Min.*, tomo XVI, 1859.

(4) *Les eaux minerales dans leurs rapports avec la Chimie et la Géologie*: París, 1864.

(5) *Éléments de Géologie et d'Hydrographie*, etc.: París, 1838.

que constituyen los filones, como lo prueban los dos siguientes párrafos que tomamos de ella:

«El fenómeno de las aguas minerales parece haber ejercido una acción importantísima en la estructura de La Tierra; y lejos de creer que esas aguas extraen de los terrenos que atraviesan los metales que depositan, hay que admitir, por el contrario, que todos esos terrenos han sido depositados por ellas, y que han sacado los materiales que llevan consigo de debajo de las rocas cristalinas que forman actualmente la corteza sólida de La Tierra.

«En esta circunstancia, como en otras muchas, no vemos en el efecto de las aguas en la época actual sino una débil manifestación de las acciones que fueron en otro tiempo bastante poderosas para contribuir á la creación de los terrenos de sedimento.»

El período que media entre los años 1820 al 1860, es decir, en la época que siguió á la encarnizada lucha entre neptunistas y plutonistas, cuando éstos, triunfantes de los primeros, vieron á su vez minada la base de sus teorías por las formidables objeciones de los que nunca admitieron la fluidez del interior de nuestro globo y por los incontestables resultados de las observaciones que concienzudamente emprendieron los más imparciales; cuando los estudios sobre el metamorfismo dieron origen á la teoría hidrotermal, y ésta, difundida por hombres tan eminentes como Lyell, Murchisson, Élie de Beaumont, Delesse y Daubrée, se hallaba casi generalmente admitida, en ese período llegó también á su apogeo la afición al estudio de la Geología, no habiendo ejemplo de que en tan corto número de años se haya distinguido en ningún otro ramo del saber humano tan gran número de hombres como los que concurrieron á hacer los importantes descubrimientos que han convertido en una ciencia de incontestable utilidad lo que no era hace un siglo sino asunto de mera curiosidad.

Ya hemos citado en las páginas que preceden algunos de los nombres que más brillaron en esta clase de estudios hasta Fournet: de la misma manera no haremos ahora más que indicar que los importantísimos trabajos de Laplace, Fourier, Arago, Poisson y Hopkins

sobre la temperatura de La Tierra, tuvieron dignos continuadores en Pilla, J. Herschell, Fuchs, von Dechen, Girardin, Person, Daubrée Paterson, Daubeny, Hodgkinson, Forbes y Angelot, cuyas publicaciones precedieron á las de Bischof, á quien ya hemos citado y de quien volveremos á hablar; siguiéndole en el orden en que vieron la luz sus principales escritos sobre la materia: G. Herschell, Adhemar, Kapp, Rogers, Marqués de Roy, Sheerer, Volger, Matteucci, Oldham, Bouhepore, Hennessy, Horeau, Rivot y Durocher; sosteniendo unos la influencia directa del calor central comunicado por las rocas ígneas; la necesidad, otros, de la intervención del agua termal ó de los vapores acuosos para producir una especie de fusión á baja temperatura del granito y otras rocas análogas; explicando, en fin, algunos ciertos fenómenos geológicos por la presión; mientras que Durocher, el último en fecha de los que acabamos de citar, pero uno de los primeros en mérito, publicaba en 1846 una importantísima Memoria ⁽¹⁾ llena de observaciones propias, en la que acababa por atribuir los efectos del metamorfismo á las acciones lentas y á transportes moleculares análogos á la cementación.

Pero no nos detengamos más y citemos en masa otros varios nombres de los muchos que han contribuido al estudio del metamorfismo, del que no es más que un caso particular la formación de los criaderos.

Entre los que no hemos tenido ocasión de citar todavía, merecen tenerse presentes como obreros ilustres que han puesto su piedra en la obra común en la década de 1836 á 1846: Hitchcock, Buckland, Boblaye, Héricart de Tury, Daubeny, Ramsay, Rogers, Silliman, Dana, Mitscherlich, Scipion Gras, Leonhard, Blum, Burat, Schaffärtl, Leube, Grandjean, Heidinger, Delanoue, Charpentier, Morlot, el burgomaestre Baur, los ingenieros de minas españoles D. Joaquín Ezquerro del Bayo y D. Guillermo Schulz, y otros que seguramente hemos olvidado; porque es grande la pléyade de hombres dedicados á la Geología que prepararon el camino al que tuvo la fortuna, en 1847, de condensar y dar á conocer en la cátedra y en el libro el resultado de

(1) *Études sur le métamorphisme.*—*Bull. de la Soc. Géol. de France*, 2.^a serie, tomo III, 1846.

tantos trabajos, al ingeniero profesor de Geología de la Escuela de Minas de París, M. Élie de Beaumont.

Pero antes de exponer las ideas de éste acerca de los criaderos metalíferos, consignemos lo más brevemente posible las de otros que le precedieron.

Serán las primeras las del sabio profesor G. Bischof, autor de unos *Elementos de Geología física y química* ⁽¹⁾, quien con ese y otra multitud de trabajos publicados desde 1841 á 1855, entre ellos una Memoria sobre el rellenamiento de los filones ⁽²⁾, ha sido de los que más han contribuido al progreso de las ciencias de observación, porque muy pocos pueden preciarse de haberlas hecho en tan gran número y tan concienzudamente. Bischof no ha cesado de combatir durante largo tiempo las ideas ultraplutónicas de Fournet y otros muchos, porque eran las ideas dominantes cuando empezó á escribir; en cuya tarea le ayudaron algunos de sus contemporáneos, como Volger, que opuso valiosísimos argumentos contra la acción del calor en el metamorfismo.

Uno de los principales expuestos por Bischof en favor de su opinión, es la de producirse minerales semejantes á los de las rocas cristalinas en las pseudomorfosis ó epigenias, es decir, en condiciones en que esos minerales no pueden haberse formado sino por la vía húmeda. Asimismo, sus observaciones sobre la formación de las pirritas de hierro y sobre las fuentes minerales, contribuyeron mucho á poner en evidencia que los filones metalíferos no pueden haberse formado ni por fusión ni por sublimación, sino por sustancias mantenidas en disolución en aguas que habían de tener una temperatura muy elevada. Bischof suponía que las aguas, al circular á través de las rocas que constituyen la masa terrestre, fueron cargándose insensiblemente de sustancias metalíferas diseminadas en ellas, y que, afluyendo después á las grietas preexistentes del terreno, experimentaron la acción oxidante del aire, la reductiva de las materias orgánicas, la de ciertas rocas de la caja y otras influencias químicas; re-

(1) *Lehrbuch der chemischen un physikalischen Geologie.*

(2) *Ueber die Entstehung des Quarzes and Erz Gänge*, 1843.

sultando de ello necesariamente las descomposiciones que motivaron precipitaciones continuas sobre las paredes de las grietas, dando origen á los criaderos metalíferos.

En sus *Estudios sobre la historia de La Tierra* ⁽¹⁾, cuya idea fundamental es la inestabilidad en la posición del eje por choques sucesivos con los cometas que cruzan su órbita, y que cada tres millones de años vienen á constituir una de las edades del planeta, M. F. Bouchepon, después de establecer las relaciones que existen entre los filones, las fallas y las grandes dislocaciones de la corteza terrestre, manifiesta que un gran número de rocas que se consideran como ígneas, pero que no son ni volcánicas ni graníticas, sino que tienen carácter propio como las ofitas, las espilitas, los grusteins, las variolitas, las euritas, los pórfidos, etc., provienen de la alteración de terrenos sedimentarios bajo la influencia de las acciones internas, muy principalmente de las que han debido producir la transformación del granito y de la traquita; relaciona entre sí los dos términos más lejanos, los granitos y el mar actual, opinando que proceden ambos de un mar originario que contenía á la vez potasa y sosa. Para este ingeniero las fallas y los filones tienen un origen común: unas y otros son ó han sido grietas; pero no encuentra explicación satisfactoria para darse cuenta de los ensanches y angosturas de los filones en la teoría de Werner, que los suponía producidos por la falta de correspondencia en las caras ó paredes de las grietas al efectuarse resbalamientos en el terreno.

Las materias de los filones fueron, según el mismo, disueltas en el agua y formadas en el propio sitio donde se las encuentra, debiendo buscarse la verdadera teoría de los filones en la penetración de los vapores subterráneos á través de las rocas, y en general en la reacción de éstas por el contacto con el agua ó con otros vapores contenidos en ellas. Las sedimentarias, añade, suministraron la mayor parte de las sustancias de los filones, y las ígneas no dieron más que el vehículo, ó sea el paso para los cuerpos vaporizados, no

(1) París, 1844.

siendo los metales más que el resultado de la concentración de una materia diseminada en los terrenos de sedimento y especialmente entre los de mayor antigüedad. De ello infería que los filones metalíferos tienen relaciones de semejanza con las fuentes minerales y termales, que se corresponden por su naturaleza con los volcanes y con la aparición de las rocas ígneas.

Un año después que Bouchepon (en 1845), publicó el ingeniero y profesor de Geología, Amadeo Burat, un importante trabajo titulado *Teoría de los criaderos metalíferos* (1), en que el autor, aunque inclinado á las ideas de los plutonistas, empieza á manifestar cierto eclecticismo que, como no podía menos, va progresando en su ánimo de tal manera con las observaciones acerca del metamorfismo publicadas por sus contemporáneos, que ya en la última edición de su libro (1870) sostiene casi exclusivamente la teoría hidrotermal; pero sin abandonar enteramente su primera opinión acerca de los criaderos de hierro procedentes de inyecciones plutónicas directas, ni dejar de acoger, aunque con muchas salvedades y restricciones, las acciones eléctricas llamadas causas ocultas por otros geólogos.

En la edición de 1845 empieza Burat por manifestar que los filones metalíferos que se consideraban por la generalidad como accidentes aislados y fortuitos, independientes del terreno en que se hallan, están, por el contrario, subordinados á determinadas clases de rocas eruptivas, afirmando que el período de generación de los minerales parece referirse con bastante exactitud al de las rocas porfídicas.

Una vez establecido el principio, en concepto de Burat demostrado, de que el origen de los minerales es la erupción directa, relacionada con el contacto de la roca de la caja, cree que puede llegarse á una clasificación de los yacimientos minerales, según su grado de intimidad geognóstica (son sus palabras) con las rocas ígneas; pero en lo que no cabe ya discusión seria, dice, es entre los sistemas que atribuyen un origen ígneo ó un origen acuoso á los criaderos

(1) *Théorie des gîtes métallifères*: París, 1845, pág. 295.

metalíferos: el origen ígneo está demostrado por los minerales eruptivos, si bien este principio ha podido experimentar modificaciones muy variadas, hasta por la influencia de las aguas.

Puesto que el autor, después de veinticinco años de estudios propios y ajenos, presenta de nuevo su opinión (1), démosla á conocer tal como esos trabajos llegaron á fijarla en su ánimo:

No se puede establecer, asienta, como principio, que los filones metalíferos sean exclusivamente de origen ígneo, porque muchas veces se encuentran, y con gran abundancia, fragmentos del pendiente y del yacente, especies de conglomerados formados por las rocas incluyentes y concreciones en que la acción de las aguas se evidencia. Á menudo también, las substancias metalíferas no se presentan en un filón sino como cemento de las rocas de sus paredes ó de otros restos fragmentarios procedentes de la parte superior, de tal manera que el conjunto del criadero es una especie de brecha heterogénea de doble origen. Pero las substancias metalíferas, añade, las gangas á la vez cristalinas y características, no pueden resultar sino de una acción cuyo asiento es inferior á las capas solidificadas de la corteza terrestre.

Sin entrar en el detalle de los fenómenos y de las reacciones químicas que han podido tener lugar en los filones, es evidente, agrega, que en muchas circunstancias las aguas en estado líquido ó en estado de vapor, han debido de mezclar su acción á la de los agentes puramente ígneos, y pueden citarse muchos ejemplos de esa generación mixta.

En otro capítulo, dedicado á los yacimientos irregulares, considera los filones ó vetas *de contacto* como filones corpulentos é irregulares que parecen subordinados á ciertas rocas eruptivas, feldespáticas ó trápicas del período porfídico, y éstas son, por consiguiente, las que han traído las substancias metálicas de las regiones internas. Trata en el mismo capítulo de los filones y masas eruptivas, ó sea aquellos criaderos en que los minerales tienen con la roca ígnea relaciones más íntimas, es decir que el mineral forma parte integrante de la

(1) *Traité du gisement et de la recherche des minéraux utiles*: París, 1870, tomo II, páginas 73 á 112.

roca eruptiva, ó constituye por sí mismo la masa que ascendió del interior en estado ígneo ⁽¹⁾; y, por último, dedica la parte más extensa á los *yacimientos metamórficos*, ó sea aquéllos en que, admitido el principio del origen subterráneo de los criaderos metalíferos, se presentan éstos en formas indefinibles, y consisten las más veces en porciones de capas pertenecientes á ciertos terrenos metamórficos impregnados de mineral, muy irregulares algunas veces, y por el contrario, en tales condiciones de regularidad otras, que hay que admitir que las acciones metamórficas que han llevado allí los minerales han sido contemporáneas de las sedimentarias que formaban las capas ⁽²⁾.

Por este tiempo, en 1846, apareció impresa en Madrid una Memoria del ingeniero de minas D. Casiano de Prado, que tanto se distinguió después por sus trabajos geológicos: en cuya Memoria, titulada *Minas de Almadén, de la constitución geológica de sus criaderos*, etc., sin entrar en la materia de una manera general, es decir sin indicar siquiera su opinión ni relatar la de otros geólogos acerca de la formación de los yacimientos minerales en general, hace un estudio concienzudo acerca del de mercurio de Almadén, y expone ideas propias, dignas de conocerse en este lugar.

Observa D. Casiano de Prado que desde muy antiguo existía la creencia de que los metales se hallaban en *venas*, que los españoles llamaron después *vetas*; de donde viene que hasta el mineral de hierro conserva el nombre de la vena de donde se creía que procede, y que en Almadén llamaron *vetas* á aquellos criaderos, aunque allí no ha habido hendiduras en el terreno ni ninguna de las circunstancias que caracterizan las verdaderas *vetas* ó filones. Con este motivo hace una juiciosa crítica de los mineros y aun geólogos que atribuyen una importancia excesiva á esta forma de criaderos, cuando la naturaleza nos demuestra con las minas de azogue, y lo que es más con las de hierro, el metal más abundante en la masa terrestre, que no hay razón para semejante preferencia.

(1) Burat, loc. cit., tomo II, pág. 94.

(2) Burat, loc. cit., tomo II, pág. 104.

El mineral de Almadén, el cinabrio, se encuentra allí, como en los demás criaderos de mercurio, impregnando las capas, ó mejor dicho, ciertas capas del terreno sedimentario, pues se nota una afinidad ó preferencia marcada á penetrar en la de arenisca, mientras que huye, por decirlo así, de la pizarra: es verdad que lo mismo sucede con la caliza y otras rocas; y después de citar curiosísimos ejemplos, escribe el Sr. de Prado: «Yo no sé si pudiera decir que sólo cuando la
»arenisca falta en los puntos donde el advenimiento del cinabrio tie-
»ne lugar, se presta éste á fijarse en otras rocas.

»Entre el cinabrio y las rocas plutónicas del territorio, dice, hay
»sin duda una íntima correspondencia, *por más que exteriormente no*
»*se manifieste*. Pero la ascensión del primero no pudo efectuarse, como
»el de las últimas, por erupción ni por entumescencia ó ascensión
»lenta en masa.....

»La primera idea que á uno se le ocurre al observar el modo como
»se presenta en aquellos criaderos el cinabrio, es que éste pudo haber
»penetrado en la roca por una infiltración ó sea por una inyección.
»No hay duda que en la naturaleza se ofrecen algunas substancias
»que penetraron así en ciertas rocas; pero si en el caso presente se
»examinan los hechos con alguna detención, luego se ve que no es po-
»sible adoptar esa explicación de modo alguno.

»No todos los cuerpos pueden ser penetrados por otros, y aun
»cuando esta penetración tenga lugar, siempre es dentro de ciertos
»límites. Es difícil concebir que la arenisca de aquellos terrenos, tan
»compacta que casi se confunde con el cuarzo, pueda recibir entre
»sus poros, por efecto de una fuerza mecánica, 25 ó 50 por 100 de
»cinabrio. Si luego se considera que un mismo estrato llega á to-
»mar, ya de golpe, ya gradualmente, hasta 60 y 70 por 100 de él,
»y aun constituir toda la masa, es fuerza deducir que una parte
»ó el todo de la arenisca en estos casos ha desaparecido y el cinabrio
»ha ocupado su lugar.....

»¿Qué se hizo la parte de arenisca que aquí falta y que seguramen-
»te no faltaba, ni al tiempo de la sedimentación primitiva, ni princi-
»palmente después de las fuertes presiones que debieron de sufrir las

»capas de aquel terreno, empujadas hasta la vertical y empujadas unas contra otras con inmensa fuerza?

»Y cuando un criadero parcial se halla circunscrito á cierto espacio y totalmente incomunicado con otros, cuando en el cuerpo de la roca se presentan nidos y partes aisladas de cinabrio, sin fisuras ni otra comunicación ninguna, ¿cómo comprender que haya habido aquí tampoco una simple inyección? ¿Cómo explicar la existencia de ciertos huecos en la masa del mineral que, cuando más, sólo contienen algunos cristales y pegaduras de cinabrio, siendo así que pareciera natural se ejerciese la inyección sobre ellos primero que sobre el lleno? ¿De qué modo se ha efectuado, pues, el advenimiento del cinabrio? ¿De qué modo su equivalente en volumen de materia de la arenisca ha desaparecido al mismo tiempo de su lugar? ¿De qué modo se han movido en sentido contrario las dos sustancias, á través del lleno, sin dejar rastro alguno? ¿No pudiera decirse que aquí obraron fuerzas polares?

»Yo creo, añade después de otras observaciones, que el fenómeno que ofrece la constitución íntima de los criaderos de Almadén se observa igualmente en todos los que se hallan en capas, de cualquier metal que sean, ó en masas más ó menos informes dentro de los terrenos estratificados, como por ejemplo las de galena de las Alpujarras.

»¿Qué fué de la inmensa cantidad de materia así sustituida? ¿No pudiera decirse que pasó á llenar el hueco dejado por la sustituyente en lo interior del globo para volver por ventura un día á presentarse sobre su corteza exterior? ¿Será que en la naturaleza inorgánica, lo mismo que en la orgánica, la materia rueda en un círculo continuo, si bien con sujeción á leyes diferentes?»

Poco después de publicada la obra de Burat dió á luz el insigne profesor de la Escuela de Minas de París, M. Élie de Beaumont, su memorable *Nota sobre las emanaciones volcánicas y metalíferas* ⁽¹⁾, en la que expuso una teoría que es la que admiten hoy casi todos los

(1) *Notes sur les émanations volcaniques et métallifères*, por M. Elie de Beaumont. — *Bull. Soc. Géol. de France*, 2.^a edición, tomo IV: París, 1847.

geólogos, y que si bien, como se verá, no es realmente nueva, debe-se á la manera de presentarla y sostenerla que, como á Watt las máquinas de vapor ó á Stephenson los caminos de hierro, se considere á Élie de Beaumont como el autor de la teoría hidrotermal para explicar la formación de los criaderos metalíferos; no obstante, los trabajos que hemos dado á conocer de Trebra, Longchamp, Bischof y demás que la concibieron ó aceptaron, y en cuyas obras se consigna de una manera más ó menos explícita y conforme con lo que hoy se enseña en las escuelas de minas.

Los filones, según Élie de Beaumont, han sido grietas que se han llenado con posterioridad, como lo asentó Werner y lo admitieron los plutonistas; pero los hay de dos clases esencialmente distintas, que no deben confundirse. Están constituidos los de la primera por sustancias que á modo de concreciones van adaptándose á las paredes de las grietas y forman fajas simétricas, que consisten muchas veces en un agrupamiento de cristales cuyas cúspides miran hacia la parte central de la veta, donde suelen presentarse geodas ó cavidades cubiertas de ellos. Los filones de la segunda clase están formados por rocas, como los pórfidos, melafiros y basaltos, cuya materia, si bien, como la de los primeros, ha penetrado en grietas pre-existentes, la llenan del todo, y la estructura en fajas no se observa sino de una manera poco distinta, de modo que apenas pueden diferenciarse las partes más cristalinas que ocupan el centro, de las laterales que lo son menos. Estos últimos filones se designan con el nombre de *inyectados*, por el origen que se les atribuye, y los otros reciben el de *concrecionados* por su estructura y por la manera como se cree que fueron formándose.

Según Élie de Beaumont, la mayor parte de los filones metalíferos pertenece á la clase de los concrecionados; pero expresa que también suelen encontrarse metales en los inyectados, así como en algunas masas irregulares de rocas eruptivas, y lo prueba, entre varios ejemplos, con los criaderos de hierro de la isla de Elba, los de cobre de la Toscana, del Lago Superior en la América del Norte, y otros muchos cuyos minerales están íntimamente relacionados

con dichas rocas, cuando no pueden ellos mismos considerarse como tales.

Hace observar el propio autor que los metales, además de encontrarse entre la roca eruptiva del filón inyectado, se presentan á veces en la que le sirve de caja, cerca de la superficie de contacto; y como también dentro de la veta se concentra por lo común el mineral metálico hacia los costados, opina que es una misma la causa que lo llevó del interior de La Tierra á la grieta, que lo concentró después cerca de las paredes de ésta, y que lo hizo pasar, por fin, de la masa del filón á la roca adyacente.

«Y puesto que las masas eruptivas, añade, contienen á veces metales, y los introducen en los terrenos en que penetran, nada tiene de extraño que se encuentren en los filones comunes formados por incrustación, que se hallan cerca de esas rocas eruptivas; pues aun cuando los filones concrecionados y dichas rocas constituyen dos clases distintas de masas minerales, no puede negarse que existe entre ambas un enlace que pone de manifiesto la correlación de los yacimientos y la identidad de las sustancias metálicas que se encuentran en unas y en otras. Lo cual induce á creer que esas sustancias que contienen los filones concrecionados proceden en su origen de rocas eruptivas, si bien no parece que se hayan introducido en el terreno de la misma manera que lo hicieron aquéllas, ni tampoco en la forma en que lo verificaron los minerales al pasar de la roca eruptiva á las adyacentes: probablemente eso tuvo lugar de un modo indirecto, y en general por un fenómeno análogo al que presentan las aguas minerales, que vemos dejan concreciones en sus puntos de salida, y deben dejarlas también en los canales por donde corren (1).»

Élie de Beaumont considera, pues, que las sustancias metálicas contenidas en los filones concrecionados proceden en principio de las rocas eruptivas, y que los filones han sido los conductos de aguas minerales profundas, verificándose el rellenamiento de las grietas

(1) Élie de Beaumont, loc. cit., pág. 4249.

por depósitos que han dejado las aguas que circulaban por ellas en estado líquido ó de vapor.

En el período de doce años transcurrido desde que se publicó la nota de M. Élie de Beaumont, que tanta importancia ha tenido en la marcha de los estudios geológicos, haciendo adoptar la teoría hidrotermal á casi todos los geólogos, hasta que Bernardo von Cotta en Alemania y M. Daubrée en Francia dieron á luz en 1859, el primero su *Tratado sobre los criaderos metalíferos* (1), considerado como el mejor libro de su clase, y el segundo sus *Estudios sobre el metamorfismo* (2), que forma época en la historia de este género de investigaciones; en ese corto período son muchos los geólogos que han dedicado su inteligencia y su tiempo á esclarecer estas cuestiones de tanto interés para la minería; pero la extensión que va tomando este escrito nos obliga á prescindir de todos aquellos trabajos que no tengan por objeto el principal que nos hemos propuesto: sólo diremos, pues, de geólogos é ingenieros como Scharpe, Bunsen, d'Archiac, Puton, Marignac, Favre, W. Logan, G. y H. Rose, Gaudry, Escher von der Linth, d'Alberti, Gueymard, Druot, von Beust, Rozet, Tyndall, Auciola, Cossío, Coquand y Sorby, que con sus trabajos continuaron la obra de sus predecesores antes citados, y merecen conservarse en las bibliotecas para consulta de los que en lo sucesivo sigan sus pasos, como lo han hecho otros que á su vez nos han servido de guías en esta parte de nuestro libro. Al eminente profesor Senarmont tendremos ocasión de citarlo en el artículo inmediato; de Gaetschmann sólo diremos que es autor de una obra (3) que, aunque no especial sobre los criaderos metalíferos, la recomiendan sus mismos compatriotas como una de las que mejor los dan á conocer; y en cuanto á los geólogos americanos Whitney y Sterry Hunt, indicaremos brevemente sus opiniones.

(1) *Die Lehre von den Erzlagerstätten*: Freyberg, 1859-61.

(2) *Études et expériences synthétiques sur le métamorphisme et sur la formation des roches cristallines*.—*Bull. Soc. Géol. de France*, cinquième série, tomo XVI: Paris, 1859.

(3) *Die Auf und Untersuchung unzerbarer Mineralien als Theil der Vollständigen Anleitung zur Bergbaukunst*: Freyberg, 1856.

El Dr. J. D. Whitney, en una obra muy notable, *La riqueza metálica de los Estados-Unidos* ⁽¹⁾, dedica un extenso capítulo al estudio de los criaderos metalíferos, y pasa revista á las diferentes teorías que acerca de su formación se han emitido. Dejaremos en silencio cuanto acerca de las de Werner, Hutton y demás que los han precedido y seguido dice, así como las razones que da para que unas se abandonen completamente y no se apliquen otras sino á determinados casos, por ejemplo la de la sublimación para criaderos como los de Almadén, en lo cual, dicho sea con verdad, le supera nuestro D. Casiano de Prado, que, como se ha visto, escribió sobre la misma materia ocho años antes. Fijémonos sólo en la parte que se refiere á la teoría de la segregación lateral: «La opinión más general hoy acerca de la formación de los criaderos metalíferos, es que concurren á ella una variada y complicada serie de fenómenos. Y no es posible poner en duda que el procedimiento ha sido muy complejo y que ha exigido un largo período de tiempo para desarrollarse. No basta una sola causa para explicar suficientemente todos los hechos; pero la que predomina sobre todas las demás es la de la *secreción lateral* ó segregación de las partículas minerales y metalíferas de las rocas adyacentes en estado de disolución química, que van depositándose sobre las paredes de una grieta preexistente por la acción de las fuerzas electro-químicas. Esta es la única teoría, añade, que explica satisfactoriamente el hecho, tantas veces citado, del cambio de carácter de los filones al pasar de una formación geológica ó mineralógica á otra diferente, y parece estar también más acorde que ninguna otra de las expuestas con los demás fenómenos que se observan en las venas metalíferas.»

Es tan interesante cuanto acerca del particular sigue diciendo el geólogo norte-americano, que insensiblemente nos llevaría, al trasladarlo á estas páginas, más lejos de lo que quisiéramos, y por eso preferimos indicar al lector dónde puede verlo íntegro ⁽²⁾, limitán-

(1) *The metallic Wealth of the United-States*, by J. D. Whitney: Philadelphia, 1834.

(2) Whitney, loc. cit., pág. 63.

donos á copiar el siguiente párrafo: «No podemos dudar de que la acción electro-química ha actuado y sigue actuando en las venas minerales, y que la explicación de muchos y de los más oscuros hechos, que se relacionan con la distribución de las menas en los filones, se encontrará en la intervención de este agente, que con tal sutileza penetra en todas partes (*all pervading agency*).»

Dedicaremos también en este lugar algunas líneas al geólogo norteamericano Thomas Sterry Hunt, pues si bien la opinión que vamos á consignar la tomamos de una obra publicada por él en 1875 ⁽¹⁾, ya se había dado á conocer desde el año de 1848, y en 1857 escribió acerca de las alteraciones locales debidas á las rocas ígneas, probando que el calor y la humedad no son las únicas condiciones necesarias para el metamorfismo, sino que hace falta asimismo la acción de ciertos agentes químicos ⁽²⁾.

«Los metales, dice Sterry Hunt en su ya citada obra ⁽³⁾, parecen haber venido por primera vez á la superficie de la tierra en disoluciones acuosas, de las cuales se separaron por la acción de agentes reductores de naturaleza orgánica, en forma de sulfuros ó en estado nativo y mezclados con los sedimentos contemporáneos, donde se presentan en capas, diseminados en granos, formando *fallband* ó constituyendo el cemento de materiales conglomerados. Durante la metamorfosis que sufrieron después las capas, estas materias metálicas, mantenidas en la disolución por carbonatos alcalinos ó sulfuros, fueron depositadas de nuevo en las grietas de los estratos metalíferos, formando venas en ellas ó ascendiendo á las capas superiores y dando allí origen á otras venas, en capas que no eran por sí metalíferas. Así es como, en pocas palabras, concebimos la teoría de los depósitos metalíferos: pertenecen á un período en que los sedimentos primitivos se hallaban todavía impregnados de compuestos metálicos, solubles en las aguas que los penetraron. Los metales de las rocas sedimentarias se hallan ahora por lo general en la forma de sulfuros in-

(1) *Chemical and Geological Essays*, by T. Sterry Hunt: Boston, 1875.

(2) *Proc. Royal Soc. of London*: May 7, 1857, etc.

(3) T. S. Hunt, loc. cit., pág. 220.

»solubles, de suerte que apenas vemos señales de ellos en algunas
 »fuentes minerales, que sirven para demostrar cómo tuvieron lugar
 »esas acciones en los sedimentos y en las aguas de la corteza terres-
 »tre. La presencia hoy de esos metales en las aguas, que son alcalinas
 »por el carbonato de sosa de que están cargadas, tienen una significa-
 »ción importantísima cuando se relaciona con el carácter metalífero
 »de ciertas dolomías, las cuales, como lo hemos demostrado, deben
 »probablemente su origen á la acción de manantiales alcalinos seme-
 »jantes sobre las cuencas marinas.

»La intervención de un calor intenso, de sublimaciones y otras hi-
 »pótesis semejantes para explicar el origen de las menas metálicas,
 »lo conceptuamos innecesario. El poder disolvente de las disoluciones
 »alcalinas (carbonatos, cloruros y sulfuros), relacionado con las in-
 »dicaciones que antes se han hecho y con los magníficos experimentos
 »de Senarmont y de Daubrèe sobre la cristalización de ciertas espe-
 »cies minerales por la vía húmeda, basta para formar la base de una
 »teoría satisfactoria acerca de los criaderos metalíferos.»

Tal vez antes que á Sterry Hunt hubiéramos debido citar, pero
 nada más que citar, á M. F. Gatschmann, que en 1856 publicó en
 Freyberg una obra titulada *Die Auf und Untersuchung untzbarer Mi-
 neralien als 1er Theil der Wallständigen Anleitung sur Bergbau-
 kunts* (1).

Se considera el *Tratado sobre criaderos metalíferos* de Bernhard von
 Cotta, titulado *Die Lehre von den Erzlagerstätten* (2), como el mejor
 en su clase, y por difícil que sea, dada la extensión con que se trata
 cada punto en una obra tan especial, procuraremos exponer breve-
 mente cuáles son las ideas del autor acerca del origen de los yaci-
 mientos minerales.

Estos yacimientos, que constituyen las *rocas metalíferas* de algu-
 nos geólogos, presentan formas más variadas aún que las demás, di-

(1) La segunda edición es de Leipzig, 1866.

(2) Este es el título de la segunda edición, impresa en Freyberg, 1859-
 61. La primera se publicó con el título de *Gangstudien oder Beiträge Zur
 Kenntniss der Erz gange*, von B. von Cotta und H. Müller.

ce Cotta, y las divide por ese concepto en capas, filones, masas ó
 impregnaciones; y teniendo en cuenta su composición, las subdivide
 en tres grupos principales: yacimientos estanníferos; yacimientos
 complejos, caracterizados por gran número de minerales, y yaci-
 mientos ferríferos; pero advierte que no existen límites bien marca-
 dos para ninguno de estos tres grupos.

La distribución de los criaderos metalíferos no parece obedecer á
 ninguna ley geográfica, pero sí está en relación con ciertos fenóme-
 nos geológicos, y enumera las rocas en que aparecen más frecuente-
 mente los minerales de estaño, de oro, de plata, de plomo, de cobre
 y de hierro. «La distribución de los minerales en los yacimientos
 »metalíferos suele ser muy desigual; depende del nivel y del espesor
 »del criadero, así como de la roca incluyente y de otras circunstan-
 »cias desconocidas.»

Es difícil de fijar, según Cotta, la edad de los criaderos metalífe-
 ros, sobre todo cuando no se presentan en capas. Por lo demás, te-
 niendo en cuenta la edad de aquéllos en que ha podido determinarse,
 hay la seguridad completa de que pertenecen á épocas muy dife-
 rentes; que su composición mineralógica no permite sacar ninguna
 conclusión con respecto á su edad; que son á veces muy semejantes
 en comarcas apartadas, aunque formados en periodos muy diversos,
 mientras que, por el contrario, otros difieren mucho, aunque perte-
 nezcan á la misma época; y en fin, que la historia de La Tierra no
 permite fijar edad determinada á los metales. Es verdad que los ya-
 cimientos estanníferos parecen ser, por lo general, los más antiguos;
 pero, según Cotta, la diferencia de edad de estos grupos principales
 no es sino aparente y debe atribuirse más bien á que no se han for-
 mado al mismo nivel. «En todos los yacimientos minerales, añade,
 »existe una concentración local de minerales, cuyos elementos se ha-
 »llaban, sin duda, esparcidos con más uniformidad en la masa de
 »La Tierra. En la mayor parte de ellos esta concentración parece
 »haberse realizado por disoluciones acuosas y durante un espa-
 »cio de tiempo muy largo. Además, los minerales que constituyen
 »los filones metalíferos, las masas ó las impregnaciones, se han for-

»mado, por lo general, al abrigo de la atmósfera, en el interior de la tierra y con el concurso de una presión y de un calor mayores que los que hay en la superficie;» por consiguiente, los criaderos metalíferos tienen para Cotta un origen hidroplutónico.

En uno de los párrafos, que lleva por título *Materiales para una teoría*, sacados del examen de los diferentes casos de criaderos que ha descrito anteriormente, llama el autor la atención acerca de la influencia que ejerce en los criaderos la roca contigua, hasta el punto de que hay rocas que parecen más apropiadas que otras para agrietarse: muchas en que en vez de una simple grieta se producen roturas irregulares, y se diría que esta desigualdad en la configuración de las aberturas ha influido en la naturaleza de los criaderos y hasta en la distribución de las sustancias que los constituyen; de suerte que hay que reconocer que la manera como se ha formado la hendidura influye en el modo como después se ha rellenado.

En otros casos, continúa Cotta, se ve que variaciones apenas perceptibles en la forma de las grietas dan lugar á diferencias muy marcadas y hasta específicas en su rellenamiento, según sea la naturaleza de las distintas rocas que atraviesen, constituyendo un solo filón; en cada una de cuyas porciones no sólo difiere la distribución de las sustancias, sino la cantidad y hasta la clase, llegando á ser distintos los metales que encierran. Hay que deducir, pues, que existe alguna propiedad inherente á las rocas que influye en las sustancias que rellenan las grietas en ellas abiertas, atrayendo unas, rechazando otras y dando lugar, por consiguiente, á que se depositen ó no ciertos materiales. «¿Qué propiedad es esa? ó si fuesen varias que actúan unida ó aisladamente, ¿en qué pueden consistir esas propiedades?»

Cotta contesta á su pregunta de la manera siguiente: «La analogía de los casos descritos con experimentos técnicos, manifiesta que pueden influir en lo expuesto las siguientes causas:

- »1.^a Poder de conductibilidad para el calor.
- »2.^a Peso específico.
- »5.^a Mayor ó menor porosidad de las rocas.

»4.^a Mayor ó menor grado de tersura ó aspereza en la superficie ó paredes de las grietas.

»5.^a La reacción química de una aislada ó de todas las partes constitutivas de la roca.

»6.^a Las corrientes eléctricas.»

La brevedad con que hubiéramos deseado tratar el asunto, nos impide dar á conocer la parte que á cada una de estas causas concede Cotta en la marcha de los criaderos metalíferos en sus relaciones con la roca de la caja, y sólo diremos, por ser la que más recientemente ha querido hacerse intervenir en la formación de los depósitos minerales, que con respecto á la 6.^a dice: «Que con frecuencia se ha atribuido á las corrientes eléctricas que pueden resultar de la superposición ó del contacto de dos rocas en circunstancias desiguales, una influencia esencial en el rellenamiento de los filones;» pero después de hacerse cargo de los experimentos de Fox y de Reich, expresa su opinión manifestando que no puede negarse la posibilidad de la acción observada por Fox; pero que «todavía queda mucho por conocer antes de que pueda deducirse algo concreto con respecto á la distribución de los minerales en los criaderos, no debiendo darse demasiada importancia ni aun á la existencia de esas corrientes hipotéticas, con las que se aumenta la confusión y dificultad en una cuestión que ya lo es bastante de por sí.»

Más adelante hablaremos de otra manera de considerar las acciones eléctricas en la formación de los criaderos, muy distinta de la de Fox y Reich.

El eminente geólogo M. Daubrée, que ya en 1858 se dió á conocer por un trabajo leído en la Facultad de Ciencias de París acerca de la temperatura del globo y de los principales fenómenos geológicos que parecen estar en relación con el calor propio de La Tierra (1), ha publicado su última obra en 1888, siendo infinitos los trabajos importantes que ha hecho imprimir en el espacio de cincuenta años,

(1) D'Archiac, *Hist. des progrès de la Géologie*, tomo I, pág. 23; París, 1847.

por lo cual sería imposible que diéramos aquí noticia de todo cuanto ha dicho acerca de la materia que tratamos.

En una Memoria sobre el metamorfismo, publicada en los *Anales de Minas de Francia en 1857* ⁽¹⁾, hace ver que por la acción del calor solo no pueden comprenderse ciertas transformaciones de las rocas, ni la irregularidad y gran extensión que se observa en ellas, y enumera los hechos que no se pueden explicar por la acción del fuego central: demuestra la necesidad de que haya habido otro vehículo, y expone la teoría de la intervención de los vapores diciendo «que el estudio de muchos yacimientos metalíferos y de diversas comarcas en que las rocas sedimentarias aparecen evidentemente transformadas, le ha conducido á atribuir varios de estos fenómenos á reacciones de ciertos vapores entre sí ó sobre las rocas preexistentes, habiendo conseguido reproducir artificialmente por ese medio varias especies minerales características de los filones; pero no siempre ha podido suceder eso, añade, y el agua líquida, no menos móvil, puede haber provocado iguales cambios.»

Daubrée sostenía asimismo que la acción combinada del agua, caldeada á una temperatura muy alta y bajo una gran presión, producía el metamorfismo de las rocas y engendraba silicatos y otros minerales á una gran profundidad, apareciendo hoy las rocas metamórficas en la superficie por conmociones violentas.

Con respecto al rellenamiento de la mayor parte de los filones metalíferos, «las aguas, dice, han traído á las extensas grietas, por donde circulaban libremente, los materiales de que estaban cargadas. *Este fenómeno es, pues, en realidad, un caso particular del metamorfismo.*»

Tal era la opinión de Daubrée acerca del origen de las vetas metalíferas en 1857. Dos años después, en 1859, publicaba en los mismos *Anales de Minas* ⁽²⁾ otro importantísimo trabajo sobre el propio

(1) *Observations sur le métamorphisme et recherches expérimentales des quelques uns des agents qui ont pu le produire.*—*Ann. des Min.*, 5^e serie, tomo XII, 1857, pág. 239.

(2) *Études et expériences synthétiques sur le métamorphisme et sur la formation des roches cristallines.* 5^e serie, tomo XVI, 1859, pág. 155-218 y 393-476.

asunto, y dice en él, refiriéndose al mismo hecho que le sirvió de tema para el anterior, es decir la formación de silicatos naturales en las termas de Plombières:

«Se ha dicho con razón que hay pocas substancias insolubles, cuando los disolventes circulan por millones de litros. Sin embargo, no podría sacarse la consecuencia de que los minerales insolubles, formados por el agua en el seno de las rocas, hayan sido puramente y simplemente depositados por ella de resultas de una acción secular.»

«Uno de los hechos más nuevos y más importantes que revela lo que pasa en Plombières es que, en general, una pequeña parte de los elementos constitutivos de los minerales que allí se producen es la que trae el agua: los demás elementos preexistían en la roca, y como obedeciendo á una tendencia enérgica, á la cristalización, se han apoderado en cierto modo de los primeros á su paso, según sus afinidades: de manera que el mineral se forma, por decirlo así, *in situ*.»

«En los filones metalíferos, por el contrario, casi todo lo que se ha depositado en el canal de circulación del manantial parece extraño á la roca que constituye las paredes. Son, pues, efectos muy diferentes de la misma causa, y la reunión de ambos en un mismo punto, en Plombières, no deja duda acerca de su origen común.»

«Hay una analogía extraordinaria entre la producción de los silicatos cristalizados del cemento de Plombières y la formación de los silicatos que se encuentran en una multitud de rocas metamórficas.»

Á pesar de esto y de manifestar con cuantos visos de probabilidad el metamorfismo local que hoy se está efectuando en Plombières llegará á ser regional, y de sacar en consecuencia que ese es el origen de la conversión completa en sílice de algunas capas que antes eran calizas, escribe el siguiente párrafo:

«Ha bastado un agua tibia y apenas mineralizada para transformar la mampostería y engendrar en ella silicatos hidratados y cristalizados. ¿No serían los efectos más considerables aún, si el agua, fuertemente caldeada y mantenida en estado líquido por la presión

»de las masas superiores, circúlase lentamente á través de ciertas
»rocas, como sucede en el cemento de Plombières, obrando sobre
»ellas á la alta temperatura que conviene para la formación de los
»silicatos anhidros?»

Sigue, pues, manifestando M. Daubrée, en 1859, que el *metamorfismo* debe de ejercerse á grandes profundidades; pero ya no cree, ó por lo menos no lo expresa de una manera tan absoluta, que la profundidad, ó la presión y temperatura elevadas, sean un requisito indispensable para que aquel efecto se produzca. Con respecto á los yacimientos metalíferos es algo más explícito. Dice: «Las combinaciones metálicas que proceden de las profundidades se acumulan con mucha frecuencia en las grietas preexistentes de los terrenos y han formado los filones metalíferos.»

Indica que algunas veces esas combinaciones y los demás variados compuestos que las acompañan se esparcen en las rocas y, penetrando la substancia que las constituye, les hacen sufrir profundas transformaciones, y menciona al efecto la introducción cerca de rocas eruptivas de ciertas masas de hierro oligisto y minerales de estaño (en localidades que cita), alterando profundamente las rocas sedimentarias en que se hallan y dando origen á minerales característicos.

Añade que cuando las transformaciones las han sufrido macizos enteros de ciertos terrenos, sucede á veces que en extensiones muy grandes las substancias metálicas se han interpuesto en ellos, en condiciones tales que es imposible resistir á la idea de que su llegada al punto en que se hallan está relacionada con la causa misma que ha producido el metamorfismo. En resumen, según el autor, los depósitos metalíferos, como las efusiones silíceas que surcan muchas comarcas, no son sino casos particulares del metamorfismo.

Nada que pueda alterar esta manera de ver de Daubrée contienen las dos últimas obras que ha publicado con el título de *Las aguas subterráneas en las épocas antiguas* ⁽¹⁾ y *Las regiones invisibles del globo y del espacio celeste* ⁽²⁾, de las cuales es la segunda, en la parte

(1) París, 1887.

(2) *Bibliothèque scientifique internationale*: París, 1888.

referente á la acción mineralizadora de las aguas subterráneas, una reproducción extractada de la primera, y ésta contiene los principales pasajes de la Memoria que escribió en 1859, que, así como la de 1857, ya citadas, constituyen sus principales trabajos sobre esta materia, justamente premiados por la Academia francesa.

Á Daubrée precedió Delesse en el camino de la experimentación, ó por lo menos empezó á publicar un poco antes sus *Estudios sobre el metamorfismo* ⁽¹⁾, trabajo colosal en que se refieren con una imparcialidad notable los resultados de los innumerables experimentos que hizo y que le condujeron á negar, contra la opinión generalmente admitida, la gran influencia de las llamadas rocas eruptivas sobre las sedimentarias adyacentes; sosteniendo, por el contrario, que se metamorfosean mutuamente la una á la otra en una cortísima distancia, como sucede, dice, con dos rocas cualesquiera que se encuentran en contacto; así como admite también que los minerales que se forman en ese contacto se encuentran lo mismo en una que en otra, en la eruptiva como en la que le sirve de caja, siendo fácil darse cuenta, cuando se estudia su origen, de que la mayor parte de ellos proceden de infiltraciones y secreciones que han impregnado las dos rocas que se hallan en contacto, ó han rellenado sus grietas y cavidades, abiertas al verificarse la erupción. Con frecuencia, añade, esos minerales se han formado á expensas de los elementos suministrados á la vez por las dos rocas.

El mismo Delesse, que en sus experimentos relatados en 1857 había deducido que el calor transmitido por las rocas eruptivas podrá ocasionar el metamorfismo de contacto, pero en manera alguna el que se ejerce á cierta distancia, y menos aún cuando se interponen rocas no transformadas entre la metamórfica y la plutónica, estudió atentamente el problema, y este estudio le condujo á manifestar en 1866 ⁽²⁾ que las rocas llamadas eruptivas, lejos de ser la causa inmediata del metamorfismo, pueden considerarse como un efecto de éste

(1) *Études sur le métamorphisme. Ann. des Mines*, 5.^a serie, tomo XII, páginas 89-288, 417-516, 705-772, y tomo XIII, pág. 321-416.

(2) *Recherches sur l'origine des roches*: París, 1866.

llevado al más alto grado de energía, y que la apariencia cristalina y aun vitrificada que algunas presentan no es indicio positivo de haber sufrido la elevada temperatura que exigiría para fundirse el menos refractario de sus componentes, sino que por el concurso del calor, del agua y de la presión pueden producirse los efectos químicos, los de plasticidad, agrupación, cristalización y demás que se han logrado en los experimentos por dicho concurso.

En otra Memoria publicada en 1869, premiada por la Academia de Ciencias de París ⁽¹⁾, el repetido geólogo da un paso más, y declara que «las causas del metamorfismo general ó regional son, según lo había hecho ya observar Élie de Beaumont, las que se encuentran cuando se penetra en el interior de la tierra; es decir, el calor, el agua, la presión, y sobre todo las acciones moleculares ⁽²⁾.»

Haciéndose cargo de este pasaje de Delesse para oponerle á las observaciones de Daubrée en Plombières (y lo mismo hubiera podido hacer con las practicadas en Bourbonne-les-Bains), un ingeniero español ha comentado la declaración del primero de esos dos geólogos diciendo: «Aunque no se expresa cuáles son esas acciones moleculares ni las causas que pueden darles origen, parece indudable que se trata de las reacciones químicas y de los efectos de agrupación, verdaderos transportes materiales de las moléculas, que en unos casos se ha atribuido á la afinidad química, en otros á la fuerza cristalogénica, á la atracción molecular y demás á que es preciso apelar cuando no se acepta el movimiento de la materia como fuerza única. De todos modos, es de gran transcendencia considerar como causa principal del metamorfismo regional las acciones moleculares; pues si Daubrée, apoyándose en sus experimentos, tuvo motivo para suponer que el concurso del calor, del agua y de la presión es capaz de producir los principales fenómenos del metamorfismo, también lo hay para decir, en vista de lo que la naturaleza pone de manifiesto en Plombières, que esos mismos fenómenos pueden obtenerse sin una presión superior á la de la atmósfera y sin necesidad de acudir al ca-

(1) *Études sur le métamorphisme des roches*: París, 1869.

(2) Delesse, loc. cit., pág. 4.

»lor central, puesto que han tenido efecto en una cañería romana, á una profundidad insignificante, y por la acción lenta, pero continua, de una pequeñísima cantidad de agua cuya temperatura no excede de 70 grados centígrados ⁽¹⁾.»

En resumen, Delesse, que como Daubrée parece ver en la formación de los yacimientos metalíferos un caso particular del metamorfismo, y acepta la teoría hidrotermal, considera que la causa principal está en las acciones moleculares que se ejercen entre los elementos de dos rocas cualesquiera que estén en contacto; y para explicar la presencia de los minerales que se agrupan en ellas cerca de ese contacto, ó que rellenan las grietas de las rocas, dice que son los que existen en su masa, sin necesidad de que vengan de las profundidades ⁽²⁾.

El profesor James D. Dana publicó en 1862 la primera edición de su *Manual of Geology*, el mejor indudablemente que se ha escrito en los Estados-Unidos de América y uno de los más estimados entre los geólogos de todo el mundo. La tercera y última edición es del año de 1879 ⁽³⁾, y en ella, al hablar del origen de las grietas, atribuye á la contracción las llamadas *vetas incisas* (*gash veins*), y á las acciones ó movimientos subterráneos las grietas ocupadas por los filones más profundos, haciendo observar que las vetas abundan más en los terrenos metamórficos, porque durante la época del metamorfismo ha sido también cuando más perturbaciones y trastornos han ocurrido en la masa terrestre. Atendiendo á la manera como se han llenado las grietas, las subdivide en vetas de infiltración, vetas á manera de dykes y vetas de contacto, según se hayan llenado gradualmente, sin la intervención de rocas eruptivas, de una vez, introduciéndose la roca plástica en el período del metamorfismo, ó por el intermedio de las rocas ígneas eruptivas.

No le seguiremos en la explicación detallada de cómo se ha verifi-

(1) Fernández de Castro, Discurso pronunciado en la Real Academia de Ciencias, etc.: Madrid, 1878, pág. 33.

(2) *Ann. des Min.*, tomo XIII, quinta serie, pág. 413: 1858.

(3) *Manual of Geology*, etc., by James Dana, tercera edición, 1879.

cado el relleno en cada uno de estos tres sistemas y en las capas impregnadas y vetas sedimentarias, y sólo haremos notar que, en su concepto, no existen los supuestos criaderos ó vetas de mineral completamente eruptivo ⁽¹⁾. No obstante esto, Dana es de los geólogos que se inclinan á creer en la existencia de un núcleo líquido candente, rodeado por una corteza de poco espesor que permite los cambios de nivel que ocurren en la superficie del globo terrestre; apela, sin embargo, á la teoría de Mallet para explicar el origen del calor que produce el metamorfismo ⁽²⁾.

Vezián, en su *Prodrome de Géologie*, obra escrita para servir de texto en la cátedra que le estaba encomendada en Besançon, se ha hecho naturalmente intérprete de las opiniones que dominaban entre sus colegas de Francia el año 1864 en que escribía; así es que admite que los filones son grietas que se han llenado posteriormente con materias pétreas y metálicas, explicando el origen de los filones concrecionados de Élie de Beaumont por fenómenos hidrotermales, con la circunstancia, dice, de que el agua necesita haber estado á una temperatura elevadísima; pero está tan arraigada en él la idea del plutonismo que, al definir los filones como una masa achatada intercalada en las rocas que le sirven de caja, dice: «que un filón se prolonga por la parte inferior hasta que encuentra otro más corpulento, al cual se suelda como la rama de un árbol á otra rama principal; y que si se pudiera seguir á un filón hasta su origen, se le vería unirse ó confundirse con alguna gran masa de materia eruptiva, como se une un río al lago de donde toma origen ⁽³⁾.»

Dadas á conocer las ideas que adoptaron y enseñaron á sus discípulos los dos profesores Dana y Vezián, cuyos tratados generales de Geología son los más populares ó extendidos entre los que se han publicado en Europa y en América durante la década de 1860 á 1870, sólo añadiremos que en ella vió también la luz una obra especial

(1) Dana, loc. cit., pág. 773.

(2) Dana, loc. cit., pág. 762.

(3) *Prodrome de Géologie*, par Alexandre Vezián: Paris, 1864, tomo II, página 209.

muy estimada en Alemania, la cual, con el título de *Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien*, por Johann Grimm, se imprimió en Praga el año de 1869.

No obstante la carencia de obras especiales acerca de los criaderos metalíferos, son infinitos los autores de monografías que trataron esta materia, ya describiendo con más ó menos minuciosidad yacimientos determinados, ya haciendo experimentos para comprobar en el laboratorio las ideas emitidas acerca de la manera como se forman los minerales en la naturaleza, según lo prueba la siguiente enumeración de algunos de los geólogos que entresacamos de las interesantes revistas científicas que se publican en Alemania, Francia, España, Inglaterra, Italia y Estados-Unidos de América, sin que nos sea posible intercalar el más ligero comentario ni apuntar siquiera los títulos de sus escritos ni las fechas en que se dieron á luz. Por lo demás, nada tan fácil como buscarlos en las mencionadas publicaciones científicas que andan en manos de todos, se encuentran en las bibliotecas públicas, y no debieran faltar en las de nuestras Universidades é Institutos.

Mencionaremos, pues, los nombres, y nada más que los nombres, de los que no habiendo sido ya citados en las páginas que preceden, han publicado desde 1860 á 1870 trabajos importantes sobre los criaderos metalíferos: acerca de los de España, han escrito Sevoz y Breuil, Jacquot, Bauzá, Bignon, Bernáldez, Rua Figueroa, Pütz y Carl Weiss; de los de Francia, Meissonnier, Simon, Lory, Gislain, Mussy, Evrard, Delbos y Koechling, Boisse, Parran, Braconier, Genreau y Gindre; de la Europa central, Laube, Vogelgesang Richthofen, Hingeneau y Debreczenyi, Max Braun y Lipold; de Italia y otros países de Europa, Gaetano Burci, vom Van Rath, Giordano, Blanchard y Telef Dahll; de América, Dorsey, Laur, Cazotte, D. Forbes y el ya citado Richthofen; de Filipinas y Australia, Santos, Selwyn y R. Brough Smith: mereciendo mención especial E. Söchting, que en 1860 publicó una obra en que trata de una manera general de los envolventes de los minerales, y también los trabajos de Michel Lévy y Choulette sobre los filones de Przibram, en



Bohemia, donde dicen haber encontrado 24 cuerpos simples formando 60 combinaciones diferentes; hecho que robustece la opinión de Bernardo von Cotta, según el cual no es posible fijar edad á los metales, como lo han pretendido algunos geólogos, y que puede aducirse en confirmación de la idea de que no son las erupciones sucesivas procedentes de las grandes profundidades las que en la generalidad de los casos han rellenado los filones.

Una obra que citan con encomio los geólogos, y en la cual se consagran algunas páginas al estudio de los criaderos metalíferos, es la de C. F. Naumann, titulada *Lehrbuch der Geognosie*, cuya segunda edición, impresa en Leipzig en 1872, no llegó á terminarse, por lo cual no hacemos más que mencionarla.

También es de grandísima importancia el *Corso di Geologia* del profesor Antonio Stoppani, impreso en Milán en 1875, cuyos tres tomos son un vasto almacén de datos recogidos en las mejores fuentes y de observaciones propias hechas con la profundidad del que escribe sobre un punto especial, más bien que del que publica un tratado general.

Stoppani dedica todo el capítulo XIX de su *Geologia endográfica* ⁽¹⁾ á los *filones*, que considera como la forma más común é interesante de los depósitos minerales y que *à priori* señala como debidos á la actividad de los agentes secundarios del vulcanismo, es decir á las emanaciones de gases y vapores, á las fuentes termominerales, geysers, etc., etc., y cree que sería tiempo perdido el que se emplease en demostrar que el relleno de las grietas que constituyen los filones es debido á un producto endógeno; conviniendo con Burat en que no hay ejemplo de que un verdadero filón se pierda en profundidad. La forma cristalina de los filones le hace suponer que el relleno ha tenido lugar por sublimación, por infiltración ó por la circulación de líquidos cristalizables, pero de todos modos por depósitos sucesivos sobre las paredes de la cavidad; y enumera una porción de minerales y criaderos conocidos de todos los geólogos para demostrar que están en relación con rocas eruptivas, deduciendo en

(1) Tomo III, páginas 421-434.

consecuencia que los criaderos inmediatos son efecto de lo que él llama *metamorfismo perimétrico* ⁽¹⁾, es decir producido en el perimetro de acción de los volcanes ó de las rocas eruptivas que, con inclusión del granito, considera como las volcánicas de los primitivos tiempos geológicos ⁽²⁾.

No se crea, añade en otro lugar, que porque he asemejado la formación de los filones á la incrustación externa de los manantiales calizos, haya querido indicar que atribuyo el henchimiento de los filones á la acción inmediata de las aguas que circulan por el interior del globo, nó; en cuanto á los minerales que llenan los filones, tengo para mí como cosa indudable que se debe atribuir su origen á los vapores acuosos que mantienen en disolución, por efecto de la alta temperatura y de los gases, las sustancias que después se fijan, y da el razonamiento en que funda esta opinión, el cual sería largo repetir aquí ⁽³⁾.

Entre las circunstancias que señala Stoppani como características para deducir que un mineral ha estado disuelto, ó, lo que es lo mismo, que se ha generado por la vía húmeda, incluye los que han sustituido por un procedimiento electro-químico á sustancias orgánicas, y concluye con el siguiente párrafo:

«De los hechos expuestos se deduce, como consecuencia legítima: »que el agua es el agente universal, el agente creador en las composiciones, en las conversiones y en las sustituciones, y el primer factor de la actividad interna del globo, donde labora asiduamente bajo el impulso del calor y de la electricidad, asociándose á todos los elementos telúricos. El que desee mayores detalles, añade, »puede consultar la obra de Bischof ⁽⁴⁾, donde encontrará infinidad »de observaciones, de las que resulta que todos los minerales de los filones, así las gangas como las venas metálicas, se originan por la »vía húmeda.»

(1) Stoppani, loc. cit., pág. 431.

(2) Stoppani, loc. cit., pág. 66.

(3) Loc. cit., pág. 435.

(4) Lehrbuch, d. *Chem. Geologie*, vol. III, páginas 631-912.

He aquí, para terminar, las palabras con que el mismo autor da fin al capítulo que trata de esta materia:

«Á propósito de los filones podría repetirse cuanto hemos dicho acerca de la uniformidad con que obra la naturaleza en la formación de las rocas eruptivas en todas las épocas; uniformidad que no ha podido encontrar contradicción ni en la variedad misma de las rocas. Y para ser breves, diremos:

»1.º Que la naturaleza ha actuado siempre del mismo modo en la formación de los filones que presentan siempre la misma estructura.

»2.º Que el principal agente empleado en sus múltiples procedimientos fué siempre é invariablemente el agua.

»5.º Que los mismos minerales ó minerales análogos se han producido en todas las épocas.»

M. Alfredo Caillaux, ingeniero de minas, ha escrito una obra interesante, publicada en París en 1875, con el título de *Cuadro general y descripción de las minas metálicas y de los combustibles minerales de Francia*, de la cual hemos tomado algunos datos ⁽¹⁾.

Uno de los párrafos de este libro lo dedica su autor á exponer la teoría de los yacimientos metalíferos, empezando desde Agricola hasta Bernardo von Cotta, después de lo cual emite su opinión en los siguientes términos:

»La diversidad de opiniones sustentadas hace comprender cuán complejo y difícil de tratar es el asunto; y es probable que, como ha dicho con gran prudencia el profesor Cotta, no se logre nunca formular una teoría que abrace la generalidad de los hechos.

»Mientras más se adelanta y mayores conquistas hace la ciencia, más parece reconocerse que los depósitos metalíferos han podido originarse al mismo tiempo por procedimientos muy diferentes.

»El origen de las sustancias que constituyen esos depósitos no está aún bien definido: nosotros mismos no nos damos cuenta de la vaguedad que encierra el pensamiento que expresamos al decir que di-

(1) *Tableau, etc.*: París, 1883, pág. 59.

chas sustancias vienen de las profundidades de La Tierra, mientras que parece racional suponer que existían uniformemente diseminadas en las rocas hasta el punto de ocultarse á la delicadeza de nuestros análisis.

»La idea de la *secreción lateral* parece, pues, natural y ha impresionado hace mucho tiempo á los antiguos mineros. Se comprende, en efecto, que pueda aplicarse á muchos hechos y que adquiriera gran consistencia cuando se relaciona con el metamorfismo en su acepción más extensa, es decir cuando se refiere á la transformación de las rocas, desde las más modernas hasta las más antiguas.

»Asociando la idea de la diseminación de las sustancias metálicas en las rocas con la del metamorfismo considerado como un fenómeno que al presente se ejerce todavía en todo el espesor de la corteza terrestre, no sólo bajo la influencia de las diferencias en el grado de calor que determinan las afinidades químicas, sino también bajo la del agua, que, como en un vasto océano subterráneo, circula en el seno de las masas minerales, entre sus moléculas y en sus intersticios y quiebras, en estado líquido, gaseoso, esferoidal ó caldeado, ó bajo la de las acciones eléctricas, en fin, llega uno á formarse idea de la inmensa serie de hechos realizados desde los tiempos geológicos más remotos, de los cuales muchos, la mayor parte, no se han hecho visibles para nosotros sino por las profundas denudaciones ó por los movimientos de la corteza terrestre que los han puesto á nuestro alcance.

»Las masas minerales sedimentarias se hallarán tanto más transformadas cuanto más se acerque su origen á los tiempos geológicos primitivos; las sustancias metalíferas que contenían, arrastradas en un movimiento molecular de una lentitud infinita, llenarán sus grietas, constituyendo en ellas filones propiamente dichos, ó concentrándose según ciertas líneas, y formando masas más ó menos extensas, rodeadas de roca pizarrea concéntrica ó paralela á la forma que tengan, y en uno y otro caso presentarán asociaciones diversas, según las influencias eléctricas á que hayan estado sometidas.

En las capas más recientes las sustancias metálicas podrán estar

concentradas, más ó menos abundantemente, alrededor de ciertos puntos ó en ciertas hendiduras, ó penetrar íntimamente todo el espesor de una de esas capas.

«En fin, muchas de esas concentraciones, en los filones y fuera de ellos, seguirán realizándose, como ha dicho Cotta, según leyes desconocidas: muchas de ellas serán arrastradas y transportadas á grietas más recientes; pero todos los hechos que se refieren al conjunto de fenómenos relativos á la generación de las sustancias metálicas en el seno de la tierra ó á su paso de unas á otras, abrazando á la vez acciones metamórficas é hidrotermales, se relacionarán mutuamente sin discontinuidad con los mismos lazos que se observan en la serie continua de los terrenos sedimentarios.

»No llevaremos más adelante estas consideraciones sobre los yacimientos metalíferos: lo dicho basta para manifestar cuán complejo y difícil es el asunto y cuán grande es la importancia de la práctica para el conocimiento y explotación de las sustancias metálicas.»

Otra obra general que tiene merecida fama es el *Tratado de Geología y de Paleontología* de Credner, profesor de la Universidad de Leipzig (1). La primera edición de este libro se publicó en 1872, y dice el autor que en él se ha propuesto, sobre todo, considerar La Tierra como un sér viviente y seguirla en su desarrollo continuo desde el momento de su individualización hasta el estado en que hoy la vemos, oponiéndose en esto al método puramente descriptivo que fija en el ánimo la idea de un planeta muerto, invariable en sus contornos, incapaz de sufrir acción ninguna.

Obedeciendo, sin duda, á ese propósito y por otras razones en que no es del caso entrar aquí, en vez de tratar de los filones metalíferos en un capítulo especial, lo hace en cada uno de los terrenos donde se abrieron las grietas en que se ha depositado la materia del filón. No nos es posible, por lo tanto, dar á conocer la opinión del autor acerca de la formación de los criaderos minerales de una manera concreta y con sus propias palabras como sería nuestro deseo; nos limitaremos,

(1) *Traité de Géologie et de Paléontologie*, par Credner, traduit sur la 3e édition par R. Moniez: Paris, 1879.

pues, á indicar que al hablar del agua líquida como agente geológico, trata de lo que llama *procedimientos hidroquímicos*, según los cuales las aguas que penetran en las rocas, arrastrando consigo ácido carbónico, oxígeno y sustancias orgánicas, determinan disoluciones, cambio de minerales anhidros en minerales hidratados, oxidaciones, reducciones y formación de carbonatos por la alteración de silicatos: resultando de todo ello que se forman disoluciones minerales que dan lugar á depósitos, entre ellos los que existen en el interior de las montañas, llenando progresivamente las grietas y dando origen á los filones.

Agrega, sin embargo, que esta manera de formarse los filones, sustrayendo á las rocas que les sirven de caja las materias que los constituyen, no es la más general, sino que muchos deben su origen más bien á las fuentes minerales que proceden de las regiones profundas.

Añadiremos ahora, como dato interesante para la explicación de algunas de las teorías que se han expuesto, y aun de las mismas ideas de Credner, que al tratar éste de las sustancias minerales que van á parar al mar, después de haber quedado la mayor parte de las que arrastran las aguas corrientes en las grietas, cavidades y sobre la superficie al ponerse en contacto con la atmósfera, recuerda que, sin contar las materias orgánicas y el hidrógeno y el oxígeno que constituyen el agua, se han encontrado en la del mar 29 cuerpos simples, entre ellos la plata, el cobre, el zinc, el plomo, el cobalto, el níquel, el hierro, el manganeso, el aluminio y el arsénico, en cuya lista no menciona el oro, sin duda por olvido, pues el profesor de química Malagutti asegura haberlo hallado en sus análisis. Puede servir de complemento para el objeto de esta cita la que hemos hecho algunas páginas antes (1) acerca de los filones de Przibram, en Bohemia, donde se han contado hasta 24 cuerpos simples; así como también lo que resulta de las investigaciones de M. Dicaulafait, que ha encontrado muchos de esos cuerpos metálicos en todas las rocas de los terrenos paleozóicos que ha examinado.

(1) Pág. 434.

Cerraremos la serie de los que han escrito acerca de la formación de los criaderos minerales, en la década comprendida entre los años 1870 y 1880, con el *Tratado de yacimientos metalíferos*, por el director de la Real Academia de Minas de Clausthal, Alb. von Groddeck, publicado á fines de 1879 (1). Es este libro tan completo y ordenado, y se estudian en él con tal método y detalle las cuestiones que se refieren á los criaderos metalíferos, que todo parece igualmente interesante, siendo difícil resumir la opinión del autor en breve espacio y de una manera concreta.

Consigna en la introducción, como síntesis de su obra, que el objeto del estudio de los yacimientos metalíferos es, en definitiva, adquirir ideas claras acerca de su origen, cuyo fin nos hallamos lejos de conseguir, porque hay aún muchos vacíos en los conocimientos positivos que acerca de la materia se poseen, por más de que cada observación nueva nos acerca á la meta; é indica que nadie como el minero, que diariamente practica esas observaciones y puede representarlas con fidelidad en sus menores detalles gráficamente y por escrito, se halla en condiciones de contribuir al progreso de aquellos conocimientos.

La parte del libro intitulada *Teoría de la formación de los yacimientos metalíferos*, empieza por tratar del *origen de los minerales*, acerca del cual dice que cuando se busca el de los elementos, eternos por sí mismos, que se encuentran en la superficie de la tierra, y por consiguiente el de los metales, si no se quiere remontar hasta ese período primitivo de la historia del globo, acerca de la cual apenas dan luz las hipótesis de Kant y de Laplace, hay que buscarlo en las rocas de las formaciones primitivas y en las eruptivas de todas las épocas.

Las pizarras cristalinas de la formación primitiva son los elementos más antiguos de la corteza terrestre accesibles á nuestras investigaciones, y toda explicación plausible acerca del modo como se formaron debe aplicarse también á la de los depósitos metalíferos interstratificados con ellas.

(1) *Traité des gîtes métallifères*, par Alb. von Groddeck, traduit de l'allemand par H. Kuss: Paris, 1884.

Es sabido que se han emitido tres hipótesis diferentes acerca de la formación de las pizarras cristalinas, y que las tres admiten por base una formación sedimentaria. Para los partidarios de las hipótesis del metamorfismo plutónico ó del metamorfismo hidroquímico, las pizarras cristalinas son sedimentos ordinarios, calizas, filadios, etc., gradualmente transformados y metamorfoseados durante el curso de los siglos: según la primera hipótesis, el metamorfismo se produjo por la acción lenta del calor interno del globo, y con arreglo á la segunda por la acción continua del agua. La tercera admite una formación cristalina desde el origen en un mar caldeado, bajo la presión de una atmósfera muy densa. Groddeck es partidario de esta última hipótesis, considerada desde el punto de vista fisico-químico y también desde el geológico. Ya sea de una manera, ya de otra, las materias metalíferas depositadas en estas capas primitivas han sido de nuevo destruidas en parte por las revoluciones posteriores del globo, para volverse á depositar después en otros puntos, y merecen, por lo tanto, llamarse primitivas. Desde que las pizarras cristalinas se depositaron sobre un fondo que no conocemos, tal vez sobre la corteza misma resultado del enfriamiento del globo terrestre, ya suministraron materiales en cantidad casi ilimitada, cuyo transporte ulterior por el agua debía producir sedimentos más recientes, rellenamiento de cavidades, etc.

Pero no bastaba esto: de lo profundo se elevaron é invadieron las grietas de las rocas sedimentarias las eruptivas, derramándose en mayor ó menor extensión por la superficie, y de ese modo han venido constantemente del interior á la superficie materiales para nuevas formaciones.

El agua, continúa Groddeck, es uno de los agentes más poderosos de La Tierra: su acción tranquila y continua destruye las montañas y da origen á nuevas formaciones; disuelve á la larga minerales que nos parecen insolubles, los reduce á fragmentos y deja casi en todas partes, en las grietas y en las cavidades lo mismo que en la superficie, depósitos de minerales nuevos. Las fuentes termales ó frías contienen la mayor parte de los elementos en estado de disolución;

su actividad mineralizadora se reconoce, por consiguiente, de una manera clara en los depósitos que forman.

Al tratar de la formación de minerales en las oficinas metalúrgicas y en los laboratorios, dice que los cuerpos más insolubles son los que con más frecuencia se encuentran en la naturaleza, porque el agua, que en todas partes abunda, está siempre pronta á destruir y arrastrar los más solubles, y añade que cuando el agua contiene ácido carbónico, apenas hay cuerpos que sean completamente insolubles como el oro y el platino; y aunque es verdad que las más veces no disuelven sino pequeñísimas cantidades, todas reunidas acaban por constituir á la larga masas importantes. Parece que la naturaleza emplea de preferencia esas disoluciones extraordinariamente diluidas; pero consigue con ellas producir grandes efectos.

La presencia de ciertas sales en el agua aumenta considerablemente su poder disolvente: así es que, según Bischof, 10000 partes de agua pura no disuelven mas que una parte de sílice amorfa, mientras que, adicionándole un poco de carbonato de sosa, llega á disolver cinco veces más.

Las reacciones recíprocas de diferentes cuerpos puestos en presencia unos de otros en estado de disolución, abren un campo vastísimo á la actividad química. En los laboratorios se realizan diariamente precipitados, y es raro que esos precipitados tengan la forma y propiedad de los minerales naturales; pero consiste en la rapidez con que se verifica el fenómeno y como consecuencia de la concentración de las disoluciones. Bischof ha podido obtener, sin embargo, sulfuro de plomo con todos los caracteres físicos de la galena.

El poder disolvente y las reacciones de los líquidos son mucho más enérgicos cuando la temperatura y la presión se elevan sobre la ordinaria.

Después de estas consideraciones, que no hacemos más que apuntar y que Groddeck presenta con bastante extensión, escribe lo siguiente como conclusión general:

«En vista de la multitud de experimentos relativos á la formación

«natural y artificial de minerales, hemos debido limitarnos en las páginas que preceden á recordar los hechos más importantes para la teoría de los criaderos metalíferos. La conclusión principal que resulta de todos ellos es que el mismo mineral puede formarse en condiciones muy diversas: por vía ígnea, por sublimación, por vía húmeda, en las condiciones ordinarias ó á una elevada temperatura y alta presión.»

En una palabra: «La teoría de la formación de los yacimientos metalíferos debe ser la expresión del conjunto de nuestros conocimientos sobre este particular, y no puede responder al estado actual de la ciencia sino considerando los criaderos como individuos geológicos, cuyo estudio es inseparable del de la historia de todo el globo terrestre.»

Con respecto á la formación de los yacimientos estratificados, Groddeck opina que merece la preferencia la hipótesis según la cual las materias que los constituyen fueron depositadas antes que el techo que los cubre; y entra á seguida en el examen de si los metales se han depositado allí en el estado de combinación en que hoy se encuentran ó si han intervenido transformaciones ulteriores, y se inclina á lo primero, con salvedades acerca de casos especiales que sería largo consignar aquí; haciendo notar, por último, que en las rocas estratificadas existen verdaderas impregnaciones, como la del ejemplo que cita de una arenisca abigarrada que se hallaba impregnada de minerales oxidados de cobre en el contacto con una roca eruptiva abundante en piritas. Esa arenisca se hallaba impregnada sólo en el contacto, y por consiguiente no podía haber duda acerca del origen del mineral.

En otra parte de su libro, al tratar de los filones que atraviesan rocas estratificadas, después de clasificar las grietas de una manera minuciosa y de tratar separadamente de las producidas por *enfriamiento, desecación ó hundimiento y levantamiento*, que corresponden todas á un orden que llama *grietas de contracción*, así como de las de *plegamiento y presión*, que corresponden á las denominadas *grietas de dislocación*, y después de tratar nuevamente, aunque desde un

punto de vista diferente, de los medios de llenarse las grietas, discutiendo cada uno de ellos, dice:

«No queda, pues, otro procedimiento admisible para explicar cómo se llenaron los filones que atraviesan las rocas estratificadas, sino el de la vía húmeda; y es verosímil que por la vía húmeda también se han llenado, á lo menos en su mayor parte, los filones de las rocas eruptivas. En este caso, pues, ha sido también el agua el principal agente mineralizador.»

Por último, hablando de la influencia que tiene en los filones la roca que le sirve de caja, influencia sobre la cual llamó la atención con insistencia hace más de sesenta años el eminente geólogo De La Beche, y que muchos han querido negar, asentando Groddeck que esa influencia existe y que en muchos casos puede explicarse por reacciones químicas entre los elementos de la roca y los líquidos que circulasen por las grietas y poros de la misma, agrega:

«Hay que notar, en fin, que von Beust ha demostrado la influencia favorable que ha ejercido en ciertos filones una zona de ramificaciones que los corta ⁽¹⁾. Se ha observado en un gran número de puntos que el modo de ser cambia y se hace en general más favorable en las rocas atravesadas por grupos de venas. Las venas pueden facilitar el lavado (*lessivaje*) de la roca y ejercer también una influencia favorable; pueden haber sido los canales por donde las disoluciones metalíferas aflúan abundantemente á los grandes filones, ya procediesen de las inmediaciones, ya de regiones lejanas. Es, por otra parte, muy dudoso que la influencia favorable que ha ejercido sobre el filón la roca de la caja se deba sólo á reacciones químicas, y von Cotta tiene mucha razón al atribuir también cierta influencia á la conductibilidad térmica, al peso específico, á la porosidad de las rocas y á las corrientes eléctricas ⁽²⁾.»

Ya es tiempo de terminar lo que acerca de la interesante obra de Groddeck hemos creído no poder dejar de decir, y terminaremos copiando el siguiente párrafo:

(1) V. Beust. *Ueber ein Gesetz der Erzvertheilung*, 1853 y 1858.

(2) Cotta, *Erzlagerstätten*, I, pág. 149.

«El caballero Herder ha clasificado de la manera siguiente las diversas teorías que se han emitido para explicar cómo se han llenado los filones:

- »1.º Teoría de la congeneración ó formación contemporánea.
- »2.º Teoría de la secreción lateral.
- »5.º Teoría del relleno *per descensum*.
- »4.º Teoría del relleno *per ascensum*.

«Ahora bien, se puede demostrar que todas estas teorías están justificadas en ciertos límites y.... se deduce, en consecuencia, que no se puede admitir una sola explicación para todos los filones, y que los geólogos que han sostenido cada una de esas teorías no han cometido otro yerro que el de generalizar demasiado conclusiones exactas para tal ó cual caso particular.» En resumidas cuentas, escribe en la última página de su obra, «tenemos muy pocas nociones exactas acerca de la formación de los criaderos minerales ⁽¹⁾.»

Pudiéramos señalar ahora más de un centenar de geólogos y mineros que durante el período de 1870 á 1889, antes y después de Groddeck, han prestado su concurso al estudio de los criaderos metalíferos, publicando escritos que, más ó menos directamente, se refirieron á la investigación de su origen, que es indudablemente la parte más difícil y transcendental de la Geología, considerada desde el punto de vista de la utilidad que puede prestar al hombre en sus aplicaciones á la industria minera.

Ya se comprenderá que al apuntar aquí algunos de esos autores, suprimiendo el mayor número, no es nuestro ánimo rebajar en lo más mínimo el mérito de los últimos; pero en la imposibilidad de mencionarlos á todos, porque ni tenemos la pretensión de conocer sus trabajos, ni aunque los tuviésemos á la mano sería dable hacer de ellos, en breve tiempo, un estudio comparativo, nos limitamos á designar los nombres que nos vienen á la memoria, por haber tenido ocasión de consultar sus publicaciones, ó porque nos conste que han hecho estudios especiales ó descripciones extensas de regiones ó minas metalíferas importantes.

(1) Groddeck, loc. cit. Tr. Kuss., pág. 170.

Citaremos, pues, á Jutier, Costeau, Meunier (S.), Kuss, Lodin y Stuart Menteth, que han escrito acerca de criaderos de Francia; á Herter, Steenstrup, Rogers y Stokes, que han tenido por objetivo los del Norte de Europa; á Grossouvre, Poszepny, Firket, Dewalque y Hoppe, que han descrito algunos de la Europa Central; á Quintino Sella, Nasse, Ponzi, Heim, Marchese, Symoni y Primatt, que se han referido á yacimientos del Mediodía de Europa; á Clark, Irving, Pumpelly, Silliman, Burthe, Clarence King y Clifton Ward, cuyos trabajos se refieren á la América del Norte, así como á la América del Sur los de Domeyko, Derby y Posada, y á la Australia los de Tate. Mencionaremos asimismo á Donayre, Grand, Cortázar, Egozcue, Mallada, Gil y Maestre, Arce, Maureta, Thós, Goenaga, Puig, Oyarzabal y Adán de Yarza, que han dado á conocer criaderos de España, y agregaremos que á Livesey, Wathered, Fuchss (C. W. C.), Gumbel y Alberto Serlo, se deben investigaciones que se refieren al origen de los criaderos en general.

Con el título de *Text-Book of Geology* ha publicado en 1882 un extenso tratado de esta ciencia M. Archibaldo Geikie, sucesor de Henry de La Beche y de Murchison en la dirección del Mapa Geológico de Inglaterra. Acérrimo defensor de las ideas huttonianas, sostiene la evidencia de un núcleo central igneo, origen del calor interno del globo.

Geikie admite las grietas preexistentes en el terreno; y según se haya depositado en ellas la substancia por sublimación ó por una disolución acuosa, ó bien en una masa pastosa fundida, así les da el nombre de *vetas minerales* en el primero y segundo caso, ó *vetas eruptivas* en el tercero.

Las vetas minerales ó filones las define Geikie diciendo que consisten en uno ó más minerales depositados dentro de una grieta de la corteza terrestre, que es por lo regular muy inclinada ó vertical, aun cuando ocurren casos, lo mismo en las cristalinas que en las rocas macizas, de que la inclinación sea muy suave, casi horizontal, de modo que parecen capas interstratificadas.

Todo cuanto escribe acerca del modo de ser de los filones; de su ri-

queza desigualmente repartida, hasta el punto de no contener á veces substancia ninguna aprovechable; la colocación simétrica de los minerales á lo largo de las paredes; la influencia de la roca de la caja en que la parte de la veta contigua sea más ó menos rica, todo lo trata como la generalidad de los geólogos; de suerte que al citar esta obra lo hacemos no porque contenga nada nuevo, sino porque manifiesta la manera de ver de la gran mayoría de los geólogos ingleses.

Tampoco M. A. Lapparent, ingeniero de minas y profesor de Geología del Instituto Católico de París, ha consignado ⁽¹⁾ en su tratado ninguna idea nueva acerca de la formación de los criaderos metalíferos; pero como su obra sirve de texto en varias cátedras, puede decirse que su contenido representa la manera de ver de una gran parte, si no de la mayoría, de los geólogos franceses.

Sin detenernos en la clasificación que hace de los criaderos; entrando ya en el estudio de los filones, en el cual considera separadamente el de la grieta que los contiene y la manera de llenarse ésta, consignaremos que, haciéndose cargo de algunos experimentos de Daubrèe y basándose en ellos, dice que «es permitido sacar en conclusión que los filones son fracturas determinadas por movimientos de torsión á que han estado sometidas ciertas partes de la corteza terrestre cuando los esfuerzos de dislocación sufrían desvíos por alguna causa profunda.»

El rellenamiento de las grietas ha podido verificarse, según admite este autor, de tres maneras: por inyección directa, por sublimación ó por circulación de aguas minerales. Rara vez, dice, se ha realizado el primer caso; es probable que haya ocurrido con más frecuencia el segundo, y el tercero es muy complejo, porque las substancias minerales han podido venir del exterior, exclusivamente del interior ó de una y otra parte á la vez, y pueden, en fin, haber procedido en totalidad ó en parte de la roca que le sirve de caja, en cuyo caso resultan los que pueden llamarse yacimientos de *exudación* ó *secreción*, muy diferentes de aquéllos cuyo relleno se debe

(1) *Traité de Géologie*: París, 1883 (1.^a edic.); 1885 (2.^a edic.)

principalmente á materiales internos, á los cuales puede aplicarse el nombre de yacimientos de *emanación*. Pero en realidad lo que interesa sobre todo, agrega, es la manera como se ha verificado el depósito de los minerales en la grieta, y la observación indica que hay tres categorías principales de filones:

1.^a Filones que se han llenado inmediatamente después de haberse abierto las grietas, debiéndose ambos efectos á la misma causa: son los que pueden llamarse *yacimientos de emanación directa*, á los cuales pertenecen los *criaderos estanníferos*.

2.^a Aquéllos en que el mineral se concentra después en masas en ciertas partes de una grieta ocupada anteriormente por la inyección de una roca eruptiva. Entre éstos, que podrían llamarse *yacimientos de separación*, se incluyen gran número de los *cupríferos*.

3.^a Aquéllos en que las gangas y los minerales se han depositado lentamente por circulación de las aguas ó vapores, adaptando sus productos á los dos labios de la grieta en forma de incrustaciones, ya sea que éste depósito se haga por simple evaporación y condensación, ó por efecto de fenómenos electro-químicos: éstos son los filones que Élie de Beaumont ha llamado *concreccionados* ó de *incrustación*, y se designan también con el nombre de *plomíferos*, porque de esa manera suelen presentarse los de dicho metal.

Afirma que todos los criaderos, ya pertenezcan á una ú otra de las tres categorías, se han llenado con substancias *íntimamente relacionadas con las erupciones de rocas internas* y resultan de fenómenos termo-minerales, contemporáneos ó consecutivos de esas erupciones.

Aunque no con mucha extensión, examina en párrafos separados los yacimientos estanníferos y los cupríferos, y termina con la siguiente reflexión:

«Para los criaderos cupríferos como para los estanníferos, parece que ha habido dos épocas principales de emisión: una relacionada con la erupción de los melafiros de la época permiana ó triásica, y la otra subordinada á la aparición de las serpentininas del eoceno superior.»

Nada de particular, que no se haya dicho ya, encontramos en el

párrafo destinado á los filones concreccionados ni en los que siguen, por lo cual sólo nos detendremos algún instante en el que trata de la distribución de las partes ricas en los filones.

Sentando que la distribución de las materias que constituyen los filones está muy lejos de ser uniforme en toda la extensión del mismo criadero, dice que la experiencia de los mineros de Cornuailles ha permitido á los Sres. Carne, Fox, Henwod y Thomas formular cierto número de reglas empíricas aplicables á los filones de cobre y estaño de aquella región; reglas que no transcribimos, pero que demuestran la influencia extraordinaria de la caja del criadero en la riqueza de éste, como lo reconoce el mismo Lapparent en el siguiente párrafo:

«En efecto, cualquiera que sea el origen del criadero y la manera como los minerales y las gangas se separen de las aguas que los contienen para adherirse á las paredes de las grietas, no puede menos de estar hasta cierto punto en relación con la naturaleza de las paredes. La composición mineralógica de las rocas, su conductibilidad, ya para el calor, ya para las corrientes eléctricas, entran en acción cuando las substancias metálicas se precipitan, y eso puede bastar para determinar en el plano de un filón cierta distribución de la riqueza metalífera conforme á las variaciones del terreno de la caja.»

No conocemos la obra del profesor J. S. Newberry; pero, de una noticia que acerca de ella ha publicado un periódico científico, extractamos lo siguiente, que puede dar idea de la opinión del autor acerca del origen de los criaderos metalíferos:

Divide todas las substancias minerales en tres agrupaciones: tierras, substancias carbonosas y metales, y éstas, al constituir criaderos, pueden presentarse en forma de *depósitos superficiales, estratificados é interstratificados*.

Incluye en los primeros las acumulaciones de oro, estaño, platino y algunas piedras preciosas; haciendo notar que los depósitos superficiales han suministrado probablemente las nueve décimas partes del oro utilizado por el hombre, la mayor parte del estaño, todo

el platino y sus asociados, como el iridio, osmio, etc., y que todas las gemas, excepto la esmeralda, se extraen de las minas en el Sur de América.

Forma, con los depósitos estratificados, los siguientes grupos: mineral constituyendo estratos enteros, como sucede con las capas de hierro; mineral diseminado en los estratos, como el cobre en las pizarras de Mansfeld y en las areniscas del Lago Superior, y mineral en masas segregadas de los estratos, como las hojas de cobre en las dichas areniscas del Lago Superior.

En la agrupación de depósitos interestratificados considera nada menos que ocho clases de criaderos: 1.º, depósitos en masas eruptivas; 2.º, diseminados en la roca eruptiva; 3.º, criaderos de contacto; 4.º, en Stockverks; 5.º, en lechos descompuestos; 6.º, por impregnación; 7.º, en bolsadas, y 8.º, en vetas.

Duda Newberry de la existencia de masas eruptivas metálicas, y se inclina más bien á considerar como debidas al metamorfismo en las menas de hierro el mineral cristalino de este metal que se ha visto en la isla de Elba y otros puntos, y aun el hierro en lechos del Lago Superior.

Como ejemplo de la segunda división presenta los trapps amigdaloides del mismo Lago Superior, cuyas cavidades se llenaron con sustancias metálicas después de formadas.

Manifiesta que los yacimientos de la tercera clase son debidos á causas diversas, pues en unos casos debieron resultar por segregación de los estratos contiguos, mientras que en otros proceden de la precipitación de las sustancias arrastradas por los manantiales que surgen á distancias más ó menos grandes: es carácter general de estos depósitos el de hallarse acumulados á lo largo de los estratos.

Constituyen el cuarto grupo las vetillas entrecruzadas, procedentes de la acumulación en ellas de sustancias arrastradas y disueltas en las aguas.

Rottenlayer ó lechos descompuestos se denominan en las minas de plata de Kongsberg, en Noruega, los depósitos pertenecientes al quin-

to de los grupos, y consisten en capas paralelas de rocas impregnadas de sulfuro de hierro, cobre, zinc, etc.

Llama depósitos por impregnación á los de la sexta división, que proceden de la penetración en rocas porosas de disoluciones minerales ó de vapores metálicos.

Las bolsadas, comprendidas en la séptima de las divisiones, son depósitos que llenan las grandes oquedades de las rocas; huecos producidos sin duda por la disolución de éstas, que, siendo calizas, bastaría que el agua se hallase cargada de ácido carbónico para producirlos.

Las *vetas metalíferas* del octavo y último grupo pueden dividirse en *vetas de crucero*, *vetas segregadas* y *vetas-filonas* ó simplemente *filones*.

En conclusión, para Newberry las teorías emitidas acerca de este particular son:

1.ª *Teoría de las erupciones ígneas*, según la cual procede la materia que rellena los filones del interior de La Tierra, depositándose á la manera de los diques de trapp y de basalto; teoría que queda contradicha por el hecho de hallarse reunidos el cobre y la plata al estado nativo sin formar aleación, y también porque el cobre se encuentra en los cristales de espato calizo y de otros minerales formados por disolución.

2.ª *Teoría de Werner*, que supone que las grietas se han llenado de arriba á abajo, lo cual es contrario á la manera de ser de los filones.

3.ª *Secreciones laterales*; teoría que, como su nombre lo indica, consiste en suponer que los minerales que constituyen el filón proceden de las rocas mismas de la caja; lo cual considera cierto para las vetas de crucero, pero de importancia secundaria en la formación de los filones; en apoyo de lo cual aduce la circunstancia de haber diferentes sistemas de filones que contienen minerales extraños á la formación que atraviesan, y otras varias razones.

4.ª *Teoría de la sublimación*. Á pesar de la facilidad con que ciertos metales se volatilizan para ser arrastrados en estado de va-

por, no parece al autor que sea ésta la teoría más aceptable para explicar la formación de los criaderos en general, por más que el vapor de agua mezclado ó interpuesto en el agua termal tenga verdadera importancia; pero este caso se separa mucho y es muy diferente cuando se trata de la sublimación de los metales.

Insiste Newberry en la marcada influencia de las aguas termales en los criaderos; observa que en muchos de los depósitos que actualmente se forman existen circunstancias análogas á las de los filones, pues contienen carbonatos alcalinos y piritas, no siendo aventurado creer que tales aguas, con carbonatos alcalinos é hidrógeno sulfurado, en condiciones varias de presión y temperatura, sean capaces de disolver y depositar luego todos los minerales que en la actualidad se hallan en los filones. La presencia de cantos y fósiles que se han encontrado en varios depósitos robustece también la teoría del relleno por medio de las aguas termales.

Las disoluciones metálicas se suponen procedentes de zonas metalíferas profundas del interior de La Tierra, ó del mineral diseminado en las distintas rocas, pero próximas en cierto modo á la superficie, que es la idea que más recomienda, no debiendo remontarse más allá del período estrato-cristalino para la historia del origen de las substancias minerales.

El Dr. Melchior Neumahr, en el segundo tomo de su magnífica obra *Descripción de la Tierra* ⁽¹⁾, dedica algunos párrafos á los *minerales metálicos* que supone deben ocupar el interior candente del planeta, sobre todo los más raros y pesados, que acaso habrían estado siempre ocultos á las miradas de los hombres, dice, si las erupciones y las emanaciones volcánicas ó los manantiales termales no trajeran á la superficie los indicios de los tesoros amontonados en el centro del globo.

Hay yacimientos, añade, en que el origen volcánico de los metales preciosos es claro é indudable; pero hay otros que con la misma seguridad puede afirmarse que son sedimentarios, es decir que pro-

(1) *Erdgeschichte*: Leipzig, 1887.

vienen de disoluciones acuosas; si bien en estos últimos el agua no ha intervenido sino como agente, depositando lo que había tomado de otros lugares, disolviendo los componentes de las rocas.

De éstas, las que más metales han traído á la superficie son las volcánicas, el granito y sus análogas y las pizarras cristalinas, habiendo demostrado Sandberger que en la mica (*glimmer*), en la augita, en el olivino y hornablanda de estas rocas existen pequeñas cantidades de cobre, plomo, cobalto, níquel, bismuto, plata, arsénico, hierro, antimonio y zinc, y Marx ha hecho ver asimismo que existía zinc en la andesita volcánica reciente, cuyos metales todos, por descomposición y otros procedimientos de transformación, pueden ser arrastrados y disueltos por el agua, depositándose en ciertas condiciones en lugares aislados; cuyos depósitos han ido aumentando constantemente y formado los yacimientos metalíferos.

La manera como éstos se han formado es tan variada como su composición, su estructura y su edad geológica: un mismo metal puede presentarse en muchas formas mineralógicas y en yacimientos muy diferentes, mientras que en el mismo yacimiento pueden estar reunidos muchos metales y minerales. Los yacimientos metalíferos no sólo no se presentan de un modo tan sencillo y uniforme como el carbón y la sal, sino que por la diversidad de sus formas y circunstancias es difícil hacer de ellos una clasificación sumaria.

En resumen, admite Neumahr la existencia de un núcleo fluido candente en el interior de La Tierra, donde deben hallarse los metales más raros y pesados, que el hombre no conocería tal vez si no vinieran á la superficie por las erupciones y emanaciones volcánicas y termales. Considera la explicación del origen de los criaderos metalíferos como el problema más arduo de la Geología, y adopta la clasificación establecida por Groddeck, sin que por su parte haya añadido la menor novedad á lo que otros han expuesto anteriormente.

El actual Director de la Comisión del Mapa Geológico de España, D. Manuel Fernández de Castro, publicó en la Habana en 1861 un

trabajo ⁽¹⁾ en que exponía sus ideas acerca de la influencia que ejercen las acciones electro-moleculares en la formación de los minerales, y cuatro años después, en 1865, daba á luz un *Estudio sobre las minas de oro de la isla de Cuba* ⁽²⁾, que se mandó imprimir de Real orden en la *Gaceta de Madrid*, en cuyo estudio se leen estas palabras:

«En el caso de Guaracabuya, como en otros muchos en que los geólogos explican el origen de los criaderos admitiendo el rellenamiento de grietas abiertas en el terreno por inyección ó sublimación de substancias procedentes del interior, creo más bien que el agrupamiento de ciertas substancias en direcciones dadas y alrededor de ciertos puntos, lo cual comprende igualmente los criaderos llamados regulares, los irregulares y las bolsadas, debe atribuirse á fenómenos electro-dinámicos y electro-químicos, ocurridos á tiempo que la masa se hallaba en estado de fluidez ó porosidad suficiente á permitir el movimiento de sus moléculas, obediendo á fuerzas electro-telúricas.

Otro trabajo del mismo autor, en que se sustenta con mayor copia de datos y abarcando un campo más amplio la teoría ya indicada acerca del origen de los depósitos minerales, es el discurso que leyó en el acto de su recepción en la Academia de Ciencias de Madrid el 2 de Junio de 1873, cuyo tema fué: «*Influencia que ha podido ejercer en ciertos fenómenos geológicos, y muy particularmente en el metamorfismo de las rocas y en la formación de los criaderos metalíferos, el movimiento molecular debido á las acciones eléctricas.*»

Ha concretado de tal manera sus ideas en este discurso el señor Fernández de Castro, que difícilmente podría hacerse un extracto de él para dar á conocer de un modo concreto lo que ha aumentado ó modificado en la teoría enunciada en sus anteriores trabajos.

Redactado este discurso en 1873, no habiendo vuelto á escribir sobre la materia sino cuando, en 1884, compuso otro discurso con-

(1) *Sobre la formación de la tierra colorada, que constituye gran parte de los terrenos de la isla de Cuba*: Habana, 1861.—*Revista forestal*: Madrid, 1871, tomo IV, pág. 289.

(2) *Estudio sobre las minas de oro, etc.*: Habana, 1865. *Gaceta de Madrid*.

testando al de recepción en la mencionada Corporación de un nuevo académico, exponiendo entonces cuáles son las fuerzas que pueden producir los fenómenos endógenos y sustituir en la mecánica interna del globo los efectos del calor central debido á un núcleo ígneo, que en su concepto no existe, parecía natural que habláramos de la teoría del Sr. Fernández de Castro en el período comprendido entre 1861, en que la inició, y 1873, en que de una manera solemne la confirmó y amplió notablemente; pero, entre otras razones, nos ha movido muy principalmente á colocarla en este lugar, como término de la serie de los trabajos que hemos recorrido para redactar este artículo, la circunstancia de hallarnos al lado del autor y en disposición, por consiguiente, de poderle consultar y de adquirir la seguridad de que se halla cada vez más firme en sus creencias, confirmadas, según él mismo, en las observaciones de varios de los ingenieros que sirven á sus órdenes: aparte de que se ha prestado á suministrarnos de viva voz una porción de aclaraciones y datos que nos permiten presentar su idea, acaso más concreta, pero más completa de lo que ha aparecido hasta el presente, y tal como la expondría hoy si sus ocupaciones oficiales le permitieran dar forma y publicidad al resultado de cerca de treinta años de observación y de asiduas meditaciones.

Empezando por lo que ya repetidamente ha consignado acerca de ciertas ideas fundamentales en que se apoyan las diversas teorías sobre la formación de los criaderos metalíferos, en 1873 citaba el siguiente pasaje de Becquerel: «Siempre que una corriente eléctrica actúe con lentitud, habrá una agrupación regular de las moléculas transportadas, si éstas pueden tomar el estado sólido, y los cristales que resulten adquieren tal dureza que presentan todas las propiedades físicas de los metales fundidos. Y es tal, añade, el poder de las fuerzas eléctricas, que empleándolas convenientemente se pueden liquidar las moléculas de los cuerpos, volatilizarlas, separarlas de sus combinaciones, reunir las, agrupar las como pudiera hacerlo la fuerza de cohesión, y obligarlas á entrar en nuevas combinaciones: efectos todos que muestran cuán importante es el papel

«que desempeñan en la naturaleza.» Citaba asimismo esta afirmación del P. Secchi: «El conjunto de fenómenos llamados eléctricos nos revela que existe en la naturaleza una fuerza susceptible de ser desarrollada por todas las acciones capaces de alterar el régimen molecular de los cuerpos, ya sean mecánicas, químicas, caloríficas ó magnéticas.»

Llamaba igualmente la atención sobre otro pasaje de Becquerel en que, hablando de las acciones lentas que tienen lugar en el interior de la corteza terrestre, afirma con insistencia «que son innumerables las causas que producen en ella corrientes eléctricas, sobre todo en las rocas y en los filones grietados, donde debe existir un número infinito de pares voltaicos ejerciendo reacciones químicas lentas.»

«Júzguese, dice el Sr. Castro después de algunas reflexiones acerca de la indestructibilidad y correlación de las fuerzas, cuál será el movimiento molecular que tantas causas y tan múltiples efectos imprimirán á la materia, dotándola, por decirlo así, de vida, y dígame si no hay fundamento para atribuir á las acciones electro-telúricas una gran influencia en ciertos fenómenos geológicos que se observan en la corteza del globo, hallándose ésta, como se halla, esencialmente compuesta de rocas heterogéneas, acribilladas de grietas y de poros, por donde circulan otros cuerpos no menos aptos que los elementos de aquéllas para transformar ó transmitir íntegras esas acciones que incesantemente reciben ó que en ellas tienen origen.»

Reconoce, pues, el Sr. Fernández de Castro, declarando que no es nueva la idea, que en la formación de los criaderos metalíferos ha tenido gran influencia la acción eléctrica: la novedad de su sistema ó teoría en esta parte es que esas acciones son las que se realizan de molécula á molécula; las que, como ha dicho antes, no pueden menos de ejercerse dada la vitalidad propia y especial del globo, que no es dable concebir inerte, y hace que el agua que circula, la grieta que se abre, el cuerpo orgánico que se descompone, el contacto de dos rocas heterogéneas, el desequilibrio térmico producido por una causa cualquiera, originen acciones eléctricas, que se

manifestarán unas veces por una descomposición química, por un transporte de materia otras y por manifestaciones caloríficas éstas; manifestaciones que, por más extraño que parezca, por microscópico que sea el campo en que se efectúan, sería fácil probar que bastan para realizar los fenómenos más difíciles de explicar en el metamorfismo, entre ellos la fusión de los granos de cuarzo de una arenisca para convertirla en cuarcita, problema ante el cual ha retrocedido la teoría plutónica primero y la hidrotermal después.

Uniendo á sus propias observaciones las de los mineros y geólogos más prácticos, el Sr. Fernández de Castro, sin desconocer la poderosa y necesaria intervención del agua; sin negar, pero no concediendo igual importancia á que ésta tenga tal ó cual temperatura, y sin creer, por consiguiente, necesario que proceda de regiones profundas; y no dando á la presión sino el lugar secundario que, en su concepto, le corresponde, atendiendo á las mismas observaciones de Daubrée, considera que no es razonable rechazar la idea de que pueda establecerse una teoría del metamorfismo fundada en las acciones electro-químicas y electro-dinámicas; teoría que podría denominarse *electro-molecular* y que, atendida la importante cooperación del agua, aunque no es absolutamente indispensable este agente, pudiera llamarse también *teoría hidro-eléctrica*, en oposición á la hidro-termal; porque es, según ella, mucho más necesaria la intervención de la electricidad que la termalidad, sobre todo si, como pretenden los plutonistas, esta termalidad del agua se debe al calor que reina en las regiones profundas por el estado líquido candente del interior; calor que el Sr. Fernández de Castro cree haber demostrado que se explica con su teoría electro-molecular ⁽¹⁾.

Haciéndose cargo el mismo autor de los agentes que intervienen en la formación de los criaderos metalíferos, ya con arreglo á la teoría *hidro-termal*, ya á la *hidro-eléctrica* que propone, pasa revista y señala la importancia que en su concepto tienen en la mayor parte

(1) Discursos leídos ante la Real Academia de Ciencias físicas y naturales en la recepción pública del Sr. D. Daniel de Cortázar el día 4.º de Junio de 1884: Madrid, 1884, páginas 64-79.

de los fenómenos geológicos *el agua, la presión, el calor y las acciones moleculares*, atribuyendo á las últimas grandísima influencia; después de lo cual dice:

«¿Y por qué atribuir á la fuerza eléctrica todo lo que hasta aquí ha venido explicándose por atracciones moleculares, repulsión eléctrica, afinidad química, fuerza cristalogénica y otras? Podría contestar en breves palabras diciendo que no es posible haber alimentado el espíritu durante largos años con la lectura de las obras de Grove, Tindall, Secchi y demás que han escrito sobre la correlación de la fuerza física unos, sobre la unidad de estas mismas fuerzas otros, sin sentirse inclinado á considerarlas todas como simples modos del movimiento de la materia.....

«Pero no quiero encerrarme en ese baluarte inexpugnable.... Y volviendo á las razones que me han decidido á considerar la electricidad como causa de las acciones moleculares que actúan en el metamorfismo y en la formación de los criaderos metalíferos, cuando esas acciones parecen debidas unas veces á la afinidad química, otras á la atracción de la materia, á la fuerza cristalogénica, al calor, á la capilaridad, etc., es porque ninguna de dichas fuerzas por sí sola es capaz de producir los diversos efectos que requieren los fenómenos del metamorfismo, mientras que la electricidad todos los produce.....

«De todos modos, aun cuando esto no sea exacto, lo que no puede negarse es que la electricidad ya engendrada es capaz de producir todos los efectos que requiere el metamorfismo de las rocas y la formación de los criaderos: que siempre que las moléculas de los cuerpos simples ó compuestos pierden su posición natural de equilibrio por una causa cualquiera, hay producción de electricidad: es, por lo tanto, evidente que no hay momento ni lugar en la corteza del globo en que no se desarrollen acciones electro-telúricas.

«Y no os asalte el temor de que la pequeñez de los efectos producidos por esas acciones sea ineficaz las más veces para conseguir determinados resultados y que éstos sean muy diversos, porque

»precisamente en la diversidad de esos efectos, en la incertidumbre, »por decirlo así, de lo que sucederá en cada caso, está la razón de la »variedad de fenómenos que nos presenta la naturaleza en el metamorfismo; si esos efectos fueran constantes, si sobre cada molécula obrara siempre una corriente eléctrica capaz de fundirla, de descomponerla ó de transportarla, los fenómenos metamórficos se producirían con la rapidez con que los obtiene el químico en su laboratorio y perderían el carácter que deben á la lentitud con que se forman. Precisamente porque no son siempre bastante fuertes para producir efectos intensos; precisamente porque unas veces no pueden ser caloríficos, sino mecánicos ó químicos y viceversa, es por lo que esos efectos son variados y lentos: se necesita una reunión de circunstancias para cada clase de fenómenos, y por eso no se verifican sino cuando esas circunstancias se reúnen.»

En otra de sus publicaciones, en el discurso leído en la Academia de Ciencias en Junio de 1884, tratando también de los fenómenos geológicos que se deben á las acciones internas del globo, después de recordar con respecto *al calor* un texto del P. Secchi, según el cual los fisiólogos han demostrado que las combustiones internas se verifican en el interior de los músculos y no en el pulmón, como se creía antiguamente, dice:

«Hoy me atrevo á repetir que el calor interno que evapora el agua, que dilata los gases, funde las rocas, eleva las montañas y lanza á la superficie manantiales termales y torrentes de lava, no procede de un núcleo fluido central, ni de un océano intermedio candente, que yacen bajo una corteza sólida, sino que se origina en cada uno de los puntos del interior de la tierra, donde se produce una acción molecular capaz de transformarse en una manifestación calorífica; y como es un hecho inconcuso que esas acciones tienen lugar donde quiera que hay combinación química, rozamiento, presión, contacto de dos cuerpos de distinta naturaleza ó á distinta temperatura, desarrollo de electricidad, movimiento, en fin; ó lo que es lo mismo, como esas acciones se verifican en todas partes, en todas partes han de existir las manifestaciones caloríficas que, aunque in-

»finitamente pequeñas en cada punto, pueden sumarse y estar en »proporción con la masa donde se engendran, y acrecentarse por »consiguiente con la profundidad, ó más bien, á medida que se pene- »tra en la masa terrestre, si bien de una manera irregular, en fun- »ción de la naturaleza de la roca y su mayor ó menor predisposi- »ción al desarrollo de las citadas acciones moleculares.»

En conclusión, las opiniones que el Sr. Fernández de Castro sus- tenta respecto á lo fundamental para explicar el origen de los yaci- mientos metalíferos, pueden resumirse en los siguientes términos:

1.º Que la teoría *electro-telúrica* ó *hidro-eléctrica* reconoce y ad- mite el calor interno del globo, pero no como procedente de un núcleo fluido candente que ocupa el interior; pues tanto su existencia como las leyes que presiden á su distribución se explican mejor considerán- dolo como efectos térmicos de las acciones electro-moleculares.

2.º Con arreglo á la opinión de Sterry Hunt, Groddeck y otros geólogos y mineros, no hay que buscar el primer yacimiento de las sustancias metalíferas sino en las rocas más antiguas del terreno estrato-cristalino; y procediendo todos los demás, desde el paleozóico al diluvial, de los materiales que han constituido las formaciones que las precedieron, no pueden menos de hallarse diseminados en las más modernas los elementos de las más antiguas, incluso dichas subs- tancias metalíferas: la experiencia ha probado que casi todas se en- cuentran también en las aguas del mar.

3.º El agua ha sido y es el principal vehículo de que se ha ser- vido la naturaleza para trasladar de un punto á otro las sustancias minerales, ya en disolución, ya en suspensión; ponerlas en contacto, provocar las acciones electro-moleculares y actuar directamente en ellas por su descomposición y síntesis. El calor y la presión han de- bido de ayudar poderosamente en muchos casos; pero el agua ha po- dido obrar del mismo modo á la temperatura ordinaria y bajo la pre- sión atmosférica, sin más diferencia que la lentitud en el procedi- miento. Mayor efecto, tal vez, ha producido la presencia en ella del ácido carbónico ú otros cuerpos capaces de aumentar su poder di- solvente.

4.º El agrietamiento de las rocas y el de los terrenos ha podido efectuarse por todas las causas que reconocen los geólogos, como la desecación, los terremotos, el levantamiento y hundimiento del sue- lo, el simple asiento que éste ha hecho por una multitud de causas, etc., etc. Ha habido, pues, grietas preexistentes al formarse los filo- nes, como ha habido grandes y pequeñas oquedades antes de for- marse muchos criaderos en masas y bolsadas; pero ni unas ni otras pueden considerarse como elementos indispensables para la existen- cia de los criaderos metalíferos: en las grietas y oquedades, como alrededor ó á lo largo de cualquier causa capaz de provocar las ac- ciones electro-moleculares, es donde se han formado los criaderos metalíferos, cuando esas sustancias existían á su rededor ó las han arrastrado las aguas de distancias más ó menos largas.

5.º Que las vetas ó filones, es decir los criaderos formados en las grietas que atraviesan la estratificación de las rocas, *suelen ser*, en efecto, los más ricos y constantes; pero no porque se hayan lle- nado con sustancias procedentes de las regiones profundas, sino porque sus circunstancias con respecto á las capas de las rocas que forman la caja facilitan el acceso de las aguas cargadas de substan- cias minerales y el desarrollo de las acciones electro-telúricas.

6.º Todos los yacimientos metalíferos, sea cualquiera su forma, regulares é irregulares; las vetas propiamente dichas, como las se- gregadas, los filones-capas y los de contacto; las masas, como las bolsadas y los stockwerks, se explican de la misma manera: por el depósito ó precipitación de las sustancias minerales preexistentes en las rocas que á mayor ó menor distancia rodean la grieta, hen- didura, cavidad, fósil ó cuerpo extraño que ha provocado las accio- nes electro-telúricas en las partículas ó moléculas contenidas en las rocas ó en las arrastradas por los fluidos que las atraviesan.

Natural sería que ahora entrásemos á discutir las diferentes hi- pótesis y teorías que, por nuestra parte, nos hemos limitado á re- señar en este artículo; pero, siendo ya éste demasiado largo, prefe- rimos dejar para otro la indicación de nuestro modo de ver, que en

realidad no es otra que las de Daubréc y von Groddeck, deteniéndonos antes un momento en la

PRODUCCIÓN ARTIFICIAL DE MINERALES.

Aunque, como hemos visto más arriba, Leibnitz llamó la atención en su *Protogea*, publicada en 1695, acerca de la importancia que reportaría el comparar cuidadosamente los productos naturales extraídos del seno de la tierra con los obtenidos en los laboratorios de los químicos, no sabemos que nadie se haya ocupado en este asunto hasta que en 1805 dió á conocer James Hall la serie de experimentos que emprendió para reproducir los hechos que presenta la naturaleza; pero desde entonces son muchos los escritos que, debidos principalmente á Leonhard, Becquerel, Berthier, Bischof, Wohles, Mitscherlich, G. Rose, Senarmont, Ebelmen, Durocher, Delesse, Daubréc, Kuhlmann, Sainte-Clair Deville (Charles et Henry), Debray, Ervost, Hautefeuille, Caron, Le Chartier, Fouqué, Michel Lévy y otros varios que iremos mencionando, han visto la luz dando á conocer, ya los interesantes trabajos emprendidos con objeto de averiguar cuál sea el proceso que en su formación hayan seguido los materiales que constituyen la corteza terrestre, obteniendo al efecto en los laboratorios sustancias del todo semejantes y aun á veces idénticas á los minerales y rocas que la naturaleza nos ofrece, ya comparando con éstas las análogas que á veces se producen en la marcha de las operaciones metalúrgicas, á la par que estudiando las condiciones en que esa producción se verifica, así como los ejemplos de epigénesis que en uno ú otro caso suelen también presentarse.

Sin contar con estos ejemplos ni con los de rocas artificiales, por decirlo así, pasan ya de 260 las especies mineralógicas reproducidas por diversos procedimientos, que pueden resumirse en los diez siguientes ⁽¹⁾:

(1) Delesse, *Révue de Géologie*, tomo X, pág. 224.

- 1.° Provocando las acciones moleculares.
- 2.° Por sublimación.
- 5.° Por descomposición de gases ó vapores á una alta temperatura.
- 4.° Mediante la acción de gases y vapores sobre cuerpos sólidos fuertemente caldeados.
- 5.° Por fusión.
- 6.° Por disolución en líquidos.
- 7.° Por combinación lenta de disoluciones diluidas.
- 8.° Por electrolisis.
- 9.° Por difusión de disoluciones.
- 10.° Por combinación lenta de sustancias que actúan unas sobre otras.

No entra en nuestro ánimo, por estar fuera del objeto que nos proponemos ahora, el seguir paso á paso los interesantes detalles de los diversos experimentos que vamos á citar, aspirando únicamente á poner de relieve las relaciones de semejanza que resultan entre los productos obtenidos por el arte y los de la naturaleza en lo que nos interesa al análisis y discusión de los hechos que se presentan en los yacimientos metalíferos de Huelva. En tal concepto, nos limitaremos á citar algunos ejemplos que hemos observado en los establecimientos mineralúrgicos que en aquella región hemos dirigido y otros que hemos visitado, y especialmente varios de los que por hábiles experimentadores se han llevado á cabo y que se encuentran descritos en diferentes obras y revistas científicas bastante conocidas para no tener que citar una por una las páginas donde el asunto se trata ⁽¹⁾.

I.—PROVOCANDO LAS ACCIONES MOLECULARES se ha logrado obtener espontáneamente, á la temperatura ordinaria, el azufre, la plata, el cuarzo y el ácido arsenioso. A una alta temperatura la caliza compacta se ha cambiado en sacaroida. En disoluciones la caliza cambia debajo del agua, pasando á caliza espática. El sulfuro de mercurio disuelto en el agua con potasa da lugar á cristales de cinabrio.

(1) Delesse, obra cit.—Fouqué y Lévy, *Minéralogie micrographique*.—*Annales des Mines* (Paris).—*Annales de Physique et Chimie* (Paris).—Groddeck, *Die Lehre von den Lagerstätten der Erze*: Leipzig, 1870.

En corrientes de gases, tales como el hidrógeno y el ácido clorohídrico gaseoso, se han obtenido cristales de hausmannita y de sheeelita.

II.—POR SUBLIMACIÓN es muy frecuente en las operaciones metalúrgicas el obtener substancias minerales al abrigo del contacto del aire, tales como el arsénico, el rejalgar y oropimente, la blenda y la galena, de cuyo último mineral se han observado bellas agrupaciones de cristales, con formas derivadas del cubo, constituyendo geodas en las rendijas de los hornos, y en condiciones análogas la blenda, si bien de este sulfuro resultan masas cristalinas más bien que cristales, ofreciendo colores diversos, pardo, amarillo, verde ó negro.

El cinabrio en agregados filamentosos se ha regenerado alguna vez en los hornos de Almadén, mientras que en otras fábricas se ha recogido la estibina en cristales agudos y el óxido de antimonio ó senarmonita, en cuyos minerales se observa que á una baja temperatura afectan cristalizaciones pertenecientes al sistema cúbico, mientras que á temperaturas elevadas corresponden al sistema rómbico.

En presencia del ácido sulfuroso hemos reconocido nosotros la formación de cristales de ácido arsenioso en la chimenea de unos hornos donde se calcinaron piritas en las minas del Lagunazo, los cuales se depositaban en gran cantidad en el suelo alrededor de la chimenea, extendiéndose en parva bastante uniforme hasta unos cuatro metros de distancia, disminuyendo luego la cantidad de una manera sucesiva hasta unos diez metros; siendo de advertir que la altura de la chimenea á que nos referimos no excedía de siete metros. Del propio modo, encima de los montones ó *teleras* donde se calcinan las piritas al aire libre en toda aquella región minera, se forman en la parte superior masas en forma de costra ó corteza, en que el ácido arsénico se encuentra en cristales más ó menos perfectos, á las cuales masas dan los mineros del país el nombre de *capas blancas*. En los mismos sitios aparece también el azufre pulverulento por sublimación y frecuentemente fundido, según que la precipitación de esta substancia tiene lugar en las partes menos calientes de la telera ó, por el contrario, donde reina una temperatura elevada; siendo fácil recogerle en uno ú otro estado sin más que cu-

brir la telera con ramas de arbustos donde se sublima, ó hacer pequeños hoyos en la capa térrea con que se cubre ó aterra el montón, depositándose en ellos la parte fundida.

En presencia del hidrógeno sulfurado se han conseguido asimismo cristales de sulfuro de cadmio en los laboratorios.

Sainte-Claire Deville y Troost han demostrado que los precipitados de cadmio y de sulfuro de zinc se subliman en forma de greenockita y de wurtzita cuando se les calcina en una corriente de hidrógeno. Hauchecorne dice haber observado en la fábrica de Andreasberg, donde se tratan minerales de plata procedentes de México, combinaciones diferentes de antimonio y de arsénico especialmente, hallándose el óxido de antimonio y el sulfuro de este metal en agujas, el ácido arsenioso en gruesos octaedros, y también el rejalgar y oropimente, y en algunos hornos se han producido en las rendijas cristales de feldespato ortosa. Por el mismo procedimiento, al abrigo del contacto del aire, se han obtenido el arsénico, la galena y el oropimente.

III.—LA DESCOMPOSICIÓN DE GASES Ó VAPORES Á UNA ALTA TEMPERATURA, y obrando sobre ciertos cuerpos volátiles, ha dado lugar á otros distintos que se subliman y son fijos por sí mismos.

Así es como una corriente de hidrógeno sulfurado, á la temperatura del rojo, actuando sobre cloruros y fluoruros volátiles, produce sulfuros y óxidos metálicos que se subliman y quedan fijos, tales como el sulfuro de cobre, blenda, sulfuro de antimonio, pirita de hierro, cobre gris, etc., etc.

El vapor de agua con cloruros engendra cuarzo, corundo, rutilo, hierro oligisto y óxido de estaño, y el mismo vapor con fluoruros reproduce el rutilo y otros minerales fluorurados. Con vapores de ácido bórico sobre fluoruros se han obtenido la estaurótida, el circón y la galmita.

Daubrée, Sainte-Claire Deville y Senarmont han preparado óxidos metálicos por la acción del vapor de agua al rojo sobre los cloruros de magnesio, de hierro, estaño, titanio y silicio, habiéndose obtenido de este modo la periclasa, el hierro oligisto, la casiterita, el rutilo y el cuarzo en cristales bien claros algunas veces.

Hautefeuille ha conseguido también cristales de corundo y de rutilo haciendo obrar el vapor de agua, en condiciones semejantes á las de los experimentos anteriores, sobre las combinaciones del aluminio y del titanio con el fluor. Y también Sainte-Claire Deville y Caron han producido el cymofano, la magnetita y galnita empleando los fluoruros con el ácido bórico anhidro, al calor rojo.

IV.—HACIENDO PASAR UNA CORRIENTE DE GASES Y VAPORES SOBRE CUERPOS SÓLIDOS FUERTEMENTE CALDEADOS se han conseguido varios minerales, entre los cuales se cuentan algunos semejantes á los obtenidos por otros procedimientos, hallándose en tal caso el cuarzo, el rutilo, la pirita de hierro, cobre gris, etc.

Durocher, haciendo pasar una corriente de hidrógeno sulfurado á través de un tubo de porcelana calentado al rojo y conteniendo cloruros metálicos, ha conseguido artificialmente la argirosa, chalcosina, greenokita, blenda, estibina, bismutina y la pirita de hierro, así como, empleando otras mezclas convenientes, ha reproducido el cobre gris y la plata roja. Las combinaciones obtenidas se hallaban con frecuencia claramente cristalizadas, como sucedía con la chalcosina, la blenda, estibina, pirita de hierro y cobre gris. Del mismo modo, el hidrógeno sulfurado sobre los óxidos de zinc, cadmio ó hierro, da lugar, respectivamente, á la wurtzita, greenokita y á la pirita de hierro en cristales.

El vapor de agua oxida algunos metales, y así es como se obtienen cristales de óxido de zinc y de ácido de antimonio rómbico cuando se hace pasar una corriente de vapor de agua sobre el zinc ó el antimonio sometidos al calor rojo en un tubo de porcelana. Del propio modo los carburos de hidrógeno reducen, al estado cristalino, los óxidos de cobre, de cobalto y de bismuto. Daubrée ha logrado, haciendo pasar dichos gases sobre rocas silicatadas, tales como la hiperstenita, el basalto y el melafiro, la reducción de masas análogas á los hierros meteóricos.

Del mismo modo que el vapor de agua sobre los cloruros volátiles produce óxidos, éstos se obtienen también haciendo obrar al rojo los cloruros volátiles sobre la cal cáustica ó sobre la magnesia, habien-

do conseguido Daubrée por este medio la periclasa, el óxido de zinc, el hierro oligisto, la casiterita, espinela, galnita, Franklinita, etcétera, etc.

Un ejemplo muy interesante es el siguiente: el cloruro de silicio, actuando sobre la cal cáustica, la alúmina ó la glucina, da lugar á diversos silicatos, tales como la distena, fenakita y también al cuarzo. La apatita se obtiene haciendo pasar cloruro de fósforo sobre cal cáustica calentada al rojo.

Sainte-Claire Deville ha reproducido la willemita, la estaurótida y el zircón, haciendo pasar una corriente de fluoruro de silicio sobre el óxido de zinc, de alúmina ó de zircón á la temperatura del rojo. En tal concepto se forman, además de los silicatos, fluoruros volátiles de zinc, de aluminio y de zircón, que en contacto de la sílice reproducen el fluoruro de silicio y los óxidos, pudiéndose desde luego, con una cantidad pequeña de fluoruro de silicio, producir cantidades ilimitadas de silicatos, sin más que hacer pasar los gases resultantes de las reacciones alternativamente sobre los óxidos y sobre la sílice en tubos calentados al rojo.

Este experimentador, por la acción de una corriente de fluoruro de silicio sobre la zircona, en un tubo calentado al rojo, obtuvo el zircón, y el óxido de hierro cristalizado con una corriente de ácido clorohídrico gaseoso sobre el sesquióxido de hierro amorfo. El mismo sabio y Caron, haciendo actuar los fluoruros de aluminio y de magnesio á una temperatura elevada en presencia del ácido bórico, obtuvieron el rubí espinela, el pleonasto y la picotita, así como también un silicato bastante semejante á la andalucita, sin más que hacer pasar fluoruro de silicio sobre la alúmina á temperatura elevada, ó recíprocamente el fluoruro de aluminio sobre la sílice.

Daubrée ha conseguido cristalizar el rubí-espinela por la acción del cloruro de aluminio gaseoso sobre la magnesia, y la reproducción de la apatita haciendo pasar el cloruro de fósforo sobre la cal.

Ebelmen reprodujo, siguiendo el mismo método, el hierro cromado.

El hierro oligisto, bajo la influencia del vapor de agua, se produce

en los volcanes por descomposición del cloruro de hierro, habiendo conseguido Gay-Lussac en el laboratorio idéntica reacción con buen éxito.

V.—POR VÍA DE FUSIÓN se han reproducido artificialmente muchas especies minerales:

En las lavas y otras rocas hipogénicas es frecuente observar en abundancia ciertos silicatos y la magnetita. Th. Wolff, con los estudios que ha hecho de las lavas cuarzosas y andesíticas de la Antisana y del Guamani, ha visto que las secreciones de cuarzo son uno de los elementos esenciales de la roca. Pero no debe perderse de vista que todos los minerales contenidos en las rocas hipogénicas no son debidos solamente á secreciones habidas durante el enfriamiento de la masa fundida, pues algunos de ellos pueden ser resultado de impregnaciones ó de acciones de metamorfosis ulteriores, de lo cual sólo puede venirse en conocimiento por el estudio de los diversos caracteres de aquella.

Ebelmen, fundiendo una mezcla de alúmina y borax y volatilizándolo este último cuerpo, obtuvo el corundo, y por la fusión en el ácido bórico de los elementos químicos del rubí-espínela, del pleonasto y de la picotita, obtuvo, después de volatilizado el disolvente en exceso, las espínelas que acabamos de nombrar, y del mismo modo la regeneración de la enstatita siguiendo una marcha análoga.

G. Rose obtuvo la tridimita fundiendo la sílice ó silicatos alcalinos con sal de fósforo.

Sainte-Claire Deville logró el grafito haciendo obrar una corriente de cloruro de carbono en un baño de fundición licuada, y este mismo y Caron produjeron la apatita fundiendo una mezcla de fosfato de cal, cloruro y fluoruro de calcio, habiendo demostrado además que era volátil en el vapor de cloruro cálcico. Haciendo actuar el ácido bórico sobre el fluoruro de aluminio á temperatura elevada en un crisol de carbón, y añadiendo mayores cantidades de fluoruro de cromo, consiguieron los mismos experimentadores el rubí ó el záfiro y laminillas romboédricas de corundo.

El cobre piritoso se obtiene también, según Delesse, fundien-

do 20 gramos de pirita, 45 de virutas de cobre y 20 de flor de azufre.

El peridoto y la piroxena resultan de la fundición del cloruro cálcico con la sílice, kaolín y magnesia, según Lechartier, ó bien con óxido de hierro y cal, substancias que constituyen los elementos de esas especies minerales.

Manross reprodujo la apatita por la fusión del fosfato de sosa con cloruro cálcico mezclado de fluorina, y Forchhammer obtuvo á su vez el mismo mineral por el mismo método, reemplazando el fosfato de sosa por el de cal y el cloruro cálcico por el de sodio.

Hautefeuille, fundiendo una mezcla de sílice, de titanio y de cloruro cálcico en proporciones atómicas, consiguió la esfena, y por la fusión de los elementos del feldespato albita, en un baño de tungstato alcalinos, reprodujo fielmente esta especie mineralógica, así como también cristales de ortosa, á cuyo efecto calentaba á la temperatura de 1000° próximamente, durante quince ó veinte días, una mezcla de sílice, alúmina y tungstato ácido de potasa, resultando, después de lavar la materia obtenida por el agua hirviendo, para disolver el tungstato alcalino en exceso, cristales bien determinados de ortosa. El mismo químico, manteniendo la sílice amorfa á la temperatura de la fusión de la plata en un baño de tungstato de sosa, llegó á obtener laminillas cristalinas de tridimita. Conduciendo la temperatura á más de 1000° observó que se formaba un silicato, mientras que entre 900 y 1000 el ácido tungstico le descomponía, regenerándose la tridimita. A 750°, poco más ó menos, el producto consistía en cristales de cuarzo bipiramidado, que algunas veces presentaban caras hemiédricas.

El peridoto, producto bastante frecuente en las escorias de los hornos de pudlar, donde se le halla en forma de fayalita, se ha reproducido por Berthier, mediante la fusión de sus elementos. El mismo químico y Mitscherlich obtuvieron el piroxeno por la fusión de la sílice con los elementos básicos de este mineral.

Entre los varios minerales reproducidos artificialmente por Daurée, se cita el hierro oligisto, que obtuvo por la acción del perclo-

ruro de hierro sobre la cal viva á temperatura elevada, y el corundo por la acción del cloruro de aluminio sobre la cal.

Fremy y Feil han preparado las diferentes variedades del corundo, fundiendo un aluminato fusible en crisoles de arcilla refractaria, siendo de preferencia el de plomo, sobre el cual actúa la sílice del crisol á temperatura elevada.

De los granates, la melinita se ha obtenido por Klaproth fundiendo la idocrasa, y von Kobell la ha reproducido fundiendo la melanita de Frascati.

Tratando por fusión y recocido prolongado una mezcla de los elementos químicos del granate $\frac{9}{10}$ y de la augita $\frac{1}{10}$, Fouqué y Michel Lévy han conseguido un conjunto de cristales de nefelina, de pleonasto y del granate melinita, y en las mismas condiciones obtuvieron el hierro oxidulado en asociación del labrador y de la anortita. Por la fusión y recocido de las asociaciones del piroxeno cristalizado con los feldespatos labrador y oligoclasa y con la anfígena, obtuvieron asimismo el piroxeno, en microlitos alargados en este último caso y globuloso en los otros dos, siendo enteramente análogo al de las rocas naturales.

La reproducción de los feldespatos la consiguieron también por fusión de los feldespatos naturales ó por la de mezclas artificiales que contenían los elementos químicos que les son propios, manteniendo durante muchas horas la masa fundida á una temperatura inmediata á la de la fusión. Operando de ese modo, el oligoclasa se obtiene en microlitos alargados y con la macla habitual de la albita; el labrador resulta todavía mejor cristalizado que el oligoclasa, agrupándose los cristales en esferitas y con maclas; la albita da pocos cristales y muy finos; la anortita se reproduce en cristales notables por sus dimensiones, conteniendo muchas inclusiones vitreas con burbujas de gas, y el ortosa presenta cristalización confusa; explicándose de este modo la rareza de los microlitos en las rocas que no contienen exceso de sílice.

Tratando una mezcla de labrador y anortita, obtuvieron un producto idéntico á las variedades no peridóticas de las lavas del Etna,

y el mismo procedimiento les ha permitido reproducir la nefelina, la anfígena y simultáneamente esta especie y la piroxena, en cuyo caso los cristales de la substancia últimamente nombrada son idénticos á los de los leucitofiros. La producción de la piroxena acompaña la de la magnetita y del oligisto en laminillas transparentes de un rojo vivo.

En la fundición del hierro se reproduce artificialmente el grafito.

No es solamente la reproducción de las especies mineralógicas la que se consigue artificialmente, sino que á veces en los hornos se observa que, después de fundidas las substancias de las parvas, se aíslan por el enfriamiento cuerpos diversos con textura más ó menos cristalina, llegándose á conseguir de este modo agrupaciones semejantes á las de verdaderas rocas, según nosotros mismos pudimos comprobar en un horno semialto de las minas de San Telmo.

Tratábase de la fundición de la pirita ferrocobrizada para la obtención de matas, y un descuido del maestro fundidor ocasionó el enfriamiento y obstrucción del horno, cuyo crisol y pecho hubo que derribar para repararlo.

Componiase el lecho de fusión de la pirita calcinada, cuarzo machacado y escoria procedente de las fundiciones romanas. La camisa del horno y la dama eran del pórfido cuarzoso que se encuentra en las minas citadas, roca que después de molida es uno de los componentes de la *carbonilla* del crisol, completándose con ladrillos refractarios el tabique del pecho del horno. El combustible era el carbón vegetal producido en las inmediaciones.

En tales condiciones y con semejante combustible es sumamente difícil la fundición por matas y requiere mucho más trabajo é inteligencia por parte de los fundidores que cuando se emplea cok, pues al menor descuido el horno se enfría y no siempre es posible resolver los grumos y madejas que se forman, los cuales, tomando incremento, dan lugar á los llamados *cochinos*, que irremediabilmente inutilizan el aparato.

En uno de estos casos fué cuando, después de haber intentado inútilmente el maestro fundidor, por medio de cargas sucesivas de es-

coria y carbón, hacer más fusibles las madejas y bolas de hierro metálico que entorpecieron la marcha regular del horno, éste se fué cesando poco á poco hasta obstruirse por completo; y cuando, suspendido el trabajo, llegó á enfriarse poco á poco lo bastante para sacar aquella masa de materias fundidas, se vió que á la parte pètrea desprendida de las paredes del horno acompañaba otra masa, en parte amorfa y en parte cristalina, procedente de las substancias fundidas; reconociéndose en ella porciones que á la simple vista presentaban caracteres semejantes á los de las diabasas de textura ofítica. Con efecto, los caracteres de la parte más cristalina eran: peso específico, 2,65; dureza, 6; color pardo verdoso; textura granudofina; estructura compacta y en ciertos sitios cavernosa; fractura desigual y escasa tenacidad. En la parte amorfa se veían porciones esponjosas y otras vítreas. En cuanto á los restos de los materiales del horno, tales como la carbonilla del crisol y los ladrillos del tabique del pecho, se hallaban ennegrecidos y más ó menos vitrificado el ladrillo, pero sin haber variado notablemente la composición de ambos materiales.

En láminas delgadas, la materia amorfa fundida se presentaba al microscopio constituyendo una pasta de substancia vítrea con multitud de esas formas embrionarias denominadas globulites, longulites y triquites; pero en otras porciones, en que la devitrificación de la materia se hallaba más avanzada, se manifestaban verdaderos microlitos, estableciéndose de este modo un paso entre la parte enteramente vítrea y la perfectamente cristalina.

En las preparaciones que de esta última examinamos al microscopio, se reconocía un compuesto de partes próximamente iguales de feldespatio plagioclasa y de fayalita, enteramente cristalino. Las placas eran muy transparentes; el feldespatio se presentaba en cristales pequeños de gran longitud y tamaño uniforme, más rara vez cortos y con las trazas de las caras bien netas, siendo frecuentes las formas compuestas de dos individuos, en alguna ocasión de tres, conviniendo los caracteres ópticos de unos y otros al oligoclasa. Los cristales del peridoto, en su variedad la fayalita, eran de mayor tamaño

que los del feldespatio, siendo escasos los que se conservaban con las caras del prisma y ángulo agudo de su braquidomo. Los colores de polarización eran muy vivos, resultando sumamente agrietadas las secciones de los cristales y frecuentemente rotas, pero siempre limpias de inclusiones. Por el contrario, en los cristales de feldespatio se reconocían algunas diminutas inclusiones vítreas de olivino.

VI.—Por disolución la obtención artificial de minerales puede tener lugar en diferentes condiciones:

La disolución de varios y distintos cuerpos en un mismo líquido puede dar lugar á una multitud de reacciones químicas por la acción recíproca de los mismos, engendrando otros nuevos en virtud de las leyes de la afinidad química y aun por los efectos de oxidación ó reducción. Los precipitados pueden, según la naturaleza de las substancias disueltas, dar lugar á materia amorfa ó á masas más ó menos cristalinas, resultando en este último caso los cristales más perfectos cuando la disolución saturada se abandona simplemente á la evaporación espontánea sin acelerar la operación por el calor, lo que justifica el conocido dicho de los alquimistas «tiempo, espacio y reposo.»

La rapidez relativa con que en los laboratorios se verifican esta clase de operaciones en disoluciones más ó menos concentradas, con respecto á la manera de obrar de la naturaleza para producir efectos análogos, explica las diferencias que se advierten entre los precipitados obtenidos artificialmente y los minerales análogos naturales.

Por esto dice G. Bischof: «Los precipitados de sulfuros de la composición de la galena, blenda, etc., obtenidos por la acción del hidrógeno sulfurado en disoluciones metálicas, son amorfos; pero se puede obtener, aunque en pequeña cantidad, el sulfuro de plomo con las propiedades físicas de la galena, haciendo pasar una corriente muy lenta de hidrógeno sulfurado por disoluciones que contengan sales de plomo extremadamente diluídas, como lo ha comprobado C. Flach, disponiendo una barra de azufre en una disolución alcalina de plomo, puesto que pudo observar, al cabo de un año, cubos de galena claramente visibles.»

Si se disuelven en el agua pura ó en otros disolventes, á una temperatura inferior á 100°, los cuerpos susceptibles de tal circunstancia, tales como la sal común, el alumbre, ciertos cloruros, sulfatos, nitratos y otras sales solubles en el agua, y se concentran las disoluciones por evaporación, se reproducen después del enfriamiento los minerales disueltos, en formas cristalinas más ó menos perfectas.

El grado ó poder disolvente del agua, variable para cada cuerpo, puede acrecentarse en ocasiones añadiendo ciertas sustancias, y así indica Bischof que exigiendo una parte de sílice amorfa 10000 de agua para disolverse, si se agrega un poco de carbonato de sosa se disuelve cinco veces más.

Habiendo ciertas relaciones de semejanza en la composición de los cuerpos y los líquidos que los disuelven, se comprende el que varios óxidos sean disueltos por el agua (protóxido de hidrógeno) y que ésta sea inerte para el azufre, el cual, por el contrario, se disuelve en el sulfuro de carbono, donde deposita luego cristales perfectos por la evaporación del disolvente.

Lo propio sucede con las sustancias grasas y resinosas que, ricas en carbono é hidrógeno, se disuelven fácilmente en el éter y en el alcohol.

Por evaporación del disolvente á una temperatura superior á 100° se ha conseguido la cristalización de la plata y el oro de las amalgamas; la de la espinela por evaporación del ácido bórico, y la de la perowskita por la evaporación del carbonato de potasa.

A. Gages ha obtenido silicatos hidratados de composición análoga á la de ciertos hidrosilicatos naturales, y en particular de la serpentina. Para ello se disuelve la magnesia en álcalis cáusticos y se agrega una disolución débil de bicarbonato de magnesia, en cuyo momento se obtiene un precipitado gelatinoso que, después de lavado con agua acidulada hasta que se desprenda ácido carbónico, representa una serpentina con tres átomos de agua; cuyo resultado hace creer al citado experimentador que la serpentina procede de la acción de aguas alcalinas sobre rocas magnesianas.

Otro medio consiste en la mezcla de un gas en el disolvente: sa-

bido es que el agua cargada de ácido carbónico disuelve con gran facilidad ciertos cuerpos, principalmente los carbonatos, los cuales, pasando en la disolución al estado de bicarbonatos de cal, de magnesia, de óxido ferroso, de manganeso y de zinc, se depositan luego, cuando el ácido carbónico en exceso desaparece, y llegan á producir concreciones, de que son un ejemplo cotidiano las estalactitas, estalagmitas y las mismas tobas.

Empleando agua cargada de ácido carbónico, se llega fácilmente á disolver y hacer luego cristalizar el carbonato de cal, sea bajo la forma de calcita ó la de aragonito, según la temperatura y las sustancias extrañas que se añadan á la disolución.

El poder disolvente y las reacciones químicas son mucho más enérgicas cuando la temperatura y presión son bastante elevadas, haciéndose al efecto los experimentos en una marmita de Papin, ó mejor todavía en tubos de vidrio bastante resistentes y encerrados á su vez en otros de hierro.

Las disoluciones de ácido silícico, que á la temperatura ordinaria no depositan cristales de cuarzo, lo hacen, según Schafhäult, cuando aquéllas se calientan en una marmita de Papin, con auxilio de la cual, evaporando una disolución de sílice, obtuvo en ocho días cristales de cuarzo con las caras ∞p y p .

Según Senarmont, la sílice en cristales microscópicos, con todas las propiedades del cristal de roca, se obtiene calentando muy lentamente hasta 200 ó 500° una disolución de sílice gelatinosa en agua que contenga ácido carbónico ó ácido clorohídrico muy diluido.

Wakler ha llegado á disolver la apofilita en el agua á una temperatura comprendida entre 100 y 130°, con una presión de 10 á 12 atmósferas, en cuyas condiciones se encuentran después del enfriamiento nuevos cristales de apofilita. También Scheerer y Drechsel han disuelto y hecho recristalizar la fluorina y la baritina en agua acidulada con ácido clorohídrico ó sulfúrico; y Senarmont consiguió la disolución de los sulfuros de hierro, zinc y plomo en agua cargada de hidrógeno sulfurado, y obtuvo cristales de pirita, de blenda y de galena.

Recordaremos también que Daubrée observó la transformación del vidrio ordinario en una substancia análoga al kaolín, compuesta de pequeños cristales piramidados de cuarzo y de agujas transparentes de wolastonita, en el agua calentada á 520° dentro de un tubo cerrado, que reprodujo la baritina, calentando el sulfato de barita con carbonato de sosa, y la pirita, calentando el sulfato ferroso con sulfuro potásico á 150°; y que, á una elevada temperatura y presión mayor, consiguió el hierro espático, calentando el sulfato de hierro con el carbonato de sosa.

Según Chrustehoff, cuando se calienta en un tubo cerrado una disolución de sílice en el agua obtenida por dialisis, se forma á la temperatura de 150° una masa amorfa de sílice hidratada; á 250° se consigue la sílice cristalizada, y á 550° el cuarzo en prismas hexagonales.

El cuarzo cristalizado ha sido regenerado por Senarmont, calentando bajo presión, á temperatura de unos 550°, una mezcla de sílice gelatinosa y agua acidulada con ácido clorohídrico. Daubrée ha obtenido asimismo el cuarzo bipiramidado, calentando á 400° el agua contenida en tubos de vidrio cerrados y metidos en otros de hierro fuertemente tapados. Y en las mismas condiciones, Friedel y Sarazin le obtuvieron en cristales bipiramidados, alargados según las aristas del prisma, haciendo actuar el agua á 400° sobre una mezcla de potasa, de alúmina precipitada y de sílice gelatinosa en gran exceso, habiendo conducido la operación en un tubo de cobre encerrado en otro de acero herméticamente cerrados.

Delese añade que, como el cuarzo se halla entre las rocas estratificadas y en estado normal, es evidente que para producirse no requiere en manera alguna temperaturas tan elevadas como las de los experimentos anteriores.

Senarmont ha hecho cristalizar la ematites descomponiendo á gran presión una disolución de percloruro de hierro á unos 600° de temperatura dentro de un tubo cerrado, siendo de notar que en tales condiciones se forma en el seno del agua un óxido de hierro anhidro.

Sin una alta temperatura, por la acción de la creta sobre el nitrato de cobre, ha llegado á obtenerse, bajo la presión de siete atmósferas, la azurita; y todavía con mayor presión, en una disolución de borax en el ácido clorohídrico, la sassolina.

Por una reducción lenta en sus disoluciones se han obtenido también diferentes substancias:

A. Gages obtuvo la blenda sirviéndose de ostras que dejaba entrar en putrefacción en una disolución de sulfato de zinc; y, añadiendo carbonato de cal á la misma disolución, se formó yeso y smithsonita ó carbonato de zinc en cristales del sistema romboédrico.

Del sulfato doble de cobre y hierro, con materias orgánicas en putrefacción y los restos de conchas, resulta en las mismas condiciones yeso, carbonato de hierro y azurita en cristales bien perceptibles. En este caso, contra lo que pudiera esperarse, se produce muy poco sulfuro de cobre, lo cual procede, sin duda, de que el amoniaco que resulta en la descomposición de la materia orgánica tiende á transformarle en sulfato amoniacal.

Con la madera impregnada de una disolución de sulfato de cobre, el hidrógeno carbonado da sulfuro de cobre; si la substancia disuelta es el zinc, resulta blenda, y si es de hierro, pirita de este metal.

Para imitar la formación natural de la pirita, Bischof puso un poco de azúcar en una botella llena de agua ferruginosa adicionada de sulfato de sosa, cerrándola después, y al cabo de tres años y medio halló un polvo negro de composición análoga á la pirita, estando el disolvente muy cargado de hidrógeno sulfurado; siendo de advertir que el polvo negro obtenido carecía del brillo metálico de la pirita. Bakerrell cuenta que los restos de un ratón que había caído en un vaso que contenía sulfato de hierro y había permanecido en él algunos años, se hallaban enteramente cubiertos de cristales pequeños de pirita de hierro; y otro hecho notable es el referido por Kerner de haberse producido dendritas de chalcosina sobre el pergamiño de un libro viejo con corchetes de latón.

El sulfato de hierro en disolución muy diluida en un vaso hondo,

produce sulfuro de hierro, azufre libre y sulfato de cal que queda disuelto, así como el carbonato de hierro.

Con materias inorgánicas se separan también de sus disoluciones varios cuerpos: el bismuto se obtiene del nitrato del mismo metal, por medio del zinc, y el cobre de su sulfato, por el hierro.

VII.—LA COMBINACIÓN LENTA DE DISOLUCIONES DILUIDAS ha permitido obtener varias substancias sin más que poner aquéllas en comunicación por el intermedio de un hilo que hace las veces de sifón.

Masi reprodujo la baritina cristalizada comunicando con un hilo dos vasos, de los cuales uno contenía una disolución de nitrato de barita, y el otro otra igualmente diluida de sulfato ferroso.

Mezclando muy lentamente disoluciones de yeso y de fluoruro de bario, Sedura y Drechsel han obtenido cristales de baritina y de fluorina.

Si las disoluciones que se ponen en presencia una de otra son de carbonato de sosa y cloruro cálcico, se separan, según la temperatura y el grado de concentración de las disoluciones, la calcita ó el aragonito.

VIII.—POR ELECTROLISIS se consigue precipitar al estado metálico de sus disoluciones, al plomo, plata, cobre y otros metales.

IX.—POR DIFUSIÓN DE DISOLUCIONES se ha obtenido la crocoisa, el carbonato de zinc, la anglesita y otras substancias.

G. Rose consiguió después de muchos años cristales de aragonito, empleando la difusión de disoluciones, para lo cual introdujo en un gran tonel, lleno de agua, dos matraces de 0^m,10 de altura, conteniendo el uno carbonato de sosa calcinado, y el otro cloruro de calcio.

X.—LA COMBINACIÓN LENTA DE SUBSTANCIAS QUE TIENEN ACCIÓN UNAS SOBRE OTRAS puede verificarse á la temperatura y presión ordinarias, á temperatura y presión elevadas, ó por corrientes galvánicas:

A. Kuop llegó á obtener una substancia análoga á la limonita cuprífera, mediante la acción de carbonatos alcalinos sobre una mezcla de sulfatos de hierro y de cobre. G. Rose reprodujo asimismo la zinconisa por medio del carbonato de sosa y el sulfuro de zinc.

Becquerel reprodujo la calcita y la sílice, parte de ésta al es-

tado amorfo, y parte en laminillas pequeñas y birrefringentes, ó sea probablemente al estado de cuarzo. Para operar introdujo en un vaso, imperfectamente cerrado y con una disolución muy diluída de silicato de potasa, láminas de yeso, abandonándolo así durante largo tiempo. El hecho se explica por la descomposición del silicato de potasa por el ácido carbónico del aire, que daría lugar á la separación de la sílice, mientras que el carbonato de potasa producido originaria, en presencia del yeso, al sulfato de potasa y carbonato de cal.

El hierro, en una disolución de fosfato amónico, produce la vivianita.

Operando á temperatura y presión elevadas, se han reproducido minerales tales como el aragonito, la malaquita, etc., los cuales se han obtenido calentando á 150° diferentes substancias que se pusieron, con éter ó sulfuro de carbono, en un tubo cerrado y bastante resistente.

Senarmont obtuvo cristales de siderosa, de dialogita, smithsonita y giobertita, descomponiendo por el carbonato de sosa los cloruros ó los sulfatos correspondientes, á temperaturas comprendidas entre 150 y 170°, y reprodujo la millerita, la galena, la pirita de hierro y la chalcopirita en forma de películas con brillo metálico, calentando entre 160 y 250° los cloruros, los sulfatos ó los nitratos de los metales correspondientes con una disolución de sulfuro potásico; á lo que añadiremos que Geitner conseguía cristales de greenokita, de chalcosina, de estibina y de pirita de hierro, tratando los metales, ó los óxidos apropiados, por el ácido sulfuroso á la temperatura de 200°.

El mismo químico produjo, con disoluciones convenientes y á temperaturas variables entre 50 y 200°, los principales minerales que constituyen los criaderos, entre otros el cuarzo y el hierro espático, la barita sulfatada y la plata roja ⁽¹⁾.

Crow dice que haciendo pasar una corriente eléctrica durante años á través de una disolución de silicato de cal ó de ácido fluorhídri-

(1) *Anales de Chim. et Physique*, tomo XXVIII, pág. 693: Paris, 1849.

co, se obtiene el cuarzo en cristalitas visibles y bien determinados.

Becquerel obtuvo en cuatro ó seis semanas, bajo la influencia de una corriente galvánica, cristalitas de galena, colocando en el fondo de un matraz sulfuro de mercurio, vertiendo encima una disolución de cloruro de magnesio é introduciendo hasta el fondo del matraz una hoja de plomo. Y del propio modo se ha conseguido también la formación de cuarzo, de vivianita, galena, etc.

EPIGÉNESIS.—Para terminar con nuestro propósito réstanos indicar algunos ejemplos de epigénesis obtenidas artificialmente. Kuhlman ha logrado la pseudomorfosis en varios minerales dirigiendo diversas combinaciones gaseosas, y principalmente de hidrógeno con los metaloides, por tubos que contenían los óxidos ó sales metálicas naturales y cristalizadas, verificando los experimentos unas veces en frío y otras en caliente. Haciendo intervenir sucesivamente los ácidos sulfúrico, clorohídrico y bromohídrico, y los hidrógenos seleniado, fosforado ó arseniado, consiguió las pseudomorfosis del carbonato de plomo en cloruro, ioduro, arseniuro y fosfuro de plomo. El carbonato y el cobre oxidulado nativos cambian igualmente en sulfuro de cobre, y la transformación progresa de una manera sucesiva del exterior al interior de las substancias.

Clifton Sorby ha estudiado la acción prolongada del calor y del agua sobre diferentes substancias, habiendo obtenido resultados notables y la reproducción de diversos casos de epigénesis.

H. Eichhorn ha hecho experimentos sobre la descomposición de los silicatos por disoluciones salinas, que dan mucha luz respecto á los fenómenos naturales. Puesto en digestión el polvo de una ceolita, tal como la chabasita, con una disolución de cloruros alcalinos ó alcalino-térreos, ó bien de carbonatos de magnesia, de sosa y de amoniaco, se encuentra que los elementos básicos de estas sales se combinan con el silicato, mientras que la cal queda disuelta. Los cloruros alcalinos actúan al cabo de dos ó tres días. Los cloruros de zinc y de estroncio parecen inertes en un principio, pero al cabo de doce días se reconoce ya la cal en la disolución. El cloruro de magnesio obra todavía con mayor lentitud que los de zinc y estroncio.

DEDUCCIÓN.—Los experimentos de que acabamos de hablar ponen de relieve que un mismo mineral puede formarse por medios muy distintos, sea por vía seca ó por vía húmeda, sublimación ó acciones eléctricas, á la temperatura y presión ordinarias ó á una elevada temperatura y fuerte presión. Los sulfuros metálicos, por ejemplo, son cuerpos que pueden obtenerse, ya sea por la descomposición de los vapores á una alta temperatura ó de su acción sobre los cuerpos sólidos fuertemente caldeados, ya sea por la vía húmeda en sus distintos procedimientos.

Por vía de fusión se obtienen especialmente los minerales del grupo de los feldespatos, de los piroxenos y espinelas, así como también el cuarzo; pero también hay ejemplos de la formación del feldespato por la vía húmeda en ciertos conglomerados y por sublimación en las rendijas de los hornos, sucediendo lo propio con el cuarzo, que también se ha logrado cristalizar por la acción de una corriente eléctrica.

Podemos decir, en vista de lo expuesto, que si para muchos minerales no ha podido probarse todavía el que se reproduzcan por todos los métodos citados, tampoco puede afirmarse, *a priori*, que sea imposible conseguirlo.

Deduciremos, pues, que de la simple presencia de tal ó cual mineral en un criadero no debe esperarse sacar la consecuencia de la manera con que éste se haya formado; y para aproximarse á la verdad de su génesis, será preciso estudiar con gran detenimiento las condiciones geológicas del yacimiento y todas las demás circunstancias que concurren en la comarca ó región á que corresponda, de la cual no debe mirarse sino como uno de tantos individuos del conjunto que constituya el correspondiente sistema.

FORMACIÓN DE LOS CRIADEROS METALÍFEROS DE HUELVA.

La distinta manera de presentarse entre las rocas pétreas las sustancias metalíferas que constituyen los criaderos de esta especie, por una parte; la composición mineralógica de los mismos, por otra, y las condiciones en que tuvieron lugar los depósitos, han sido el fundamento de clasificaciones más ó menos metódicas y detalladas, según dejamos expuesto en el artículo dedicado á las teorías emitidas acerca del origen y formación de los criaderos.

En la provincia que estudiamos, atendiendo más que á la forma de los depósitos metalíferos á las condiciones de origen en los distintos yacimientos, y prescindiendo de la clase de substancia ó substancias aprovechables que las menas contienen, creemos como clasificación más adecuada para el estudio de los mismos, y conforme con las diversas circunstancias que en ellos se reúnen, su agrupación en las cuatro clases siguientes:

- 1.^a Criaderos de relleno.
- 2.^a — metamorfoseados.
- 3.^a — sedimentarios.
- 4.^a — de segregación.

No creemos tan aceptable para nuestro caso la división en criaderos regulares é irregulares, en la primera de las cuales se comprenden, como es sabido, los filones, las masas estratificadas y las capas ó mantos, y en la segunda las masas propiamente dichas, las bolsas, los stockwerks, etc., porque no expresa de una manera precisa los hechos que han tenido lugar en la formación de los que tratamos. En estos, en efecto, los sedimentarios no son en él más que una dependencia inmediata de los de relleno; y en cuanto á los com-

prendidos en las otras dos clases, resulta que su manera de ser ha obedecido á causas bien distintas. Tampoco nos parece tan adecuada ninguna de las demás clasificaciones reseñadas en el citado artículo.

De todos modos, como para que pueda formarse la idea más exacta de la manera de ser de los criaderos no hay mejor guía que su representación gráfica, procuraremos presentar dibujos que den á conocer las circunstancias principales del yacimiento metalífero de que se trate; y si esto no es posible para todos, se hará de los que están mejor conocidos, merced al desarrollo de las labores. Para ello daremos planos donde aparezca, no sólo la extensión y forma del criadero en el sentido horizontal, sino también cortes longitudinales y transversales que den idea de la disposición de las sustancias metalíferas en el espacio que llenen; es decir que, siempre que nos sea posible, determinaremos su forma con proyecciones sobre tres planos coordinados, multiplicando los cortes ó secciones cuando la irregularidad del depósito lo exija y el avance de los trabajos haya permitido levantar los planos necesarios para la representación gráfica completa.

Recordaremos ahora que para la descripción de todo criadero, de cualquier clase que sea, se ha convenido el uso de varias denominaciones de carácter general, las cuales están ciertamente explicadas en los distintos tratados de explotación de minas, y por lo mismo nos limitaremos en este trabajo á indicar muy brevemente las más principales.

Por caja de un criadero ó yacimiento metalífero se entienden las rocas que lo contienen. Muro ó yacente se denomina la superficie plana ó más ó menos desigual que, cuando el criadero no es vertical, forma el límite inferior del mismo. Techo ó pendiente lo que en igual caso lo limita por la parte superior, y salvadas las zonas de rocas descompuestas ó detríticas que suele haber entre el techo y muro y el mismo criadero. Llámense también respaldos las paredes de la caja que forman el techo y el muro; lisos y espejos las superficies más ó menos pulimentadas, y á menudo estriadas, que resultan del frotamiento mutuo de los respaldos con las partes consti-

tutivas del criadero, ó entre las porciones fraccionadas del mismo, por hendiduras posteriores á la consolidación del depósito. Por dirección se entiende la orientación de la línea más larga de la sección horizontal del criadero, y por inclinación el ángulo que forma la línea de máxima pendiente de las salvandas con el plano horizontal. Espesor ó potencia, es la línea dirigida normalmente de uno á otro respaldo. Asomos ó crestones son las partes exteriores que indican su presencia, y gangas las sustancias pétreas mezcladas con el mineral útil.

CRIADEROS DE RELLENO.

Corresponden á esta clase de criaderos, en la provincia que consideramos, los de piritas y los de manganesas.

Criaderos de piritas.

Son los formados en las grietas y oquedades de las rocas con independencia de la edad y estratificación de las capas, aun cuando en ocasiones siguen, ó por lo menos simulan seguir, la dirección de las mismas, separando, por lo general, materiales de una misma formación. Á veces, sin embargo, aparecen separando los macizos hipogénicos de los sedimentarios, dando en esos casos lugar á una especie de filones-capas ó de contacto, por cuya circunstancia pudieran confundirse con los yacimientos estratificados, según ha sucedido ya.

En todo criadero de relleno son dos las cosas que deben considerarse: 1.^a, las grietas ó huecos donde se acomodaron las menas, estudiando su disposición y causas que las produjeron; y 2.^a, la naturaleza, origen y circunstancias del relleno de las mismas.

I.—CONSIDERACIONES ACERCA DE LAS GRIETAS Ó HUECOS.—Los interesantes experimentos de M. Daubrée ⁽¹⁾ referentes á los efectos de las presiones sobre lechos de arcillas y otras materias, han puesto de relieve, de un modo palpable, los diferentes efectos que se observan

(1) *Études synthétiques de Géologie expérimentale*: París, 1879.

en los terrenos estratificados plegados ó fuertemente trastornados con posterioridad al depósito y consolidación de los sedimentos que les constituyen; puesto que ha logrado reproducir fácilmente, con ingeniosos procedimientos, los pliegues, laminados y quiebras ó fracturas propias de las rocas sedimentarias de las comarcas trastornadas; así como, aplicando esfuerzos de torsión á cuerpos rígidos, tales como láminas de vidrio grueso empotradas ó sujetas por uno de sus extremos, ha conseguido desarrollar en ellos series de estrías, cuya disposición se asemeja bastante á la de las fracturas que se observan en las regiones metalíferas.

Los concluyentes resultados de esos experimentos, que con todo detalle pueden verse en la obra citada, dan bastante autoridad á la hipótesis de que los criaderos de relleno de que tratamos provienen de la acumulación de sustancias minerales en las grietas determinadas por la fractura de los estratos sedimentarios, cuando éstos estuvieron sometidos á las acciones dinámicas que los afectaron, las cuales pudieron ser originadas por cualquiera causa endotelúrica, tal como el cambio de volumen, transformación de las rocas, presiones mecánicas desiguales, hundimientos del suelo y plegamiento de las capas.

La época ó épocas de la formación de las grietas de que hablamos en la región á que nos referimos, no es aventurado suponerla relacionada con la de la generación y aparición de las rocas hipogénicas que en la misma asoman; siendo natural el pensar que al mismo tiempo se verificaría también la metamorfosis de las rocas sedimentarias. Basta considerar para admitir esta hipótesis que las porciones del suelo en donde las dislocaciones de los estratos sedimentarios más abundan y son mayores, se hallan precisamente en las zonas donde al exterior se acusan los asomos de las rocas cristalinas macizas y los de las sedimentarias metamorfoseadas, de tal modo, que es bien difícil separar unas de otras en muchos casos; pero hay además otro hecho que robustece la idea que acabamos de exponer, cual es el de que las fracturas, donde los yacimientos metalíferos se encuentran, siguen en general la dirección de las hiladas de los aso-

mos hipogénicos, y entre los de una misma serie ó hilada, la de las capas sedimentarias, en cuyos grandes pliegues la dirección de la grieta sigue generalmente á la de los ejes de plegamiento. Hay casos, sin embargo, en que la dirección experimenta muy notables desvíos, teniendo lugar precisamente en aquellos puntos donde el plegamiento de los estratos se verifica además lateralmente; circunstancia que, como hemos hecho notar al ocuparnos de la estratigrafía en el tomo I de esta Memoria, puede comprobarse en distintos sitios.

La multiplicidad de los pliegues en uno y otro sentido es siempre mayor en aquellos puntos donde los estratos, comprimidos lateralmente, hallaron, sin duda, la menor resistencia; determinándose por fin roturas más ó menos numerosas, en cuya disposición y forma influyó, seguramente, la presencia de rocas de composición mineralógica distinta; por lo cual los efectos debidos á la acción dinámica debieron verificarse con desigualdad, resultando fracturas tan anormales como las que se observan en la pequeña extensión del terreno ocupado por las minas de San Telmo, según puede formarse idea con la inspección de la lámina 25, en la cual se determina la posición de los yacimientos metalíferos de la cumbre de La Herrería y los de Los Cruzadillos, situados éstos á levante de aquéllos.

En las grietas que así resultaron, se reconoce que son mayores y se hallan aisladas las que aparecen en los sitios donde los pliegues longitudinales de las capas se extienden mucho en longitud y los laterales están poco marcados, mientras que se repiten más, pero con escasas dimensiones, especialmente en la anchura, las que se encuentran en los parajes en que los pliegues laterales se pronuncian mucho.

El hecho, comprobado en diferentes minas de la provincia donde los trabajos han alcanzado las mayores profundidades de los criaderos, de que las grietas no alcanzaron por lo general grandes honduras, se explica fácilmente considerando que las rocas estratificadas donde aquéllos se hallan están tanto más sujetas cuanto mayor sea la profundidad á que se las considere, y, por lo tanto, nada más

conforme con las leyes mecánicas que el suponer, dados los esfuerzos de torsión y laminado, que en las partes superficiales ó poco profundas, en que la resistencia es menor, sea donde se hayan producido las quiebras que más tarde se rellenaron. Si asiendo un libro, á la par que se comprimen sus hojas por los extremos en opuesto sentido, se ejerce también una acción de torsión, se verá que aquéllas se separan dejando huecos que se estrechan conforme se aproximan al canto del libro donde las hojas están sujetas, reproduciéndose ó simulándose en cierto modo lo que se reconoce en las capas de la región que estudiamos, por más que la flexibilidad y uniformidad del papel no sufra las roturas ni los otros accidentes que anteriormente hemos tratado de explicar y que están relacionados con la mayor ó menor rigidez de las distintas rocas.

Como las rocas estratificadas presentan mayor facilidad á la separación por las superficies de los lechos que á la fractura según ángulos más ó menos oblicuos á las expresadas superficies, es frecuente aparezcan como interestratificadas las menas acumuladas en los huecos que aquellos trastornos de las rocas originaron; pero, como en seguida probaremos, tal circunstancia es puramente accidental, y en manera alguna debe conducir á considerar interestratificados y sincrónicos los depósitos de una y otra especie en la provincia.

Con efecto: es frecuente que en profundidad las capas sedimentarias se ofrezcan con roturas sumamente caprichosas, y cuando esto tiene lugar, los criaderos presentan claramente ángulos de inclinación muy diferentes de los que al buzamiento de los estratos de su caja corresponden; hechos que, confirmando lo que acabamos de exponer, estudiaremos con detalle al describir los criaderos donde los tenemos comprobados.

En la región objeto de nuestro estudio, las grietas mayores, y por consiguiente los criaderos más voluminosos y en mayor número, corresponden á la zona central que se representa en la lámina 44 y constituye uno de los campos de fractura más notables de nuestra Península.

En cuanto á la disposición y forma de las grietas, como puede su-

ponerse de lo que llevamos dicho, se observan numerosas y caprichosas diferencias, habiendo depósitos metalíferos que sólo miden algunos centímetros de anchura, mientras que otros cuentan más de 100 metros, como sucede en Río-Tinto (véase la lám. 9).

En los yacimientos de dimensiones bastante notables, es lo más frecuente que el hueco de la fractura esté aislado y sea de poca longitud relativamente al ancho, en cuyo caso el criadero afecta la forma de una masa algún tanto lenticular, resultando de ello en forma de cuña los cortes transversales, según se ve en los yacimientos de *La Lapilla*, *Peña del Hierro*, *Poderosa* y otras minas (véanse las láminas 54, 17 y 19). En otros casos hay ensanches y angosturas muy marcadas, ocurriendo esto precisamente cuando los depósitos adquieren gran longitud, habiendo de ello buen ejemplo en Río-Tinto, donde se hallan los de mayores dimensiones conocidas y donde se ofrecen depósitos que participan de los caracteres de las masas y de los filones de contacto, según explicaremos en otro lugar. Otras veces, como sucede en las minas de Las Cabezas de los Pastos (lámina 57), son varias las grietas que aparecen con paralelismo más ó menos perfecto en el sentido de la estratificación y separándose pocos metros entre sí, siendo en tal caso grande la semejanza con los criaderos sedimentarios. En profundidad, según hemos indicado ya, es raro, sin embargo, que las fracturas hayan seguido siempre las inflexiones de los pliegues de las capas en todo el recorrido, especialmente cuando son aquéllos de pequeña curvatura, encontrándose rotos en muchos puntos y resultando, como es consiguiente, diferencias notables entre los ángulos de inclinación del relleno metalífero y de las capas que constituyen la caja del criadero, habiendo ejemplos bien claros de ello en las minas de San Telmo.

De cuanto se refiere á la hondura inherente á los criaderos de que ahora tratamos, citaremos varios ejemplos entre los que nos son más conocidos por lo avanzado de los trabajos del laboreo, y por ellos podrá venirse en conocimiento de que, en general, angostan hasta que en formas de cuña ú otras menos regulares se extinguen por completo; haciendo todo presentir no alcancen profundidades tan

grandes como las que en comarcas clásicas en sistemas de filones han podido comprobarse, tales como en el filón argentífero la Veta-Madre, cerca de Guanajuato en México, cuyas labores pasan de 400 metros de profundidad; los filones de Freiberg, que profundizan más de 580 metros; los de Andreasberg, en el Hartz, que pasan de 700 y 800 metros; el del condado de Comstock, en los Estados-Unidos, que continúa por bajo de 1200 metros, y otros muchos de que todo el mundo tiene noticia.

En la provincia de Huelva, la circunstancia de existir varios criaderos de piritas cuyas secciones ó cortes transversales simulan en el conjunto la forma de cuña, ó la lenticular truncada en la parte superior, pudiera sin más antecedentes inducir, y ha inducido ya, á considerar una ley bastante fija para la determinación de la hondura de los mismos, una vez que sea conocida la tendencia á una ú otra de las formas dichas y la relación de sus líneas con la profundidad; pero como son excepcionales los casos en que con cierta regularidad tienen lugar los hechos que acabamos de exponer, según puede comprobarse en los numerosos cortes que de los criaderos presentamos en las láminas de este volumen, resulta, en conclusión, que no hay el menor fundamento para sentar una ley precisa con respecto á este particular, ley que, ligada con las otras dimensiones, pudiera hacer venir en conocimiento de la hondura á que podría llegarse con la explotación hasta considerar como agotado un criadero. Lo que sí se observa es que, *relativamente, alcanzan mucha mayor profundidad los depósitos piríticos cuya longitud es considerable con respecto al espesor, que aquellos otros donde la relación entre estas dos dimensiones no pasa de $\frac{1}{5}$, por ejemplo.*

Entrando en detalles, podemos decir también que *en un mismo criadero donde haya partes considerablemente ensanchadas y otras donde con menor espesor se extiende en gran longitud con regularidad bastante para simular un filón de contacto, la hondura del yacimiento es siempre mucho menor en las porciones que se hallan en el primer caso que en las del segundo, ofreciéndose un buen ejemplo de estos hechos en las minas de Río-Tinto.*

Con efecto: la masa *de Nerva* en su porción oriental, donde se estableció una labor á cielo abierto, es la que se presenta con mayor anchura en todo el recorrido hasta la parte occidental del criadero *de San Dionisio*, que está á poniente del primero en la misma alineación, resultando que en esa parte, cuya máxima anchura no baja de 155 metros, se conserva ésta sin variación notable desde la superficie hasta un nivel un poco más bajo que el del piso noveno, circunstancia que puede apreciarse en el corte transversal *PQ*, de la lámina 9, situado á unos 10 metros al este del sitio citado. Al referido nivel la sección del yacente cambia de dirección de un modo brusco para aproximarse á la horizontal, cuya dirección sigue hasta unos 20 metros del pendiente en donde se tuerce en sentido contrario al que presenta en el noveno piso, aproximándose á la vertical, pero con tendencia bien marcada á juntarse con la traza del techo; traza que desde los afloramientos se separa muy poco de la línea vertical, observándose también en ella que, á la hondura del socavón *Nuevo*, llamado también *El Túnel*, tiende á unirse con la del muro, por manera que á corta distancia por bajo del socavón citado, que es el señalado en el corte, el criadero, y por consiguiente la grieta, mide un ancho menor de 20 metros.

Extendiendo nuestro análisis á los sitios correspondientes á los cortes *TV* y *VY* de la misma lámina, se observa que en el primero la masa presenta anchura máxima entre los pisos tercero y sexto, disminuyendo luego considerablemente la inclinación del yacente con tendencia muy marcada á juntarse con el pendiente, si bien en esta parte del criadero la grieta tuvo bastante menor ancho en la superficie que al nivel del sexto piso, ó sea 45 metros más bajo, quedando reducida á los 120 metros de hondura á unos 20 metros. En el corte *VY*, la tendencia á la reunión de las trazas del techo y muro está también muy clara, habiéndose reconocido en la superficie el máximo de anchura, decreciendo luego con bastante regularidad hasta marcar menos de 15 metros de espesor la masa debajo del referido socavón; y algo más á levante, desde el sitio donde estuvo el pozo *Inocentes*, la unión de las dos paredes de la grieta ha sido

completamente reconocida, según la línea llena con que se termina por la parte del este la sección longitudinal del criadero (fig. 5). Las circunstancias de que acabamos de dar cuenta hacen suponer con bastante fundamento que el depósito metalífero, en toda la porción considerada, no alcanza mayor hondura que el ancho máximo, por más que en los cortes examinados no se halle extinguida por completo á la profundidad alcanzada con los trabajos.

Al oeste del corte *PQ*, la grieta se estrecha con igual rapidez y simétricamente á la de la parte del este: pero llegado cierto límite, entre la situación de los cortes *MN* y *KL*, se extiende en una longitud que excede en más del doble á la de la parte antedicha, aproximándose así su forma más bien á la de un filón de contacto que á la de una masa. Veamos lo que con los trabajos hechos ha podido comprobarse en esta parte del criadero con respecto á las relaciones entre las dimensiones de la grieta.

En el corte *MN*, hasta el nivel del sexto piso, la anchura de la grieta fué, con diferencias apenas apreciables, de 70 metros, ensanchando luego con bastante rapidez, especialmente por el lado del muro, hasta el piso noveno, donde alcanzó 95 metros que conservó todavía por bajo del socavón repetidas veces citado. Á 50 metros al oeste del corte *MN*, en el *KL*, el relleno metalífero presenta al referido nivel mayor espesor que á flor de tierra, y muy poco menor es el que á los mismos niveles tiene en el sitio del corte *YJ*, notándose mayor decrecimiento en el *GH*, y repitiéndose la misma circunstancia en el *CD*, situado á 400 metros al oeste del *MN*. En todos ellos la profundidad del mineral alcanza mucha más hondura que la señalada por el ancho máximo de la grieta, y un sondeo hecho con la barrena de diamante, según se indica en el mismo corte VII, no dejó de cortar piritas en los 75^m,52 que alcanzó.

En el criadero *de San Dionisio* no hemos logrado más de un corte, que va representado en *AB* (fig. 1); mas su inspección basta para ver que, como en la parte occidental del yacimiento *de Nerva*, la relación entre el ancho y hondo de la grieta está en proporción con la que guarda la potencia con respecto á la longitud del mismo.

En las minas de El Tinto (término de Zalamea) se explotó una parte del criadero, pequeña y de forma de riñón, hasta una profundidad que difería poco del espesor, quedando únicamente en el fondo de las labores, en veta insignificante, alguna pirita cuya pobreza en cobre no permitió el arranque, no pudiéndose determinar el punto preciso de la terminación de la grieta; pero bien puede suponerse profundizaría poco, dada la disposición convergente que se observó en las paredes de la caja. Otro ejemplo análogo se presentó en la antigua mina *Agraciada*, una de las de La Corte (Valverde), donde se explotó, también á cielo abierto, por la Sociedad La Huelvana, una masa lenticular pequeña, que fué estrechándose rápidamente á los pocos metros de profundidad, no quedando, cuando se abandonó el trabajo, más que una veta estrechísima de pirita de hierro, la cual, á juzgar por la inclinación de las líneas de los cortes longitudinales y transversales de la masa lenticular, debía extinguirse á poca más hondura de la reconocida.

La mina Poderosa ofrece un caso contrario á los dos que acabamos de referir. El criadero afecta en ella una forma que, por la disposición en el terreno y por sus dimensiones, 500 metros de largo y 50 de anchura máxima, se asemeja más bien á un filón de contacto que á una masa, siendo en el segundo piso de la mina de 4 á 15 la relación del ancho medio con respecto al largo; y por lo que á la hondura reconocida se refiere, se deduce ser de 4 á 1 próximamente la relación entre ésta y el ancho máximo de la grieta. Prescindiendo de las ondulaciones de los respaldos, bien pequeñas por cierto, se ha observado que desde la parte superior al segundo piso la anchura disminuye sucesivamente, y desde el segundo al quinto, ó sea en 24 metros de profundidad, el espesor se conserva el mismo, notándose aumento de un metro en el sexto piso, para disminuir luego hasta reducirse, en lo más hondo á donde llegan las labores, á la cuarta parte de la mayor anchura que alcanzó en la parte superior, siendo de unos 100 metros la profundidad reconocida dentro de las piritas y 40 metros más en el sombrero de hierro hasta la superficie del terreno. En la lámina 19 se detallan las diferentes circunstancias que dejamos apuntadas.

En el criadero de *San Telmo* (Cortegana) se repiten hechos semejantes á los observados en el *de Nerva* (Río-Tinto), resultando mayor profundidad en la parte sudoeste, donde el depósito metalífero afecta la forma de filón de contacto, que hacia el centro, donde un corte transversal acusa un ensanche en forma de masa. En éste, según puede verse en la figura III de la lámina 26, la anchura, que es de 21 metros entre los pisos primero y segundo, se reduce á 4 en los afloramientos, á la par que, á poca más hondura que la del piso tercero, va perdiéndose el mineral casi por completo entre las rocas de la caja, formando varias vetas; mientras que, más al oeste, en lo correspondiente al corte *YJ*, el criadero continúa, por el contrario, con el mismo espesor que en los pisos superiores al nivel del cuarto. De todo ello resulta que, salvo los ensanches y angosturas debidos á la irregularidad de los hastiales, el criadero, desde su parte más alta, continúa en profundidad con el mismo espesor medio de 8 metros en los 96 á que se había llegado con los trabajos en el año 1885, mientras que hacia el centro, en la parte más ancha, llegaron á desaparecer los minerales casi por completo á los 68 metros de profundidad.

En la mina de Las Cabezas de los Pastos, en término de La Puebla de Guzmán, son varias las grietas que en el sentido de la dirección de los estratos sedimentarios se produjeron (véase la lám. 57); grietas que, á consecuencia de las roturas de las pizarras de la caja que las separan, se reúnen en ciertos puntos, quedando en otros paralelas y con dimensiones sumamente variables, pero siendo siempre muy largas con respecto al ancho. En todas ellas, á juzgar por lo que en los trabajos ejecutados puede reconocerse, se advierte gran profundidad con relación á su ancho, siendo esta mina, entre las trabajadas, la que presenta una relación mayor entre las precitadas dimensiones. Basta para convencerse de ello considerar que en el criadero que llaman *de Poniente*, á los 80 metros de profundidad, el depósito piritoso acusa un ancho de 9 metros, que es el mismo que tiene á un nivel 40 metros más alto, siendo bastante menor el que presenta en la parte superior. Esto no obsta, sin embargo, para que en otras grietas

de menor amplitud se haya reconocido la terminación de las menas á profundidad menor de 30 metros.

Los criaderos de las minas de Tharsis presentan también hechos notables en la forma y disposición de las grietas en que se constituyeron. En el *del Centro*, por ejemplo, se observa aumento de espesor con la profundidad, llegando á crecer en la proporción de 1 á 10 en la hondura de 55 metros en la parte central, donde se halla una gran angostura; mientras que en la parte oriental, que es donde la masa adquiere el mayor ancho, tiende, por el contrario, á disminuir con la profundidad.

El yacimiento *Poca-Pringue*, del mismo establecimiento, afecta bien claramente la forma de cuña y hace presentir la total desaparición de las piritas á corta hondura, según demuestra la simple inspección de los cortes I, II y III en la lámina 12.

En los cortes ó secciones longitudinales, los criaderos también parecen experimentar fenómenos análogos á los que llevamos apuntados para los transversales, es decir, que hay casos en que, como sucede en el yacimiento de *Sierra-Bullones* de las minas de Tharsis, la grieta tiende á extenderse en longitud hasta cierto límite á medida que profundiza, para decrecer después rápidamente, pudiendo formarse idea de todo ello por el examen de los cortes que presentamos en la citada lámina 12. No menos interesantes, por el mismo concepto, son los dibujos de la lámina 21, referentes al criadero de las minas de *San Miguel*.

En la mina *La Chaparrita*, del término de Nerva, se disfrutó un criadero en masa cuya forma era sumamente irregular, tanto en las secciones horizontales como en las verticales, resultando grandes diferencias al comparar entre sí las superficies correspondientes á unas y otras.

Considerando un corte longitudinal del criadero, la línea que establecía el límite entre los minerales oxidados y los sulfuros, ó sea entre las substancias ferruginosas de la montera y las piritas que motivaron la explotación, resultaba ser muy sinuosa, habiendo diferencias mayores de 7 metros en el sentido de las ordenadas. Por

lo que se refiere á la parte que limitó en profundidad la masa del relleno, sucedía también lo propio, si bien alcanzando la mayor hondura hacia la parte noroeste, en la proximidad de su terminación.

Si se compara la longitud de este depósito metalífero con la profundidad, considerando únicamente las piritas y no la zona oxidada, se obtiene de una manera bastante aproximada la relación de 3 á 1 para aquellas dimensiones, puesto que la longitud del criadero era de unos 90 metros, y 30 lo que resulta para profundidad del mineral en el corte ó sección trazada por el pozo del Malacate (véase la lám. 13). Once metros más al sudoeste, dicha hondura era menor, adquiriendo el relleno un ancho medio de 24 metros, ó sea más del doble que en el lugar del corte anterior, donde alcanzaba solamente 11 metros, resultando un contorno oval. Todavía otros 11 metros más allá del último, en el mismo rumbo, el perfil de otro corte manifiesta que el criadero ensanchaba en la parte inferior casi el doble que en la superior, terminando en ambas por curvas de gran radio que se aproximaban bastante á la circular; y á otros tantos metros en el mismo sentido, la figura de la sección, paralela á las precedentes, aparece en forma de cuña y disminuye en profundidad en todo lo que del criadero queda hacia la expresada dirección.

Creemos digno de mencionarse que paralelamente al yacimiento de que acabamos de hablar, al nordeste y sudoeste del mismo, se hallaron dos masas pequeñas de pirita, cuyo espesor sólo fué de 2 á 3 metros y la longitud de 11 á 15; cuyas masas se arrancaron por completo, habiéndose visto, por lo tanto, su completa extinción en todos sentidos, así como la de otra análoga que se halló á la proximidad del extremo oriental del mismo yacimiento.

De los diversos ejemplos que acabamos de exponer y de otros muchos que pudiéramos presentar, se deduce que las grietas donde las substancias piritosas se depositaron son bastante someras, ó por lo menos que se cierran unas y tienden otras á cerrarse muy marcadamente en las profundidades á que se ha llegado con los trabajos actuales; no siendo probable el que á mayores honduras vuelvan á reproducirse ofreciendo nuevos depósitos hasta ahora desconocidos.

Nuestras investigaciones, en efecto, nos han dado la convicción de que, *en general, la profundidad que alcanzan los criaderos piritosos de la provincia no es muy considerable.*

II. NATURALEZA, ORIGEN Y CIRCUNSTANCIAS DEL RELLENO DE LAS GRIETAS Y HUECOS.—En el estudio que acabamos de hacer de las grietas ocupadas por los criaderos de piritas, hemos llamado la atención sobre la correspondencia estratigráfica que en la superficie parecen tener los depósitos metalíferos con las rocas sedimentarias de la caja, circunstancia que, sin más antecedentes, puede inclinar á considerarlos más bien como sedimentarios que de relleno propiamente dicho, como en efecto ha sucedido ya; mientras que, fundados en otros caracteres de los que exteriormente aparecen en el terreno, no ha faltado quien les haya supuesto masas eruptivas, explicándose esa divergencia de pareceres, más bien que por lo difícil que es tratar todo lo referente á este asunto, porque las investigaciones para el estudio no se hayan hecho en muchos y en profundidad bastante para poder apreciar las especiales circunstancias que se reúnen en el conjunto.

El Sr. F. Roemer, profesor de la Universidad de Berlín, á quien acompañamos en una de sus visitas á las minas de Río-Tinto, supone á los criaderos de que tratamos como masas lenticulares interestratificadas con las pizarras del Culm, apreciación que extiende á los de la misma clase del Alentejo (Portugal), según lo expresa von Groddeck en su libro tantas veces citado ⁽¹⁾, dudando además aquel distinguido profesor de que los criaderos de piritas de aquel extenso territorio tengan relación alguna con las masas de pórfidos y diabasas que se hallan en el contacto ó á corta distancia de ellos.

La idea de considerar como concordantes y de la misma edad á las masas de piritas y á las pizarras que las envuelven, parece, al pronto, ser la más acertada y es la que sugiere el primer golpe de vista cuando no pueden apreciarse, por falta de labores, á diferentes profundidades y en amplios espacios, todas las circunstancias de los

(1) *Die Lehre von den Lagerstätten der Erze*. Leipzig, 1879, pág. 122.

yacimientos. Sin embargo, esa concordancia de estratificación que generalmente se presenta en la superficie no pasa de ser aparente, considerando el verdadero sentido de contemporaneidad que arrastra la palabra; pues hay muchos sitios donde la fractura y dislocación de los estratos es muy notable, según expondremos con todo detalle al hacer el estudio de cada uno de los criaderos; siendo un hecho incuestionable el que éstos no se hallan en los puntos donde las capas sedimentarias se presentan mejor conservadas, y sí, por el contrario, en los parajes donde los trastornos son mayores, donde las fracturas y quebrantamiento de las mismas están más señalados, y donde el sello del metamorfismo está mejor impreso; lo cual aleja también la idea de considerarlos de la manera que lo ha hecho el Sr. Roemer. Por otra parte, no todos los depósitos de piritas se hallan entre las pizarras del Culm, habiéndolos, por el contrario, en los macizos de rocas mucho más antiguas, observándose en uno y otro caso el mismo conjunto de caracteres y de condiciones de yacimiento.

La idea emitida por el Sr. Roemer no puede además admitirse, porque las irregularidades, que en la forma y disposición de las masas metalíferas se presentan, no se avienen bien con una sedimentación anterior á la de los depósitos del techo, y mucho más cuando se tienen en cuenta las ramificaciones que suelen enviar más allá de los respaldos; pues de haber tenido lugar la precipitación de las partículas metálicas en el fondo del mar, debieran haberse extendido de una manera mucho más regular de lo que indican los diversos cortes que de los criaderos presentamos entre las páginas de este libro.

Por lo tanto, creemos más ajustado á lo que se ve en el terreno el considerar como posterior á la formación del Culm la época en que se verificó la de estos criaderos; época que, como dejamos indicado al hablar de las grietas y tendremos ocasión de repetir luego, está en cierto modo relacionada con la de la aparición de las masas hipogénicas de la comarca, y no tan desligada de ella como Roemer ha supuesto.

Otra teoría, de que se ha echado mano por algunos ingenieros para explicar la formación de los criaderos de piritas, ha sido la plutónica (1); pero ésta no la hallamos tampoco más aceptable que la sedimentaria, pues con ella quedan sin explicación plausible las circunstancias más esenciales que en ellos se presentan.

Con efecto: ni se han descubierto los canales ó chimeneas por donde hubieran salido las menas del interior de La Tierra; ni en las paredes de la caja se advierte la menor prueba de fusión de las sustancias metalíferas, habiendo, por el contrario, dentro de las más compactas, otras materias, tales como el cuarzo hialino, que, de haber estado fundidas las piritas, se habrían disuelto para formar diversas combinaciones; ni el manto de tobas ferruginosas que suele hallarse junto á los criaderos es la materia fundida que se ha supuesto acompañó á la erupción á manera de escoria, siendo, por el contrario, de origen sedimentario, según se ha comprobado por los restos orgánicos que envuelve.

Para nosotros no es tampoco admisible la idea del distinguido profesor Lapparent (2), que supone formadas las piritas de Rio-Tinto del mismo modo que las de otros criaderos en que se las considera como acompañantes de una inyección ígnea de los pórfidos, dioritas, etc., de los que más tarde se separaron por otras causas.

Ciertamente que, en general, cuando los depósitos metalíferos se encuentran en contacto ó á la inmediación de las rocas hipogénicas, suele haber fundamento para que á éstas se las considere como el vehículo de aquéllos; pero en la región que estudiamos media la circunstancia, muy digna de tenerse en cuenta, de haber grandes macizos de pórfidos y diabasas sin que en la proximidad ni en su contacto se encuentren criaderos; mientras que otros depósitos mucho más pequeños de aquellas rocas son los que por lo general acompañan á

(1) Ezquerro del Bayo, *Anales de Minas*, tomo I, 1838, pág. 357.—Rúa Figueroa, *Minas de Rio-Tinto: Estudios sobre la explotación y el beneficio de sus minerales*; Coruña, 1868, pág. 4.—Victor Sevoz, *Mémoire sur les gisements pirito-cuivres du Sudouest de l'Andalousie. Bulletin de la Société de l'Industrie minière*, tomo III, 1866.

(2) *Traité de Géologie*: Paris, 1885.

éstos, y aun en tal caso sucede que, entre la roca hipogénica y el depósito metalífero, aparecen porciones más ó menos importantes de rocas sedimentarias que conservan los caracteres normales, sin que haya nada que haga sospechar fueran atravesadas por las sustancias metalíferas. Caso más común es, sin embargo, el de que los macizos intermedios, á que acabamos de hacer referencia, correspondan á rocas metamorfoseadas, más ó menos impregnadas de piritas, cuyas rocas, cuando por la composición y estado cristalino pueden confundirse muy bien con las hipogénicas propiamente dichas, parecerían confirmar lo expuesto por el Sr. Lapparent; pero si detenidamente se examinan, bien pronto se reconoce en ellas la estructura pizarrea y concordancia de estratificación con las sedimentarias menos alteradas, quedando así comprobado que los caracteres tan distintos que presentan se deben al metamorfismo, y, por lo tanto, que no han de confundirse con las hipogénicas que hubieran adquirido estructura pizarrea; explicándose la presencia de la piritita en ellas por penetración al mismo tiempo de verificarse el relleno de las grietas contiguas, más bien que considerándolas como el receptáculo desde su origen de la piritita que contienen, salvo un caso que citaremos después.

En toda la región metalífera de que tratamos hemos visto ejemplos de cuantas circunstancias dejamos anotadas, pudiendo adquirirse fácilmente el convencimiento de todo ello por la inspección de los mapas y planos que presentamos en esta Memoria, y las descripciones detalladas de los criaderos, que aparecen más adelante.

Para el presente caso no tienen, pues, aplicación las consideraciones que al Sr. Lapparent le han conducido á generalizar el hecho de que «los vehículos más habituales del mineral de cobre y sus análogos, parecen haber sido las dioritas, los gabros, las serpentinas, el »trapp, etc., etc.»

La circunstancia de presentarse los yacimientos metalíferos dispuestos por series en la proximidad, y algunas veces en el contacto, de ciertos macizos de rocas porfídicas, relaciona, sin duda alguna, la formación de los criaderos de piritas de nuestra provincia con la apa-

rición de las rocas hipogénicas de una manera mediata, según nuestro modo de ver; porque, siguiendo las alineaciones marcadas por los asomos de rocas hipogénicas, es donde se produjeron las fracturas de los estratos sedimentarios, ocasionándose en ellas el depósito de las substancias piritosas. Parece, en efecto, dada la naturaleza de tales criaderos y lo que se ve en las capas sedimentarias de la comarca, que á la aparición de las masas pétreas hipogénicas debieron de preceder las fracturas, originándose al mismo tiempo la salida de aguas y vapores, causa muy principal en los efectos de la metamorfosis de los estratos sedimentarios; á cuyas aguas y vapores consideramos también como el verdadero vehículo de las substancias metalíferas que dieron origen á los criaderos, según luego trataremos de explicar.

La idea de una secreción lateral de las rocas de la caja no parece tampoco aceptable, atendidas la poca profundidad á que llegan los depósitos metalíferos, la enormidad de materia contenida en las colosales masas de piritas y otras varias circunstancias que sería inútil citar ahora. Baste recordar que las observaciones y análisis hechos de las aguas del mar actual no acusan, por término medio, más de 0,0009 ⁽¹⁾ de azufre; y aunque desconocemos la cantidad que de este metaloide habría en los mares donde se depositaron las substancias de los terrenos en que los criaderos se encuentran, no hay necesidad de recurrir á cálculos prolijos para comprender que los sedimentos que originaron aquellos estratos, no debieron contener en mezcla las menas que se ven acumuladas en las distintas masas que hoy se explotan.

La distribución topográfica de los criaderos y la poca profundidad que relativamente alcanzan, son también causas desfavorables á la idea de una secreción lateral, pues si ésta se admite, no es fácil explicar el acantonamiento de masas tan colosales como las de Río-Tinto, Tharsis y La Zarza, y el de otras inmediatas, relativamente pequeñas, como las de Prado Vicioso, Lapilla, Almagrera, La Cha-

(1) A. Daubrée, *Les aus souterraines aux époques anciennes*: París, 1887, pág. 337.

parrita, etc., etc., sin que á cierta distancia de las mismas se halle vestigio alguno de piritas, que, en efecto, no se vislumbran en muchos kilómetros cuadrados de terreno, á pesar de reconocerse en él ciertas fallas en que aquéllas debieron depositarse, del propio modo que en las grietas que siguen los asomos de las rocas hipogénicas y de las metamórficas cristalinas.

Por la teoría de las emanaciones geiserianas pueden, por el contrario, explicarse satisfactoriamente los diferentes hechos que concurren en los criaderos de que tratamos, especialmente si á éstos se les considera como rellenos de grietas preexistentes en los estratos de la época paleozóica; y aun en el caso de que pudiera considerarseles como sedimentarios, y por consiguiente de la misma edad que las capas donde se hallan, sería fácil darse cuenta con esa teoría de varios de los hechos que en los mismos se presentan. Los multiplicados ejemplos de reproducción artificial de minerales, de que más arriba hemos citado algunos, y los que la misma naturaleza pone á nuestra vista, como diremos más adelante, son argumentos que robustecen la aceptación de esta teoría.

Partiendo, pues, de esta base, trataremos de explicar la formación de los minerales piritosos y constitución de sus criaderos, aduciendo para ello los argumentos que estén conformes con los hechos que en los mismos se ven:

Como dice Caillaux y otros naturalistas, el verdadero origen de las substancias que constituyen los depósitos metalíferos no está todavía bien definido. La mayoría de los geólogos suponen que las partículas metálicas de los criaderos han venido del interior de La Tierra; pero al precisar el lugar de su procedencia, es decir su origen, hay gran divergencia de pareceres entre los que tratan de explicar los hechos apoyándose en la teoría cosmogónica de Kant y de Laplace, y los que sostienen la idea de una zona interior fluida y continua á cierta distancia de la superficie terrestre, según los trabajos del sabio norte-americano Sterry Hunt.

Una nueva escuela admite que el origen de los criaderos es mucho más superficial, y basando sus razonamientos en las teorías de Pois-

son ⁽¹⁾, niega la existencia de un núcleo fundido; no admite tampoco la zona continua y fluida, laboratorio principal de las reacciones químicas, y busca, por el contrario, el origen de los yacimientos metalíferos como correspondiendo á la sedimentación sucesiva desde las capas más antiguas del globo, explicando las transformaciones de las menas y su acumulación en puntos determinados por circunstancias relacionadas con diversas causas, tales como la circulación del agua, las reacciones químicas, las acciones eléctricas, los efectos mecánicos, el calor, etc.; fenómenos que se reproducen sin limitación alguna en toda la masa terrestre, sin que haya necesidad de suponer las acciones productoras localizadas en el centro del globo, como sostienen los plutonistas.

De todos modos, y teniendo presente el origen de las diversas clases de rocas que constituyen nuestro planeta, parece lo más lógico admitir que entre los materiales más antiguos es donde debe suponerse la existencia de las sustancias metalíferas, ya en combinación con otras pétreas ó ya aisladas, las cuales puestas en condiciones á propósito, por las múltiples causas que hemos indicado anteriormente, se transportaron y concentraron más tarde en los terrenos de las diversas épocas geológicas, dando origen á la formación de depósitos respectivamente más modernos, y con variadas formas, entre las capas ó macizos de la masa del globo.

Entre los materiales arcáicos es, pues, donde han debido hallarse en un principio, no sólo las materias pétreas que dieron lugar después á todos los demás terrenos, sino también las sustancias metalíferas que ciertos agentes, y principalmente el agua, han conducido á determinados puntos donde la cantidad y grado de concentración de las mismas permite extraerlas útilmente y con ventajas para la gran industria minera, es decir, á los yacimientos á que se da el nombre de criaderos metalíferos.

Esto no quiere decir, sin embargo, que todos los depósitos meta-

(1) Poisson, en su *Théorie mécanique de la chaleur*, combate la doctrina de un núcleo central fundido, y dice que si el globo estuvo alguna vez incandescente, el núcleo fué lo primero que se enfrió.

líferos existentes en los terrenos primarios deban considerarse como contemporáneos de las rocas que los envuelven; pues muy bien han podido concentrarse ulteriormente en ellas las materias que los constituyen, sea por segregación lateral, por depósitos y cristalización originados por el agua, ó por cualquiera de los medios que en los otros terrenos de formación más reciente ocurrieron y ocurren.

Ahora bien: las leyes que mejor expliquen la formación de los elementos pétreos de las rocas arcáicas, ó de consolidación más antigua, debieron regir también, como dice Groddeck, para sus congéneres las metalíferas; pero, independientemente de lo que á este punto se refiere, existen otros hechos en la región de que hablamos, tan relacionados con la formación de los criaderos, que importa mucho conocer, siendo preciso para explicarlos, según nuestro criterio, el admitir un metamorfismo hidroquímico; sin lo cual no puede comprenderse bien la existencia de ciertos macizos aislados de rocas metamorfoseadas y más ó menos cristalinas interestratificadas con las sedimentarias que todavía conservan los caracteres normales.

Los interesantes experimentos sobre la obtención artificial de minerales y de pseudomorfismo verificados por Bischof, Daubréc y otros, que hace poco hemos recordado, vienen en apoyo de este modo de considerar los hechos, y en los gabinetes de la Comisión del Mapa Geológico tenemos varios ejemplares de rocas sumamente instructivos y que interesan sobremedida para este asunto, pues algunos son transformaciones completas y en otros se ven tránsitos bien marcados entre las rocas sedimentarias de caracteres normales de la comarca y las hipogénicas más típicas, con las que á veces llega á confundirse la roca metamórfica cuando es cristalina.

En las rocas metamorfoseadas de la región metalífera es muy frecuente hallar la pirita de hierro en cristales aislados y en concentraciones siempre de poca importancia, observándose en la manera de presentarse diferencias que hacen pensar en una procedencia ya indígena, ya exótica, pero nada más fácil que el darnos cuenta del hecho. Con efecto: en las pizarras arcillosas de la serranía del Andévalo, que se conservan con sus caracteres normales, suele verse

con frecuencia la pirita de hierro en cristales aislados de diminuto tamaño, ó en agrupaciones que llegan á formar un núcleo, en cuyo interior se reconoce la presencia de un fósil, que generalmente es un goniatites, no siendo dudoso que la pirita en este caso es indígena ó debida á las reacciones químicas verificadas en el agua del mar con la materia orgánica reductiva del sér enterrado entre los sedimentos que se iban depositando. Si después estas capas, por metamorfismo hidroquímico, se transformaron, en espacios más ó menos grandes, en rocas cristalinas, no sorprenderá el que aparezcan en correspondencia con los estratos poco ó nada alterados, y que conserven la substancia metalífera que tenían consigo desde el origen. Otras veces sucede que en las mismas rocas metamórficas la pirita aparece llenando huecos y grietecillas, á veces en unión de una pasta de composición bastante semejante á la de la misma roca en que se la encuentra, si bien mucho más silicea, revelando la manera de estar dispuestas las substancias, que no son contemporáneas de la sedimentación que dió origen á la materia pétreá transformada después, sino más bien debidas á infiltración posterior, porque disueltas en el agua penetrasen por tenues hendeduras, de que alguna vez hemos creído encontrar justificantes. Generalmente se verifica este caso cuando las rocas metamórficas se hallan en contacto ó en la proximidad de los criaderos piritosos, siendo indudable que la penetración de la pirita, y concentración de la sílice y de las otras substancias que se encuentran en las mencionadas inclusiones, se ocasionaron al propio tiempo que la formación de los criaderos.

La presencia de la pirita en cristalitos aislados no es tampoco enteramente extraña en la masa de las rocas hipogénicas, siendo varios los sitios donde hemos reconocido esa substancia en los macizos inmediatos á los criaderos metalíferos. La presencia del sulfuro en este caso bien pudiera establecer una relación mediata entre la aparición de la roca y la del relleno de las grietas donde se formaron aquéllos. En Río-Tinto, por ejemplo, hemos recogido ejemplares del pórfido cuarzoso, que constituye la mayor parte de la montaña donde se halla el cerro Colorado, con inclusiones de pirita,

cuarzo y materia de la pasta porfídica, no siendo dudosa su infiltración después que ya se había consolidado el pórfido.

Las ideas de Ampère, Darcey, Poisson, Lyell y otros muchos geólogos, en las que tan importante papel se da al agua, explican satisfactoriamente tanto el metamorfismo de las rocas como la formación de los minerales de que acabamos de citar ejemplos, no teniendo nada de extraño que allí, donde las acciones moleculares ejerzan su acción, se verifiquen todos los hechos referidos; y como dichas acciones moleculares se producen por do quiera, pues nunca faltan en la masa terrestre reacciones químicas, rozamiento, presión, contacto de cuerpos de distinta naturaleza ó diversa temperatura, desarrollo de electricidad y circulación del agua, cuyo último elemento, como dice Stoppani ⁽¹⁾, debe considerarse como el primer factor de la actividad interna del globo, como el agente universal y creador en las composiciones, transformaciones y sustituciones, asociándose á todos los elementos telúricos, se deduce que la generalidad de su acción es incuestionable, y, en efecto las múltiples causas que dejamos referidas se traducen en los hechos que estudiamos.

Con la teoría hidrotermal, repetimos, no cuesta trabajo el comprender la destrucción y recomposición de las substancias metalíferas depositadas desde los más remotos tiempos con las rocas de consolidación más antigua, poniéndose por tan poderosos medios en condiciones á propósito para ser transportadas á otros puntos y para dar lugar en su trayecto á otras combinaciones que, á su vez, serán ó no nuevamente destruídas en el lugar donde se hayan acumulado. El agua, que puede llegar á todas las profundidades de La Tierra, según se explica por las importantes observaciones de sabios tan distinguidos como Credner, Daubrée y Groddeck; que, como expresa este último ⁽²⁾, «extiende su acción á todos los puntos del interior y del exterior del globo, siendo uno de los agentes más poderosos, pues su acción lenta y continua destruye las montañas y da origen á terrenos nuevos; disuelve, á la larga, los minerales que

(1) Véase pág. 135.

(2) *Die Lehre von den Lagerstätten der Erze*: Leipzig, 1879, pág. 288.

»nos parecen insolubles, y surgiendo en forma de manantiales mineralizados, deposita luego en todas partes, en las hendeduras y cavidades de las rocas lo mismo que en la superficie, minerales nuevos» y que, como añade Credner, «penetrando en las rocas, arrastra consigo ácido carbónico, oxígeno y materias orgánicas que favorecen las disoluciones y cambio de minerales anhidros en minerales hidratados, motivando oxidaciones, reducciones y formación de carbonatos por la alteración de silicatos;» el agua, en una palabra, en cuyo medio, por las acciones recíprocas que se establecen en las sustancias disueltas puestas en presencia unas de otras, se produce la precipitación de los cuerpos que resultan insolubles por efecto de las reacciones que tienen lugar, obedeciendo á las leyes de la afinidad química, es el agente que de un modo principal ha intervenido en la constitución de los criaderos.

No hay duda de que así como el agua, en su circulación subterránea, llega á mineralizarse con las sustancias que toma de las rocas que atraviesa, las materias que lanzan los volcanes pueden arrastrar también las partículas metálicas contenidas en las rocas fundidas. Groddeck, en su obra citada, dice haberse encontrado secreciones de minerales oxidados y sulfurados en muchos basaltos, chalcopita en las lavas del Capo del Bove y pirita magnética en un basalto de Australia; pero las manifestaciones volcánicas, coladas de lava y emanaciones gaseosas, como aquél añade, no se producen nunca más que de un modo limitado, mientras que la acción del agua se ejerce en todas partes.

En virtud de cuanto acabamos de exponer, no es violento admitir que las sustancias minerales que constituyen los criaderos de rielino en la provincia de Huelva procedan de profundidades mayores á las que alcanzan las formaciones sedimentarias que constituyen su caja, y que llegasen á las grietas, después de haber sido disueltas, desde otros yacimientos metalíferos en donde de antemano se hallasen acumuladas, ó de las rocas profundas donde formasen parte de sus componentes aisladas ó en unión de otros cuerpos, de que se separarían en virtud de los agentes endotelúricos de que anterior-

mente hemos hablado; siendo evidente que las sustancias capaces de originar los criaderos de que se trata no es necesario se hallasen bajo la forma de menas idénticas á las que vemos actualmente, sino que pueden encontrarse, y con efecto se ofrecen, en los silicatos que componen las pizarras cristalinas y rocas hipogénicas; y la idea de semejante procedencia no sólo puede admitirse para el hierro y el manganeso, sino que, como dice G. Bischof, puede extenderse á todos los metales que se denominan pesados.

Esto también se comprueba fijándose en lo que sucede en los venteros de aguas minerales, en los cuales, según escribe el mismo Bischof, no deja de observarse que las fuentes frías ó calientes contienen en disolución la mayor parte de los elementos de las rocas al través de las cuales circulan, y es fácil reconocer su actividad mineralizadora fijándose en los depósitos que forman las cantidades de sílice suministradas por los geysers, las tobas y concreciones calizas, los óxidos de hierro y otros ejemplos numerosos que atestiguan la verdad de nuestro aserto.

En los depósitos de sílice hidratada se ha reconocido por el análisis pequeñas cantidades de alúmina, de óxido de hierro, de cal, de magnesia, de potasa, de sosa y de ácido sulfúrico; siendo todavía mucho más abundantes en materias extrañas los depósitos cálcicos, puesto que se ha comprobado en ellos la presencia de carbonatos de magnesia, de estronciana, de barita y ferroso; los sulfatos de cal y de barita; el sulfuro de hierro; los fosfatos de cal, de hierro y de alúmina; los óxidos de hierro y de manganeso; la sílice; el fluoruro cálcico; el ácido arsenioso, y por fin óxidos de cobre y plomo ⁽¹⁾.

La existencia en los manantiales del hierro al estado de sulfuro nada tiene de particular, puesto que se forma, entre otros casos, cuando aguas ferruginosas actúan sobre materias orgánicas en descomposición, ó cuando, en presencia de sulfatos alcalinos, son éstos reducidos por sustancias vegetales, dando lugar á hidrógeno sulfu-

(1) Groddeck, loc. cit., pág. 283.

rado, que precipita el hierro de sus disoluciones; y artificialmente, según dejamos expuesto en el lugar correspondiente, se ha logrado la confirmación de éstos y otros ejemplos naturales que vamos á citar. En la costa occidental de Borholen, según Forchhammer, existe una bahía pequeña, abierta en roca de la Oolita inferior, en un punto de la cual desagua una fuente ferruginosa, que brota á la inmediación, y como el mar deposita en aquel paraje muchos restos del *Fucus vesiculosus* se verifica la reacción antes dicha, y los cantos del fondo aparecen revestidos de una costra delgada y amarilla de pirita, que se conserva sin alteración mientras está cubierta por el agua salada, pero que se oxida pronto cuando se la expone al aire libre.

También Longchamp ha visto formarse la pirita de hierro en las fuentes termales de Chaudesaigues (Cantal); Naeggerath en las termas de Aix-la-Chapelle, y Bischof en la fuente de Burgbrohl, sobre el Rhin, donde la pirita se ha encontrado en un tronco hueco que habia servido para la conducción de agua.

Las excavaciones abandonadas de las minas ofrecen muchos ejemplos del poder mineralizador de las aguas, cuya acción se extiende por todas partes, tanto en lo interior como en la superficie de La Tierra. Las concreciones de sulfatos cobrizos y ferruginosos que tapijan las paredes de las galerías antiguas, llegando á veces á obstruirlas por completo, según hemos visto en Río-Tinto y otras minas de la provincia, ofrecen un ejemplo de depósitos cuyo interés es tan patente como el de las estalactitas y estalagmitas de las cavernas de Aracena, las capas de toba de Alájar y de infinitos puntos, dentro y fuera del territorio que estudiamos.

Los sulfuros metálicos y el cobre nativo se encuentran en las maderas de las entibaciones romanas y en los sitios donde hay materias orgánicas que determinan la reducción en las disoluciones metálicas. Así es que en varias minas (Río-Tinto, Tharsis, Sotiel, Coronada, San Telmo, etc., etc.) hemos visto incrustaciones de cobre metálico en las maderas de fortificación de antiguos trabajos, y en Río-Tinto y La Zarza hemos recogido ejemplares de cobre puro en

formas ramosas entre ciertas rocas metamórficas de la caja de los criaderos, donde debieron filtrarse, sin duda, las aguas mineralizadas; explicándose fácilmente la presencia del cobre nativo en estos casos, porque la pirita que constituye los criaderos produciría en su descomposición sulfato de cobre que, arrastrado en disolución en el agua, sería después reducido al estado metálico por las materias orgánicas.

Por otra parte, en los trabajos antiguos de las minas se originan en presencia del agua que circula al través de las masas piritosas, reacciones químicas que pueden explicar muy bien la formación ulterior de ciertas especies de mineral más rico en cobre que la pirita ferro-cobrizo de la masa. Los Sres. Anciola y Cossío, que fueron los primeros que estudiaron el hecho en Río-Tinto, explican de la siguiente manera la formación del mineral que los mineros llaman *negrillo*, el cual contiene de 13 á 40 por 100 de cobre: «Cuando en una excavación antigua, dicen ⁽¹⁾, puede circular el aire en abundancia, las piritas del criadero se descomponen en toda la superficie expuesta al ambiente, y las aguas que las bañan arrastran en disolución sales de hierro y cobre; mas cuando, por el contrario, el aire no puede penetrar sino en pequeña cantidad, como sucede en la mayor parte de las excavaciones antiguas, principia la descomposición por la pirita de hierro, formando ácido sulfuroso que, en presencia del agua, pasa á sulfúrico en cantidad mayor de la que el hierro necesita para transformarse en sulfato; y como predomina siempre la pirita de hierro, siempre también existirá disolución ácida, bajo la cual aquélla seguirá descomponiéndose, y el cobre sólo quedará al estado de sulfuro, constituyéndose así la mena rica que antes se ha indicado.»

Análisis hechos por el eminente profesor alemán Fr. Sandberger han demostrado la existencia de cobre, plomo, cobalto, níquel, plata, arsénico, antimonio y estaño en diversos silicatos, tales como la mica, la augita, la hornablenda y el olivino; á lo que puede añadirse que

(1) *Memoria de las minas de Río-Tinto*, año 1836.

Dieulafait dice haber encontrado muchos metales en todas las rocas paleozóicas que ha analizado; y como, por otra parte, no es extraña en la naturaleza la presencia de vapores y gases, entre los cuales se encuentran el ácido sulfúrico, el cloro, ácido carbónico, hidrógeno sulfurado, etc., etc., tenemos muchos más de los elementos que se necesitan para la constitución de los criaderos de que estamos tratando.

Ciertamente que los metales cuya presencia se ha comprobado en los silicatos de diversas rocas se hallan en cantidad tan pequeña que se hace imposible, ó por lo menos muy difícil, el determinarlos cuantitativamente; pero, no obstante, se sabe por la experiencia que la naturaleza llega á producir grandes cantidades de materia con disoluciones sumamente diluídas, circunstancia que en los laboratorios se ha comprobado también, según dejamos dicho al tratar de la producción artificial de los minerales.

Ahora bien: para que las materias de los criaderos de que tratamos se transportaran á las grietas donde tuvo lugar su concentración ó depósito, dicho se está que debieron hallarse en estado de combinaciones solubles en el agua; y como en este líquido son pocas las que á la presión y temperatura ordinarias se encuentran en esa condición, claro es que fué necesario además que la misma agua reuniese ciertas circunstancias especiales que aumentasen su poder disolvente.

En algunos de los ejemplos de producción de minerales artificiales que hemos citado, se ve que el agua, adicionada de ciertos gases ó de ciertas sales, aumenta considerablemente su poder disolvente; y así es como Bischof notó que 10000 partes de agua pura que no disolvían más de una de sílice amorfa, con la adición de un poco de carbonato de sosa disolvían cinco veces más. Pero cuando se observa, por los mismos experimentos, que el agua llega á adquirir esta propiedad en más alto grado, es cuando se encuentra sometida á presión y temperatura elevadas; circunstancias que ciertamente concurren en las profundidades de La Tierra, donde se cargaron de las múltiples substancias que constituyen los criaderos, según vamos á recordar brevemente.

Es cosa probada, y por consiguiente hecho innegable en el que convienen cuantos del estudio de la dinámica terrestre se ocupan, el de la existencia del calor en el interior de La Tierra; pudiendo además sentarse el principio, pero sólo en términos generales, de que ese calor aumenta con la profundidad. Este hecho es lo que ha servido de base á las distintas teorías que se han expuesto para la explicación de todos los fenómenos endotelúricos, entre los cuales se cuenta el origen y formación de los criaderos metalíferos; y la presencia y circulación del agua por entre las fisuras y los poros de las rocas que constituyen la masa del planeta, es también otra verdad irrecusable, así como la de que en su interior tienen lugar descomposiciones y asociaciones entre los distintos elementos minerales existentes y el consiguiente desprendimiento de gases y vapores; todo lo cual, al par que prueba la incesante actividad interna, se justifica con las erupciones volcánicas, los manantiales minerales, los terremotos, las emanaciones fangosas, las gaseosas y todos los demás fenómenos relacionados con lo que en general se denomina volcanismo.

Es, por lo tanto, muy lógica y racional la opinión admitida por muchos geólogos de que los gases y el agua caldeada, ó al estado de vapor, circulando por el interior de La Tierra, sean la causa de los fenómenos más grandiosos que tienen lugar dentro del globo, y que al exterior se nos presentan bajo diversas manifestaciones, pudiendo investigarse por ellas mismas el origen y relaciones de su génesis, sin que sea necesario acudir á la suposición de una masa de materias fundidas y acumuladas en el interior de aquél, que exige la hipótesis desarrollada por el autor de la *Cosmogonia de la Tierra*, y que, si cuenta todavía con muchos partidarios, no deja de haber eminencias de gran valía que la combaten hasta con los propios argumentos de ese mismo autor.

No nos detendremos en este punto, y únicamente haremos constar que el calor terrestre, en que los autores de las diversas teorías basan sus razonamientos para explicar de una manera más ó menos completa y más ó menos satisfactoria la formación de los

minerales, derivase, según los sostenedores de las ideas de Descartes, de una gran masa fluida que desde el centro lo irradia hacia el exterior; y según los que combaten la idea de tal calor inicial, procede de otras distintas causas físicas, químicas y mecánicas, que de una manera perenne lo reproducen en los diversos puntos de La Tierra en relación con las mismas causas y condiciones del medio donde se desarrolla, teniendo esto último la ventaja de dar así mejor explicación de las irregularidades que se advierten en su distribución, las cuales se han observado en los distintos puntos donde por las excavaciones y sondeos han podido medirse los grados térmicos.

La objeción de que el agua no puede existir sin evaporarse á grandes profundidades de La Tierra, carece de fundamento; puesto que á la fuerza del calor se opone como antagonista la presión que puede mantener los cuerpos sólidos á temperaturas muy superiores á la de su punto de fusión, y Daubrée ha demostrado también experimentalmente que no sólo no es un obstáculo la alta temperatura que, cualquiera que sea la causa, existe en el interior del globo para que el agua llegue líquida á grandes profundidades, sino que precisamente el calor que en éstas reina facilita la infiltración de aquélla.

Todos estos razonamientos vienen á robustecer la idea, que sustentamos, de que en la formación de los minerales que dieron lugar al depósito de las piritas de Huelva, y al de las manganesas, según expondremos luego, representa el principal papel el agua caldeada y ciertos gases, teniendo así la génesis de los criaderos íntima relación con los manantiales termo-minerales; sin que las asombrosas cantidades de materia que llenaron las grietas del terreno en la proximidad de la superficie sea un obstáculo para admitir esta hipótesis. En efecto, el hierro que, como dice Groddeck, es el metal más esparcido en la superficie de La Tierra, se encuentra en corta cantidad en casi todas las rocas, y, sin embargo, la naturaleza logra, por medio de disoluciones muy diluídas, reunirlo á la larga y concentrarlo, y nada se opone, pues no hay razón para que el hecho se limite sólo

al hierro, á que se haya verificado lo mismo con las sustancias de los criaderos de que hablamos, con tanto más motivo cuanto que no es condición indispensable para ellos que la acumulación tuviera lugar de una sola vez y de repente; siendo, por el contrario, lo más probable, á juzgar por ciertas particularidades que se notan en los mismos yacimientos, el que el relleno se verificase de una manera lenta y sucesiva, á la manera de lo que hoy mismo sucede en el cauce de ciertos manantiales donde se depositan piritas, y entre los cuales podemos citar como ejemplo las aguas termales de Chaudesaigues en el Cantal.

Añadiremos que, sin perjuicio de lo dicho, el agua, en el contacto de las sustancias minerales y con el auxilio del calor y de la electricidad, puede dar lugar al desarrollo de reacciones químicas que, como dice el sabio profesor Stoppani, provoquen actividad en la materia más inerte, capaces de poner sus elementos en recíproca acción, de manera que sucesivamente se atraigan ó se rechacen, resultando de ello la composición y descomposición de los cuerpos.

Ahora bien: como una vez iniciado en el interior de La Tierra el movimiento molecular de los minerales no es posible fijar dónde pararán y si irán á depositarse cerca ó lejos del lugar de su origen, porque, arrastrados en sus disoluciones al través de las fisuras y poros de las rocas no pueden dejar de circular mientras no encuentran las sustancias condiciones físicas ó químicas capaces de motivar su precipitación y fijeza, nada tiene de extraño que las aguas y vapores subterráneos se mineralizasen entre las sustancias lapídeas y metálicas, y que por efectos endodinámicos fueran transportadas al lugar donde hoy se las encuentra al estado de sulfuros principalmente, ó de arsenio-sulfuros.

Para darnos cuenta del estado de combinación en que se hallan tanto el hierro como el cobre y demás metales de que el análisis da cuenta en los yacimientos de piritas de la comarca que estudiamos, basta considerar que son varias las reacciones que pudieron verificarse en el seno de las aguas que contuvieran sales de esos metales, y además hidrógeno sulfurado y ácido arsenioso; y si se tiene en

cuenta la existencia de pizarras ennegrecidas por materias orgánicas en el contacto de las menas, según veremos en otro lugar, no podrá menos de convenirse en que en presencia de las disoluciones metalíferas hubo también materia orgánica que sirviese como reductivo para determinar, á la manera que dejamos ya dicha, la precipitación de los metales al estado de sulfuros.

La expansión de los gases y vapores pudo suministrar la fuerza necesaria para elevar el agua mineralizada á través de la masa terrestre, desde las mayores profundidades hasta las grietas y oquedades donde, siendo muy diferentes las condiciones de presión y temperatura, á la par que se depositarian las substancias que resultaran insolubles, se verificaria la condensación de aquellos gases y vapores, dado el mayor espacio que las mismas cavidades les ofrecian; del cual, sin embargo, no podrian salir sin vencer los obstáculos que opondrian las paredes de ellas, y sin que una parte se infiltrase, en unión del agua mineralizada, por los menores intersticios y aun á través de los poros de las rocas, dando así lugar á las ramificaciones é impregnaciones metalíferas relacionadas con las grandes masas; hasta que, al cabo de cierto tiempo, el agua brotaría al exterior, conservando sólo los elementos más solubles.

En los criaderos de que hablamos hemos podido comprobar también la presencia de las piritas, hasta cierta distancia, en las paredes de la caja, no sólo en las rocas sedimentarias más ó menos metamorfoseadas, sino también entre las hipogénicas, cuando éstas forman parte de los respaldos. Hállanse, en efecto, á veces, entre aquellas rocas cristales cúbicos generalmente aislados y de escaso volumen, mientras que en otros casos forman sólo inclusiones, donde con dificultad puede apreciarse con el auxilio de la lente una cristalización imperceptible; y en ciertos parajes, donde se hallan huecos, éstos aparecen, según hemos indicado en páginas anteriores, rellenos con los sulfuros metálicos, á que también suele acompañar la sílice y otros elementos de la roca en que aquéllos se abren, especialmente cuando esto ocurre entre los pórfidos. En las de Río-Tinto y otras minas hemos visto buenos ejemplos de todos estos hechos.

Las innumerables ramificaciones superficiales de óxido de hierro que en las minas de El Sotiel y La Coronada, de San Telmo, Tharsis y otras muchas que pudiéramos citar, aparecen entre las fisuras y las hojas de las pizarras que envuelven las grandes masas de piritas, no son otra cosa que el producto de la oxidación ulterior de los sulfuros que, según hemos indicado más arriba, se infiltraron en ellas; cuya circunstancia viene en corroboración de nuestra idea de una génesis por vía húmeda, á la par que se opone abiertamente á la de un origen volcánico á la manera de las lavas ó de materias sublimadas.

Circunstancia no menos interesante es la de que á veces las piritas acusan cierta estratificación paralela á los hastiales de los criaderos, de un modo semejante al que se verifica en las cavernas con la caliza concrecionada que tapiza sus paredes; y es también muy notable que en algunas minas, como en la de San Telmo por ejemplo, en el sitio denominado *El Hoyo*, haya una parte de la masa piritosa en que la blenda y la galena se aíslan lo bastante del conjunto de las substancias de que se compone el criadero, para que claramente resalten los caracteres físicos que distinguen á esos sulfuros, que están dispuestos por lechos alternantes y paralelos con la pirita de hierro y cobre; cuyo hecho pone de relieve efectos moleculares en el depósito piritoso, desarrollados tal vez por acciones electro-químicas.

Citaremos, en corroboración de esa hipótesis, algunos de los experimentos que, realizados con éxito bastante satisfactorio, han sugerido las teorías de Ampère, que, como es sabido, suponía corrientes eléctricas á través del globo en dirección de E. á O., cuyas corrientes se ha creído ejercían influencia en los cambios químicos verificados dentro de las grietas donde se formaban los criaderos:

Es cosa demostrada que las condiciones especiales de las rocas de distinta composición y naturaleza pueden ser tales que entre ellas mismas se produzcan fenómenos eléctricos. Así es, por ejemplo, que se ha comprobado existe diferencia de temperatura entre el granito y las pizarras, correspondiendo la más baja al primero, y que semejantes diferencias pueden dar origen á débiles corrientes termo-eléctricas, haciéndose las rocas más ó menos conductoras, según el gra-

do de humedad que contengan; puesto que se ha conseguido hacer patente la conductibilidad en ciertas condiciones, y apreciar la corriente originada entre placas, una de cobre y otra de zinc, á través de una considerable extensión de terreno.

En comprobación, citaremos que M. Herword ha creído descubrir corrientes de electricidad voltáica á través del granito y las rocas estratificadas del Cornwall, y que M. Fox fué el primero en descubrir indicios de electricidad en los filones metalíferos, colocando alambres de cobre apoyados en distintos sitios de un mismo filón, ó de dos distintos y separados por otro cruzador, poniendo los otros extremos de los hilos en contacto con un galvanómetro en que se producía un desvío en la aguja, á veces tan considerable que, por la violencia misma de la acción, no era posible medirlo. Posteriormente, en casi todos los filones del Cornwall en que se han hecho experimentos de esta clase, se han puesto de manifiesto estas corrientes. El profesor Reich también ha obtenido en Freyberg algunos resultados decisivos para los filones de plomo y plata de aquel distrito, habiendo llegado á descubrir por este medio una masa de mineral de plata á alguna distancia detrás de aquéllos, y los señores Herword y Phillips han conseguido, en investigaciones semejantes, los más satisfactorios resultados, confirmados por Sterry-Hunt, que casi siempre obtuvo indicaciones galvanométricas muy marcadas en las minas del Cornwall, y tan fuertes en una ocasión que se produjo una descomposición, citándose el caso de que con la corriente obtenida de dos filones de pirita ferro-cobrizada se logró sacar una copia electrotípica de una lámina grabada.

En cuanto á la relación que estas corrientes puedan tener con las de Ampère, supone M. Hunt que son más bien de carácter local y más circunscrito que aquéllas, dependiendo principalmente de la acción química que se efectúa dentro del mismo filón, puesto que en los casos en que ésta tenía lugar la corriente se hacía notar en el galvanómetro con más energía que cuando no había reacción química aparente. M. Fox añade que la circunstancia de encontrarse frecuentemente las corrientes atravesando los filones en direcciones con-

trarias á las de la teoría de Ampère, es un argumento que se opone á considerarlas relacionadas, á no ser que dependan las unas de la influencia de las otras.

En grandes montones de minerales expuestos á las influencias atmosféricas se han comprobado también corrientes que, en cierto modo, median la intensidad de la acción química que se operaba en ellos. Nosotros hemos visto, en las minas de San Telmo, la precipitación del cobre sobre un pedazo de mineral de pirita ferro-cobrizada colocado simplemente sobre los lingotes de fundición de hierro, dispuestos en un canal para la cementación del cobre contenido en las legías cuprosas, que al efecto circulaban por él con bastante velocidad y en gran cantidad. En las minas de Tharsis se practicó un experimento análogo, encerrando en un saco pedacitos de hierro y sumergiéndole luego en una corriente de aguas cupríferas, lo cual dió por resultado la precipitación del cobre al exterior del saco. Estos fenómenos se deben indudablemente á la acción de la electricidad desarrollada por la reacción química que se verifica entre el hierro y las aguas mineralizadas por el sulfato de cobre, bastando la presencia de un cuerpo cualquiera en contacto de aquél, para que sobre él se precipite el cobre metálico.

Volviendo á nuestra interrumpida tarea sobre los criaderos de piritas, diremos que la presencia de la sílice en mezcla íntima é imperceptible, ó en granos y venillas al estado de cuarzo hialino, en las masas de aquellas substancias, tiene cumplida explicación en la misma naturaleza de las aguas mineralizadas á que se deben sin duda dichos depósitos.

La mayor riqueza en cobre que se nota en ciertos sitios de los criaderos no guarda forma ni disposición regular dentro del conjunto de cada yacimiento, presentándose á diversas profundidades é indistintamente en el interior de su masa ó en el contacto de ésta y las rocas de la caja, siguiendo á veces en formas alargadas en el sentido de la dirección de los mismos criaderos; pero sin que pueda deducirse de todo ello ninguna ley precisa por la que se expliquen las causas que motivaron tan desigual como irregular modo de distribu-

ción del metal en las enormes masas de la pirita de hierro, que es, con mucho, la especie más abundante en ellos. Considerado el conjunto, se observa, sin embargo, que el contenido de cobre en un criadero de pirita ferro-cobrizada disminuye con la profundidad, pero no de una manera lenta y regular, sino, por el contrario, mediante cambios muy bruscos; y que donde las rocas hipogénicas forman ó están muy cerca de uno de los respaldos, hacia aquel lado se indica el mayor enriquecimiento.

La precipitación de sus disoluciones de las substancias metálicas al estado de sulfuros ó arsenio-sulfuros en las grietas preexistentes de los macizos de rocas sedimentarias, parece debió verificarse de abajo para arriba, desde el momento en que las aguas mineralizadas llegaron á ellas, según actualmente se observa en ciertos manantiales. Cuando las aguas minerales afluyeron á las cavidades del terreno, es lo más probable que éstas se encontrasen llenas de las aguas exteriores ó poco someras, y una vez mezcladas las de una y otra procedencia y verificada la separación de las substancias insolubles, surgirían al exterior en forma de fuentes, reteniendo únicamente las combinaciones más solubles que escaparon de la precipitación dentro de las grietas; y como además la presencia del agua subterránea en tales receptáculos pudo no ser obstáculo para que la procedente del exterior afluyera constantemente por las hendeduras más ó menos someras de las rocas, siguiendo mezclándose con las mineralizadas, y aquéllas llevarían siempre consigo una cantidad más ó menos grande de oxígeno, pudo suceder muy bien que, antes de terminarse el relleno de las grietas y consolidación de la masa, comenzase en ésta la oxidación de los sulfuros, al mismo tiempo que, mediante reacciones análogas á las que Anciola y Cossio explicaron para la formación de los negrillos en las excavaciones antiguas (página 209), las piritas siguiesen descomponiéndose, dejando el cobre al estado de sulfuro y corriendo el sulfato de hierro en las aguas que surgiesen al exterior; pudiéndose por este medio explicarse, no sólo las masas aisladas de mayor contenido en cobre que aparecen en el interior de los yacimientos, sino también el decrecimiento

de dicho metal, á contar de arriba para abajo, ó sea á medida que las aguas procedentes del exterior fuesen más escasas. En cuanto á la parte oxidada que constituye los asomos ó sombreros de hierro de los criaderos, seguramente debió verificarse después de consolidada la masa de piritas y cuando los agentes atmosféricos pudieran ejercer más libremente su acción, según se deduce del estudio de los criaderos metamórficos y sedimentarios de la provincia.

En los yacimientos de que tratamos, el desarrollo de las afinidades químicas producidas por las acciones electro-telúricas al depositarse las substancias contenidas en el agua, se comprueba en la manera de asociarse los distintos minerales, pues nada más frecuente que hallar reunidos los de propiedades más afines en ciertos puntos de los criaderos. Tal sucede con la blenda y la galena, cuya presencia puede en muchos casos apreciarse á simple vista, por ser sin duda, después del hierro y del cobre, los metales que en mayores proporciones entran en la composición de estos depósitos, debiendo buscarse la plata precisamente donde los sulfuros de zinc y plomo abundan más, y especialmente el primero.

Otra circunstancia común á todos nuestros criaderos, es la de que, después de consolidadas las masas metalíferas, se ocasionaron en ellas movimientos que originaron sistemas de litoclasas semejantes á los que se comprueban en las rocas sedimentarias pizarreñas y en las hipogénicas, no sólo de esta provincia, sino también en las limítrofes, produciéndose en consecuencia porciones prismáticas, cuya forma se asemeja á veces á un romboedro. En algunos sitios ocurrieron además resbalamientos, de que resultaron superficies lisas y estriadas, que son los lisos de los mineros, en ocasiones tan perfectamente planas y tan bien pulimentadas, que pueden competir con los espejos metálicos que se preparan en la industria. La mina de Santo Domingo (Portugal) es la que ha proporcionado los ejemplares mejores de este género, habiéndose logrado placas de muchos decímetros cuadrados sin la menor imperfección.

Con posterioridad á esos hechos, las acciones moleculares no permanecieron inactivas dentro de los criaderos, puesto que probable-

mente á tal periodo corresponden las mineralizaciones de origen más reciente que se advierten en ciertos sitios. Tales son las brechas que hemos visto en el criadero de *San Dionisio* (Rio-Tinto), compuestas de pedacitos angulosos de la pirita que constituye aquella gran masa, cimentados por pirita amarilla de cobre, galena, sílice y, aunque más rara vez, otros compuestos de cobre, así como también las venas de pirita de cobre ó de galena que rellenan las litoclasas, y ciertas cristalizaciones de cuarzo en los espacios huecos. La formación de estas substancias se explica por una segregación verificada dentro de la masa de los respectivos criaderos, habiendo podido contribuir también á ello los sulfatos procedentes de la alteración en la zona oxidada, los cuales, filtrándose por las grietas, pudieron llegar á distintas profundidades, donde, hallando condiciones á propósito, produjeron los precipitados que hemos mencionado. De este modo hallan natural explicación hasta las menores circunstancias que pueden observarse, siendo sumamente fácil apreciar, por las diferencias de caracteres y manera de ser, á qué partes de un yacimiento alcanzan los últimos fenómenos que acabamos de referir, los cuales, dicho se está, han sido independientes de la formación de los criaderos.

Por lo demás, el conjunto de todos los hechos que hemos podido apreciar estudiando las diferentes masas metalíferas nos induce á suponer, como lo más probable, que el origen de las substancias que les constituyen y su formación se deben al conjunto de fenómenos químicos, térmicos y mecánicos verificados en presencia del agua, según hemos enunciado al principio. En cuanto á la época geológica en que comenzó el rellenamiento de las grietas del terreno por las substancias metalíferas, únicamente podemos decir que fué posterior á la del Culm, puesto que á tal edad pertenecen, en algunos de los criaderos, los estratos sedimentarios donde se les encuentra, no pudiéndose precisarla más porque, como en la parte de esta Memoria dedicada á la estratigrafía hemos dicho, existe una gran laguna de los terrenos que suceden en la escala geognóstica á las capas del Culm. Únicamente por lo que en otros países se ha podido

demostrar podría sospecharse correspondiesen á la época Permiana los referidos criaderos; pero á tal suposición no debe dársele más valor del que se deduce de las razones expuestas.

Criaderos de manganeso.

Como los de piritas, los criaderos de manganeso entran en la categoría de los de relleno, estando bien justificada, como para aquéllos, la preexistencia en las capas sedimentarias de huecos donde se acomodaron las menas; y como los razonamientos que al hablar de los primeros hemos expuesto con respecto al particular son también aplicables para los que ahora consideramos, sólo añadiremos que en los yacimientos de manganeso las dimensiones de las oquedades en que se constituyeron fueron mucho más pequeñas que en los de piritas y más irregular su forma, habiéndose logrado comprobar en varios de ellos su completa terminación en todos sentidos. Resulta, en efecto, que, por lo general, la profundidad de estos criaderos no pasa de 20 metros, habiendo algunos donde se ha llegado á 70 y 80, y sólo en uno, en la mina *Santa Catalina*, del término de El Granado, no se había llegado á la extinción completa á los 100 metros de hondura.

La distribución geográfica de los criaderos de manganeso en la gran región metalífera que atraviesa la provincia de Huelva, no parece casual ni desordenada: obedece, por el contrario, como la de los de piritas, á ciertas leyes relacionadas con los fenómenos geológicos que han tenido lugar en el amplio espacio que alcanzan; y así es que unos y otros se hallan en la misma zona, donde las rocas porfidicas y diabásicas tienen sus principales asomos; en cuya zona, como hemos repetido varias veces, los efectos del metamorfismo se presentan con gran intensidad en grandes espacios de los ocupados por las rocas sedimentarias de las formaciones Siluriana y del Culm, según dejamos expuesto con todo detalle en la parte de esta Memoria dedicada á la estratigrafía y aparece bosquejado en la lámina 41 de este volumen.

En ella se ve que los criaderos manganesíferos aparecen dispuestos por series que, de E. á O. próximamente, se extienden en longitud de muchos kilómetros, siguiendo la estratificación de las rocas, pero dejando soluciones de continuidad, ó espacios intermedios, de mucha más longitud de la que corresponde á cada uno de los yacimientos; los cuales quedan, cual pequeños satélites, alrededor de las masas de piritas, cuyo gran volumen y compacidad contrasta con la pequeñez é irregularidad de los que ahora nos ocupan. Efecto de esa misma irregularidad en las fracturas de las capas ha sido el que las menas de manganeso afectan en un mismo criadero la forma de masas de muy distinto volumen, enlazadas las más veces por imperceptibles filoncillos que dan al conjunto un aspecto semejante al de los stockwerks.

Las rocas que constituyen la caja en estos criaderos son siempre las pizarras y grauwackas paleozóicas más ó menos metamorfoseadas, hallándose también, á su contacto ó á muy corta distancia, los macizos de rocas hipogénicas de que hemos hablado al tratar de los criaderos de piritas, siendo caso raro el de faltar rocas metamórficas cristalinas y jaspes en el lugar del yacimiento de las menas de manganeso.

Entre las rocas más ó menos metamorfoseadas á que aludimos hay algunas que, si bien por el carácter mineralógico que presentan se las podría confundir con las hipogénicas de la comarca, el estratigráfico y las diversas gradaciones que en los estratos sedimentarios se reconocen para pasar al cristalino, más bien hacen ver en ellas una transformación ulterior, cuyo distinto grado de intensidad se acusa en las diversas extensiones de aquéllos. Casos hemos visto en que porciones enteramente cristalinas aparecen envueltas por estratos en que el metamorfismo tan sólo se manifiesta por un cambio de coloración, indicando todo ello que las porciones cristalinas representan más bien que inyecciones de masas pastosas ó fundidas entre las capas sedimentarias, y por consiguiente originadas fuera del lugar que ocupan, una transformación sufrida en el mismo sitio, sin que á ello se oponga la forma de núcleos que aquéllas afectan entre

las capas menos metamorfoseadas. Al efecto, no estará de más el recordar que, según hemos dicho en otro lugar, ha bastado, según M. Daubrée, la circulación de un agua tibia en las argamasas de los cimientos romanos de las termas de Plombières para provocar asociaciones con los elementos propios de los ladrillos y de la cal de aquellas mamposterías y producir los minerales nuevos que, en forma de ceolitas cristalinas, ha estudiado y descrito con todo detalle aquel eminente ingeniero ⁽¹⁾, el cual, en otro párrafo del libro á que nos referimos, añade que para producir los cambios más completos en las rocas no siempre es necesaria una gran cantidad de agua, pudiendo bastar la de la constitución de las mismas para determinar su metamorfosis, desde el momento en que se reúnan las condiciones necesarias para actuar sobre los elementos que la contienen.

El examen al microscopio que hemos hecho de láminas delgadas de las rocas cristalinas que consideramos metamórficas, viene en apoyo de la misma idea, puesto que en ellas se ve perfectamente la transformación del cuarzo clástico, que desde el origen tenían las pizarras, en cuarzo granulítico, así como el desarrollo de feldespatos en cristales microlíticos, de calcita en playas y cristales, y de otros minerales cuya presencia indica bien claramente un trabajo efectuado con posterioridad al depósito y consolidación de los materiales sedimentarios, y la formación de los minerales nuevos á expensas solamente de las propias sustancias de aquellas rocas en unos casos, y con la agregación en otros de ciertos elementos de las hipogénicas de la comarca, que mineralizaron las aguas que en la misma circulaban.

En los términos municipales de El Cerro, Calañas, Zalamea y otros de la región manganesífera y piritosa por excelencia, se hallan también, junto á los yacimientos del manganeso, estratos donde las rocas se presentan con caracteres intermedios entre el jaspe propiamente dicho y la pizarra y grauwacka; y, aunque más rara vez, hemos visto asimismo capas donde se reconoce el paso insensible de la

(1) *Études synthétiques de Géologie expérimentale*: Paris, 1879.

roca pizarreña, simplemente teñida en rojo por el óxido de hierro, á la porcelanita y al jaspe compacto mejor caracterizado.

Lo más frecuente es, sin embargo, que junto á las masas del jaspe metalífero las rocas sedimentarias afecten colores claros y estructura más ó menos terrosa, sin perjuicio de que destaquen tonos rojizos ocasionados por los óxidos de hierro, ó verdosos cuando dichas rocas contienen productos cloríticos; lo cual se observa cuando en contacto de las mismas existen otras diabásicas ó aun pórfidos.

Las irregularidades que se observan en las transformaciones de las rocas, parecen revelar que en los cambios experimentados por los materiales sedimentarios fué deficiente á veces alguna de las condiciones necesarias para la completa metamorfosis en jaspe y rocas cristalinas; pudiendo sospecharse una falta de porosidad que se opusiera á la circulación del agua tibia ó reducida á vapor, que las más veces circuló, sin duda, por entre las capas cuando se verificó la transformación, ó también escasez de tiempo ó tal vez de presión.

De una manera más clara todavía, si cabe, que en los criaderos de piritas, se reconoce en la formación de los de manganeso la intervención del agua:

Los minerales de manganeso, desde la pirolusita más pura hasta las menas acompañadas de grandes cantidades de óxido de hierro que imposibilita puedan emplearse en las industrias químicas, se encuentran siempre entre el jaspe ó en el contacto de esta roca y de las pizarras más ó menos alteradas, rellenando de una manera más ó menos completa los huecos y grietas preexistentes, relacionados, sin duda, con la presencia de las masas hipogénicas, á la manera de lo que ya hemos indicado al tratar de los criaderos de piritas.

En algunos yacimientos falta, en verdad, el jaspe propiamente dicho, hallándose solamente rocas sedimentarias imperfectamente metamorfoseadas, tales como porcelanitas y pizarras simplemente teñidas por óxido de hierro; pero tales casos son muy raros, y la manganesa que entonces encierran es terrosa, de color pardo y tan pobre en óxidos metálicos que no debe intentarse su explotación para aplicarla á las industrias químicas ni á la siderúrgica.

En cuanto á que la formación de los criaderos de que hablamos se debió á una precipitación química verificada en presencia del agua, queda plenamente demostrado con sólo observar las condiciones de sus yacimientos y el carácter de la estructura que en todas las minas presentan las menas, cuyas circunstancias vamos á exponer.

Las substancias minerales que constituyen el relleno de las grietas y huecos abiertos en los jaspes, ó en el contacto de éstos y de las rocas pizarreñas más ó menos alteradas que forman parte de la caja, proceden sin duda alguna del interior de La Tierra, ya sea de emanaciones líquidas ó gaseosas que tuvieron lugar en ciertos centros de actividad endotelúrica, ya como producto de la descomposición de las rocas atravesadas por las aguas, ó de ambas procedencias á la vez, puesto que, en resumidas cuentas, todo equivale á la misma cosa.

Los caracteres físicos con que las manganesas se presentan en los distintos yacimientos revelan bien claramente que el depósito de la substancia tuvo lugar en presencia del agua, pues de otro modo no se explican las formas arrañonadas y estalactíticas que tapizan las paredes de las grietas y oquedades, y que recuerdan las incrustaciones calizas que se hallan en ciertas grutas y acequias por donde corren aguas que llevan en disolución materiales incrustantes.

En muchas minas hemos comprobado los mismos hechos, examinando con detención las labores establecidas tanto en galerías como á cielo abierto, y mejor aún en las oquedades que se hallan en el jaspe. Estas últimas, como sucede en la mina abierta en el cabezo del Peñasco, junto á Calañas; en la de Valderreina, de la misma jurisdicción; la *Geraldo*, en término de Valverde, y otras que sería prolijo enumerar, presentaron dimensiones tan grandes que hicieron necesario el uso de andamios y escaleras para el arranque de las menas concrecionadas que revestían las paredes; y en tales huecos, llamados *soplados* en la localidad, es, como acabamos de indicar, donde mejor han podido estudiarse la multitud de formas concrecionadas que, constituyendo una costra de cierto espesor, han proporcionado minerales muy puros y á poco costo.

El mineral en tales circunstancias se presenta en las disposiciones más caprichosas que puede imaginarse, resaltando, entre otras, las estalactíticas y arriñonadas, apareciendo en ellas una estructura por capas concéntricas que revela ciertamente un depósito sucesivo y gradual en medio del agua. Esas capas se logra unas veces desprenderlas muy fácilmente y otras no, por estar íntimamente unidas; pero aun en este caso, las diferencias de color y aun de textura que generalmente presentan, acusan siempre el indicado modo de formación.

Es también frecuente el que en el interior de las formas botroides ó arriñonadas hayan quedado pequeños huecos de figura irregular y una especie de canal en las estalactitas, observándose bien que la textura es fibrosa en las capas cuando adquieren éstas espesor de algunos milímetros, y que la longitud de las fibras es normal á las superficies concéntricas que separan unas y otras capas. Debemos de advertir que la primera costra ó corteza adherente al jaspe es siempre más esponjosa y de mayor grueso que las sucesivas, donde, por el contrario, la manganesa es más compacta.

En lo interior del jaspe se comprueba asimismo con frecuencia la infiltración del elemento acuoso mineralizado, habiéndose formado en los pequeños huecos drusas ó geodas de cristales que irradian hacia el centro, así como también filoncitos diminutos entre las litoclasas de esta roca matriz, apareciendo siempre el eje de los cristallitos que los constituyen perpendicular á las paredes de la grieta. En otros casos el color rojo del jaspe se cambia en negro, por una impregnación completa de la manganesa en la masa de la roca.

Á esos hechos que, en nuestro concepto, demuestran la precipitación acuosa del mineral de manganeso, puede agregarse el de la formación de las dendritas que, en bellas figuras de helechos, manchan con frecuencia la superficie de los estratos pizarrosos de la proximidad de los criaderos, según hemos visto en los alrededores de Calañas, El Alosno y otras localidades de la gran zona en que abundan estos criaderos, á cuyas dendritas no creemos deba atribuirse otro origen.

Ciertamente que las substancias de esta clase de yacimientos me-

talíferos no se presentan solamente al estado de incrustaciones ó cristalizadas: es, por el contrario, más general que las mayores cantidades de menas aparezcan al estado compacto, sobre todo cuando llenan por completo las grietas que se encuentran separando el jaspe y las pizarras, sin que en tal caso se distinga disposición alguna por zonas paralelas á las paredes de la caja ni se perciba á simple vista nada que revele su origen acuoso; pero aun cuando las penetraciones de las manganesas por las fisuras ó litoclasas de las rocas estratiformes, que suelen alcanzar notables distancias fuera de la caja, y las mismas concreciones, que, con mayor ó menor profusión, acompañan siempre á las masas compactas de los criaderos, no bastasen para confirmar lo dicho, la barita que el análisis descubre entre las gangas de las manganesas nos lo demostraría, puesto que siendo frecuente esa especie mineralógica en los productos de los manantiales termales, jamás se han encontrado en las masas ígneas inyectadas.

El cuarzo que acompaña á las manganesas, ya sea en mezcla imperceptible ó en forma de granos ó venillas visibles á simple vista, sea al estado amorfo ó al cristalizado, de que la mina *Joya*, en término de Almonaster, ofrece buenos ejemplos, viene también en corroboración de las ideas que sustentamos, puesto que en lugar de combinarse con las substancias que constituyen las menas para formar silicatos, según tiene lugar en las masas ígneas, únicamente las acompañó en mezcla, á la manera de lo que se ve en muchas aguas minerales que contienen sílice. En esa mina obtuvimos, adherido al jaspe, un bello ejemplar de cuarzo en cristales, perfectamente incluido en una pasta de manganesa compacta, de color negro y brillo metálico, observándose en el interior de esos cristales granos de color negro, debidos sin duda alguna á la manganesa.

Aparte del cuarzo de la procedencia acabada de indicar, existe en ciertas oquedades de los criaderos otro que pudo originarse en la descomposición de los feldespatos contenidos en las rocas hipogénicas más próximas á ellos, lo cual podría explicar la presencia del kaolín que se advierte entre aquellas mismas rocas, según se ve en

varios sitios de la jurisdicción de Calañas. La gran solubilidad de la sílice al estado naciente facilitó sin duda su arrastre, dando lugar á las drusas de cristales que suelen encontrarse en las oquedades de los jaspes.

Que las emanaciones de donde se originaron los yacimientos de manganesa debieron tener un grado máximo de tenuidad, queda también demostrado, por cuanto que de otro modo no hubieran podido introducirse en las imperceptibles grietas y pasar á las geodas que se hallan en el interior de los jaspes más compactos y aun entre los poros de esta roca, por lo cual á veces se la encuentra en completa mezcla con óxidos de hierro; circunstancias todas que vienen á comprobar una vez más que el vehículo donde los diferentes minerales fueron transportados al lugar del depósito, debió ser acuoso.

La particularidad de presentarse oxidados en sus criaderos tanto el hierro como el manganeso, es también otra circunstancia que establece desde luego grandes analogías con lo que ocurre en los manantiales de aguas minerales. Con efecto, las fuentes de esta especie, según demuestran las interesantes investigaciones de diferentes geólogos y químicos, no se limitan á presentar los elementos minerales que en el origen adquirieron sus aguas, líquidas ó al estado de vapor, conservándolos siempre en el mismo estado de combinación, sino que, generalmente, se han mezclado en su trayecto subterráneo con otros cuerpos que han modificado más ó menos su primitiva composición, influyendo en ello la naturaleza de las rocas á través de las cuales se filtran.

Del propio modo, las aguas que del interior de La Tierra arrastraban, hacia las grietas someras establecidas en ella, el hierro y manganeso unidos á ciertos mineralizadores, tales como el cloro, azufre, fósforo y ácido carbónico, de cuyos tres últimos comprueba el análisis cantidades apreciables en las manganesas de los criaderos de que hablamos, pudieron encontrarse con las procedentes del exterior; y como, según hemos recordado al hablar de los criaderos piritosos, éstas contienen en disolución aire atmosférico, y por consiguiente

oxígeno, dicho se está que en la mezcla de las de las dos procedencias pasarían al estado de óxidos la mayor parte de las combinaciones de los mencionados metales, cuyos óxidos se precipitarían constituyendo los criaderos, en proporciones tan variables, según dominasen unas ú otras de aquéllas, que mientras en unos depósitos la cantidad del hierro es insignificante, hay otros donde constituye, por el contrario, la mayor parte del relleno, dando lugar en este caso más bien á criaderos de hierro manganesífero que á los de manganesas susceptibles de aprovecharse en las fábricas de productos químicos.

Por lo que respecta á la relación cronológica entre la transformación de la roca sedimentaria en jaspe y otras metamorfoseadas en que el carácter cristalino está más ó menos desarrollado, y la aparición de las rocas hipogénicas, con los depósitos manganesíferos, parece resultar de la observación de los hechos que las aguas mineralizadas con las sales de manganeso y hierro debieron surgir después de la aparición de las diabasas y de la metamorfosis de las sedimentarias que participan de los caracteres de aquéllas, precediendo también la transformación de las metamorfoseadas en jaspe; hechos que asimismo parecen relacionados con la aparición de los pórfidos, de que proceden los kaolines mencionados más arriba.

De ese modo se explica fácilmente la presencia de la manganesa en los planos y fisuras de los estratos en que se manifiesta la transformación de la pizarra en jaspe y la penetración uniforme que se advierte algunas veces en la roca, dando lugar á una masa homogénea y compacta de jaspe negro como la que, por ejemplo, se presenta muy desarrollada en la mina *San Amalio* sobre el yacimiento del risco de La Vibora, en término de Villanueva de los Castillejos.

De lo expuesto se infiere que, para el minero que busca las manganesas, son circunstancias muy atendibles la existencia de rocas macizas cristalinas y de las sedimentarias transformadas en jaspe, que, como dejamos ya dicho, es la verdadera matriz de las manganesas; y no sólo eso, sino que, dada la forma y circunstancias con que el mismo jaspe se presenta, bien pudiera decirse que es parte integrante de los criaderos, puesto que determina la magnitud de los

mismos dentro de las pizarras y de las otras rocas metamórficas.

Importa también indicar que la riqueza de las manganesas en los criaderos que estudiamos está en relación directa con el grado de transformación en que se halla su roca matriz, pues se observa siempre que las inclusiones de óxidos de manganeso en ella son de lo más rico en oxígeno; y así es que en las geodas ó filoncillos, á veces imperceptibles, que al romper los jaspes se descubren, es donde la pirolusita cristalizada se presenta en su mayor grado de pureza, predominando, por el contrario, el psilomelano en los demás casos.

En el contacto del jaspe y las pizarras más ó menos metamorfoseadas, las menas de manganeso se hallan siempre en masas compactas constituidas por una mezcla de óxidos que da escaso número de grados clorométricos, según se dice en el lenguaje comercial. Circunstancia no menos digna de citarse es la de que cuando la metamorfosis de la roca sedimentaria no fué tan completa como para constituir el jaspe, las manganesas son extraordinariamente pobres y generalmente inexplotables, según se ha visto en varios yacimientos del término de La Palma, Niebla y algunos de la serranía del Andévalo.

Como ejemplos de formación actual de minerales de manganeso, puede mencionarse una fuente que en el cabo de Buena-Esperanza surge á la temperatura de 45° c., según Townsend, y deposita hasta gran distancia gruesas incrustaciones de óxido de manganeso. Cerca de Carlsbad, dice Kersten, existe un mineral análogo á la acerdesia, depositado por las aguas de un manantial cuya temperatura es de 25° c.; y las aguas de las fuentes termales de Luxeuil, escribe M. Daubrée ⁽¹⁾, que salen por las fallas á una temperatura de 50° c., dan lugar á un precipitado de óxido de manganeso que tapiza las paredes de los baños.

Los depósitos de ocrea contienen generalmente algo de manganeso, y á veces en tanta abundancia que tratados por el ácido clorohídrico desprenden mucho cloro.

Se comprende, pues, que las aguas saturadas de los mineralizado-

(1) *Les eaux souterraines aux époques anciennes*: Paris, año 1887, pág. 99.

res antes mencionados hayan podido arrastrar en disolución el hierro y manganeso de las rocas al través de las cuales pasasen, y que estas substancias se depositaran tan luego como desapareciera el agente que motivó la disolución, oxidándose en contacto del aire contenido en las otras aguas más próximas á la superficie, al mezclarse con las primeras, y dando lugar al depósito de los óxidos metálicos.

CRIADEROS METAMORFOSEADOS.

Son los debidos á transformaciones de otros minerales en el sitio en que se les encuentra, siendo en todo análogas las circunstancias de su yacimiento á las que dejamos expuestas al considerar los de piritas de que dependen los que vamos á considerar ahora.

Según hemos indicado en otro lugar, la parte superior de los criaderos piritosos se halla cubierta por lo que se denomina *sombrero ó montera de hierro*, que consiste en óxidos de este metal, con ley y abundancia bastante en algunas minas para que puedan destinarse á la industria siderúrgica.

Según observaron los ingenieros Anciola y Cossio en Río-Tinto, y el autor de este trabajo ha tenido ocasión de comprobar más de una vez en distintos puntos, la formación de esta clase de menas se ha verificado á expensas de las piritas sobre que descansan, mediante la transformación del sulfuro de cobre en sulfato y del de hierro en óxido; transformaciones provocadas y sostenidas sin duda por las influencias atmosféricas y la circulación de las aguas someras ó superficiales que, á su vez, arrastraron las sales solubles, y de cuyas propiedades oxidantes no se puede dudar, siendo buen ejemplo de tales hechos lo que se aprecia en los montones de piritas que se abandonan al aire libre después de arrancadas; estando precisamente basado en esas mismas propiedades el ulterior aprovechamiento del cobre que queda en los minerales beneficiados por el procedimiento de la vía húmeda, previa la calcinación de aquéllos en montones al aire libre.

Aunque el progreso más rápido en la metamorfosis de las piritas

es seguro que se verificó después de la desaparición de las aguas termales mineralizadas á que se deben, y de la consolidación de las masas metalíferas, según probaremos más adelante, la época en que la oxidación se iniciara se remontaría probablemente á la de la precipitación misma de los sulfuros en la parte superior de los yacimientos donde los efectos de las aguas pluviales se hicieran sentir, originándose desde entonces la incesante serie de reacciones químicas, cuyo resultado ha sido, como hemos dicho, la transformación en óxido de hierro, no sólo del sulfuro que constituyera la parte superior de las grandes masas, sino también del que en muchos puntos penetró por entre los lechos de las rocas pizarreñas de la caja, dando lugar en este caso á los estratos cavernosos de color negro ó pardo obscuro á que con toda propiedad dan los mineros del país el nombre de *requemones*, de los cuales se hallan buenos ejemplos en casi todas las minas, pudiendo citarse, entre otras, las de San Telmo, La Coronada, Río-Tinto, etc.

Las grandes masas de mineral de hierro, más ó menos compacto y de gran riqueza, de color rojo vivo ó con bellas irisaciones, especialmente en las formas arriñonadas, no son tan frecuentes como las de estructura terrosa; y cuando entre estas últimas abundan los estratos de pizarra, son pocos los criaderos donde se las encuentra en cantidad bastante y con suficiente grado de pureza para que puedan explotarse. Que todas estas menas proceden de la oxidación de las piritas, es del todo evidente, puesto que en varios ejemplares de las más puras hemos visto, formando su núcleo, el sulfuro con los caracteres que le son propios.

El fenómeno de la oxidación de las piritas, que hoy mismo se verifica en los puntos á donde alcanza la acción de las influencias atmosféricas, ha ocasionado una consecuencia importante que se ha comprobado en muchos criaderos. Es ésta la de que cuando en el relieve del terreno no se hallan muy distantes los puntos bajos á donde puedan afluir las aguas que atraviesan por entre la masa de los criaderos, dicho nivel es el que aproximadamente acusa ó señala en el interior de las minas el de la parte superior de las piritas, ó

sea la separación entre los sulfuros y la porción oxidada, cuya circunstancia ya la hicieron notar los ingenieros Anciola y Cossio, más arriba mencionados; siendo de advertir que entre las piritas y óxidos de hierro se halla generalmente una capa más ó menos gruesa, esponjosa y deleznable de la primera de esas substancias, á cuya materia dan los mineros el nombre de *azufrón*, y que representa sin duda alguna el primer término de la transformación de los sulfuros en óxido de hierro.

CRIADEROS SEDIMENTARIOS.

Corresponden en la provincia á esta división los mantos ferruginosos superficiales que se encuentran en la proximidad de los yacimientos de piritas, de los cuales sólo ha ofrecido interés industrial, hasta ahora, el que en Río-Tinto cubre la mesa de Los Pinos. La forma especial que en ellos afectan los minerales y su composición ha hecho que algunos de los que los han examinado los hayan considerado como de formación ígnea, relacionada con la de las piritas ⁽¹⁾.

Para ello, partiendo del supuesto de que esas piritas fueron efectivamente de origen eruptivo, han imaginado que los materiales arrojados por las consiguientes erupciones son los que, unidos á los derrubios de los conductos por donde las mismas se verificaran, y extendiéndose á la manera de una corriente de lava por donde determinaban las condiciones topográficas del suelo, formaron los mantos ferruginosos de que hablamos; pero, según vamos á ver, esta hipótesis no es de ningún modo admisible.

Los repetidos Anciola y Cossio, que hicieron un detenido estudio de estos depósitos ferruginosos, fueron los primeros que sostuvieron la idea de su origen sedimentario ⁽²⁾, explicando satisfactoriamente el procedimiento de su formación; y esas ideas las hemos visto con-

(1) Ezquerria del Bayo era de esa opinión, que consigna en los *Anales de Minas*, tomo I, pág. 353: Madrid, 1838.—Rúa Figueroa, *Minas de Río-Tinto: Estudios sobre la explotación y el beneficio de sus minerales*, pág. 4: Coruña, 1868.

(2) *Memoria sobre las minas de Río-Tinto*, pág. 14: Madrid, 1856.



firmadas de una manera concluyente por el carácter irrecusable de los restos vegetales que, después de transcurridos más de veinticinco años, se han hallado entre los minerales explotados en el referido yacimiento de la mesa de Los Pinos.

Para sostener su hipótesis decían, entre otras razones, aquellos distinguidos ingenieros: «Aunque la forma (del manto que consideran) es parecida á la de una corriente lávica, los caracteres de las substancias que le componen están lejos de ser ígneos: el óxido férrico es en muchas partes terroso; la pizarra sobre la cual se asienta no ha sufrido tampoco variación notable; los cantos de cuarzo conservan sus ángulos y aristas sin ninguna alteración, lo que no hubiera podido tener lugar si la masa hubiera estado fundida y con la fluidez necesaria para extenderse con tanta igualdad sobre una superficie casi horizontal, pues en este caso el óxido férrico hubiera disuelto el cuarzo y á la pizarra, por lo menos en parte.»

Por lo que respecta al óxido férrico anhidro contenido en esos yacimientos, explican su presencia por una metamorfosis ejercida en los subsulfatos y el óxido hidratado primitivos durante el tiempo transcurrido desde su depósito.

Ambos argumentos quedan plenamente confirmados con el hallazgo de los restos vegetales descubiertos con posterioridad en esos depósitos, según acabamos de decir; mas, aun cuando aquéllos no existieran, todavía podríamos sostener lo expuesto con pruebas convincentes, estudiando las condiciones de los yacimientos junto á los criaderos de piritas á que deben su origen.

En efecto, las masas piritosas, cuyos asomos están siempre á nivel más alto que el correspondiente á las capas ó mantos ferruginosos, han experimentado indudablemente la descomposición de su mineral por los agentes atmosféricos, dando lugar á sulfatos que, disueltos y arrastrados por las aguas, fueron á confluír á las depresiones del suelo próximas á los criaderos de piritas, verificándose la precipitación de subsulfatos y óxidos que envolvían en su masa detritus cuarzosos y pizarrosos de las rocas, así como también los fru-

tos y hojas de las especies arbóreas de la comarca, de lo cual daremos mayores detalles en otro lugar.

Cierto es que para obtener precipitados de óxido de hierro anhidro se necesitan condiciones muy especiales, resultando aquél siempre más ó menos hidratado cuando se opera á la temperatura del ambiente, y así es que Senarmont únicamente consiguió el primer producto mediante la acción lenta del carbonato de cal ó del de sosa sobre una disolución acuosa de cloruro de hierro á la temperatura de 200°; pero Bischof⁽¹⁾ ha observado que si se abandonan durante largo tiempo bajo del agua los precipitados de óxido de hierro hidratado, éste va transformándose poco á poco en óxido anhidro, y esto es lo que ha podido verificarse en los criaderos de la mesa de Los Pinos y de otras localidades, tales como las cercanías de las minas de La Coronada, de las de El Carpio, La Zarza, etc., en los cuales una porción más ó menos considerable de la hematites parda se ha transformado en roja ó anhidra.

Confirma aún más la certeza de la opinión expuesta para explicar la génesis de nuestras capas ferruginosas, la circunstancia de que junto á los desagües de las diversas minas de piritas de la provincia se han formado y se están formando todavía, por la descomposición de los sulfatos de hierro que las aguas llevan disueltos, capas de mineral de hierro semejantes á las que venimos considerando; si bien las combinaciones del hierro se encuentran al estado de subsulfato y óxido hidratado, sin duda por falta del tiempo necesario para la transformación en óxido anhidro.

Así, por ejemplo, las aguas que hasta hace muy poco tiempo han estado saliendo por las galerías de *San Dionisio* (Río-Tinto), han producido una capa de toba ferruginosa de bastante extensión y espesor de 2 á 5 metros, la cual envuelve en su masa trozos de cuarzo, de pizarras y de escorias y restos de los vegetales que existían en las márgenes del barranco por donde aquéllas corren, presentando en su conjunto bastante semejanza con la de la mesa de Los Pinos.

(1) Véase el artículo precedente.

Otro tanto sucede en las márgenes del río Agrio de la misma localidad, y donde quiera que corren aguas que hayan atravesado por las excavaciones de los criaderos piritosos explotados por los romanos.

Hoy mismo, en los cauces de los ríos Tinto y Odiel, se depositan anualmente muchos miles de toneladas de hierro disueltas por las lejías del beneficio del cobre en diversas minas, pudiendo decirse, sin temor de incurrir en exageración, que no bajarán de 60000 las de hierro metálico que, transformado en sulfatos y más tarde en óxidos, constituyen cada año aquel depósito, el cual sirve en gran parte de cemento a los cantos y derrubios acumulados en los mismos cauces.

El recorrido de esas aguas en cada uno de los mencionados ríos y algunos de sus afluentes excede de 525 kilómetros, por lo cual, aun cuando muy cargadas de principios ferruginosos a la inmediación de los establecimientos metalúrgicos, llegan claras, ó poco menos, en períodos normales a la ría de Huelva; pero en cuanto ocurren avenidas arrastran suficiente cantidad de limos ferruginosos para teñir de amarillo el fango del fondo marino. Los peces de la ría mueren entonces en prodigioso número, y sobre el color verdoso de la masa del agua del mar predomina el amarillento de los óxidos de hierro de las de la sierra.

No hay duda, pues, que en los sedimentos del fondo de la ría se halla cierta cantidad de limonita que los tiñe, y seguramente se hallará también algún sulfuro de hierro procedente de las reacciones que en presencia del agua marina se verifiquen entre las materias orgánicas y las ferrosas arrastradas de la sierra.

CRIADEROS DE SEGREGACIÓN.

Los hay en la provincia cobrizos, plomizos, antimoniosos y de óxidos de hierro.

Criaderos de menas de cobre.

Se hallan esparcidos por todas las formaciones primarias del territorio que estudiamos una multitud de criaderos de menas cobrizas que consideramos comprendidos en la clase de los segregados,

porque las condiciones geológicas en que se encuentran convienen mejor a éste que a ningún otro modo de formación.

Yacen, con efecto, estos depósitos entre los estratos pizarreños de los terrenos de tan remota época, ocupando zonas de poco espesor y gran extensión relativamente, y constituyendo pequeñas venas, inclusiones, costras, masas de variadas formas y volúmenes, y, en una palabra, cuantas diversas maneras y caprichosas figuras pueden imaginarse para que el mineral se presente mezclado con los elementos de las rocas de la caja, y sobre todo en las fisuras estrechas que las hienden.

En los sitios donde los minerales se hallan no se notan, en verdad, esas grandes grietas y roturas de las capas sedimentarias que aparecen en los yacimientos de piritas y ni aun comparables siquiera con las más pequeñas de los de manguesas, sino que los estratos presentan más bien una disposición que se diferencia muy poco de la que afectan a cierta distancia en los espacios no metalizados. Sin embargo, el examen detenido de tales yacimientos hace ver que, aunque pequeñas, son frecuentes las grietas que fracturan y separan los lechos, indicándose un trabajo mecánico que desgajó las capas, ocasionando huecos diversos donde las substancias metalíferas se concentraron más tarde en mayores proporciones que entre los poros de las rocas, dando lugar en aquéllos a menas más puras.

Tales grietas siguen generalmente en longitud la dirección de las capas; pero sea en el sentido de la inclinación, sea en otro cualquiera, las rompen también transversalmente, y de ahí la unión entre los diversos huecos y la irregularidad en la disposición de los depósitos en relación con la de las mencionadas fracturas.

Las grietas grandes en sentido transversal de la estratificación son mucho más raras, pero se ven algunas en el término de Encinasola, dando entonces lugar a una especie de filones. Por lo demás, los caracteres generales con que se presentan los criaderos de las sierras de Tejada y Rite, ó sea los de la región sudeste de la provincia, son semejantes a los que ofrecen los de la comarca del Guadiana y de la parte norte ó sierra Alta, debiendo ser uno mismo el origen de todos ellos.

En la región central, ó sea en lo que más comunmente se conoce por zona minera (serranía de Andévalo y de Zalamea), se encuentran generalmente, cerca de los yacimientos metalíferos de que hablamos, asomos de rocas hipogénicas y de otras más ó menos metamorfoseadas; pero debe tenerse presente que en esa región los efectos del metamorfismo se revelan en todas partes, y, á nuestro modo de ver, los variados caracteres que las rocas sedimentarias ostentan los adquirieron con posterioridad al depósito de las menas cupríferas que ahora consideramos, cuya acumulación, atendiendo á su manera de ser, creemos debió ocasionarse por una segregación de las rocas donde se las encuentra.

Los experimentos y observaciones que hemos citado en las páginas dedicadas á la producción artificial de minerales y de su pseudomorfosis demuestran la posibilidad de formarse precipitados de sulfuros metálicos á muy distinta presión, bajo una capa de agua que proteja á aquéllos de la acción oxidante del aire; por lo tanto, bien puede suponerse que al propio tiempo que tuvo lugar el depósito de los sedimentos, cuya consolidación dió más tarde lugar á los estratos pizarreños, se verificase, por la afluencia de aguas mineralizadas, la precipitación de las menas entre los limos; habiendo podido llegar los metales al estado de sulfatos ó de otras combinaciones solubles que al fin se transformasen en sulfuros mediante reacciones entre las sales alcalinas de las aguas del mar y las materias orgánicas en descomposición.

La presencia de óxidos y metales nativos en los criaderos cupríferos de que tratamos indica desde luego la acción de un fuerte poder reductivo; y aunque en la mayoría de los yacimientos de la provincia no se comprueba hoy la existencia de materias orgánicas entre las capas metalizadas, bien puede haber sucedido que la totalidad de los restos orgánicos haya desaparecido por completo por las mismas reacciones químicas que concurrieron á la formación de aquellos criaderos, ó por otras transformaciones acaecidas en el transcurso del tiempo.

Según que en esos mismos criaderos sea la pirita de cobre la me-

na predominante, ó que á ésta acompañen otras especies mineralógicas de esa misma ó de diferentes bases, resultando para ellos una composición más ó menos compleja, cabe dividirlos en dos secciones ó categorías.

De todos modos, para la génesis de unos y otros, la idea de la secreción se ajusta perfectamente con los caracteres físicos, químicos y geológicos que presentan, debiendo haberse verificado la precipitación de las sustancias metalíferas al propio tiempo que la de los limos de las capas en que se hallan, mejor que después de formadas las que constituyen los correspondientes techos, sin que para ello se necesitara otra cosa más que la afluencia de aguas metalizadas á cualquier paraje del fondo de los mares, donde las sales metálicas se extendieran en superficies más ó menos dilatadas, en mezcla con los derrubios. Entonces, mediante las afinidades químicas, las reacciones á ellas consiguientes y los movimientos moleculares, fenómenos todos que dependen de diversas fuerzas eternas y siempre activas en el espesor y la superficie de la corteza terrestre, se constituirían las distintas combinaciones metalíferas y se concentrarían en las formas en que hoy las vemos, ó sea en las capas, masas y vetas más ó menos compactas que ya interrumpen en determinados sentidos, ó, por el contrario, se acomodan entre los lechos de la estratificación de las rocas sedimentarias.

Esa teoría tiene la ventaja de que no excluye la posibilidad de que desde la superficie pudieran llegar corrientes con ciertos minerales cuyos precipitados, en contacto con las aguas del mar, ocasionaran depósitos metalíferos más ó menos extensos.

No creemos tan aceptable la idea de suponer una inyección de menas en las capas que las encierran, con posterioridad á la formación y consolidación de las últimas, porque para ello sería preciso admitir la existencia de gran número de canales por donde las emanaciones metalíferas hubieran llegado precisamente á los sitios en que hoy se encuentran los minerales metálicos, sin dejar rastro de su paso por otras capas cuya composición mineralógica y caracteres físicos en nada difieren de las que contienen á aquéllos; no siempre tampoco se

reconocen en esas efectos dinámicos especiales que hubiesen producido huecos ó grietas en que de preferencia se depositasen las substancias de las emanaciones; y la ausencia misma de rocas hipogénicas y metamorfoseadas cristalinas en el contacto ó á la inmediación de la mayor parte de los criaderos metalíferos que consideramos, parece indicar para éstos un origen bien distinto del de los de relleno.

Respecto á si las substancias metalíferas se acumularon en los criaderos de secreción en las mismas combinaciones en que hoy aparecen, ó si esas son debidas á transformaciones sucesivas de otras, nada indica que en la generalidad de los casos los arseniatos, sulfuros y óxidos no se concentrasen en esos mismos estados, mientras que, por el contrario, es natural el pensar que el cobre nativo, que á veces aparece, proceda de la reducción de cualquiera de sus sales; así como debe considerarse que los óxidos y carbonatos que se hallan en los asomos superficiales de los criaderos de sulfuros, ó á su inmediación, se han originado mediante las acciones ejercidas sobre esos mismos sulfuros por los agentes atmosféricos, y de ahí que á cierta profundidad los metales nativos, y aun la mayor parte de los óxidos y carbonatos metálicos, sean cada vez más y más raros.

Los ejemplos siguientes corroboran esas leyes generales, á la par que manifiestan algunos casos de excepción:

En el grupo de minas denominado *San Fernando*, en la sierra de Rite (Valverde) y en otras de la extensa de Tejada, que corresponde al sistema Siluriano, el cobre forma carbonatos en la parte superior de los yacimientos, y á niveles más bajos aparece la pirita amarilla, asociada de galena más ó menos argentífera y de pirita de hierro. Á la pirita de cobre acompaña de preferencia el cuarzo, substancia que constituye masas pequeñas ó filoncillos discontinuos dentro de las pizarras. Esos mismos minerales se hallan también formando inclusiones ó impregnando las pizarras, pero siempre dentro de las zonas bien determinadas que constituyen los yacimientos metalíferos.

En otros criaderos de la misma sierra de Tejada los sulfuros de cobre y plomo se acomodan entre las pizarras en mayor ó menor abun-

dancia y acompañados por sulfuros de zinc y hierro, que con los demás metales acusados por los análisis hechos de diversas muestras tomadas en ellos, y que consignaremos en su lugar correspondiente, dieron lugar á los diversos y múltiples compuestos tan frecuentes en los yacimientos de dicha sierra. La sílice forma á su vez masas pequeñas ó filoncillos en el sentido de la dirección de los estratos pizarreños y en las grietas que las cruzan, ocasionando especies de stockwerks, siendo de notar la falta de rocas hipogénicas en las inmediaciones de los criaderos y aun á largas distancias, según puede verse en el mapa geológico general y en el de la zona central minera de la provincia.

Entre las pizarras arcillosas del Culm de la comarca del Guadiana se encuentran también piritas, cuyas condiciones de yacimiento revelan contemporaneidad de sedimentación; pero la escasez y aislamiento en que se hallan estas menas les quitan toda importancia industrial, y sólo las citamos por el interés científico que ofrecen.

En los criaderos cupríferos de múltiple composición, comprendidos entre las rocas silurianas de la gran zona central, se observan circunstancias análogas á las que concurren en los de la parte sudoeste de la provincia, sin más diferencia, según hemos indicado ya, que la de hallarse rocas hipogénicas, y otras metamorfoseadas en alto grado, al contacto ó proximidad de las capas mineralizadas, y hasta constituyendo ellas mismas parte de los yacimientos; pero esta circunstancia, como hemos dicho anteriormente, nada tiene que ver con la formación de los criaderos que estamos considerando.

En la región de la sierra Alta los minerales cupríferos yacen unas veces en las pizarras arcillosas y ampelitas del sistema Siluriano, y otras en los filadios arcillosos, cloríticos, etc. del Cambriano, no siendo tampoco extrañas á las pizarras sericítico-talcosas del Estrato-cristalino.

Por la composición de sus minerales se distinguen también, como en la región del Sur, dos clases bien caracterizadas de criaderos: una, donde la pirita de cobre amarilla, al estado amorfo, forma casi exclusivamente la materia explotable, acompañada por cuarzo blan-

co amorfo, y rara vez cristalizado, el cual constituye siempre los asomos, en unión con el hierro oligisto de estructura hojosa. En la otra, la pirita amarilla no se presenta más que accidentalmente, abundando, por el contrario, los óxidos de cobre con sulfuros y acompañamiento de cuarzo, extendiéndose en espacios mucho más dilatados que los de la primera clase, si bien las zonas mineralizadas miden poco espesor. En algunos criaderos la pirita de hierro se presenta formando concreciones esféricas ó tuberculosas, cubiertas por una substancia negra y brillante á la manera de una capa de barniz, á veces llena de estrias. En uno de los yacimientos de las márgenes de la rivera Múrtiga, al sudsudoeste de Encinasola, hemos visto, en el paraje llamado Los Guijarros, concreciones de esta especie entre la capa metalífera, la cual consiste en una tierra negra que se excava fácilmente, y que debe proceder de la descomposición de las ampe-litas fosilíferas silurianas, que allí son las rocas metalizadas.

En las márgenes de la misma rivera y del arroyo Valquemado son numerosos los yacimientos metalíferos de una y otra clase de las dos nombradas, así como también en la circunscripción de La Contienda de Moura, donde se han hecho numerosas demarcaciones de minas, especialmente en los alrededores del cerro de Las Mogeas.

Junto á Los Gollizos de Alájar y en los valles de Carrasco, á la inmediación de la rivera Múrtiga, se ofrecen dos buenos tipos de los criaderos de pirita de cobre amarilla, con hierro oligisto de estructura hojosa entre el cuarzo de los asomos; pero tanto en éstos como en los de las demás localidades citadas, no ha llegado á reconocerse con los trabajos ejecutados hasta la fecha la importancia industrial que puedan tener.

En el término de Barrancos (Portugal), por donde se prolonga la zona metalífera de Encinasola, es donde han llamado principalmente la atención esta clase de criaderos, habiéndose hecho instalaciones costosas de máquinas y trabajos de importancia hasta una profundidad que ha pasado de 60 metros en las minas *Minancos y París*, que son las más conocidas, las cuales están actualmente cerradas. El éxito en ellas, según se dice, no parece llenó las esperanzas que hi-

cieran concebir. El mineral de cobre que se explotó contenía el metal al estado de óxido y de sulfuros, presentándose entre las pizarras de la formación siluriana en condiciones de yacimiento análogas á las de los demás criaderos de igual clase de la provincia de Huelva, y conservando bastante uniformidad de caracteres en todo lo que está reconocido.

Un buen ejemplo de criadero cuprífero en que la mena impregna la roca adyacente, sin haberse concentrado de un modo completo y uniforme, es el de *La Esperanza* en las minas de Tharsis. Consiste en un gran macizo de pizarra cuyos estratos, fuertemente inclinados, son de una roca de estructura hojosa, cruzada por una multitud de fisuras que la subdividen grandemente, hallándose penetrada hasta cierta profundidad por diferentes compuestos de cobre, los cuales rellenan de preferencia las mencionadas fisuras, por más de que también se hallan entre las hojas de la pizarra, y especialmente en el contacto de éstas y de las vetas de cuarzo que las acompañan; sin duda porque en tales condiciones presentaron más facilidad á la circulación de las aguas mineralizadas.

La concentración de las menas no es completa en este caso, á pesar de que sólo es metalífero un determinado espacio de la formación pizarrosa, según puede formarse idea por la figura 5 de la lámina 15, donde se representa comprendiendo un conjunto de estratos de gran espesor.

Dadas las condiciones de aquel yacimiento, parece lo más probable que el cobre no proceda de la masa misma de las rocas que hoy rodean los yacimientos, sino que, probablemente, después de haber adquirido los estratos la disposición plegada en ángulos mayores de 45°, la descomposición de las piritas del criadero llamado *del Sur* en aquel territorio y que se encuentra al oeste, precisamente en la prolongación de la zona metalífera (V. lám. 11), fué la que dió lugar á sulfato de cobre que, arrastrado en su disolución por el agua por entre las fisuras del macizo pizarreño, formó, en presencia de materias reductivas que se hallasen en las mismas rocas, los precipitados de chalcosina, óxido y demás compuestos que constituyen hoy

la materia beneficiable; extendiéndose lateralmente el campo de la dicha acción hasta donde la capilaridad, en relación con el desagüe natural del terreno, lo permitiera; y tanto debió de ser así, que á cierta distancia, en el sentido de la longitud determinada por el descenso del suelo, ya no se encuentra la roca sedimentaria impregnada de minerales metalíferos; lo cual pone de manifiesto que, más allá de ese término, las disoluciones procedentes del criadero piritoso fueron á perderse en las aguas superficiales que circulaban por el barranco que marca la línea de dirección del macizo metalizado.

Criaderos plomizos.

Del propio modo que los criaderos cupríferos de segregación, los plomizos de esta provincia están contenidos en las rocas estratificadas de las formaciones paleozóicas, indicando las condiciones de sus yacimientos un origen de segregación posterior á la consolidación de las rocas donde se hallan.

La precipitación del sulfuro de plomo y su concentración, lo mismo que las de los de plata, hierro y zinc, que suelen acompañar á la galena en algunos yacimientos, se ocasionó sin duda alguna en condiciones y por causas análogas á las explicadas para los criaderos cobrizos, siendo inútil, por lo tanto, el repetirlos.

En la sierra de Tejada, la zona de las galenas se halla en formación siluriana al sur de la de los yacimientos cupríferos, desde el contacto de las pizarras de aquel sistema con las rocas terciarias, y ya forma vetas estrechas cuyos asomos consisten en venas de cuarzo intercaladas entre las pizarras dichas, ya se halla en inclusiones, ó impregnando la pasta de la misma roca ó sus litoclasas. La distribución del mineral de plata en el plomizo es muy variable, encontrándose con frecuencia galena pura ó sumamente pobre al lado de otra bastante rica para poderse considerar como mena argentífera.

En las márgenes del río Corumbel se han hecho bastantes trabajos, algunos hasta más de 50 metros de profundidad, y en todos ellos las condiciones de yacimiento corroboran cuanto respecto al origen de estos criaderos hemos apuntado.

Por el lado del Guadiana, entre Ayamonte y Villanueva de los Castillejos, se han cortado en los desmontes de la carretera algunas venas de galena hojosa y cristalizada, intercaladas en las pizarras arcillosas del Culm; cuyas venas, por otra parte sin importancia industrial, denotan bien claramente un origen de segregación.

Los depósitos más abundantes de galena en la provincia se hallan en los Barros de la Membrilla (El Almendro). Allí el sulfuro de plomo, por cierto acompañado de carbonato del mismo metal, se halla en el contacto de las pizarras, calizas y grauwaekas del Culm con las diabasas.

Entre las calizas del sistema Estrato-cristalino de la sierra Alta existen también impregnaciones y masas aisladas de galena que no se han podido explotar hasta la fecha por la poca importancia con que se han presentado en los diferentes trabajos que en diversas épocas se han emprendido sobre ellas.

Al noroeste de Aracena existe, en la sierra de Las Azores, en estratificación concordante con las pizarras sericiticas del sistema Estrato-cristalino, una estrecha banda donde éstas son metalíferas, conteniendo pequeñas masas aisladas y aplastadas de una galena antimonial argentífera muy pura. Los caracteres de la roca que contiene el mineral son en un todo análogos á los que presenta la misma formación, no sólo en las capas contiguas, sino en las más distantes, explicándose bien la disposición del mineral por una concentración de la substancia segregada y contenida en la roca desde el origen de ésta. Lo mismo que en los demás puntos donde se hallan menas, el cuarzo no sólo abunda en los estratos metalíferos, sino que forma los asomos de éstos, los cuales, así como los de las pizarras, ofrecen una coloración rojiza, debida al óxido de hierro.

Criaderos antimoniosos.

El mineral de antimonio se ha explotado entre rocas silurianas en la mina *Nerón*, del término de El Cerro, y en otra de la jurisdicción de Calañas, en la dehesa del Agujón. En una y otra mina se le en-

cuentra al estado de sulfuro, sea impregnando las rocas pizarreas que le contienen, sea formando pequeñas masas donde la antimonita no contiene más ganga que el cuarzo hialino, el cual se acomoda en granos ó venillas dentro de la estibina. La caja de las menas la forman las mismas pizarras arcillo-talcosas que abundan en la comarca, sin que nada indique el que la sedimentación del sulfuro metálico dejara de verificarse al propio tiempo que la de los limos arcillosos, si bien la segregación y concentración de aquél en los puntos donde hoy se le encuentra debió de ser posterior á la consolidación de las rocas que le encierran.

Las masas de estibina son, en general, de mayor volumen que las de chalcosina y las de los demás minerales de los criaderos cobrizos formados por segregación, pudiendo suceder muy bien que esa circunstancia se deba á que estuvieran mejor determinadas las grietas en que las primeras se acumularon. Por lo demás, el procedimiento de su formación debió ser análogo en unas y otras.

Criaderos de hierro magnético, oligisto y hematites parda.

Sin volver á los criaderos de óxidos de hierro que más arriba hemos colocado en las clases de los metamórficos y sedimentarios, vamos ahora á referirnos á las diversas vetas ó filoncillos que surcan las rocas primarias de la comarca de la sierra Alta.

Rara vez pasa el espesor de estas vetas de algunos centímetros, y, como al mismo tiempo son también escasas sus dimensiones en longitud y profundidad, carecen de interés industrial. Únicamente en ciertos parajes de la serranía de Aracena, en Almonaster y Cortegana, es donde adquieren entre las rocas arcáicas volumen de alguna consideración, según se ha visto en el cabezo de La Misericordia y, aunque en menor proporción, en el túnel de Cortegana, predominando la magnetita sobre el oligisto en las de ese último sitio. Aunque por regla general las citadas menas se hallan muy puras, no deja de ser frecuente que entre ellas se interpongan masas pequeñas y venillas de cuarzo blanco.

De todos modos, la misma exigüidad de los filoncillos de que hablamos parece atestiguar el origen de segregación que les atribuimos, así como á los minerales de la misma naturaleza que muchas veces se hallan diseminados ó impregnando las rocas de la caja en que aquéllos se ofrecen, ú otras; con la circunstancia de que en repetidas ocasiones dichos minerales se deben en primer término á la descomposición de algunos de los que entran en la constitución de las mencionadas rocas, por ejemplo del piroxeno, según hemos comprobado en muchos ejemplares examinados al microscopio; sin que tampoco falten ejemplos de metamorfosis sufridas en tales productos después que se verificó su segregación y concentración en determinados puntos.

He aquí algunos hechos que justifican nuestras apreciaciones:

En la caliza cristalina de la sierra de Alájar y en el gneis de la de Linares hemos visto trozos de roca con nódulos bastante grandes de pirita de hierro, en los cuales podía observarse con toda claridad los progresos de la oxidación de fuera adentro; de cuyo fenómeno resultaba que la envuelta de los mismos nódulos estaba constituida por un óxido de hierro hidratado, terroso y de color pardo.

En láminas delgadas de micacitas, calizas y gneis, y especialmente en las de una porción de rocas hipogénicas, hemos apreciado innumerables granos de magnetita envueltos por los productos de la descomposición de la mica, piroxeno y anfíbol, presentando estos minerales diversos grados de alteración que justifican lo que hace un momento dejamos indicado. Descúbrese además en ellas una porción de granos y cristales de pirita de hierro, oxidados unos y más ó menos transformados otros, que comprueban, como para los casos de la caliza y gneis acabados de considerar poco más arriba, la procedencia de las manchas de hematites parda que obscurecen la transparencia de las placas examinadas.

Deducimos de esos hechos, por un lado, que una porción al menos de los óxidos de hierro que forman las vetas segregadas procede de la descomposición de ciertos minerales constitutivos de las rocas en que la secreción se verificó; y por otra, que la hematites parda que

impregna las rocas ó se disemina en ellas, lo mismo que la que entra en la composición de los criaderos que hemos denominado metamórficos, debió hallarse antes al estado de sulfuro. En cuanto á la época en que ocurrieran esas segregaciones y transformaciones, sólo podemos decir que ciertamente debió de ser posterior á la de la consolidación de las rocas sedimentarias é hipogénicas donde esos fenómenos se verificaron.

Por último: un ejemplo evidente de mineral segregado nos lo presentan las vetillas de cuarzo que por todas partes, ocupando las fisuras que en diferentes direcciones surcan los estratos, cruzan las diversas formaciones primarias de la provincia, á veces en tal número sobre determinados parajes que dibujan sobre ellos á modo de redes más ó menos complicadas. Creemos que esas venas silíceas se han segregado con posterioridad al cuarzo que acompaña á los criaderos de cobre, plomo, antimonio y hierro de que acabamos de hablar, y al que aparece en vetas interestratificadas en las rocas pizarrueñas de las formaciones antiguas, pues de otro modo no es fácil explicar el que, como efectivamente ocurre, unas corten á las otras.

RESEÑA DE LOS CRIADEROS.

CRIADEROS DE RELLENO.

CRIADEROS DE PIRITAS.

CIRCUNSTANCIAS GENERALES.

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS.—Comenzaremos enumerando las especies mineralógicas más frecuentes en los criaderos de Huelva, prescindiendo de los detalles que se encuentran en todos los tratados de Mineralogía.

Cobre nativo.—Aparece en las rocas metamórficas porfiroides y terrosas de los hastiales de diferentes criaderos. Generalmente se ofrece en planchuelas que se adaptan á las fisuras de la roca, y á veces en ramos, en cuyo caso suelen destacarse algunos cristales tetraédricos. Generalmente el carbonato de cobre cubre de una costra verde gran parte de las superficies del metal.

Cobelina ó Indigo Copper.—Es otra especie que acompaña en ciertos sitios á la pirita común de las minas, elevando considerablemente su ley en cobre. Su color es negro, negro azulado ó azulado intenso; su peso específico 5,80 á 5,82, y su composición:

Azufre.....	52	} CuS.
Cobre.....	66	

Cobre sulfurado ó chalcosina.—Más abundante que la especie anterior, es la que constituye el *mineral negrilla* de los mineros del país, formando en algunos puntos de los criaderos masas de bastante importancia. Se reconoce por su color gris de hierro con irisaciones en la superficie. A veces su brillo es metaloide, y cuando está

pura se corta fácilmente con la navaja, dando raya brillante. Su peso específico es 5,50 á 5,80, y la composición:

Azufre.....	19	á	22	} Cu ² S.
Cobre.....	74,5	á	79,5	
Hierro.....	0,5	á	55	

En los sitios donde se hallan los trabajos del tiempo de los romanos es muy frecuente esta especie.

Filipsita ó cobre abigarrado.—Aunque escaso, suele reconocerse este mineral con sus tintas azuladas y rojizas y raya de color pardo.

Pirita cobriza, chalcopirita, mena de cobre amarilla.—Constituye masas pequeñas y filoncillos entre la pirita común, especialmente en los sitios donde se halla el cuarzo compacto ó cristalizado, al que acompaña siempre. En las minas de San Miguel, La Chaparrita, Poderosa y Río-Tinto se ha presentado con cierta abundancia, y todavía del criadero *San Dionisio*, en ese último paraje, se extrae una buena cantidad, que se funde directamente en la localidad. Composición:

Azufre.....	52	á	56,52	} FS + CuS.
Cobre.....	50	á	54,40	
Hierro.....	50	á	52,20	

Cobre rojo ó oxidulado.—Se presenta en granos de color rojo, acompañando á la pirita común, y á veces se ofrece en las rocas descompuestas de la caja de los criaderos, junto á los carbonatos y el cobre nativo. Esta especie, de que hemos visto muy bellos ejemplares procedentes de la mina de Las Herrerías (Puebla de Guzmán), es, sin embargo, muy rara ó escasa.

Azurita y malaquita.—Sumamente raras también estas especies en los yacimientos de piritas, abundan, por el contrario, en los criaderos cobrizos de segregación.

Cianosa, vitriolo de cobre ó caparrosa azul, cobre sulfatado.—Abunda en los antiguos trabajos abandonados. Procede de la descomposición de los minerales de cobre, y disuelta en el agua, atraviesa las masas de piritas hasta los sitios donde se precipita contra las

paredes de las excavaciones, dando lugar á formas concrecionadas. Comúnmente contiene sulfato de hierro, con el cual es isomorfo; su peso específico es 2,2 á 2,5 y su dureza 2,5. Textura concrecionada, fibrosa ó radiada; color azul más ó menos intenso; brillo cristalino, semitransparente; raya blanca; agrio; sabor astringente, estíptico. Cristaliza fácilmente en prismas del sistema triclinico. Al aire seco se efforece, pierde dos equivalentes de agua y queda opaco.

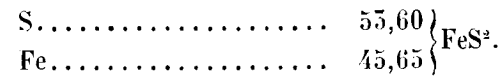
Pirita de hierro, pirita amarilla, pirita marcial, marcasita de los antiguos mineralogistas.—Es la especie más abundante en todos los criaderos piritosos, y aunque se halla por lo común al estado amorfo y compacto, se presenta también cristalizada, por lo regular en cubos muy pequeños. Su peso específico es 4,85 á 5,2; la dureza 6 á 6,5; y su color amarillo de latón, con brillo metálico, admitiendo pulimento las variedades compactas. Las superficies brillantes, que presenta á veces en las litoelasas, son comparables con los espejos metálicos. Fractura concoidea ó desigual; polvo negro-verdoso ó gris; da chispas con el eslabón. Termo-eléctrica; ciertos cristales son negativos, otros positivos, y á veces las partes negativas y positivas alternan en un mismo cristal. Composición:

Fe.....	46,67	} FeS ² .
S.....	55,55	

Generalmente se encuentran con esta especie otras de diversas sustancias, según se verá más adelante; pero prepondera siempre sobre las demás, y en algunos criaderos, tales como el de Las Herrerías de los Confesonarios, está constituida la mena por esta sola especie. Tratada con el ácido nítrico produce un depósito de azufre. El ácido clorohídrico no la ataca.

Pirita blanca, kirovita, pirita rómbica, pirita radiada, marcasita de los mineralogistas modernos, que reservan el nombre de *esperkisa* para las variedades cristalizadas, en que las maclas abundan tanto que los cristales aparecen dentellados, así como el de *leberkisa*, antes aplicado á la *pirrotina*, á las pseudomorfosis de diversas sustancias en pirita blanca, de brillo semimetálico.—Se la encuentra mezclada

con la anterior y más rara vez sola; su peso específico es 4,6 á 4,8; la dureza 6 á 6,5; el color blanco-amarillento ó amarillo-verdoso lívido; el brillo metálico. Compacta; rara vez cristalizada, cuando así se ofrece lo hace en el sistema rómbico. Al aire se transforma fácilmente en sulfato ferroso, circunstancia que es favorable para el beneficio del cobre de las piritas ferro-cobrizas por la calcinación espontánea y el riego. Al estado de pureza su composición es:



Pirrotina, pirita magnética, pirita hepática, hierro sulfurado magnético, leberkisa de los antiguos mineralogistas.—Especie que sólo se encuentra en algunos yacimientos, especialmente en los de la sierra del Venero, término de Cala, donde constituye la mayor parte de los criaderos. Su peso específico es 4,54 á 4,64; la dureza 5,5 á 4,5; el color amarillo de bronce, con manchas de rojo ó pardo de tum-baga; el polvo negro agrisado y el brillo metálico. Se presenta en masas granudas y más rara vez cristalizada. Forma primitiva el prisma hexagonal.

Mispiquel, pirita arsenical, etc.—Especie muy rara al estado de pureza, pero que con frecuencia se la encuentra mezclada con las demás piritas. Su peso específico es 6 á 6,4; la dureza 5,5 á 6; la textura granuda, hojosa, bacilar. Cristaliza en prismas del sistema rómbico, ofreciendo frecuentes maclas, según las caras e^4 estriadas paralelamente á su intersección mutua. Color blanco de plata, tiñéndose á veces de amarillo las superficies; brillo metálico; polvo gris obscuro. Da chispas con el eslabón, desprendiendo olor arsenical.

Blenda.—Esta especie es frecuente en ciertos sitios de los criaderos piritosos de Huelva; pero siempre se presenta mezclada con los sulfuros de hierro, cobre y plomo al estado granudo, dando á las menas color morado más ó menos intenso. Generalmente las piritas que contienen esta especie mineralógica son las más argentíferas.

Galena.—Yace, como la anterior, en mezcla con los demás sulfuros; pero no es raro en algunos criaderos, en los de Río-Tinto espe-

cialmente, el que aparezca aislada en filoncillos en las masas piritosas, los cuales miden á veces algunos decímetros de grueso, hallándose en tal caso cristalizada con los caracteres que le son propios. El peso específico de la galena es 7,4 á 7,6; la dureza 2,5 á 2,75; el crucero es fácil en las tres direcciones de la cara p del cubo. Brillo metálico intenso; color gris típico; polvo gris obscuro.

Magnetita, hierro oxidulado, etc.—En los criaderos de Cala acompaña esta especie á las piritas. Textura granuda; color negro, opaco; lustre metálico; agrio. Magnético, actuando marcadamente sobre la aguja imantada. En los asomos de dichos criaderos constituye esta especie masas compactas de cierta importancia.

Siderosa, hierro carbonatado.—Mineral bastante raro, pero que en algunos criaderos se le encuentra acompañando á las piritas en el contacto de las paredes de la caja, especialmente cuando contienen gran cantidad de ganga pétreo, según ocurre en las minas del Buitrón (Zalamea). Textura compacta, laminar; fractura concoidea; color gris amarillento; brillo cristalino y á veces algo nacarado; transluciente; opaco; agrio; raya blanca. Cristales romboédricos, con tres cruceros fáciles, paralelos á las caras de la forma primitiva.

Caparrosa verde, vitriolo marcial, hierro sulfatado.—Esta especie procede de la descomposición de las piritas, y se la encuentra en formas concrecionadas, especialmente en los trabajos abandonados donde hay filtraciones de las aguas que atraviesan las masas de los criaderos. No es raro, sin embargo, hallar esta especie en cristales limpios de color verde pálido, derivados de un prisma monoclinico. Por la exposición al aire se altera, cubriéndose la superficie de una costra de sulfato básico, que más tarde se transforma en óxido de color pardo.

Aparte de las especies enunciadas, hemos de mencionar ahora las hematites roja y parda, pues aun cuando, á no ser por excepción, que sólo se verifica en las minas de Cala, no se ofrecen entre las masas piritosas, se las encuentra en abundancia constituyendo los asomos de estos criaderos.

Hematites roja.—Aunque generalmente se presenta al estado te-

roso, no son extrañas las variedades compactas, radiadas ó concrecionadas. Color gris de acero, rojo de guinda, pardo rojizo, solos ó abigarrados; opaco; agrio.

Hematites parda, limonita.—Compacta, fibrosa, concrecionada ó terrosa; fractura concoidea en la variedad compacta; color pardo ó amarillo; brillo metaloide; opaca; agria. La raya y el polvo de color más ó menos pardo.

CARACTERES EXTERIORES.—Los criaderos de piritas de la provincia de Huelva están marcados en la superficie del suelo por rocas características, cuya naturaleza puede conducir casi siempre no sólo á la determinación de la clase de substancias explotables, sino también á una apreciación aproximada de la longitud, anchura y disposición de los mismos criaderos: circunstancias que conducen con bastante seguridad al establecimiento más conveniente y provechoso de los trabajos de reconocimiento ó exploración, si se aprecian debidamente los caracteres geológicos y se siguen las prescripciones de la ciencia, despreciando el empirismo que muchos charlatanes aplican inconscientemente ó con mala fe en todos los casos, y del que se valen para alimentar las ilusiones de los incautos que fían al azar sus fortunas, dando tanto más valor á las profecías de los profanos cuanto mayores son las esperanzas que hacen concebir, por absurdas que sean.

Los signos que señalan al exterior la presencia de menas aprovechables son las rocas que constituyen los asomos ó crestones de los criaderos, de los cuales proceden, según dejamos demostrado al tratar de la formación de los criaderos metamórficos.

En efecto; aunque es verdad que se presentan casos en que las rocas sedimentarias envuelven por completo á las piritas, que es lo que se verifica en *La Coronada* (Calañas), no sólo en esos mismos casos se ven en la superficie algunas vetas ferruginosas que se relacionan con las piritas, sino que la regla general consiste en que las menas de hierro ocupen toda la parte superior del criadero, extendiéndose hasta las salvandas.

El óxido férrico ú oligisto que constituye esas menas presenta con

frecuencia formas arriñonadas, de color abigarrado y brillo metálico; pero á veces son compactas, y suelen contener en su masa granos cristalinos de cuarzo, hallándose en uno y otro caso entre una roca terrosa, de color rojo intenso, á que con toda propiedad llaman los mineros del país *tierra colorada*, la cual constituye uno de los mejores augurios de grandes masas de piritas. Generalmente, dichos asomos ó crestones ferruginosos, que forman el denominado *sombrero ó montera de hierro* (*Eisen-hut* de los mineros alemanes ó *Gossau* de los ingleses), se señalan en las hondonadas cuyos bordes forman las rocas de los respaldos del criadero.

Los minerales ferruginosos de que acabamos de hablar no deben confundirse, sin embargo, con los óxidos de hierro de color rojo obscuro, negro ó abigarrado, que á veces penetran entre las pizarras dando lugar á filoncitos, costras y masas pequeñas de aspecto esponjoso ó de escoria; los cuales, conocidos en el país con la denominación de *rejuemones*, cuando no están acompañados de la tierra colorada y del hierro oligisto, de que hemos hablado, no son por sí solos carácter bastante para determinar la existencia de grandes masas de piritas.

Los asomos ferruginosos no siempre se encuentran en la superficie del suelo con toda la extensión correspondiente á la de las masas de piritas, puesto que éstas unas veces aumentan con la profundidad y otras, por el contrario, disminuyen; lo cual conviene tener presente.

La profundidad á que alcanza la montera ó sombrero de hierro, ó sea, hablando con toda propiedad, la zona de descomposición de los criaderos, es muy variable de unos á otros, y, según se ha observado, se halla en íntima relación con la topografía del terreno y con el grado de permeabilidad de las rocas de la caja. A igualdad en las condiciones de éstas, aquella profundidad es tanto mayor cuanto más bajo se halle el nivel de los barrancos próximos con respecto á los asomos; pero si las circunstancias de las rocas son diferentes, tanto más aumenta la profundidad de que hablamos cuanto mayor sea la permeabilidad del suelo, resultando, en consecuencia, que en

la generalidad de las minas el límite inferior de la montera ferruginosa se corresponde con el nivel á que alcanzan las filtraciones naturales; y así es que en ciertos criaderos no se llega á las piritas hasta 50 ó más metros de profundidad, mientras que en otros se tropieza con ellas á 2 ó 5 metros de la superficie, sin que tenga nada de extraño que en distintos parajes de un mismo yacimiento se observen notables diferencias acerca del particular, según se ha visto, por ejemplo, en la mina de La Peña del Hierro, del término de Nerva.

El tránsito de los óxidos de la montera á los sulfuros del criadero es por lo común brusco; pero á veces se halla entre la misma montera y la masa de las piritas la zona terrosa de pirita de hierro en descomposición á que ya hemos dicho más atrás dan los mineros el nombre de *azufrón*.

Las rocas de la caja revelan, en los yacimientos de que tratamos, metamorfosis muy variables, que á veces alcanzan extensión bastante considerable, según hemos visto en el respaldo septentrional del criadero de la umbria del cerro Salomón, en Río-Tinto, y en el del sur de la parte de levante del yacimiento del Lagunazo (El Alosno).

En los pórfidos del cerro Colorado de Río-Tinto se observa que, desde su contacto con los criaderos, empiezan á cargarse de óxidos de hierro, extendiéndose la impregnación hasta cierta distancia, aunque limitándose á comunicar á las rocas el color de dichos óxidos, pero sin llegar á mineralizarlas hasta el punto de transformarlas en mena aprovechable. En otros puntos, la mezcla de óxido de hierro con la roca adyacente no es tan íntima, y ofrece aquella menor tenacidad en la porción de su masa donde falta el hierro, pudiendo llegar el grado de alteración hasta el punto de transformarla en un kaolín más ó menos puro, el cual, como sucede en las minas de San Telmo y otras, llega á contener cantidades notables de substancia cobriza que, después de mojada la roca y evaporada el agua, se manifiesta en efflorescencias verdosas de sulfato.

Cuando las rocas metamorfoseadas porfiroides y las hipogénicas porfídicas adquieren en la proximidad de los criaderos suficiente can-

tividad de óxido de hierro para que éste llegue á predominar en su pasta, como tiene lugar en algunos sitios de los criaderos de Río-Tinto, y además contienen granos gruesos de cuarzo, ofrecen la apariencia de un conglomerado cuarzoso con cemento de óxido férrico, y en tal caso dichas rocas apenas se diferencian de las pizarras en que la metamorfosis ha ejercido su acción con bastante intensidad.

Las pizarras y las grauwackas experimentaron efectivamente cambios notables, no sólo en sus caracteres físicos, sino también en la composición mineralógica; y así es que en ciertos puntos toman, por la penetración de los óxidos de hierro, coloraciones rojizas ó amarillentas, de intensidad diversa, sin cambiar los demás caracteres que les son propios, y en otros, la cantidad de óxido férrico llega á ser tal, que forman crestas de verdaderos *requemones*, siendo necesario examinar con gran cuidado la roca para reconocer en ella una pizarra metamorfoseada, aparte de que es también frecuente el que estén penetradas por el cuarzo en granos, filoncillos y aun lentejones; cuarzo que á veces toma el aspecto de la calcedonia, según tiene lugar en San Telmo, en la mina de Las Herrerías (Puebla de Guzmán), la de La Almagrera (El Alosno), etc., etc. Otras veces las rocas sedimentarias se endurecen y transforman en verdaderas porcelanitas, y hasta se cambian en cuarcitas y en jaspes de color negro azulado ó rojo, según se ve en Río-Tinto, La Zarza, San Telmo y otras minas. Hay casos en que se descomponen en una arcilla de color blanco y suave al tacto, como el jabón, lo cual se observa de preferencia en el contacto de las piritas, resultando de ello una salvanda que se desprende fácilmente tan luego como se halla expuesta á las influencias atmosféricas.

En las grietas y oquedades de las pizarras metamorfoseadas, blancas y deleznales, inmediatas al pendiente criadero de San Telmo, hemos obtenido alguna porción de amianto; y tanto en esas mismas pizarras como en las que á la intermediación del pozo de Los Ladrillos forman el yacente del criadero del Lagunazo y las que en el de Río-Tinto están en el techo, son muy frecuentes los cristallitos

cúbicos de pirita de hierro, que á veces salpican toda la masa de los estratos.

La presencia de estos cristales, además de á las causas que en otro lugar dejamos expuestas, tal vez pudiera atribuirse á la reducción de los sulfatos que filtraron en la roca pizarreña, por el carbono de la misma; y una parte de la metamorfosis de las rocas adyacentes de los criaderos es muy probable sea también debida á reacciones químicas, pues al filtrarse las aguas vitriólicas al través de las rocas de los respaldos puede engendrarse óxido ferroso y ácido sulfúrico libre que, atacando los silicatos, se apodera del álcali, transformándose luego el óxido ferroso, que queda libre, en óxido férrico que colora las rocas.

Según los ingenieros Anciola y Cossio ⁽¹⁾, «atravesando un criadero cualquiera por una galería que corte también las rocas adyacentes perpendicularmente á su dirección, se ve con toda claridad la correspondencia de las rocas de la superficie con las del interior:

»A las pizarras con cuarzo y óxido de hierro corresponden abajo las mismas pizarras reblandecidas, que más bien son arcillas con granos de cuarzo y de pirita de hierro diseminada en la masa y en vetas paralelas al criadero; al óxido férrico puro corresponde la pirita pura; á los porfíroides deleznable, con granos de cuarzo y óxido de hierro, una especie de arcilla con muchos granos de cuarzo y pirita de hierro diseminada en la masa y en vetas (azufrones), que se endurece según se va separando del criadero, y más repentinamente que en la superficie, en donde la principal causa de la desagregación de los pórfidos es la falta de la pirita que entraba en su constitución, la cual, bajo la influencia de los agentes atmosféricos, se ha descompuesto.»

De lo que acabamos de exponer resulta: que las masas de piritas, en la región que describimos, están esencialmente ligadas en todas las circunstancias de su yacimiento con la naturaleza y disposición de las rocas que las envuelven, siendo el estudio de esas circunstan-

(1) Loc. cit., pág. 12.

cias de la mayor utilidad por las valiosas deducciones que de él pueden sacarse para servir de guía y fijar la pauta en los trabajos, especialmente en los de exploración, sin lo cual nada más fácil que perder tiempo y dinero en labores infructuosas.

Ya hemos indicado antes de ahora que hay criaderos donde el tránsito de la parte oxidada al de la pirita es brusco, sin zona intermedia que anuncie el cambio, mientras que en otros, y especialmente cuando la roca que cubre ó constituye la caja del criadero es más dura y menos permeable, la transformación se verifica poco á poco, encontrándose una parte donde la descomposición de las piritas está iniciada por la desaparición del sulfuro de cobre, quedando sólo el de hierro más ó menos deleznable y poroso.

La descomposición de las piritas en contacto del aire es en general bastante rápida, y, por lo tanto, las cantidades de cobre arrastradas por las aguas que salen de los criaderos han debido ser muy considerables, bastando para dar idea de ello indicar el cálculo hecho por el distinguido ingeniero y reputado geólogo D. Casiano de Prado, con respecto á los criaderos de Río-Tinto. Según dicho ingeniero, desde la caída del Imperio romano hasta nuestros días han salido por los socavones de esas minas, á consecuencia de la causa señalada, unas 80000 toneladas de cobre en forma de sulfato; y, ampliados estos cálculos al hierro y al azufre, se hacen subir las cantidades perdidas á unas 500000 del primero y á 520000 del segundo, que, principalmente al estado de óxidos y subsulfatos, ha ido á depositarse en parte en los cauces de los desagüaderos, dando lugar á lechos de tobas.

En cuanto al mayor ó menor grado de riqueza en cobre que los criaderos de pirita presentan á distintos niveles, parece deducirse de la situación de las diferentes excavaciones ejecutadas en diversas minas, que, como ley más general, puede sentarse la del empobrecimiento en profundidad, según ya hemos dicho en otro lugar.

En los criaderos de piritas, las substancias metalíferas constituyen casi por completo el relleno de las grietas donde se hallan, diferenciándose en esto de sus análogos en otras comarcas, tales como Sue-

cia, Noruega y Rammelsberg, donde, por el contrario, son muy frecuentes las porciones estériles.

En Huelva, fuera de los diferentes metales que en unión íntima, y más rara vez aisladamente, acompañan á la pirita, las masas metalíferas son compactas y, bajo el punto de vista general, bastante homogéneas, sin otra ganga que un 5 por 100 de sílice íntimamente mezclada, hallándose rara vez en granos ó drusas de cristales, y en vetas insignificantes el cuarzo hialino.

Muchos análisis hechos con minerales de varios criaderos determinan como substancia principal de la mena la pirita de hierro acompañada de cantidades pequeñas de la de cobre, blenda, galena, cobre gris, sulfuro cuproso, pirita arsenical ó algún otro arseniuro, y, todavía en más pequeña cantidad de plata y oro; substancias que á veces faltan ó por lo menos se hallan desigualmente repartidas en el conjunto de la masa, dando lugar en ella á constantes variaciones de riqueza en esos metales. Además se ha descubierto en algunas muestras el cobalto y las demás substancias de que dan cuenta los siguientes análisis practicados sobre menas destinadas á la exportación á Inglaterra:

COMPOSICIÓN DE LAS PIRITAS EXPORTADAS DE HUELVA SEGÚN PATTENSON.

	1	2	3	4
Azufre	48,00	49,30	49,60	44,60
Hierro	40,74	41,41	42,48	38,70
Cobre	3,42	5,81	2,26	3,80
Plomo	0,82	0,66	0,52	0,58
Zinc	Trazas.	Trazas.	0,10	0,30
Arsenico	0,21	0,31	0,28	0,26
Thalium	Trazas.	Trazas.	Trazas.	Trazas.
Cal.	0,21	0,14	0,18	0,14
Magnesia	0,08	Trazas.	Trazas.	Trazas.
Sílice	5,67	2,00	2,94	41,40
Oxígeno con Fe^2O^3	0,09	0,25	0,15	0,23
Humedad	0,94	0,05	0,95	0,47
	400,45	99,93	99,86	99,88

Por lo que respecta al cobre, única substancia que hasta el pre-

sente se aprovecha en la localidad, ya hemos dicho antes que se observan concentraciones de riqueza que suelen alcanzar espacios de grandes dimensiones, sin que la distribución que presentan guarde una ley determinada en los distintos criaderos, según ya dejamos explicado en otro lugar.

En la municipalidad de Zalamea, en Río-Tinto por ejemplo, se ha visto que las zonas de más ley en cobre se encuentran de preferencia, cualquiera que sea el nivel que se considere en la profundidad á que se ha llegado, cortando los criaderos en fajas arrumbadas de NE. á SO.; en las minas de El Alosno se hallan con especialidad en la porción superior de los criaderos, cubriendo, á la manera de manto, á las piritas pobres; y en la mina de San Telmo (Cortegana) las partes más ricas forman, á diferentes profundidades, manchas discontinuas, dispuestas en el sentido de la dirección del criadero, entre otras muy pobres, lo cual facilita mucho la elección de las menas cuando las conveniencias del beneficio así lo requieren.

En la proximidad ó en el contacto de las rocas de origen interno se advierten concentraciones de las substancias cupríferas, principalmente cuando, hallándose la roca tan descompuesta que casi constituye un kaolín, se ofrecen en ella filoncillos ó pequeñas masas aisladas, como sucede en el respaldo meridional de la mina San Telmo, hacia la parte occidental, donde se hallaron minerales de más del 9 por 100 de cobre, mientras que los que se explotaban dentro de la masa principal no pasaban de una ley de 2 por 100.

En los criaderos de poco espesor y gran longitud suele elevarse comunmente más de lo ordinario la ley en cobre de la pirita; pero también hay casos en que se encuentran constituidos por mineral pobre, del propio modo que las masas de mayores dimensiones; resultando que el contenido de aquel metal en las menas no está en relación inversa del volumen de las masas, como algunos, sea por falta de conocimientos en la materia ó intencionalmente, han querido suponer.

Aunque no pueden señalarse caracteres bastante marcados para distinguir á la simple vista en cualquier criadero las diversas clases de mena piritosa con respecto á su riqueza ó tenor en cobre, espe-

cialmente cuando la diferencia de unas á otras no es grande, puede decirse que, en general, cuando una pirita presenta en su fractura textura de grano grueso y color amarillo claro, con ligeras pintas de chalcopirita poco perceptibles, aquella riqueza se aproxima á la del 2 por 100; cuando está cristalizada en cubos apreciables á la simple vista y es de amarillo de latón, su tenor en cobre es muy poco ó nulo; si es negra azulada en su exterior, de textura granudo-fina y color en la fractura más obscuro que el de la anterior, subirá de ley; y si es terrosa, de color negro azulado exterior é interiormente, podrá muy bien contener hasta 20 ó 50 por 100 del dicho metal.

Con respecto á la dureza, se observa también que, concurriendo los anteriores caracteres, las menas son tanto más ricas cuanto menor es aquélla, y que en las variedades duras, cuando los sistemas de planos de fractura dan lugar á pedazos pequeños, su ley aumenta; hallando natural explicación este hecho en el ligero baño de bisulfuro de cobre de color negro azulado ó chalkosina que reviste los indicados planos de fractura. A esta variedad llaman los mineros del país mineral *casquero*.

El peso específico de las piritas de que hablamos no es tampoco el mismo para las diversas muestras que pueden elegirse en tal ó cual criadero, según, en efecto, hace deducir la compleja composición que tienen y la desigual distribución de las substancias en los yacimientos, siendo dicho peso tanto mayor en los minerales limpios de materias extrañas, cuanto menor es su contenido en cobre ó más pura la pirita de hierro. Para los de Río-Tinto se ha deducido un peso específico medio de 4,80 después de muchas determinaciones.

Según hemos indicado en el estudio general de los criaderos de relleno, las diversas especies de substancias minerales metalíferas que en la provincia se encuentran no corresponden á determinadas formaciones geológicas; y sería ciertamente tan erróneo el querer deducir, por la presencia de una clase determinada de mineral, la edad ó lugar que en la escala geognóstica corresponde á una formación geológica, como el pretender que la existencia de tal ó

cual terreno implica ó asegura la presencia de determinadas menas.

En la gran región metalífera del sudoeste de la Península, lo mismo en la provincia limitrofe de Sevilla que en la del Alentejo en el vecino reino de Portugal, hemos reconocido indistintamente minerales de la misma especie entre las diversas rocas sedimentarias, desde el sistema Cambriano hasta la parte inferior del Carbonífero; y la presencia de las grandes masas de pirita ferro-cobrizada de Santo Domingo (Portugal) y las de Río-Tinto son una buena prueba de lo que acabamos de decir.

La idea de contemporaneidad, que implicaría el primer aserto, cae por su base desde el momento en que yacimientos metalíferos tan importantes y de la misma especie, como los que acabamos de citar, se encuentran en formaciones geológicas diferentes.

No hay que buscar, por lo tanto, relación inmediata entre las rocas sedimentarias y la aparición de las substancias metalíferas que encierran, las cuales debieron acumularse en tiempo á todas luces posterior y por circunstancias muy distintas y ajenas al depósito de las rocas que las encierran.

En el capítulo que trata de la formación de estos criaderos dejamos consignado cuanto pensamos referente al particular.

DETALLES Y DATOS INDUSTRIALES.

Minas de Río-Tinto.

SITUACIÓN DE LOS CRIADEROS Y CONDICIONES DEL TERRITORIO.—Las minas de Río-Tinto se hallan situadas en la parte más oriental de la gran zona metalífera de la provincia, lindando su término con los de las villas de Zalamea la Real y Nerva, en el partido judicial de Valverde del Camino. Constituye este establecimiento industrial un pueblo con ayuntamiento propio, al que están agregados diferentes barrios construidos por la actual empresa minera, denominados Bella-Vista, Valle, Mesa de los Pinos, Atalaya, Dehesa y Naya, formando un conjunto de más de 1000 casas para oficinas, almacenes, emplea-

dos, operarios, etc., etc., es decir para todo cuanto se necesita en un centro minero de tanta importancia como es el de que tratamos.

El terreno es áspero y desigual, formando su topografía sierras, cerros y colinas, cuyos relieves más importantes corren próximamente en dirección E. á O., cual sucede con la sierra metalífera que se extiende entre los ríos Tinto, Tintillo y el arroyo Rehondillo, en donde sobresalen los cerros denominados San Dionisio, Colorado y Salomón, hallándose en la cúspide de este último las ruinas de un antiguo castillo que se supone de época romana.

Al mediodía de la anterior se encuentra otra sierra más extensa, titulada Pie de la Sierra, que, aunque cortada por los cauces del río Tinto y rivera Jarrama, se marca bien hacia levante, penetrando en la provincia de Sevilla hasta el Altar de los Bermejales, en la divisoria de las aguas del Guadalquivir y el Tinto.

Entre ambas sierras se extiende la explanada de la mesa de Los Pinos y la del Valle; y como derrames de las indicadas sierras, se hallan multitud de cerrejones que multiplican considerablemente las asperezas del suelo.

Á mediados del presente siglo aún había en aquellos parajes extensos rodales de encinas y pinos que, con abundantes especies de monte bajo, constituyeron en otros tiempos espesos bosques y cerrados matorrales, donde el ciervo y el javato tenían sus guaridas; pero hoy no queda ya sino el recuerdo de todo aquello, pues la acción de los gases procedentes del beneficio local de los minerales fueron arrasando poco á poco y sucesivamente aquellos bosques, extendiendo su acción perniciosa á medida que aumentaba la cantidad de mineral calcinado, hasta llegar á impedir toda vegetación en una zona considerable.

Así es que el aspecto que en la actualidad presentan las cercanías de las minas es ingrato y severo, viéndose por todas partes escarpadas y desnudas rocas, medio veladas por blanquecina nube de gases sulfurosos que, á la manera de inmensa *manta* ⁽¹⁾, lo cubre todo en

(1) Así llaman los naturales á la nube gaseosa mencionada.

las mañanas húmedas y sin viento. En cambio reina en la comarca la colosal actividad que proporcionan los millares de operarios ocupados en las múltiples faenas propias de su ejercicio, y el continuo silbar de las locomotoras que por todas partes cruzan, el de las numerosas máquinas fijas destinadas á diversos trabajos, cuyos penachos de humo se elevan en la atmósfera, el estampido de centenares de barrenos que en períodos regulares se disparan, como representando el eco de aquel torrente industrial, todo allí proporciona un espectáculo casi imposible de describir y menos de comprender para quien no haya visitado alguno de los mayores establecimientos industriales del mundo.

La divisoria del Odiel y el Tinto cruza de nordeste á sudoeste el territorio de las minas, cuya escasez de aguas ha obligado á construir varios pantanos ⁽¹⁾. El río Tinto que corre por el este de la citada divisoria, como hemos dicho en la Descripción física de la provincia, y se ha considerado originado en la hoy cueva seca del Lago, determinada de posición en la lámina 3, recibe en los tiempos lluviosos las aguas que circulan por los barrancos, que descienden de la sierra del Padre Caro y cumbre de Salomón, constituyendo sus afluentes por el norte y sur respectivamente.

El río Tintillo se halla al oeste: nace, como sabemos, en San Dionisio, y cuenta como afluentes al norte el arroyo Rehondillo y otros barrancos que descienden de la sierra de Cecimbre, continuación de la del Padre Caro, y por el sur los que se originan en las laderas meridionales de las sierras del Campillo y del Monago.

Con el tributo de la parte alta del río Tinto y sus afluentes por la orilla izquierda se alimenta, aguas arriba y proximidad del río Agrío, el pantano titulado de la Marismilla (véase la lám. 3), y con las que descienden del valle, hacia la margen derecha de dicho río, los depósitos más pequeños titulados del Valle y Ferrocarril.

NOTICIAS HISTÓRICAS.—Las ideas expuestas al tratar de la historia general de la minería de esta provincia, nos dispensan entrar ahora

(1) En el tomo I, pág. 483 y siguientes, se halla la descripción de los mismos.

en detalles de la particular de Río-Tinto, correspondiente á los primeros tiempos. El origen de los trabajos de estas famosas minas se supone ser de la época fenicia, refiriéndose citas históricas en su apoyo, y además parece confirmarlo así la especial circunstancia de encontrarse montones de escorias que, por su posición y naturaleza, revelan mayor antigüedad que otras superpuestas, pertenecientes sin duda á la época romana.

En cuanto á la determinación de los trabajos de más remota antigüedad, no es posible precisar nada, porque confundidos, como es consiguiente, con los de épocas posteriores, desaparecieron todas las señales por las que, mediante escrupulosos reconocimientos, se hubiera podido obtener algún resultado. Se ha dicho, sin embargo, por varias de las personas que en diferentes tiempos han reconocido los trabajos de mayor antigüedad, que las cuevas del Lago y del Tabaco, ambas situadas en las umbrias del cerro Salomón, fueron obra de los mineros fenicios, y así lo consignamos sin que tengamos razones que nieguen ó afirmen ese juicio. La primera ha dado bastantes rendimientos con las aguas vitriólicas que de ella salieron, hasta que los actuales propietarios de las minas han establecido labores más profundas en los criaderos *del Norte*, habiendo quedado seca por tal causa.

Menos datos tenemos todavía para venir en conocimiento de la participación que los cartagineses pudieron tomar en los antiguos trabajos de Río-Tinto, si bien es lógico suponer que, llamados por los fenicios para auxiliarles en sus guerras con los indígenas sublevados, y dada su afición á esta clase de industria, de la cual dejaron imperecederas huellas en la región minera de la costa de Levante de nuestra Península, no mirarían con desprecio las conocidas riquezas de esta provincia; siendo, por lo tanto, posible que, aprovechando el período de su dominación, no se abandonasen los trabajos de estas minas por completo, aunque las señales de esos trabajos, lo mismo que los de la época fenicia, se hayan borrado por los de mayor importancia que más tarde ejecutaron los romanos.

Estos conquistadores son los que con sus colosales labores dejaron

vestigios imperecederos de sus explotaciones, que duraron los tres siglos que median entre los emperadores Nerva y Honorio, muerto el primero en el año 97 antes de Jesucristo, y en el 425 de nuestra era el segundo.

Trece socavones de desagüe establecidos á diferentes niveles y seguramente labrados en distintos períodos, socavones que suman más de 7 kilómetros de longitud subterránea, dejaron bien justificado el valor siempre creciente que á su vista se desarrollaba á medida que ganaban profundidad en los criaderos; valor que debió ser grande, á juzgar por la magnitud de los múltiples trabajos auxiliares que ejecutaron, sin que les arredrase el tiempo ni los gastos que representa cada una de aquellas labores ante la riqueza que con ellas aprovechaban.

De los dichos socavones ⁽¹⁾ se encuentran nueve al sur de la divisoria señalada por los cerros de Salomón y San Dionisio, y son: el de los *Cuatro Molinos*, los dos llamados *Alto* y *Bajo de Nerva*, los de *San Luis*, *San Roque* y *San Pedro* y tres más relacionados con el criadero de *San Dionisio*. Al norte de la referida línea hay cuatro, que son: el de *Fuente Fria*, los dos de *La Fuente de Malaño* y otro más bajo en el arroyo de La Gaugosa.

Se cuentan además sobre aquellos criaderos un millar próximamente de pozos y multitud de labores de beneficio formando grandes cuevas subterráneas, que miden millones de metros cúbicos arrancados dentro del mineral. Constituyen estas labores un sistema de grandes huecos establecidos á distintos niveles, sin regularidad y en seguimiento de los minerales más ricos en cobre, arrancando éstos por completo y rellenando parcialmente los huecos con minerales más pobres y con materiales estériles; sistema que ejecutaron sin necesidad de grandes fortificaciones por la consistencia que en general presentan las menas. Aparte de todo esto, existen también señaladas muestras de explotación á cielo abierto, pues no de otro modo se explican los rellenos que cubren en ciertos sitios á los de-

(1) En la lámina 8 están representadas las bocas de los más principales.

pósitos de pirita y que dan lugar á frecuentes hundimientos de la superficie.

Por último, la notabilísima serie de grandes escoriales que se hallan en la dehesa, patentizan que allí existió la industria metalúrgica más vigorosa del mundo; todo lo cual comprueba la importancia de las minas de que hablamos en aquellos remotos tiempos.

En la parte del sur, el criadero más conocido por los grandes trabajos que se han hecho tanto en explotación subterránea, mientras las minas fueron del Estado, como á cielo abierto, por la actual empresa propietaria, es la masa más oriental, que en lo sucesivo denominaremos *de Nerva*, en la cual establecieron también los romanos grandes trabajos subterráneos á un nivel inferior al del sexto piso labrado por el Gobierno. A contar de ese nivel, dieron los mineros antiguos un considerable desarrollo á sus labores, no sólo ocupando con ellas gran parte de la zona en que después se han establecido los pisos séptimo y octavo, sino extendiéndolas á mayores profundidades, según se ha visto al ejecutar el gran socavón moderno denominado *El Túnel* y marcado con el número 2 en la lámina 8, y al llegar, posteriormente, al nivel de la antigua galería de desagüe llamada *de Los Cuatro Molinos* (número 1 de dicha lámina), que es la más baja y que, dicho sea de paso, mide por sí sola más de 2 kilómetros de longitud.

Esas labores antiguas, que en la parte superior del criadero miden moderadas dimensiones, llegan á hacerse considerables en las inferiores, formando oquedades que pasan de 50 metros de longitud, con 50 y más de latitud y 15 á 20 de altura, de lo cual puede formarse idea por las que están representadas en el corte horizontal dibujado en la figura 1 de la lámina 9, y en el transversal XI.

Aquel período de tan gran actividad, inteligencia y aprovechamiento, fué sustituido por otro de inacción, de ignorancia y de pobreza, que se prolongó hasta mediados del siglo último; pues nada autoriza á suponer trabajos en estas minas durante el período de los godos, y muy pocos debieron ser los practicados por los árabes, aunque es probable la estancia de esta raza en Río-Tinto y el que,

á la manera de lo que hicieron en el criadero cuprífero del Cerro Muriano de la provincia de Sevilla y en la provincia del Alentejo (Portugal), sacasen algún cobre de estas minas, siguiendo los trabajos de los romanos.

La gran riqueza obtenida en los tiempos antiguos, y el vivo interés que excitaba el principal depósito de pirita ferro-cobrizada del mundo, se traducirían claramente, aun cuando la historia no lo hubiese revelado, por las gigantescas huellas impresas sobre el terreno por aquellos colosos de la industria, cuya sombra se dibuja en todo aquel espacio y cuyo genio y poderío pregonan hoy mismo, después de veinte siglos, los inmensos despojos metalúrgicos y los grandes y numerosos trabajos que dejaron, si bien estos últimos están en vías de desaparecer con los enormes desmontes, excavaciones subterráneas y rellenos en el exterior que varían por completo la topografía del suelo y que se llevan á cabo por la Compañía anglosajona, actual propietaria de las minas.

En Río-Tinto no se volvieron á restablecer trabajos, según antes hemos indicado, hasta mediados del siglo pasado, y ello solamente en el criadero de la solana de los cerros Colorado y Salomón, ó sea en el *de Nerva*, de cuya fecha arranca la explotación actual; pues aunque en los siglos XVI y XVII se visitaron por comisionados del Gobierno, y hacia la misma época algunos particulares registraron allí minas y escoriales, según en otro lugar hemos manifestado, ni los primeros pasaron de reconocimientos superficiales, ni los denuncios tuvieron más objeto que buscar metales preciosos, excitada la codicia de los mineros en aquel tiempo por el descubrimiento de las minas de Guadalcanal, que tuvo lugar á mediados del siglo XVI.

La explotación moderna de Río-Tinto se inicia, pues, con las proposiciones hechas en 16 de Agosto de 1724 por el sueco D. Liberto Wolters, que reprodujo, con ligeras variantes, las que en años anteriores había hecho y después abandonado D. Nicolás Vaillant.

En 16 de Junio de 1725 recayó Real resolución por la que quedó aceptado el contrato de arrendamiento de éstas y otras minas con Wolters por espacio de treinta años, siguiéndose una larga serie de

pleitos y cuestiones que impidieron los trabajos; de todo lo cual puede venirse en conocimiento leyendo el interesante libro del ilustrado ingeniero D. Lucas Aldana ⁽¹⁾, de donde tomamos muchas de las notas que van á seguir.

Formó Wolters una sociedad, por acciones, para la explotación de las minas que fueron objeto del contrato, quedándose él con la tercera parte; y tomada posesión de ellas, comenzó algunos trabajos en las de Río-Tinto, á cuyo efecto llevó unos 14 operarios suecos y un sobrino suyo llamado Tiquet, cuyos conocimientos especiales de química metalúrgica y laboreo, adquiridos en Suecia en la mina de Shala, le hacían muy á propósito para ayudar á su tío en el gran pensamiento de la regeneración de unas minas desde tantos siglos olvidadas.

Las disensiones y disgustos que se originaron por la falta de unidad en el parecer de los socios, entorpecieron los trabajos de tal modo que el Gobierno, oyendo á los interesados, tomó la providencia de dividir en dos la sociedad de Wolters, dejando á la representada por éste la posesión de las minas de Aracena y Río-Tinto, y cediendo á la otra las de Cazalla, Guadalcanal y Galaroza, pero acaeció la muerte de Wolters precisamente cuando se le notificaba tal resolución, antes de formalizarse el correspondiente contrato y cuando sólo había conseguido el desagüe del Lago y los denominados *Pozos de La Cañería*.

Herederó D. Samuel Tiquet de su tío Wolters, solicitó y obtuvo á su favor renovación del contrato de las minas de Río-Tinto y Aracena, el cual se prolongó por otros treinta años, después de los contratiempos que tuvo por haberse gastado en las explotaciones buena parte del capital que representaban las 700 acciones con que quedó la sociedad de dichas minas, y en un pleito que durante cinco años le privó de la posesión de las mismas, que no se realizó hasta 1746.

Contrariado en muchas ocasiones Tiquet por las disensiones de la sociedad, logró, sin embargo, el desagüe y preparación de una parte

(1) *Las minas de Río-Tinto en el transcurso de siglo y medio*: Madrid, 1875.

del criadero de *Nerva*, y obtuvo vitriolos y caparrosas, hasta que consiguió vencer los obstáculos que se le ofrecieron para el beneficio por fundición directa de los minerales, lo cual debió tener lugar hacia los años 1747 á 48. Construyó además algunas casas para el alojamiento de los operarios, edificó hornos y oficinas con todo el material suficiente para una producción de 5000 arrobas (545 toneladas métricas) de cobre fino al año, lo cual hace el elogio de aquel activo y entendido minero, que, después de muchas privaciones y sufrimientos, murió el 11 de Septiembre de 1758, dejando la mina en las condiciones favorables de desarrollo con que continuó su sucesor.

En el estado que sigue se resumen los gastos y productos debidos á la dirección de Tiquet, en el segundo de los dos períodos en que puede dividirse; pues en el primero, ó sea desde la muerte de Wolters hasta 1747, bien puede decirse que sólo se hicieron trabajos preparatorios.

COBRE OBTENIDO Y GASTOS EN LAS MINAS DE RÍO-TINTO DURANTE EL CONTRATO DE TIQUET.

AÑOS.	Cobre roseta obtenido.			Pagado á S. M. por derecho de treinta.		Gastos que han tenido las minas.	
	Arrobas.	Libras.	Onzas.	Libras.	Onzas.	Reales.	Maravedises.
1747.....	24	2	»	357	»	»	»
1748.....	3	45	»	486	8	»	»
1749.....	5½	2	8	298	»	»	»
1750.....	283	2	»	276	8	68848	»
1751.....	248	7	»	»	»	454826	47
1752.....	536	9	»	»	»	492404	»
1753.....	1561	4	4	»	»	208461	8
1754.....	896	18	8	»	»	490227	47
1755.....	2075	13	8	954	8	230744	47
1756.....	3066	6	4	986	»	227895	47
1757.....	2108	17	»	871	8	293757	»
1758.....	2051	41	»	85½	42	440650	(1)
TOTALES.	12945	5	»	4782	42	4.707458	8

(1) Hasta el 14 de Septiembre.

De esa época no hay antecedentes que se refieran á las circunstancias del yacimiento de aquellos criaderos: sólo se sabe que, según decía Tiquet, eran inmensos y podía sacarse de ellos lo que se quisiese, así como también que aquél manifestó que la ley desigual en cobre de los minerales era un gran obstáculo para la resolución del problema de la fundición, pues necesitándose minerales de un contenido mayor de 4 por 100 en cobre, y no alcanzando esta cifra la mayor parte de los que en los trabajos se presentaban, tuvo que arrancar una cantidad extraordinaria de mena que no podía aprovechar más que para la producción de caparrosa.

Tal circunstancia le obligó á ejecutar los trabajos siguiendo en lo posible las partes más ricas, resultando de ello las labores desordenadas de que más tarde dió conocimiento Angulo en un notable informe de que hablaremos después.

Muerto Tiquet, le sucedió en la dirección de las minas D. Francisco Sanz, á quien aquél comprendió entre sus herederos; y como Sanz solicitase de la Junta de Comercio, Moneda y Minas, que entonces era la encargada de entender en ello, Real cédula de asiento á su nombre del contrato de Tiquet, logró su deseo con algunas franquicias en los derechos reales, con arreglo á Real orden de 24 de Octubre de 1753, hasta que en 27 de Julio de 1776, en que definitivamente terminaba el mismo contrato, las minas revertieron á la Corona, continuando entonces Sanz administrándolas por cuenta de la Hacienda. Sin reproducir aquí diferentes hechos relatados en el libro de Aldana que no dejan muy bien parada la reputación del repetido Sanz, nos limitaremos á indicar que las cantidades de cobre fino producidas mientras que éste estuvo al frente del establecimiento, ya como asentista, ya como administrador, fueron las siguientes:

AÑOS.	Cobre roseta.			Pagado á S. M. por derecho de treintena.		REDUCCIÓN POR FRANQUICIA.
	Arrobos.	Libras.	Onzas.	Libras.	Onzas.	
1759.....	3182	8	»	4325	»	Media treintena.
1760.....	5271	6	»	2106	4	Idem.
1761.....	6142	»	»	2346	10	Idem.
1762.....	4681	4	»	4350	7	Treintena.
1763.....	7366	1	»	6139	2	Idem.
1764.....	5680	42	8	4733	12 1/2	Idem.
1765.....	4062	12	»	3385	6	Idem.
1766.....	4508	»	»	3756	40	Idem.
1767.....	5394	18	»	4495	9	Idem.
1768.....	6833	»	»	5694	2	Idem.
1769.....	5377	13	»	4648	4	Idem.
1770.....	5665	4	»	4720	14	Idem.
1771.....	6675	»	»	5562	8	Idem.
1772.....	7210	»	»	6008	5	Idem.
1773.....	6128	»	»	5356	10	Idem.
1774.....	6924	»	»	5775	13	Idem.
1775.....	8020	»	»	6683	11	Idem.
1776.....	8100	»	»	6750	»	Idem.
1777.....	9400	»	»	7833	5	Idem.
1778.....	9207	5	»	7672	10	Idem.
1779.....	7406	3	»	5921	»	Idem.
1780.....	8070	3	8	6725	4	Idem.
1781.....	7958	15	»	6632	2	Idem.
1782.....	6642	9	»	5883	»	Idem.
1783 (1)...	4193	24	8	608	9	Idem.
TOTALES.	457266	7	8	422314	40 1/2	

El resultado de la explotación dirigida por Sanz fué un laberinto de labores sin orden ni concierto, que ocasionó hundimientos y ruinas que impidieron más tarde el establecimiento de otras labores nuevas.

Por jubilación de Sanz, en 1784, fué nombrado administrador de las minas D. Manuel Aguirre; pero las semillas de desorden que el primero dejó, y el carácter algún tanto violento y desigual de su sucesor, produjeron excisiones entre el personal de aquella finca industrial, lo cual dió lugar á que en 29 de Diciembre de 1786 se confriese, de Real orden, á D. Melchor Jiménez el cargo de Aguirre. En igual fecha se nombró en comisión especial á D. Francisco Angulo ⁽²⁾, con dos auxiliares, para reconocer las minas y proponer al

(1) Hasta 31 de Enero.

(2) D. Francisco Angulo estuvo pensionado en Alemania y después fué

administrador y subdelegado de ellas, Jiménez, todo lo que juzgase por conveniente al buen régimen del establecimiento. Dicha comisión debió abarcar también á los criaderos de El Alosno (hoy minas de Tharsis), según los documentos que expone en su libro Aldana, y más tarde Angulo extendió su viaje á los yacimientos de El Buitrón (Zalamea) y La Coronada (Calañas).

En la descripción de los trabajos de Rio-Tinto que, con fecha 50 de Enero de 1787, remitió Angulo al Ministro de Hacienda, D. Pedro López de Lerena, y en las instrucciones que dejó al administrador Jiménez, se leen noticias muy interesantes, porque no sólo dan idea del estado y labores de la mina ejecutadas desde el contrato de Wolters, sino que también se detalla el sistema de beneficio, en el cual introdujo mejoras que harán de imperecedera memoria el nombre de su autor. De tan importantes como circunstanciados documentos tomaremos algunos párrafos, ya que la indole de este trabajo no nos permite copiarlos todos.

En las primeras comunicaciones que, desde las minas, Angulo dirigió al Ministro, se queja de la falta de planos, sin los cuales no puede hacerse nada con acierto; recomienda eficazmente la necesidad de que haya un personal á propósito para el desempeño de tan necesario servicio; critica el sistema de extracción á brazo con toros, por lo pesado y costoso, iniciando el pensamiento de establecer un malacate movido por caballerías; se queja de la manera de ejecutar la calcinación de los minerales, donde no encuentra la economía debida, y halla defectuosos los trabajos del exterior, arrastres, fundición, etc., por lo cual recuerda que, sin personas entendidas en la mineralurgia, no se podrá hacer nada de provecho. Por eso, dice, «conviene infinito el fomentar este estudio si se ha de dar al cultivo de las minas toda la extensión de que este ramo es capaz en nuestra Península.»

Propone la adquisición de hierro viejo para la cementación, y asi-

nombrado Inspector general de minas del reino: era hombre de vastos conocimientos, no sólo en el ramo de minería, sino también en el de Administración, á lo que debió más tarde la cartera de Hacienda.

mismo la edificación de casas para albergue de operarios y la creación de una Caja de ahorros para el socorro de enfermos é inválidos, considerando para ello divididos los obreros en tres clases: Comprendía en la 1.^a los muchachos que, ganando desde un real hasta 2 $\frac{1}{4}$ diarios, habrían de contribuir semanalmente con $\frac{1}{4}$ de real para gozar de un real diario mientras estuvieren enfermos; en la 2.^a los operarios que, ganando desde 2 $\frac{1}{2}$ hasta 4 $\frac{1}{4}$ reales, contribuirían con $\frac{1}{2}$ real semanal y gozarían de 1 $\frac{1}{2}$ reales durante sus enfermedades; y en la 3.^a los de un jornal de 4 $\frac{1}{2}$ reales ó más que, dejando semanalmente un real, gozarían de 5 reales diarios en la situación dicha. Además, todos tendrían botica pagada y la libertad de alistarse en la clase que quisieran, pagando á proporción.

Las juiciosas observaciones de tan entendida persona no pudieron menos de producir efecto en el Ministro de Hacienda, quien desde luego, y sin el largo expedienteo de nuestras oficinas actuales, autorizó á Angulo para la construcción del malacate y las casas de operarios que propuso, con sujeción á los planos y presupuestos que había oportunamente remitido. También mandó á Rio-Tinto al ingeniero alemán Stoutz, Subinspector de minas que había sido en Francia, contratado entonces para servir en España; disponiéndose, al propio tiempo, que lo acompañase el joven Schuell, como sujeto instruido en matemáticas, arquitectura y dibujo.

El Ministro Lerena, al comunicar á Angulo la misión del ingeniero alemán y su acompañante, terminaba la carta diciendo: «Conozco que estamos escasos de gentes inteligentes para atender á lo mucho que hay que corregir en las minas y sus dependencias, y por lo mismo he procurado facilitar á V. estos socorros.» Vese, pues, por estos hechos el empeño y vivo interés que aquel Ministro tenía en la rehabilitación de la industria minera, entonces tan decaída, conducta que, en honor de la verdad, pocas veces se ha imitado por sus sucesores.

Después de su visita, entre otras cosas, dijo Angulo:

«*Mina.* Basta su inspección para conocer el mal método seguido, excavando el mejor mineral sin previsión á lo futuro. La plaza

»arruinada de San Gabriel ⁽¹⁾ y el estado de las de San Alejandro, »Santa Bárbara y Santa Isabel, que da horror al que pasa por ellas, »manifiesta esta verdad, la cual está más patente en el plano levantado, de que dejo copia al Administrador para que sirva de guía. »Por él se ve que, lejos de corresponderse mutuamente los pilares »de los diferentes planes, suelen caer los superiores encima de alguna de las grandes excavaciones inferiores, precipitando así con su peso la ruina futura. Hay algunos parajes en donde los suelos que separan los planes tienen apenas un pie de grueso, y aun tendrían menos si los agujeros formados con los barrenos no hubieran avisado la proximidad de la plaza inferior. Deben evitarse en lo sucesivo estos defectos, dando á las calles la altura y anchura que se acostumbra, y procurando que los macizos de los diferentes planes se correspondan unos con otros, y que los suelos lleven el grueso correspondiente.

»Deben asegurarse aquellos puntos que sirven de paso, como comenzó D. Manuel Aguirre en la plaza de Santa Bárbara, y debe continuarse hasta La Barandilla, etc., etc.» (Siguen instrucciones para la fortificación de varios puntos.)

Propone luego la habilitación del pozo San Gabriel para pozo maestro por estar hacia el centro de la mina, á cuyo efecto dicta las disposiciones más acertadas. Proscribe las agujas de hierro para los barrenos, y dicta también reglas para la organización del trabajo. El transporte interior propone se haga con carritos de cuatro ruedas, en lugar de hacerlo con barcales, y así sucesivamente se va ocupando de todas las demás faenas de la mina, tanto en el ramo de la calcinación como en el de fundiciones y afinado de los cobres, proponiendo el horno de reverbero para esta última operación.

Aunque sea separarnos algo de nuestro principal objeto, es digna de mención la parte en que se ocupa del beneficio de las menas, proponiendo el sistema de cementación artificial ⁽²⁾ para obtener el cobre

(1) Se correspondía con el pozo de ese nombre, señalado en la figura 3.^a de la lámina 9.

(2) En una Memoria estadística, escrita por el Sr. Ezquerro del Bayo

de las piritas calcinadas con ventajas sobre el de fundición. Dice: «Las tierras calcinadas (como llaman en Río-Tinto al mineral menudo calcinado), de que hay cantidades inmensas abandonadas, pueden dar igualmente, por medio de la lejía y evaporación correspondiente, cantidades considerables de vitriolo, después de haber extraído con el hierro el cobre que contienen. Las aguas mismas de la cañería de desagüe pueden ayudar á esta operación después de haber dado ya el cobre precipitado. En fin, tengo idea (y la experiencia hará ver la verdad) de que el método de reducir todo el mineral de Río-Tinto (ó á lo menos el mineral abandonado por menudo) á vitriolo, calcinándolo y lavándolo para precipitar ó separar después el cobre por medio del hierro viejo, daría más ventaja que el método de fundición usado ahora, porque se gastaría entonces menos carbón, y no sólo se aprovecharía mucho hierro que ahora se desperdicia, sino que se convertiría este metal en vitriolo verde, que vale mucho más.» «El proyecto que Montrouier me presentó es sencillo y abraza la mayor parte de estas minas ⁽¹⁾.»

En estas ideas se ve bien claramente el sistema de beneficio del cobre por cementación artificial, ya entonces conocido y que actualmente se sigue en todas las minas de la provincia que están

(*Anales de minas*, tomo II, pág. 323, Madrid, 1844), se lee, y así se ha reproducido después en algún otro libro y diferentes documentos, que el beneficio por la cementación *natural* se estableció en Río-Tinto por Angulo en 1788; pero Rua-Figueroa demuestra, en su *Ensayo sobre la historia* de esas minas (pág. 186), que ese beneficio databa en ellas desde 1732, ó sea del tiempo de Tiquet. Lo que sin duda estableció Angulo fué la cementación *artificial*, sin que esto quiera decir que él la inventara, pues ya es sabido que Basilio Valentín, que floreció á principios del siglo xv, indica, en su obra titulada *Currus triumphalis antimoni*, el método de extraer el cobre de la pirita, transformándola primero en sulfato y sumergiendo después en la disolución una lámina de hierro; cuyo procedimiento no tardó en aplicarse y sostenerse en las fábricas de beneficio aplicado á las menas que no pasasen de cierta ley en cobre. Alonso Barba menciona también el método de la cementación artificial en su inestimable obra, impresa por primera vez en 1640.

(1) D. Gabriel Montrouier proponía, en una instancia al Intendente de Sevilla, establecer en Río-Tinto una fábrica de vitriolo ó caparrosa; y al informar esta instancia Angulo desde Linares en Octubre de 1787, dijo lo que ya queda apuntado.

en marcha ⁽¹⁾, y sin embargo, en 1857 se obtuvo para él, con gran desdoro para la cultura patria, privilegio de invención, según pronto indicaremos.

Reconoció también Angulo en su visita que los criaderos de El Alosno eran los más importantes de la provincia, después de los de Río-Tinto; pero nada resultó de aquel reconocimiento, así como tampoco de los que en compañía de Stoutz hizo por entonces á El Buitrón y La Coronada.

En Julio de 1788 fué nombrado otra vez Aguirre administrador de las minas de Río-Tinto, efectuando, durante los tres años que permaneció en el establecimiento, el amojonamiento y deslinde del término de aquéllas y la construcción de la actual iglesia.

Vuelto Jiménez en 1791 al mismo destino, elevó notablemente la producción del cobre, según puede deducirse examinando el estado á que más abajo aludimos.

Por aquella época subió el precio de los jornales de los operarios y el de los combustibles, y, como es consiguiente, las utilidades que venían obteniéndose llegaron á convertirse en pérdidas, como sucede cuando en una industria, al elevarse el costo de la mano de obra y primeras materias, no se plantean perfeccionamientos que hagan más económica la obtención del producto, para poder de ese modo contrarrestar aquellas causas. Examinados los precios del mercado, vióse, sin embargo, que aquel conflicto tenía fácil remedio, pues dependía principalmente de que los cobres de Río-Tinto se vendían bastante más baratos que los de otras procedencias. Rectificados los precios, teniendo presente las calidades de las distintas clases del metal, se elevó el fabricado por la Hacienda y continuó la explotación de las minas en la misma forma, si bien, por ascenso de Jiménez en 1793, se cambió otra vez de administrador, recayendo el

(1) En Real cédula de concesión, expedida á favor de D. Alvaro Alonso de Gárñas en el siglo xvi, se expresa la condición de las aguas de Río-Tinto de convertir el hierro en cobre; pero nada más se supo, hasta que D. Samuel Tiquet expresó otra vez la idea de traspuntar el hierro en cobre, diciendo era invento suyo; pero tampoco se vieron los resultados del invento durante su estancia en las minas.

nombramiento en Letona, empleado que era entonces en el establecimiento.

Véase ahora, á la vuelta, el estado en que figura el cobre producido y los gastos causados en las minas de Río-Tinto desde 1.º de Febrero de 1785 hasta fin de Diciembre de 1799, siendo de advertir que el cobre de cementación se obtuvo, sin interrupción, desde 1788.

Los primeros años del siglo xix fueron fatales para las minas de Río-Tinto, únicas que entonces se explotaban en la provincia. La escasez de cereales, que hizo subir el precio del trigo hasta 50 pesetas la fanega; la invasión de las tropas francesas, y las desacertadas disposiciones dictadas por la Administración, comenzaron primero por ocasionar una notabilísima decadencia en el laboreo de las minas por los años 1804 al 1810, convirtiéndose en pérdidas las utilidades que en el siglo anterior se venían obteniendo. La ocupación de Sevilla por los franceses, en 1810, privó al establecimiento hasta de los pocos recursos que de allí se mandaban los años anteriores; y como preferiese la Administración parar los trabajos á remitir fondos de otra parte, la población obrera quedó sin trabajo ni recursos para alimentarse, y aquellos honrados y laboriosos mineros se convirtieron en cuadrillas de mendigos que invadieron los pueblos comarcanos.

Tales fueron las consecuencias del impremeditado acuerdo de parar los trabajos de las minas por espacio de cinco años; y decimos impremeditados, porque no tardó en tener que acudir al mercado público la Casa de Moneda de Madrid para abastecerse del cobre que necesitaba para la acuñación.

Otros nueve años siguieron á los de paralización completa de las labores, sin que se fundiesen minerales, ó sea hasta el año 1825, y aunque durante ese tiempo se obtuvo algún cobre por cementación, según el sistema que se venía empleando desde que, en 1788, se preconizó por Angulo, no fué todo el que pudiera haberse conseguido, porque se desatendió la provisión del hierro indispensable para el debido aprovechamiento de las aguas cúblicas. Al año de 1825 siguió un período de irregular actividad, hasta el 24 de Abril de 1829, en

Cobre producido y gastos causados en Río-Tinto desde 1.º de Febrero de 1783 hasta fin de Diciembre de 1799.

AÑOS.	Cobre fino elaborado.			Entregado á la artillería y casa moneda de Sevilla.			Vendido á las minas.			Remitido á Soria, Madrid y Carabanchel.	GASTOS (1).
	Arrobas.		Onzas.	Arrobas.		Onzas.	Arrobas.		Onzas.		
	Libras.	Onzas.	Libras.	Onzas.	Libras.	Onzas.	Libras.	Onzas.			
1783.....	8408	40	»	3200	»	»	5277	40	8	»	4.491616,02
1784.....	40662	24	»	4797	44	»	4310	»	»	4463	4.032317,24
1785.....	43553	»	»	40300	46	»	3082	24	»	4214	4.418815,04
1786.....	9744	»	8	4000	»	»	4277	»	»	3477	1.107607,20
1787.....	7145	12	8	4808	»	»	760	»	»	400	4.29486,23
1788.....	9471	6	4	5243	»	»	4434	40	»	4500	1.233816,21
1789.....	42574	10	4	4454	42	8	563	»	»	3000	4.464147,33
1790.....	43385	20	42	20052	8	4	4030	»	»	»	4.344221,07
1791.....	44716	20	4	42764	»	6	4068	»	»	4200	1.747630,08
1792.....	12416	20	4	8444	3	42	4465	46	8	2000	4.733674,49
1793.....	43285	4	8	41693	5	42	493	»	»	»	4.903647,24
1794.....	44620	»	»	10558	44	42	4039	8	12	3000	4.739484,17
1795.....	49413	42	8	43576	6	»	493	»	»	»	4.551369,26
1796.....	45162	42	8	42812	18	12	4964	48	42	4100	2.003337,11
1797.....	20064	»	»	20092	42	»	562	42	8	»	2.434584,49
1798.....	18182	»	»	46435	42	8	431	»	»	4000	2.151791,04
1799.....	9356	»	»	40460	8	»	634	»	»	1000	4.917498,24
TOTALES.	249429	4	4	473433	4	40	22965	4	»	20084	26.613438,89

(1) En el total de gastos están incluidos los correspondientes á las casas, iglesia, caminos, montes, etc., todo lo cual tomó gran incremento en esta época.

Como se ve en el cuadro, la mayor parte del cobre elaborado se consumía en fábricas del Estado, y lo vendido al público se empleaba de preferencia para el trabajo de calderería de varios puntos.

que se posesionó de las minas la empresa Remisa, como luego diremos.

El cuadro de la página siguiente traduce desde luego las vicisitudes del establecimiento en el periodo á que se refiere, siendo digno de leerse, para conocerlas en todos sus detalles, el importante libro de Aldana que queda ya citado.

La irregularidad que en la producción del cobre se advierte en el mismo cuadro, reconoció siempre por causa principal, entre otras, la falta de hierro para la cementación de las aguas vitriólicas, que saliendo de la mina marchaban libres al rio, sin suministrar ningún rendimiento, con notable perjuicio de los intereses públicos. Así lo demuestra la partida correspondiente al año 1820, obtenida en menos de seis meses, durante cuyo tiempo los *canales* estuvieron bien abastecidos de hierro, pudiéndose asegurar que, si éste no hubiese faltado después, se habría más que duplicado la cantidad de cobre producido durante el año.

Descuidadas y con frecuencia hasta desatendidas las necesidades del establecimiento, donde los vicios de su administración interior originaron también no pocas quejas, no es extraño que los resultados obtenidos estuvieran muy lejos de lo que era de desear y de lo que debieran haber sido aun con los imperfectos medios con que se contaba.

Reconociéndolo así las diferentes comisiones que fueron á las minas durante el periodo de que hablamos, encarecían siempre la puntualidad en la remisión de hierro, sin el cual no podía marchar el importante ramo de la cementación; pero todos los buenos propósitos se olvidaban pronto, y el lenguaje de los números que quedan apuntados revela claramente cuán desacertada fué la marcha de aquel establecimiento industrial durante la administración de Letona.

En Enero de 1825 giró una visita á las de Río-Tinto el Inspector de minas D. Fausto Elhuyar, por comisión de la Dirección del Crédito público, visita que dió lugar á una importante Memoria, en la que, con el acierto y recto juicio que caracterizaban á este funcionario, se tocaban, entre otras, las principales cuestiones de porvenir

AÑOS.	Cobre producido.						TOTAL DE COPRE FINO.			GASTOS.		OBSERVACIONES.	
	POR FUNDICIÓN.			POR GEMENTACIÓN.			Arrobas.	Libras.	Onzas.	Reales.	Mrs.		
	Arrobas.	Libras.	Onzas.	Arrobas.	Libras.	Onzas.							
1800.....	44363	»	»	1078	»	»	45441	»	»	»	2.065.627	49	
1801.....	9245	»	»	888	»	»	40103	48	»	»	1.791.301	45	
1802.....	4636	42	»	741	42	»	5397	24	»	»	4.502.284	22	
1803.....	8135	42	»	817	42	»	8952	42	»	»	4.603.915	5	
1804.....	4324	44	»	741	48	»	5066	7	»	»	4.340.107	26	
1805.....	4973	7	»	238	»	»	2241	7	»	»	65.1813	9	
1806.....	2838	8	»	470	18	»	3209	4	»	»	685.687	27	
1807.....	422	2	»	425	6	»	4667	49	»	»	790.602	20	
1808.....	6181	19	»	791	»	»	6972	49	»	»	954.389	10	
1809.....	6946	18	»	560	»	»	7506	48	»	»	815.753	3	
1810.....	4908	10	42	»	»	»	4908	40	42	»	269.724	40	
1811.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	14.7927	24	
1812.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	68321	18	
1813.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	416.953	5	
1814.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	182540	44	
1815.....	»	»	»	130	42	8	450	42	8	»	49.4746	25	
1816.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	134.357	25	
1817.....	»	»	»	775	»	»	775	»	»	»	483.308	48	
1818.....	»	»	»	456	»	»	456	»	»	»	106.684	15	
1819.....	»	»	»	73	6	4	73	6	4	»	41.9834	»	
1820.....	»	»	»	2318	»	»	2318	»	»	»	183.332	4	
1821.....	»	»	»	2333	4	»	2333	4	»	»	»	»	
1822.....	»	»	»	2299	»	»	2299	»	»	»	»	»	
1823.....	»	»	»	4038	2	»	4038	2	»	»	»	»	
1824.....	»	»	»	3572	22	42	3572	22	42	»	»	»	
1825.....	4368	9	»	3317	4	»	7915	40	»	»	99.6503	8	
1826.....	5094	18	»	5125	44	»	11120	7	»	»	»	»	
1827.....	3834	7	»	5206	17	»	9040	24	»	»	»	»	
1828.....	40	21	»	3954	44	»	3999	10	»	»	»	»	
1829 (1).....	17	18	»	1497	40	»	4515	3	»	»	»	»	
TOTALES.....	75421	4	42	39718	7	8	415044	4	4	»	14.905.896	12	

Para pago de empleados y conservación de lo existente en el establecimiento.

Paralización de los trabajos.....

Paralización de los trabajos.....

(1) Hasta el 24 de Abril.

y transcendencia de aquella descuidada finca; y ese informe dió lugar á una notable Real orden, que tenía por objeto la tantas veces deseada reorganización del establecimiento, en cuyo extenso preámbulo se lee un notabilísimo articulado que, de haberse puesto en práctica, hubiera dado seguramente los satisfactorios resultados que su inspirador Elhuyar se proponía. Á pesar de todo, lejos de introducirse las mejoras propuestas por tan ilustrado ingeniero, se creyó más conveniente en el Ministerio de Hacienda un nuevo arrendamiento de las minas, para lo cual, sea dicho de paso, se habían hecho en años anteriores proposiciones que no fueron admitidas.

Formóse, pues, en la Dirección general de Minas el pliego de condiciones para arrendar el establecimiento de Río-Tinto durante el tiempo de veinte años, recayendo el arrendamiento en favor del mejor postor, D. Gaspar Remisa, que ofreció pagar 270000 reales en cada uno de los diez primeros años y 500000 en cada uno de los otros diez; pero la empresa representada por aquél no se hizo cargo de las minas hasta el 24 de Abril de 1829, á pesar de haber constituido desde luego en la Caja de Amortización la fianza exigida (1) y haberse firmado la correspondiente escritura el 17 de Enero del mismo año.

Las ofertas de mejora hechas por la empresa, tales como la instalación de un malacate y arreglo del piso de las galerías para que pudiesen hacerse los transportes con carretillas, el establecimiento de la labor á través, etc., etc., no tuvieron efecto; el laboreo y el beneficio de las menas siguieron con la misma rutina y empirismo que antes, pudiendo decirse que la empresa Remisa fué, bajo varios conceptos, de tan poco provecho para el establecimiento como para la Hacienda, puesto que durante los veinte años que duró su contrato, no sólo llevó á cabo indebidamente la gran extracción de vitriolos de que inmediatamente vamos á hablar, con despojo de grandes utilidades para el Tesoro, sino que las desordenadas cortas reduje-

(1) Esa fianza consistió en el depósito de 500000 reales, representados por vales consolidados de doble valor nominal.

ron en una séptima u octava parte los pinares anexos al establecimiento ⁽¹⁾, resultando de todo, según consta en los inventarios, una pérdida para la Hacienda de 1.275516 reales. Y nada significó que la Diputación provincial de Huelva solicitara de S. M., en Abril de 1858, la rescisión de aquel contrato que, en concepto de dicha corporación, debía considerarse nulo, por resultar oneroso para el Estado si se comparaba la cantidad estipulada para el arriendo con la obtenida de los productos; lejos de ello, persistiendo la empresa arrendataria en el afán de sustraerse á la acción interventora del Gobierno, puso en juego todas sus influencias para erigir en Ayuntamiento la población de aquellas minas, con objeto de alcanzar mejor sus propósitos, lo cual consiguió en 1841, logrando un municipio que gobernaba á su antojo en pro de sus intereses, que no siempre eran los de la nación.

Justificóse, pues, una vez más que nada se presta tanto al abuso de un contratista como la explotación de minas, por claras y terminantes que sean las condiciones con que se le ceda, una vez que los intereses de aquél están siempre en pugna abierta con los del propietario y con el fomento y conservación de la finca, de la que tratará de sacar el mayor lucro posible, sin cuidarse del porvenir.

Data, sin embargo, del 5 de Agosto de 1851 la inauguración de los reverberos para el afino del cobre que, si bien debidos á la iniciativa de Martínez Marcos y acordados establecer en 1824, no se construyeron hasta el año 1850 bajo el mandato de D. Alejandro Ezpeleta, Director facultativo que fué de la empresa, el cual fué menos afortunado en el establecimiento de plazas muradas para la calcinación de las menas.

(1) Se calcularon en 444000 los pinos que, existentes en el término de las minas, se entregaron al arrendatario, valorados en 45.000000 de reales próximamente, y además había 1700 encinas y 300 chopos que, en conjunto, valían 241000 reales. Esta riqueza, considerablemente desmembrada á la terminación del contrato de Remisa, ha desaparecido después por completo, no precisamente merced á las talas que en los montes se hayan efectuado, sino arrasada por los gases procedentes de las calcinaciones del mineral.

Merece asimismo citarse que la reforma más importante en esa calcinación se debió á Goyanes, que en 1859 estableció las *teleras*, cuyo uso ha sancionado una larga experiencia, ya que con ellas se consigue una economía considerable de tiempo y de combustible.

El beneficio de los vitriolos procedentes de las minas dió origen á una sub-empresa, habiendo sido D. Vicente Prebe el encargado de plantear esta especulación, estableciendo en ese mismo año 1859, en el sitio denominado Los Planes, la cementación del cobre contenido en los sulfatos formados en las minas y la fabricación de la caparrosa, todo ello sin conocimiento del Gobierno, faltando así la empresa Remisa á las condiciones estipuladas en su contrato; de manera que cuando después la finca se restituyó al Estado, llevaba en sí impreso el considerable demérito consiguiente á la rapina hecha en los vitriolos, que se habían sometido á la cementación natural. Según cálculos del ingeniero D. Roberto Kith ⁽¹⁾, la cantidad de tierras y vitriolos extraídos por la empresa Remisa hasta el año 1846 ascendió á 5.500000 arrobas. No es de este lugar el referir, una vez que puede verse en el tantas veces citado libro de Rua Figueroa ⁽²⁾, la serie de errores que sucedió á la erección en municipio de la población de las minas; pero no puede omitirse el indicar que, obtenido por D. Felipe Prieto, según concesión publicada en la Gaceta del 9 de Septiembre de 1845, privilegio por quince años para la obtención del cobre por el procedimiento de cementación, empleado en Alemania y Agordo ⁽³⁾, la empresa Remisa le subarrendó desde luego el beneficio de los vitriolos y de las menas, aumentando en consecuencia desde entonces, en escala muy considerable, la cantidad de minerales que se sometieron á calcinación, y, como resultado, la de gases producidos, cuyos devastadores efectos han ido aumentando de día en día.

Por el análisis del cuadro estampado en la página inmediata, se ve que desde que consiguió esa repetida empresa la extracción y beneficio

(1) *Anales de minas*, tomo IV.

(2) L. c., pág. 238 y siguientes.

(3) Véase la nota 2 al final de las páginas 276 y 277.

AÑOS.	Cobre producido												Total		
	POR FUNDICIÓN.				POR CEMENTACIÓN ARTIFICIAL.				POR CEMENTACIÓN DE LOS VITRIOLOS.				DE COPRE FINO.		
	Arrobas.	Libras.	Onzas.		Arrobas.	Libras.	Onzas.		Arrobas.	Libras.	Onzas.	Arrobas.	Libras.	Onzas.	
1829 (1)	3059	43	8	3227	44	»	»	»	»	»	»	6287	2	8	
1830	8185	8	8	6038	5	»	»	»	»	»	»	45423	43	8	
1831	7147	4	8	6405	»	8	»	»	»	»	»	43552	5	»	
1832	23986	43	42	4896	14	8	»	»	»	»	»	28883	»	4	
1833	46723	41	»	3496	43	»	»	»	»	»	»	20219	24	»	
1834	44649	43	42	2708	21	»	»	»	»	»	»	44358	9	12	
1835	43736	3	8	2307	24	»	»	»	»	»	»	46043	24	8	
1836	45602	24	»	2690	»	»	»	»	»	»	»	48292	24	»	
1837	40931	17	»	2447	9	»	»	»	»	»	»	43079	4	»	
1838	44954	40	42	3130	9	»	»	»	»	»	»	45444	19	42	
1839	7234	42	»	3422	24	»	»	»	»	»	»	40357	41	»	
1840	41330	8	»	6173	11	»	»	»	»	»	»	49443	9	»	
1841	5347	40	8	5568	47	»	»	»	»	»	»	45859	3	8	
1842	5842	40	»	6229	3	8	»	»	»	»	»	22349	23	8	
1843	8484	9	»	4126	46	»	»	»	»	»	»	30836	24	»	
1844	4384	8	»	4454	23	»	»	»	»	»	»	30360	44	»	
1845	3639	20	»	4537	46	»	»	»	»	»	»	29442	18	»	
1846	4163	»	»	4389	»	»	»	»	»	»	»	26444	»	»	
1847	4400	»	»	4200	»	»	»	»	»	»	»	34140	»	»	
1848	400	»	»	4300	»	»	»	»	»	»	»	37500	»	»	
1849 (2)	1099	22	»	700	»	»	»	»	»	»	»	8299	22	»	
TOTALES...	473272	48	42	86140	14	8	»	»	»	»	»	467405	21	4	
													21289	40	»
								PROMEDIO ANUAL.....							»

(1) Desde el 25 de Abril.

(2) Hasta el 24 de Abril.

de los vitriolos de las minas, el cobre procedente de la fundición directa de minerales sufrió gran descenso, como consecuencia de las mayores ventajas que á los arrendatarios reportaba el beneficio, mucho más económicos, de los primeros.

Terminado el contrato de las minas de Río-Tinto con la empresa Remisa, fué el ingeniero D. Casiano de Prado el encargado de recibir el desbarajustado establecimiento; y á propósito de este particular, he aquí lo que él mismo expresa en las interesantes páginas donde dejó consignado el estado de aquella finca industrial.

Dice así: «En 24 de Abril de 1849 finalizó el arrendamiento, y al día siguiente puse en marcha todas las operaciones por cuenta de la Hacienda, sin contar con los fondos necesarios para atender siquier a lo más preciso, porque no podía imaginarme dejase de recibir fondos de un día á otro. Pero me equivocaba; y si las labores en la mina y los trabajos de todas las oficinas de beneficio no sufrieron interrupción alguna, y se emprendieron con una actividad que nunca allí se había visto, débese esto á mi resolución y á los caudales que por diferentes veces se me adelantaron en Sevilla bajo la sola garantía de mi carácter y antecedentes, y acaso á los que yo mismo he adelantado también.....»

Tales fueron los esfuerzos de la Dirección facultativa para elevar aquel establecimiento á la altura de que era susceptible por sus excepcionales condiciones; pero, como si no hubiera servido de enseñanza alguna el arriendo terminado, se formalizó otro, en 25 de Enero de 1849, con el subcontratista del anterior, D. Felipe Prieto, comprometiéndose éste á entregar á la Hacienda por espacio de once años y meses (1), al precio de 56 reales la arroba, 1500 mensuales de cobre, mientras que el establecimiento debía proporcionar al contratista, á boca-mina, 50000 quintales de mineral en pedazos y exentos de menudo; todo esto aparte de otras condiciones de que el arrendatario logró sacar gran beneficio, sin que, como de ordinario, saliese la Hacienda bien librada.

(1) El contrato debía durar, en una palabra, el tiempo que faltaba para la extinción del privilegio, más arriba indicado, otorgado á Prieto.

Y todavía, por si una sola empresa arrendataria no bastaba, se admitió pocos meses después y celebró compromiso por quince años con otra, representada por el presbítero D. Mariano La Cerda, teniendo cura que anteriormente había sido en el pueblo de las minas. Contaba este cura con valiosas influencias en los altos centros administrativos de la corte; y bajo el pretexto de inventor de un nuevo procedimiento, que decía exceder en ventajas á todos los conocidos, y que calificaba de *electro-químico*, obtuvo para él, también por quince años, el correspondiente privilegio; pero no bien se aprobaron sus proposiciones, análogas á las de Prieto, se vió que el procedimiento de La Cerda no tenía nada de nuevo ni extraño, ni era otra cosa que el mismo de cementación que estaba ya en uso en las minas; lo cual dió origen á grotescos incidentes, á una enojosa correspondencia entre el Director facultativo de las minas y la Superioridad, y á algunos satíricos artículos en los periódicos.

Como no podía menos de suceder con tan ficticias bases, no le fué posible sostener al presbítero tan ridícula trama, concluyendo por pedir la rescisión del contrato en 1857; y como se dilatase la resolución con los trámites oficinescos, lo traspasó confidencialmente, y antes de que recayese resolución sobre ello, á la empresa principal. Ésta, denominada de Los Planes ⁽¹⁾, siguió adelante con su procedimiento de cementación artificial, y, como era consiguiente, se extendieron cada vez más los daños originados con los gases de la calcinación en los montes inmediatos.

El procedimiento electro-químico del presbítero La Cerda se planteó después en las minas llamadas de San Miguel; pero tampoco allí logró mejor fortuna que en Río-Tinto, cayendo antes de un año en el olvido, á manera de *comedia silbada*, como muy gráficamente dice en su inapreciable libro el ingeniero Aldana ⁽²⁾.

Por fin en 50 de Junio de 1862 la Intervención de las minas de Río-Tinto certificaba que la empresa de Los Planes había beneficia-

(1) Nombre del paraje donde tenía establecidas sus fábricas, el cual se señala en la lámina 8.

(2) *Las minas de Río-Tinto*, pág. 395.

do durante su contrato 5,945386 quintales castellanos (179952 métricos) de mineral y entregado en almacenes 296585 arrobas y 15 libras de cobre: resultando, por consiguiente, un rendimiento para el mineral de 1,37 por 100 de cobre fino. Hasta esta fecha no pudo destruirse la triple alianza que se había establecido entre la explotación por cuenta de la Hacienda y las dos empresas de beneficio, y aun la de Los Planes obtuvo grandes bajas en la liquidación final, á beneficio de las interpretaciones de última hora que suelen encontrar los que de negocios tratan.

La producción de cobre obtenida por la Hacienda y las empresas de Los Planes y de La Cerda desde 25 de Abril de 1849 hasta 1862 inclusive fué la que aparece en la página de la vuelta.

En algunos de los últimos años del período que abarca dicho cuadro, la producción de cobre por cuenta de la Hacienda recibió algún impulso, y seguramente que se hubieran ido alcanzando resultados cada vez más satisfactorios si por el Gobierno no se hubiera creado, en 1854, un Jefe superior del establecimiento, con la denominación de Comisario regio, que fué á entorpecer la ya pesada máquina administrativa del mismo, anulando de paso casi por completo toda la gestión facultativa. Irregularidades de gran monta se sucedieron desde entonces; los servicios resultaron á precios excesivos; problemáticas las utilidades del establecimiento; y tal fué el embrollo que surgió en las operaciones administrativas que, enviado por la Superioridad un comisionado especial para que sigilosamente averiguara lo que allí pasaba, éste comprobó, entre otras cosas, que no aparecía en los libros de contabilidad la existencia de una porción de miles de arrobas de cobre que, según los asientos de las oficinas facultativas, habían salido de los hornos con destino á los almacenes: debiendo añadirse que al mismo tiempo que el cobre de las minas de que hablamos se vendía en los mercados á menor precio que el de otras procedencias, y á veces por cantidad inferior á su costo, se dió el caso de que el hierro necesario para la cementación se adquiriese de particulares que lo habían comprado para gastarlo en sus minas.

Y no era ciertamente que los ingenieros del Gobierno desconocie-

COBRE PRODUCIDO EN LAS MINAS DE RIO-TINTO EN EL PERÍODO DE 1849 Á 1862.

AÑOS.	MINERALES extraídos.	Cobre producido												Observaciones.			
		POR LA HACIENDA.				POR LOS PLANES.				POR LA CERDA.					Total DE COBRE FINO.		
		Libras.		Onzas.		Libras.		Onzas.		Libras.		Onzas.			Arrobas.	Libras.	Onzas.
		Arrobas.	Onzas.	Arrobas.	Onzas.	Arrobas.	Onzas.	Arrobas.	Onzas.	Arrobas.	Onzas.	Arrobas.	Libras.		Onzas.		
1849 (1).	241742	45381	12	8	4787	»	»	»	»	»	»	»	»	20168	42	8	Supresión de la Dirección general de Minas.
1850...	540664	47356	42	8	15626	42	8	»	»	»	»	»	»	32983	»	»	»
1851...	655830	22223	9	»	27032	14	»	»	»	»	»	»	»	51001	23	»	Ley de contratación de efectos públicos.
1852...	619610	48660	8	»	24377	4	»	»	»	»	»	»	»	59134	7	»	»
1853...	537279	41336	7	8	25130	5	»	»	»	»	»	»	»	45243	44	8	Creación de la Comisaría.
1854...	858822	48073	19	»	31942	3	»	»	»	»	»	»	»	63580	4	»	(Estudio de Anciola y Cossio.
1855...	819271	20078	1	»	32323	8	8	»	»	»	»	»	»	69105	4	8	(Visita y averiguación de fraude de cobre.
1856...	825602	24974	17	»	21710	24	14	»	»	»	»	»	»	65403	42	14	»
1857...	828285	48896	22	8	49404	14	2	»	»	»	»	»	»	57479	15	2	»
1858...	982647	23513	13	»	19248	3	»	»	»	»	»	»	»	59295	21	8	»
1859...	1.284885	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	83832	»	»	»
1860...	1.570254	296134	»	»	73834	»	»	»	»	»	»	»	»	73852	»	»	»
1861...	1.760304	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	99960	»	»	»
1862...	4.665258	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	440124	»	»	»
Totales.	13.260433	486625	22	»	295922	14	»	»	»	»	»	»	»	894863	42	»	»

(1) Desde el 25 de Abril.

ran el mal y su remedio; pero la menor innovación que la Dirección facultativa proponía se estrellaba contra un cúmulo de dificultades sin cuento, no habiendo servido para nada que en 1856 se publicara de Real orden el concienzudo trabajo de Anciola y Cossio, á que ya más de una vez nos hemos referido. Las radicales reformas que éstos aconsejaron, entre las cuales se comprendía la sustitución de la labor por huecos y pilares, que en la explotación de las minas se seguía, por otras á cielo abierto y á través, se relegaron al olvido, hasta que, sea dicho en honra á la memoria de aquellos funcionarios, tan celosos como inteligentes é ilustrados, una empresa poderosa, libre de trabas y trámites oficinescos, vino después de diez y ocho años á ejecutar todo cuanto ellos habían proyectado.

El capítulo XVIII del ya citado libro de Aldana es una interesante historia, donde se retrata, con el irrecusable lenguaje de los números, lo que fué el establecimiento minero de Rio-Tinto, y á él deberá acudir quien desee conocer curiosos é interesantes pormenores, basados todos en la documentación oficial del archivo de aquellas minas.

Molestada la Administración central por frecuentes comunicaciones desagradables; excitada repetidamente por la Junta Superior de minería, y deseosa al fin de poner término á tan triste estado, se decidió á investigar la verdadera situación del establecimiento y los medios de colocarlo en condiciones de sólidas y crecientes utilidades, á cuyo fin nombró, por Real orden del mes de Abril de 1867, una Comisión de ingenieros, de la que fué presidente el inspector Salazar, y Cossio uno de los vocales.

Demasiado prolijo sería el enumerar aquí los diversos particulares que abraza la extensa Memoria que dicha Comisión elevó al Ministerio de Hacienda, donde se conserva inédita; pero nos parece oportuno extractar algo de lo más esencial, ya que está en relación con lo que después hemos visto ejecutar por la empresa anglo-sajona, hoy poseedora de las minas.

He aquí, pues, algunas de las mejoras que se proponían:

1.^a Habilitación del socavón *San Luis* (véase la lám. 8) y pisos inferiores de la mina para establecer una vía férrea que, enlazada

con otras del exterior, facilitasen los transportes rápida y económicamente en los distintos departamentos del establecimiento, con todo lo cual descendería el costo de la tonelada transportada en 20 reales.

2.^a Establecimiento de la labor á cielo abierto, con la que se obtendría una economía de 20 reales por tonelada y la ventaja de poderse aumentar la explotación en la proporción que fuese necesaria.

3.^a Planteamiento del sistema de beneficio de Cossio, que, á expensas de un aumento en algunos gastos de fabricación, ahorraría por otro lado el hierro metálico que exige la cementación y aprovecharía casi completamente el cobre contenido en el mineral, resultando en definitiva el beneficio consiguiente á disminuir en 10 reales próximamente los gastos de fabricación de cada tonelada y á elevar la producción de cobre á unas 1800 toneladas, en lugar de las 1150 que á la sazón se obtenían.

4.^a Desarrollo de un sistema general de laboreo, basado en un gran socavón proyectado para llegar á todos los criaderos á un nivel 196 metros por bajo de la boca del pozo de *Santa Ana*, ó sea 95,65 más bajo que el piso de la estación del actual ferrocarril de las minas, cuyo socavón habría de comunicar con el río Tintillo, á través de rocas pizarrosas, lo cual le hacía de rápida y económica excavación. Desde el extremo de ese socavón, en el río citado, se debía establecer un ferrocarril que, por la margen del Odiel, llegara hasta Huelva.

El límite de la producción que tan importantes modificaciones hubieran permitido, lo habría determinado el consumo del cobre, obteniéndose el mineral con grande economía. El plazo marcado por la Comisión para dejar al corriente las obras necesarias al efecto, era de seis años.

El costo de la tonelada de cobre fino era, por entonces, de 5600 reales, y con los proyectos de la Comisión se reducía: funcionando la 1.^a mejora, á 4400 reales, la misma unidad; adoptando las 1.^a y 2.^a, á 5200; estableciendo las 1.^a, 2.^a y 3.^a, á 2800; y, adoptando las cuatro, á 2500 reales.

Algunas de esas mejoras se acometieron desde luego, empezando

por habilitar, para la extracción por ferrocarril, el socavón de *San Luis* y una pequeña parte de las galerías de la mina, á lo cual siguió, aun cuando no sin interrupciones debidas á la falta de material, el establecimiento de las vías férreas en el exterior, con la consiguiente economía en los transportes, y se construyó también un extenso plan de pilones para el beneficio de las menas por el procedimiento de Cossio, así como los correspondientes hornos y aparatos para la obtención de la esponja de hierro y otros especiales para la fundición de la cáscara, todo lo cual funcionaba cuando el Gobierno vendió las minas, para cuya fecha se había empezado también la apertura de un pozo, que se llamó de *Los Inocentes* por haberse comenzado el día del año 1870 en que la Iglesia conmemora esa festividad, y una galería para dar comienzo á la labor á cielo abierto, que con gran actividad prosiguió después la actual empresa explotadora.

Veamos ahora sumariamente en qué consistieron las principales labores practicadas en las minas de Rio-Tinto durante el tiempo comprendido desde su arriendo á Wolters hasta su definitiva venta; labores que se limitaron al criadero de *Nerva*, conocido en la localidad con la denominación de *Contramina* y designado en la lámina 8 por la letra A.

Dichas labores abarcaron una extensión de 350 metros en el sentido de la dirección del criadero, y consistían en dos sistemas de galerías que se cruzaban entre sí, aunque no siempre de la manera más conveniente para la explotación. Estaban distribuidas en los nueve pisos á que alcanzaron los trabajos; pero cuando se efectuó la venta de las minas, sólo se explotaba en los pisos octavo y noveno, el último de los cuales se correspondía con el nivel del socavón de *San Luis*, por donde tenía lugar el desagüe y se hacía la extracción de las menas.

Pero antes de pasar adelante, reseñando con la brevedad que nos sea posible esos diferentes pisos, cuya disposición puede apreciarse en la lámina 9, haremos notar que desde el punto en que estuvo situado el pozo de extracción llamado de *San Gabriel*, se distinguieron en los trabajos practicados hasta el sexto piso dos zonas de explota-

ción que fueron denominadas de *Poniente* y de *Levante*, según su orientación con respecto al pozo. La primera, que es donde comenzaron sus trabajos los que acometieron la explotación en el siglo pasado, ofrecía mucha irregularidad en la corta altura de 50 metros que separaba al primer piso del sexto; y en la segunda, los pisos no se correspondían á nivel.

Primer piso.—Tenía acceso por el socavón de *Santa Bárbara*, que hoy ha desaparecido por completo con la excavación á cielo abierto ⁽¹⁾, y sus labores se extendieron en unos 27000 metros cuadrados. La parte de poniente se hallaba á nivel más alto que la correspondiente á levante, la cual, que era la más extensa, aun cuando pasaba poco del pozo de *Santa Ana*, se unía con el segundo piso por medio de una galería inclinada.

Segundo piso.—Situado á 7 metros por bajo del primero, medidos en el pozo que acabamos de nombrar, lo constituían una serie de galerías y anchurones irregulares en la parte de poniente, con longitud de unos 200 metros. La de levante se hallaba comprendida entre los pozos *San Gabriel* y *Santa Ana* y en nivel correspondía al tercer piso de poniente. Alcanzó gran extensión, sumando sus galerías 1500 metros de longitud y ambas zonas alcanzaron un campo de explotación de 29700 metros cuadrados.

Tercer piso.—Se labró nueve metros más bajo que el anterior. En la parte de poniente las labores fueron mucho más irregulares que en la de levante; comunicaba por varias galerías con el segundo piso de este lado, y prolongándose más hacia el O, pasó á formar el cuarto piso moderno que se extendió más allá del pozo *Sagunto*. Los planes de labor que constituyeron el tercer piso de levante, fueron muy extensos en todos sentidos. Abrazó en junto una extensión superficial de 51300 metros cuadrados y la total longitud de sus galerías no bajaría de 5700 metros, habiéndose arrancado minerales bastante ricos en cobre (4,50 por 100), á juzgar por los ensayos hechos que figuran en la Memoria de los ingenieros Anciola y Cossio. En la parte

(1) En el país llaman *cortas* á las excavaciones á cielo abierto.

nordeste de este piso se cortaron los importantes trabajos romanos de la *cueva de San Andrés*, representados en la figura 1.^a y corte XI de la lámina 9.

Cuarto y quinto pisos.—Por el lado occidental se extendió muy poco el cuarto y algo más el quinto, terminándose ambos en las inmediaciones de los pozos *Santa Bárbara* y *San Carlos*, habiéndose ejecutado además, entre los pisos tercero y cuarto, algunas galerías que se correspondían con la parte de poniente del tercero moderno.

Por levante, el cuarto piso se encontraba entre el tercero y sexto y comunicaba con la superficie por el pozo *Brujaluni*, situado en la extremidad oriental. Este plan es el que ha rendido los minerales de mayor ley en cobre. El desarrollo de las galerías en las zonas dichas representa unos 10,000 metros de longitud.

El desorden y confusión de todas las labores que ligeramente hemos descrito, se manifiesta claramente en este relato, que no refleja, sin embargo, la desagradable impresión que nos produjo la vista de aquellas excavaciones. Tal irregularidad reconoció por causa principal el que la obtención del cobre se hacía por el procedimiento de fundición que, según es bien sabido, requiere menas de una ley que probablemente no bajaría de la del 4 á 5 por 100, mayor que la media del criadero. Así es que los mineros del siglo pasado seguían de preferencia en la explotación los minerales más ricos; y como su distribución en el criadero piritoso no es regular ni constante, las labores resultaron con secciones muy distintas, en completo desorden y con rellenos de las partes más pobres de cuyo arranque no siempre podrían prescindir. Más de 100 ensayos practicados desde 1869 á 1872 de los minerales arrancados, sólo dieron para ellos un contenido medio de cobre de 1,95 por 100.

Sexto piso.—En este piso la disposición de las labores revela ya un plan general y un orden de explotación más uniforme, subordinado al desagüe establecido por el socavón de *San Roque*, situado á 55,^m70 sobre el *Número 2*, llamado también *El Túnel*, practicado por la empresa anglo-sajona que compró las minas. Este piso se extendió por todo el espacio que media entre los pozos *Sagunto* y *Bruja-*

luni, ó sea en una longitud de algo más de 600 metros, siguiendo las galerías generales, llamadas *reales*, la dirección del criadero, á las cuales corta en ángulo recto otro sistema de galerías denominadas *traviesas*, resultando de ello pilares intermedios de sección cuadrada para la seguridad de la mina.

El desarrollo de labores fué considerable, midiendo esos dos sistemas de galerías más de 7300 metros de longitud, considerándose como explotado este piso cuando tuvo lugar el reconocimiento de la Comisión de visita del año 1868, en el sentido que á la palabra impone el laboreo en huecos y pilares allí seguido. La ley media de los minerales, según ensayos hechos por Anciola y Cossio, fué de 4,44 por 100; pero en los arrancados con posterioridad, por los años de 1869 al 1872, no resultó más de 1,77 por 100 en 52 ensayos practicados.

Séptimo piso.—Abarcaba toda la extensión superficial que el anterior, y en él se siguió rigurosamente el mismo sistema de laboreo, aunque interrumpido en la parte nordeste del criadero y á levante del pozo *Lepanto* por causa de las grandes labores romanas conocidas con los nombres de *cuevas de Crispulo, de San Joaquín, de La Veintiuna y de Pudente* en las inmediaciones del pozo, de las cuales se ven las primeras en el corte y plano nombrado antes. En tan extenso campo de labores, el conjunto de las galerías sumaba en longitud más de 8190 metros. La ley de los minerales arrancados, según los ensayos hechos en el laboratorio del establecimiento en la época de la explotación, fué, por término medio de 420 ensayos, 2,95 por 100 de cobre.

Octavo piso.—Situado á 7^m,40 por bajo del anterior, se extendió también considerablemente, teniendo su desagüe por el socavón *de San Luis*, que se halla 14^m,40 más bajo que el séptimo piso. En este octavo piso se cortaron también al sur, y sudeste del pozo *de Santa Ana*, dos cuevas romanas que, aunque rellenas en gran parte de escombros, correspondían sin duda con las grandes del séptimo piso. La longitud de las labores ascendió á unos 8000 metros lineales, y la ley media en cobre de los minerales arrancados fué, según el resultado de 1049 ensayos, de 5,81 por 100.

Noveno piso.—La poca distancia comprendida entre el socavón *de San Luis* y el octavo piso no permitió dar á las labores del noveno la altura que se había adoptado para los anteriores, quedando sus galerías con la de poco más de 2 metros. Este piso no llegó á extenderse tanto como el inmediato superior, porque cuando en él se estaba explotando acació la venta de las minas. Las galerías practicadas en este piso, en el que también aparecieron cuevas romanas, median unos 4000 metros lineales, y la ley de sus minerales fué de 5,47 por 100, según el término medio de 204 ensayos.

Las labores modernas, en particular las ejecutadas desde el año de 1850, se acomodaron, según hemos dicho, al sistema de huecos y pilares, siendo éstos de 5 á 6 metros de altura, con base cuadrada de 4 metros de lado. La excavación se comenzaba, desde pozos convenientemente situados, con lo que llaman *cañas* en la localidad, que consisten en galerías de 2 metros de ancho por 2 de alto, cuyos ejes paralelos distaban entre sí 8 metros. Después se alcanzaban las dimensiones acordadas para las galerías reales y las traviesas por medio de labores de *cielo, banco y ensanche*.

La producción de las minas de Río-Tinto, en el periodo de los últimos diez años en que el Estado las explotó, fué la siguiente:

PRODUCCIÓN DE LAS MINAS DE RÍO-TINTO EN EL PERÍODO DE LOS AÑOS DE 1863 Á 1872.

AÑOS.	Mineral extraído y beneficiado.	Cobre fino elaborado.
	Toneladas métricas.	Toneladas.
1863.....	89694	4335
1864.....	74234	4046
1865.....	66156	1025
1866.....	62312	4135
1867.....	50480	879
1868.....	52036	4123
1869.....	60530	974
1870.....	67075	4012
1871.....	55600	860
1872.....	62220	804
	640337	40193

ESTADO ACTUAL DE LA EXPLOTACIÓN.—Acordada la venta de las minas de Río-Tinto por ley de 25 de Junio de 1870 ⁽¹⁾, el Regente del reino nombró en 1.º de Julio del mismo año una Comisión que las tasara, compuesta de los ingenieros del ramo Sres. Escosura y Zabalá, del de montes D. Luis Latorre y del arquitecto D. Joaquín Hernández, la cual elevó al Gobierno el magistral informe que apareció en suplemento á la Gaceta del 11 de Mayo de 1871, en cuyo informe se asignaba para tasación del establecimiento minero la cantidad de 104.557769,45 pesetas, descompuesta del modo siguiente:

		Pesetas.
Valoración de las minas.....		403.062880
Inmuebles....	Montes y terrenos.....	63841
	Edificios de habitación.....	590475
	Edificios de departamentos de beneficio.....	243286,49
Muebles.....	Minerales en beneficio, interés, hornos, cabinerías, carruajes, herramientas, mobiliario de almacenes, oficinas, hospital, laboratorio, etc.....	395287,25
	Total.....	104.337769,45

Anunciada la subasta de las minas por esa cantidad, se intentó por dos veces sin éxito; y autorizado en consecuencia el Gobierno para enajenarlas sin las formalidades de otra nueva subastación, las adjudicó el 14 de Febrero de 1875, por la suma de 92.300000 pesetas, á los Sres. William Edward Quentell, Ernest H. Taylor, y Enrique Doetch, por sí y en representación de la casa Matheson y Compañía, de Londres, cuya proposición fué la más ventajosa de cuatro que se presentaron, quedando al mismo tiempo otorgada la concesión de un ferrocarril que debía construirse entre las minas y el puerto de Huelva, según se exigía en una de las condiciones para la compra de la finca.

Día de gloria fué ese para el establecimiento minero de Río-Tinto, y

(1) La fatalidad que acompañó siempre á aquel establecimiento del Estado fué causa de que la idea de su venta adquiriese multitud de prosélitos, aun entre los mismos ingenieros de Minas, que abrigaban el triste convencimiento de que de otra manera jamás se llevarían á debido término los adelantos industriales que aquél reclamaba.

en cierto modo también para el Cuerpo de Ingenieros de Minas, ya que, merced á la prodigiosa actividad y los recursos de una empresa poderosa, iba á ver realizados en brevísimo plazo sus propios proyectos, muchas veces formulados y otras tantas desatendidos por la apatía ó la incuria de los Gobiernos.

Apenas, en efecto, habían transcurrido dos años desde que la empresa Matheson y Compañía se hubo posesionado de las minas, cuando ya la locomotora seguía por ferrocarril de vía estrecha las sinuosidades del río que las da nombre, salvando en cuatro y media horas la distancia de 34 kilómetros que separa los criaderos piritosos de un gran muelle-embarcadero establecido por la misma empresa sobre la ría de Huelva, junto á la capital, á pesar de la magnificencia que á ese muelle reviste y de que no fueron pocas las obras de importancia que exigió la construcción del ferrocarril dicho.

Entre esas obras merecen mención cinco puentes de hierro, uno de ellos sobre la rivera Anicoba, cuatro sobre el río Tinto y otro de mampostería sobre el arroyo Caudón, así como cinco túneles, si bien todos ellos de poca longitud.—En cuanto al grandioso muelle de hierro, ya repetido, sólo podemos decir aquí que mide 579 metros de largo, de los cuales corresponden 517 á la parte de hierro y los restantes á la de madera. Está dividido en tres pisos ⁽¹⁾, que facilitan considerablemente las operaciones de carga y descarga, cuyas operaciones se verifican automáticamente en los dos pisos superiores, á los cuales dan acceso rampas convenientemente establecidas.—Cinco millones de pesetas fué el coste aproximado de ese muelle colosal, en cuya construcción entraron 1900 toneladas de fundición y 6000 metros cúbicos de madera inyectada de creosota.

Al paso que todas esas obras se realizaban, se emprendían en la mina trabajos preparatorios en gran escala para poner en planta el sistema de explotación á cielo abierto, tantas veces recomendado por los ingenieros del Gobierno; y sin olvidarse la empresa propietaria de lo referente al ramo de beneficio de las menas, ensayó varios proce-

(1) El inferior se halla 3m,50 sobre la línea de marca media, el intermedio 9m,30 y el superior 43m sobre la misma línea.

dimientos, entre ellos algunos que ya anteriormente se habían desechado en el establecimiento, hasta que por fin volvieron á levantar-se hornos de fundición y á restablecerse, aun cuando perfeccionada, la misma marcha que se seguía á la fecha en que las minas se vendieron.

Semejante resultado no tiene nada de extraño: las reformas industriales son ciertamente muy oportunas en tanto cuanto lo permitan los sistemas establecidos en un país: pero nada suele ser más perjudicial, y aun desastroso, sino la introducción de cambios radicales en los procedimientos, cuando esos cambios, por más que resulten recomendables en el reducido círculo de los estudios de laboratorio, no han recibido la sanción de la práctica. Así se ha visto confirmado en varios ejemplos ofrecidos por algunas empresas de triste recuerdo en la provincia, con perjuicio y descrédito de minas que no hubiesen dejado de rendir utilidades si las diversas faenas de su explotación y beneficio se hubieran conducido con tacto y prudencia.

Pero volviendo á las de Río-Tinto, y sin que nuestra misión sea apuntar nada acerca de las causas fundamentales del hecho, la actividad que desde luego desplegó la empresa compradora no encontró inmediatamente la recompensa que era de esperar: lejos de ello, á muy poco de organizarse la sociedad y de emitirse acciones de 10 libras esterlinas (250 pesetas) cada una, sufrieron éstas tal depreciación que apenas había quien quisiera aceptarlas á poco más de 25 pesetas. Sin embargo, semejante estado de cosas fué afortunadamente pasajero: en 1877 la empresa obtuvo valores que sumaban 185555 libras esterlinas (4.415555 pesetas), con las cuales, si bien no llegaron ni con mucho á cubrirse todavía los gastos realizados, el déficit se redujo á menos de 620000 libras, y ya en 1879 pudo repartirse el primero de los dividendos activos, los cuales, no sin ligeras oscilaciones, fueron aumentando de valor, así como también las acciones. Éstas se cotizaron á 19 libras 15 chelines en la primera quincena de Mayo de 1884; pero en Junio descendieron hasta poco más de 15, y más tarde experimentaron grandes variaciones entre

los límites de 9 y 50 libras, aunque el tipo más constante osciló entre 12 y 20.

En las minas se cuenta hoy con poderosos medios para realizar una producción de más de 1.000000 de toneladas anuales de mineral, de cuya suma se exporta una cuarta parte próximamente á los mercados extranjeros, con especialidad á Inglaterra, destinándose lo demás al beneficio en la localidad. En ese beneficio se reservan las menas de mayor ley en cobre y con ganga cuarzosa para obtener *matas* ricas por fundición directa, y las demás, que son siempre en muchísima mayor cantidad, se someten á una calcinación al aire libre, ya artificial, que es lo más común, ya espontánea, y después al procedimiento de la cementación. La *cáscara* ó cemento de cobre que se obtiene por este sistema, se enriquece por un lavado en aguas aciduladas con ácido sulfúrico, reservándose la parte más pobre que resulta de esta operación para mezclarla con los minerales ricos, los cuales, con otros productos procedentes de la calcinación, tales como *núcleos* y *minerales* de cierta ley en cobre, constituyen, con los fundentes, las parvas ó lechos de fusión de que se obtienen matas de más de un 50 por 100 de ley en cobre, y tanto estas matas como la *cáscara* enriquecida se exportan á Inglaterra.

Entre los medios de transporte y de explotación se cuentan más de 50 locomotoras de varios modelos y tamaños, y mayor número todavía de máquinas de vapor fijas y móviles, entre las cuales son dignas de especial mención las de los malacates de extracción con fuerza de 250 caballos cada una, instaladas en el pozo de *San Dionisio* (véase lám. 9, figuras 2.^a y 3.^a), y en el pozo *Número 4*, en el criadero del *Balcón del Moro* (lám. 10, fig. 1.^a), y la de desagüe, sistema Cornwall, con fuerza de 500 caballos, montada en el mismo pozo de *San Dionisio*. Deben señalarse asimismo las potentes máquinas de aire comprimido, de los constructores Harvey, para mover los trenes de barrenas mecánicas, y la sonda ó barrena con diamantes, cuyo motor es también de vapor, que tan buenos servicios ha prestado en los trabajos de investigación.

Con tan valiosos elementos se consiguió en media docena de

años reconocer los distintos criaderos hasta grandes profundidades, preparar extensos campos de labor y practicar tan inmensas excavaciones que á la vista aparecen cual si fueran gigantes y seculares labores.

En la previsión de que por cualquier circunstancia fortuita no pudiera obtenerse la cantidad de menas correspondiente á lo calculado para cada mes, se ha construido en las inmediaciones de Huelva, en el sitio llamado El Polvorin, un extenso cobertizo capaz de contener en depósito minerales para algunos cargamentos de los buques que con tal objeto llegan á la ría de Huelva. Este cobertizo, adosado al ferrocarril que baja de las minas, tiene el piso á la altura conveniente para que desde el depósito se puedan cargar los trenes de vagones por medio de carretillas, y su disposición consiste en varios arcos de mampostería, paralelos entre si y perpendiculares á la vía férrea, espaciados de manera que sirven de sostén á una armadura de hierro en que descansan vigas con rieles que forman un carril unido en rampa al extremo de poniente del principal, sosteniendo además aquellos arcos la armadura de hierro con la techumbre de palastro galvanizado que lo cubre todo. Por un cambio de vía, los trenes que llegan de la mina ascienden, por la rampa indicada, al tramo horizontal del depósito, de donde vacían el mineral transportado.

Para un establecimiento en que el número de máquinas que funcionan es tan grande como se detalla en el cuadro que acompañamos más adelante y en el que el consumo de todo género de herramientas es por necesidad muy considerable, claro es que hacen falta talleres á propósito; y con efecto, la empresa de Río-Tinto tiene establecidos dos, uno en las minas y en Huelva el otro, hallándose en ellos cubilotes de fundición, hornos, fraguas, departamentos de carpintería, moldeo, construcción y reparación de máquinas y vagones, etc., etc., servido todo por los medios más modernos y perfeccionados; siendo de tal importancia estos talleres que en el de la capital se ocupan diariamente de 500 á 700 operarios y en el de las minas unos 500.

Tanto esos talleres como, sobre todo, el beneficio de los minera-

les y la alimentación de las diferentes máquinas de vapor, exigen grandísimas cantidades de agua, y de ahí el haberse ejecutado los dos pozos artesianos de que hemos hecho mención en las páginas 202 y 205 del primer tomo de esta Memoria, el que se hayan instalado bombas y depósitos en distintos puntos del ferrocarril á Huelva, y, por último, el que se hayan establecido los pantanos que dejamos reseñados en las páginas 186 y 187 del mismo tomo.

De esos pantanos es el mayor, como allí dijimos, el de la rivera de La Garganta, en término de Campofrío, al cual, capaz de 2.500000 metros cúbicos de agua, afluyen las de una cuenca cuya superficie puede estimarse en 55 kilómetros cuadrados poco más ó menos; no estando de más que aquí agreguemos que su muro de contención, situado á 10 kilómetros de la mina, y construido con el pórfido que por allí abunda y cemento Portland, mide una altura de 25 metros, con 15 de espesor en la base. El desnivel entre la compuerta de salida del pantano y la parte superior de los montones de *barbasco*⁽¹⁾, es de 54 metros; de modo que las aguas descienden fácilmente hasta los puntos donde tienen lugar las tomas para el tratamiento de los minerales, alimentación de máquinas y demás usos á que se destinan. La cañería principal de conducción consiste en tubos de hierro de 58 centímetros de diámetro, y de ella derivan otras más pequeñas. El costo de esta grande obra no pasó de 500000 pésetas.

En el cuadro de la página siguiente se consignan las cantidades de mineral extraídas desde que las minas fueron enajenadas por el Estado hasta fin de 1883.

CIRCUNSTANCIAS GENERALES DE LOS CRIADEROS.—*Consideraciones acerca de los asomos y de la caja.*—Los diferentes trabajos ejecutados en la gran zona de crestones ferruginosos que se extiende al pie de las laderas meridionales de la cumbre donde se hallan los cerros denominados San Dionisio, Colorado y Salomón, abrazando la longitud

(1) Ese es el nombre que dan al mineral calcinado después de su primer lavado para la obtención de las lejías cuprosas, el cual se abandona luego para su calcinación espontánea en montones, que después se continúan lavando con objeto de obtener más aguas vitriólicas.

MINERALES ARRANCADOS EN LAS MINAS DE RÍO-TINTO EN EL PERÍODO DE 1873 Á 1888, Y CANTIDAD DE COBRE QUE SUPONEN.

AÑOS.	Piritas			Ley en cobre de las piritas.	Cobre que representa la cáscara, matas, etc. Toneladas.
	Arrancadas. Toneladas.	Exportadas. Toneladas.	Beneficiadas en la localidad. Toneladas.		
1873.....					
1874.....	Periodo de preparación.....				4567 (1)
1875.....					
1876.....	319158	180962	159196	2,00	976
1877.....	771751	251360	520391	2,37	2495
1878.....	874407	248818	652289	2,37	4184
1879.....	906600	243241	663359	2,46	7199
1880.....	915157	277590	637567	2,70	8556
1881.....	993047	249098	743949	2,75	9469
1882.....	948231	259924	688307	2,805	9140
1883.....	1.099973	313291	786682	2,950	12295
1884.....	1.369948	312028	1.057890	3,234	15868
1885.....	1.351466	406772	944694	3,402	40261
1886.....	1.378331	336548	1.041833	3,046	13656
1887.....	1.182438	362796	819642	3,047	12365
1888.....	1.458207	398412	1.059795	»	16139
TOTALES.	13.395434 (2)	3.810840 (2)	9.775594	»	126170

comprendida entre el cerro de Quebranta-huesos y un paraje algo más al oeste de los riscos de Majaencima, han dado á conocer que el relleno piritoso, marcado por tales caracteres exteriores, se interrumpe por el macizo de roca porfiroide que al nivel del séptimo piso, en la vertical de Puerto-Rubio, mide una longitud de 210 metros, resultando de ellos los dos depósitos ó criaderos *del Sur*, representados en la lámina 9. En nuestro relato llamaremos *de San Dionisio* al más occidental de esos criaderos (fig. 2.^a), nombre con que se le conoce desde muy antiguo, y al depósito de levante, donde se hallan las excavaciones practicadas bajo la administración oficial, le titularemos, como ya antes hemos hecho, *de Nerva*, por el recuerdo histórico que

(1) Este cobre se obtuvo de las menas y cáscara que el Estado entregó al comprador de las minas y del aprovechamiento de las aguas vitriólicas procedentes de las excavaciones y del lavado de los barbascos.

(2) Á estas sumas hay que agregar 3000 toneladas que se arrancaron durante el periodo de preparación y se remitieron á Inglaterra para ensayos.

este nombre tiene en la localidad, con el cual sustituimos el de *Contramina* con que se le ha venido conociendo en el citado periodo.

Aparte de todo esto, en la porción septentrional de la cumbre porfídica en que sobresalen las cúspides de los cerros Salomón y Colorado es en donde las rocas ferruginosas, que por su riqueza en hierro bien pueden llamarse menas de este metal, se hallan con un desarrollo mayor que el que corresponde á cualquier otro yacimiento piritoso de la provincia, pues cubren la extensa zona donde se hallan los tres criaderos de esa substancia que pronto detallaremos y que en conjunto se denominan *del Norte*; apareciendo allí dichas rocas ferruginosas sin más interrupción que la que tiene lugar junto al hoyo de Valdetimones, al norte de Puerto-Rubio, según se indica en la lámina 8. La disposición de este sombrero de hierro parecería indicar que las masas de piritas con que se relacionan deberían ser dos á lo sumo; y todavía, si se tiene presente que, á pesar de la presencia de la roca porfiroide en el expresado sitio, roca cuyo grado de descomposición es tan avanzado que la estructura es casi terrosa, existen en él ciertos filoncillos ferruginosos que en cierto modo indican debió de haber enlace entre ambas manchas, pudiera creerse que éstas correspondían á un solo criadero, según, en efecto, se representa en la Memoria de los Sres. Anciola y Cossio. Sin embargo, atendiendo al modo de presentarse las piritas de aquella parte del territorio de las minas de que tratamos, resulta, según los diferentes trabajos hechos por la actual empresa propietaria, independencia completa entre las tres masas ó depósitos donde las piritas no han sufrido la transformación en los óxidos de hierro de la montera. En lo sucesivo llamaremos criadero *de La Cueva del Lago* á la más septentrional de las dos de esas masas que se hallan á levante del hoyo de Valtimones, *de Salomón* á la otra y *del Balcón del Moro* á la que se ofrece á poniente de la misma hondura. La primera se extiende desde la proximidad de la cueva del Lago hasta el hoyo repetido; la segunda, separada de la anterior por rocas porfiroides, se halla en las umbrías del cerro Salomón, y la tercera se corre desde Valdetimones hasta la falda norte del cerro Retamar. En la lámina 10 aparecen las tres en su respectiva posición.

Finalmente, el malogrado ingeniero del Cuerpo de Minas, D. Eloy Cossio y Cos, descubrió en 1867 al noroeste de la mesa de Los Pinos, en el sitio titulado El Valle, otro criadero, cuya magnitud no es comparable, por su pequeñez, con la de los otros cinco que hemos nombrado. En la lámina 8 se señala con la letra E.

Tanto se ha escrito ya de los criaderos de Rio-Tinto, que sería muy difícil decir nada nuevo acerca de ellos si los grandes trabajos de investigación y explotación desarrollados por sus actuales poseedores, no hubieran puesto á la vista diversas circunstancias que permiten fijar mejor que hasta ahora las condiciones y los límites probables de los mismos criaderos.

Pudiendo aplicarse el calificativo de inmensos á esos depósitos de piritas, nada tiene de extraño que la montera ó sombrero de hierro que les cubre se ofrezca también con dimensiones extraordinarias; y como, por otra parte, presentan esos asomos caracteres muy bien definidos, natural es considerarlos como tipos de referencia para los demás análogos de la provincia, ocurriendo otro tanto con las alteraciones que se observan en las rocas de la caja y con las demás circunstancias geognósticas relacionadas con la manera de ser de esta clase de criaderos.

Al describir sus caracteres generales, nos hemos ocupado con bastante detalle de las rocas que constituyen los asomos, bastando recordar ahora, que esos asomos ó crestones ferruginosos están esencialmente compuestos de hematites roja, en cuya masa suelen verse granos de cuarzo hialino. Dicha hematites se halla unas veces al estado terroso, otras con estructura compacta, y ya se ofrece cavernosa ó ya presenta formas arrinonadas de color abigarrado, que en ocasiones tiene brillo metálico; de cuya última variedad pueden recogerse hermosas muestras en las laderas septentrionales de los cerros Salomón y Colorado. De todos modos, el sombrero de hierro no es otra cosa, según dejamos explicado más atrás, sino la parte descompuesta de los mismos criaderos piritosos, ó sea lo que pudiera llamarse su *zona oxidada*.

En los criaderos de *El Valle* y *de San Dionisio*, los contornos de las

rocas ferruginosas del sombrero de hierro señalan perfectamente al exterior la extensión y figura del relleno piritoso, y eso mismo se observaba en el respaldo meridional de la masa *de Nerva* antes de que la labor á cielo abierto la hiciera desaparecer; pero ya no es tan fácil reconocer igual correspondencia en el límite septentrional de ese criadero, porque los escombros, debidos á hundimientos y derrumbes ocurridos en la cumbre del cerro Colorado, lo ocultan en gran parte, y también porque las rocas ferruginosas se extienden sobre los pórfidos, según ocurre por el lado occidental del mismo yacimiento.

En los *de Salomón*, *de La Cueva del Lago* y *del Balcón del Moro*, el deslinde de los verdaderos asomos es todavía más difícil, por ser escasos los puntos de referencia donde pueda señalarse de una manera precisa el contacto entre la montera de los criaderos y las rocas que constituyen la caja.

En el respaldo septentrional del últimamente citado, al pie de las crestas pizarreñas de su mismo nombre, es donde aparecen mejor marcados los caracteres diferenciales entre las rocas de la caja y las del sombrero de hierro; pero en el lado del sur, tanto este criadero como los *de Salomón* y *de La Cueva del Lago* se hallan cubiertos por un manto de acarreo, procedente del sinnúmero de trabajos antiguos que tienen totalmente acribillada la parte septentrional de la cumbre del cerro Colorado y el pie de las laderas del Salomón en toda la parte que se extiende por el hoyo de Valdetimones hacia la cueva tantas veces citada, hallándose allí tan repetidas y tan próximas las señales de pozos, que bien puede compararse el paraje con el fondo de un harnero. Á lo expuesto se agrega el que en ciertos sitios el crestón ferruginoso gravita sobre las rocas porfídicas, según sucede en la umbria del cerro Colorado y en el intermedio de los criaderos *de La Cueva del Lago* y *de Salomón*, todo lo cual, repetimos, no puede menos de enmascarar los caracteres exteriores.

Resulta de todo ello tal confusión que, por sólo la vista de la superficie del terreno, sería sumamente difícil, y mejor dicho imposible, la demarcación de los tres depósitos de piritas que allí existen,

siendo preciso recurrir para ello á los sondeos practicados antes y después de la venta de las minas, y con especialidad á las extensas labores que se han hecho ulteriormente, con lo cual ya es posible apreciar mejor la disposición de las masas de piritas y las condiciones geológicas que rigen en ellas, lo cual es de gran interés, puesto que en realidad basta la apreciación de los caracteres mineralógicos y estratigráficos de los afloramientos para deducir las circunstancias y hasta el valor industrial de esta clase de criaderos en el territorio de nuestra provincia.

Examinando los niveles que en los diferentes criaderos señalan la superficie de contacto de las menas oxidadas de la montera ferruginosa con las masas de pirita, ó sea el límite inferior de la misma montera, se deduce que en los criaderos *del Norte* ese límite desciende del noroeste al sudeste, puesto que en el *del Balcón del Moro* se marca una altura de 178 metros sobre el piso de la estación del ferrocarril, que tomamos por plano de comparación, al paso que en el pozo *Número 1* el *de La Cueva del Lago* sólo se eleva 80,50 metros sobre el mismo plano, hallándose un poco más alto el *de Salomón*, por más que en todos tres las respectivas cotas sean algo menores en los extremos orientales que en los occidentales. En los criaderos *del Sur*, el sombrero de hierro del *de Nerva* se halla á una altura de 90,50 metros del mismo plano de comparación, y sólo de 61,40 el de *San Dionisio*.

Pero ha de tenerse especial cuidado en distinguir los crestones ferruginosos que se unen directamente á las piritas, ó sea los que verdaderamente constituyen la porción superior del relleno de los huecos ocupados por ellas, de otros depósitos superficiales constituidos también esencialmente por óxidos de hierro, pero más ó menos separados de aquellos crestones; porque aun cuando esos óxidos proceden asimismo de la descomposición de las piritas, y su existencia, por consiguiente, está relacionada con la de esas menas, la misma distancia que los separa de éstas impide que sirvan para acusar con exactitud el paraje en que se hallan. Por no haberse tomado en consideración los caracteres diferenciales entre unas y otras rocas ferru-

ginasas, se ha dado el caso, en Río-Tinto y otras localidades, de establecer labores de investigación de yacimientos piritosos en parajes donde no podían existir.

No ha de perderse, por consiguiente, de vista que, siendo las masas de pirita, y por consiguiente sus asomos ó crestones ferruginosos, posteriores á las rocas sedimentarias, hipogénicas ó metamorfoseadas, que les forman la caja, se hallan dichos crestones comprendidos siempre entre esas rocas, las cuales podrán ofrecerse más ó menos metamorfoseadas por consecuencia de las acciones que dieron origen á los mismos criaderos; mientras que los mantos sedimentarios de tobas ferruginosas se limitan, á la manera de lo que tiene lugar en la mesa de Los Pinos, á cubrir ó superponerse, con estratificación más ó menos regular, á los materiales preexistentes, sin penetrarles y sin que las modificaciones que en la composición han sufrido después puedan ser un motivo para asimilarlos á los verdaderos crestones; lo cual dejamos extensamente explicado en el estudio de los caracteres generales de los yacimientos de piritas y en las páginas que hemos dedicado á los de los yacimientos sedimentarios de mena de hierro.

Las rocas que en Río-Tinto constituyen la caja de los criaderos son las pizarras arcillosas del Culm, que pasan á las porfiroides metamorfoseadas, y á las masas porfídicas de que hemos hablado en la Descripción geológica, cuyas rocas han experimentado diversas alteraciones á la inmediación ó al contacto de los mismos criaderos.

Á cierta distancia de éstos es lo general que las rocas metamorfoseadas cristalinas, y aun el pórfido, se encuentren penetradas de óxido de hierro, que ya se limita á comunicar á la roca su color, sin alterar notablemente la constitución de la misma; ya llega, por su abundancia, á predominar en la masa hasta el punto de que si al mismo tiempo, como suele suceder, abundan en aquélla los granos de cuarzo, toman el aspecto de un conglomerado cuarzoso con cemento de óxido férrico, ó el de las pizarras que han perdido las señales de estratificación á la vez que han adquirido cuarzo hialino y

materia ferruginosa; ya, por último, adquieren otros caracteres muy diferentes de los que presentan en sitios distantes de los criaderos.

Así, por ejemplo, en la parte meridional del cerro Colorado, se halla en el respaldo septentrional del criadero *de Nerva*, una faja de rocas penetradas por substancia férrica, compactas ó cavernosas, de gran dureza y color rojo obscuro con manchas amarillas de limonita, cuyas rocas presentan en su masa, abundante en granos de cuarzo hialino, diferentes geodas tapizadas de cristalitos de hierro oligisto; no siendo raro que además se hallen cubiertas de una costra brechiforme en la cual la limonita predomina sobre el oligisto. En un folleto publicado hace algunos años ⁽¹⁾ se considera la faja de que hablamos como constituida por un dique de trapp; pero en nuestro concepto nada autoriza semejante determinación, y más bien creemos que las rocas que la forman no son sino una de tantas transformaciones que allí presentan las sedimentarias contiguas á las piritas.

Aun cuando en ciertos parajes el pórfido del contacto de los criaderos se halla impregnado de óxidos de hierro, éstos sólo lo tienen superficialmente, presentándose blanquecino en el interior, y tan deleznable que no es raro hallarlo con el aspecto de un asperón friable, de grano más ó menos grueso, según se ve junto á los yacimientos metalíferos *del Norte*. Otras veces se transforma en una arcilla muy plástica y refractaria, que se ha aprovechado con excelentes resultados en la fabricación de ladrillos para los hornos de fundición; pero tampoco es raro que la misma roca hipogénica se ofrezca en el contacto de las masas piritosas, sin ninguna alteración apreciable, conservando todos los caracteres que ofrece en los parajes más distantes á los criaderos.

En el gran macizo de pórfido cuarcífero comprendido entre los depósitos metalíferos *del Norte* y *del Sur*, el cual forma, por consiguiente, el núcleo de la montaña de los cerros Salomón, Colorado y San Dionisio, son frecuentes las manchitas y los filoncitos de pi-

(1) E. Cumenge, *Notes sur Rio-Tinto*: París, 1883.

ritas, aun en los puntos donde la roca hipogénica conserva los caracteres normales. Así se ha visto al atravesar la sierra con el socavón que comunica con los criaderos de uno y otro lado de la misma, indicado por línea de trazos en la lámina 10, así como también en los testigos del sondeo practicado en la cumbre del cerro Colorado. En uno de los ejemplares que conservamos se observa una pequeña zona lenticular donde las piritas de cobre y hierro salpican toda la masa, que allí es muy cuarzoza, viéndose en ella el piroxeno en agrupaciones de mayor volumen de las que aparecen en el pórfido que la envuelve, y señalándose una capita de dicho mineral mezclado con pirita, de unos tres milímetros de espesor, entre el pórfido y las substancias de la masa ó riñón lenticular que acabamos de indicar.

En otro ejemplar apenas se nota una imperceptible fisura rellena de pirita, la cual corta, á la manera de filón, la masa homogénea del pórfido, siendo de notar que en ninguno de los dos casos citados se advierte la menor alteración en la roca porfídica.

Del sondeo practicado con la barrena de diamante que, después de haber atravesado la gran masa piritosa *de San Dionisio* en la proximidad del pozo de este nombre (véase el corte I, lám. 9), llegó al yacente del criadero, se han obtenido ejemplares compuestos de una mezcla grosera de pirita con los elementos de la roca porfiroide de la caja; roca que por sus caracteres debe referirse más bien á una pizarra metamorfoseada que, aunque cristalina, conserva todavía el carácter pizarreño hasta confundirse con la hipogénica porfídica que se determina á poca distancia, no hallándose ya en ésta la pirita en la misma disposición que en la transformada.

Con el socavón *de La Huerta de La Cana* (véase lám. 10) se cortó un macizo de pórfido y de rocas estratiformes y cristalinas porfiroides con los elementos de los pórfidos de la localidad, las cuales, desde muchos metros antes de llegar al criadero *de La Cueva del Lago*, se hallaban salpicadas por abundante cantidad de pirita de hierro, ya amorfa, ya cristalizada en cubos, llegando á predominar tanto á la inmediación del criadero que llegan á constituir lo que en la localidad se llama *azufrón*. Hallábase además en algunos parajes tan pe-

netradas por galena que se separaron para ensayar si era ó no conveniente su tratamiento como mineral de plomo.

En Río-Tinto las masas metalíferas y las metamorfoseadas de sus respaldos se hallan amoldadas á la roca hipogénica de la sierra afectando las inflexiones que ésta presenta, según, por ejemplo, ocurre en el gran ensanchamiento del criadero *de Nerva* donde se practica la explotación á cielo abierto y sobre las laderas de los cerros anteriormente nombrados; más á pesar de las condiciones excepcionales de potencia de los criaderos, las masas de pórfido no ofrecen modificaciones apreciables.

En el macizo porfídico del cerro del Castillo de Salomón, aparece en lo alto de la cumbre una roca feldespática de color gris verdoso, fractura concoidea, compacta y con granos de cuarzo, no viéndose en ella la menor señal de alteración por efecto de la presencia de las piritas.

Lo mismo que se verifica con los pórfidos y rocas pizarreñas más ó menos cristalinas, de que acabamos de hablar, las pizarras de la caja de los criaderos piritosos presentan caracteres muy variados, y como aquéllas suelen contener en su masa óxidos de hierro, piritas y otras sustancias, tales como sílice, carbono y clorita, que en muchos casos son causa de que aumente la dureza.

Con frecuencia pierden el color que les es propio en condiciones normales: unas veces se hacen más hojosas; otras, por el contrario, más compactas, y ya resultan más tenaces que de ordinario, ya en algunas ocasiones se descomponen en una arcilla blanca que se emplea para enjalbegar.

En el cerro Quebranta-huesos, que, como se ve en la lámina 3, se halla á cierta distancia del criadero *de Nerva*, la pizarra, sin endurecerse notablemente, adquiere óxido de hierro y cuarzo; pero en otros sitios aumenta de dureza y se transforma en porcelanita y aun en jaspe rojo, según sucede en la cumbre del cerro Salomón y en la parte occidental del San Dionisio.

De igual modo, en ciertos parajes de la porción meridional del mismo cerro Salomón y en el espacio comprendido entre el de

Quebranta-huesos y las ruínas de la antigua fábrica de Los Planes, las pizarras se asemejan por su aspecto á una cuarcita, mientras que, por la inversa, se convierten en una arcilla deleznable, blanca ó amarillenta, en el hoyo de La Reina y en Puerto Rubio, al sur del criadero *de Nerva*.

Tales son los caracteres geognósticos más salientes que hemos podido apreciar en las rocas que constituyen la caja de los criaderos de Río-Tinto, cada uno de los cuales vamos á estudiar aisladamente de la manera más completa que nos sea posible.

CIRCUNSTANCIAS PECULIARES Á CADA UNO DE LOS CRIADEROS.—*Criadero de Nerva*.—En este colosal depósito de piritas, cuyo pendiente lo forman por el sur las pizarras arcillosas del Culm con algunos estratos de filadios carbonosos, mientras que el yacente lo constituyen rocas metamorfoseadas cristalinas y pórfido cuarzoso, es en donde se reconcentraron desde la rehabilitación de las minas las explotaciones de que ya hemos hablado, y también donde la actual empresa propietaria ha verificado la portentosa excavación que luego indicaremos.

Una planicie al pie de los cerros Salomón y Colorado, formando contraste con las escarpas y derrumbaderos de la sierra en que aquellos sobresalen, con la respectiva altitud de 517 y 527 metros, y que está constituida por el pórfido y demás rocas que hemos mencionado, señalaba la existencia del criadero piritoso, limitado hacia el norte por la misma sierra.

Dicho criadero mide en los asomos una longitud de 1700 metros desde Puerto Rubio hasta un poco más al este de las galerías *Alta y Baja de Nerva*, situadas en la inmediación del cerro de Quebranta-huesos, según se indica en la lámina 3. Su dirección es de $0,12^{\circ}\frac{1}{2}$ N. á E. $12^{\circ}\frac{1}{2}$ S., con inclinación variable hácia el S. $12^{\circ}\frac{1}{2}$ O. El espesor máximo reconocido fué de 126 metros en el nivel del piso séptimo de la mina y la mayor profundidad á que hasta ahora se ha llegado en él, con el sondeo de que luego haremos mención, excede de 160, contados desde la superficie de separación entre la masa de piritas y el sombrero de hierro. La altura de este era de poca consideración, puesto que sobre la parte más ancha del depósito

piritoso estaba comprendida entre 10 y 15 metros; cuya circunstancia aconsejaba el establecimiento de la labor á cielo abierto para la explotación de toda esa parte por lo menos, si es que no se creía conveniente extenderla á lo demás del yacimiento.

Hay que advertir, sin embargo, respecto á la anchura ó espesor de tan enorme criadero, que ésta es sumamente variable en los distintos niveles reconocidos, según demuestra la inspección de la figura 4.^a y de los cortes II á XIII de la lámina 9.

La forma del relleno es, por lo tanto, irregular, y en lo que abarcan los trabajos hasta el nivel de *El Túnel* ó socavón *Número 2* (lám. 8 y 9) el criadero de *Nerva* presenta en su corrida dos grandes ensanches separados, hacia el promedio de aquella, por una angostura que al nivel del séptimo piso mide 75 metros de longitud, oscilando el ancho entre 48 y 50. De esos ensanches, el oriental, que es el mayor, varía de espesor al expresado nivel entre 48 y 156 metros que es el número que representa el máximo de esa dimensión, siendo la longitud de 511. En el occidental que, al repetido nivel, puede decirse se extiende longitudinalmente desde un poco al este del pozo *Lepanto* hasta 250 metros á poniente del mismo, no se miden ni con mucho tan notables diferencias en la anchura, siendo la mayor la de 80 metros que se aprecia en los alrededores del pozo *Sagunto*.

Como prolongación del ensanche de levante, se encontró un largo apéndice de escaso espesor y poca hondura, que se prolonga hasta un poco más allá de la galería *Alta de Nerva* ⁽¹⁾; mientras que el ensanche occidental se extiende hasta las rocas metamorfoseadas y porfidicas de Puerto Rubio, conservando hasta un poco antes de su extremo un espesor que excede al de la angostura anteriormente referida.

Las antiguas galerías de *Nerva* descubrieron la susodicha parte extrema oriental del criadero, habiéndose cortado con la más alta el relleno metalífero en espesor de muy pocos metros, sin que fuese atra-

(1) Ese apéndice se prolonga mucho más de lo que aparece en la figura 3.^a de la lámina 9, pero la hondura y el ancho en la porción que falta son bastante menores que en la que el dibujo alcanza.

vesado con la más baja, siendo por lo tanto evidente que quedó á un nivel más alto que el de esta galería, ó sea sobre los 55 metros á que se halla situada con respecto al piso de la estación del ferrocarril de las minas á Huelva.

En el extremo occidental del criadero, aunque se encuentra extinguida la masa piritosa entre las rocas de los respaldos, no dejan de manifestarse hacia el oeste vetas y masas muy pequeñas de piritas entre el macizo porfiroide y pizarroso que establece la separación entre el criadero de *Nerva* y el de *San Dionisio*, pero sin que ninguno de tan pequeños accidentes alcance de uno á otro criadero.

El examen de los diversos cortes transversales hace también ver que en el ensanche de levante el espesor del relleno representa mayores variaciones que en el de poniente: obsérvase, en efecto, que en la parte más ancha del criadero el respaldo del norte afectaba la forma de S muy abierta desde lo más alto hasta el noveno piso, por bajo del cual inclina fuertemente hacia el Sur, sufriendo un cambio brusco para aproximarse mucho á la horizontal, llegando así, por bajo del nivel de *El Túnel*, hasta un punto en que, inclinándose fuertemente en sentido contrario, continuaría casi vertical; y como al mismo tiempo el hastial del sur fué más regular, separándose muy poco de la vertical en toda la altura considerada, resulta que la diferencia de espesor entre el punto más alto y el más bajo en esa parte de la masa fué de 90 metros; así como comparando el espesor en ambos extremos con el máximo del criadero, situado á un nivel intermedio, se deducen para el superior 40 metros menos y para el más bajo 100.

Análogas comparaciones en otros cortes de esta parte del criadero acusarían siempre estrechamiento de la grieta en profundidad, y demostrarían además que, en conjunto, las inflexiones del respaldo septentrional son siempre mucho mayores que las del opuesto.

Por el mismo medio podríamos deducir que en el ensanche del oeste si bien es cierto que, con raras excepciones, se advierte también en la masa piritosa una disminución de espesor de arriba para abajo, esto se verifica de un modo más lento y regular, acusándose

pequeñas diferencias entre cada piso y su inmediato y sin que la anchura llegue á reducirse en el nivel más bajo considerado, ó sea el del repetido *Túnel*, á una mitad de la máxima.

Si ahora se tratase de comparar la longitud de las secciones horizontales trazadas á diferentes profundidades, se observaría asimismo una disminución partiendo de arriba para abajo, según aparece en la figura 5.^a de la lámina 9, que representa la sección longitudinal del criadero. En ella destacan las grandes diferencias en el largo que por la parte oriental se advierten desde la superficie hasta el nivel del tercer piso, las cuales son mucho menores entre ese piso y el noveno, y otra vez bastante notables hasta el nivel de *El Túnel*. Para no citar más que un par de cifras, diremos que los asomos del criadero miden 1700 metros de longitud en su parte más alta y que esa dimensión se reduce á 1156 metros en la sección trazada al nivel del piso séptimo.

Dada la marcha que se advierte en la disposición del relleno hasta la profundidad á que alcanza *El Túnel*, y la rápida disminución del espesor hacia levante desde el lugar que ocupó el pozo *Santa Ana*, parece muy probable la extinción pronta del criadero por ese lado. Los espesores que se miden á tal nivel en los cortes XII, XI, X y IX son respectivamente de unos 15, 26, 6,50 y 16 metros.

Más al oeste ensancha considerablemente el criadero á la misma hondura de que venimos hablando, según aparece en los cortes VIII y VII y según demostró el sondeo practicado dentro del mineral hasta la profundidad de 75 metros por bajo del socavón citado, haciendo presentir las diversas circunstancias que concurren en la figura de la grieta un máximum de hondura en toda la parte que se prolonga hasta el pozo *Nuevo*.

En lo correspondiente á la máxima anchura de esta parte del criadero, prescindiendo de lo que pueda suceder después del estrechamiento señalado en los cortes IX al XII, la gran protuberancia de que esos cortes transversales dan perfecta idea representa mayor espesor que hondura, mientras que en lo que de ella sigue al oeste sucede todo lo contrario.

Á continuación de la angostura que sigue luego, es también probable que en el ensanchamiento de poniente haya otro máximum de profundidad, según parece indicarse en los cortes III y II, después del cual se elevaría el fondo de la grieta, para cerrarse por completo, entre el pozo *Victoria* y Puerto Rubio, en el paraje que termina el criadero *de Nerva*.

La circunstancia de alcanzar mayores profundidades en un mismo criadero las porciones más regulares y estrechas que los grandes ensanchamientos, la veremos muchas veces comprobada en las sucesivas descripciones de los diversos criaderos piritosos del país.

La superficie de separación entre la masa piritosa y la zona oxidada ó sombrero de hierro del *de Nerva*, era bastante irregular á causa de las colinas que aquélla formaba, correspondiendo la parte más alta al extremo occidental donde acusa una altura de 106 metros sobre el piso de la estación del ferrocarril, mientras que la más baja se encontraba en los alrededores del pozo *San Gabriel*, donde existía una gran hondonada á 70 metros sobre el citado piso, ó sea de la explanada del río Agrio.

El estado de los trabajos en el extenso campo de la labor á cielo abierto allí practicada, hace presumir que muy pronto no quedará en aquel punto más que un hueco inmenso como recuerdo de la existencia de la masa piritosa; y aunque á nivel más bajo del *de El Túnel* el relleno de piritas presenta condiciones de continuidad, no es de presumir que la parte inferior tenga, en volumen y ley en cobre, el grado de importancia que en el macizo superior al indicado socavón, estando ya, por lo tanto, en un período muy avanzado de decadencia el criadero *de Nerva*.

La composición de los minerales de Río-Tinto es bastante compleja, si se consideran todas las substancias acusadas por un riguroso análisis; pero teniendo en cuenta solamente las principales materias que constituyen tan enormes depósitos, pueden considerarse éstos como una masa compacta de pirita de hierro, á la que acompaña la de cobre en cantidades variables y exiguas, sin más gangas pétreas

que una corta cantidad de sílice, la que á veces constituye pequeños filoncillos hacia los respaldos del relleno.

Análisis hechos de diversas muestras del criadero de *Nerva* con anterioridad á la venta de las minas, dieron los resultados siguientes:

	1	2	3	4	5
Azufre	42,568	47,421	50,135	45,000	48,700
Hierro.....	30,170	33,700	39,776	41,600	42,000
Cobre.....	23,915	12,700	7,351	6,000	1,200
Arsénico.....	1,963	1,747	0,804	1,200	0,900
Sílice	0,850	0,100	0,965	5,200	3,000
Zinc, cal, alúmina y magnesia.....	»	Indicios.	Indicios.	0,500	2,800
Antimonio.....	Indicios.	1,400	»	»	»
Agua y pérdidas.	0,534	1,442	0,969	0,500	1,400
TOTAL....	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

En tiempos de la actual empresa, un análisis practicado en Inglaterra por Pattenson de las piritas exportadas, que, como es bien sabido, se escogen para alcanzar una ley media en cobre bastante alta, dió el resultado siguiente ⁽¹⁾:

Azufre.....	48,00 por 100.
Hierro.....	40,74 »
Cobre.....	3,42 »
Plomo.....	0,82 »
Zinc.....	Trazas.
Arsénico.....	0,21 »
Thalium.....	Trazas.
Cal.....	0,21 »
Magnesia.....	0,08 »
Oxígeno con Fe ² O ³	0,09 »
Sílice.....	3,67 »
Humedad.....	0,91 »

Otro análisis, donde se determinan las cantidades contenidas en una tonelada del mineral destinado á la exportación, dió:

Azufre.....	477,6 kilogramos.
Hierro.....	439,9 »
Cobre.....	36,9 »
Arsénico.....	8,3 »

(1) Esas piritas procedían no sólo del criadero de *Nerva*, sino también del de *San Dionisio*.

Zinc.....	2,4 kilogramos.
Plomo.....	4,0 »
Cobalto.....	0,5 »
Bismuto.....	3,7 »
Cal.....	2,3 »
Magnesia.....	0,7 »
Sílice.....	19,9 »
Selenio.....	Trazas.
Thalio.....	Idem.
Plata.....	40 gramos.
Oro.....	892 miligramos.
Humedad.....	4,8 kilogramos.

Pero ciñendonos á la cantidad de cobre contenida en las piritas, los miles de ensayos practicados en ellas desde mediados de siglo demuestran la variabilidad que presentan desde ese punto de vista, existiendo, por de contado, muchas completamente exentas de cobre.

Con efecto, en la época de la explotación romana ya hemos dicho que los minerales de mayor contenido en cobre fueron siempre el objeto de su especial predilección; más tarde, cuando en el siglo próximo pasado comenzó el sueco Wolters la rehabilitación de las minas, asentó él mismo en sus escritos que la obtención del mineral con la ley más conveniente para el beneficio por fundición, que entonces se hacia, le obligaba á extraer cantidades de minerales pobres que dejaba abandonadas, por más que procuraba conducir los trabajos en puntos en que era mayor la cantidad de piritas de cobre; de lo cual resultaron aquellas labores irregulares y peligrosas de que hemos dado conocimiento en otra parte de este escrito.

En el tiempo en que se laborearon las minas por cuenta del Gobierno se estableció un sistema general de ensayos, y se obtuvo, para las muestras recogidas en los pisos tercero y sexto, una ley media de 4,55 por 100; ampliando más aquel procedimiento pocos años antes de la venta de las minas, el resultado de más de 5000 ensayos, hechos bajo la dirección del ingeniero Rúa Figueroa, permitió hacer una separación por grupos entre los minerales de cierta riqueza que estaban naturalmente relacionados con los sitios de arranque, dando como síntesis los resultados siguientes:

1.º Los minerales denominados ricos, ó con más de 6 por 100 de cobre, dieron una ley media de 9,15 por 100, y la proporción de los

sitios de donde se obtuvieron fué de 7,79 por 100 del total de las labores ejecutadas.

2.º Los de ley media, comprendidos entre 4 y 6 por 100, tenían 4,89 por 100 en cobre, habiendo sido de 7,79 por 100 la proporción de los trabajos á que pertenecían.

5.º Los más pobres, ó mineral corriente, presentaban ley media de 1,67 por 100, correspondiendo al 79,81 por 100 de la totalidad de los trabajos establecidos, siendo de advertir que, de las referidas labores, el 2,55 por 100 no tenían más que pirita de hierro.

De los anteriores datos se dedujo que la ley media en cobre para todos los minerales del criadero de *Nerva* era de un 2,70 por 100.

Por otra parte, como resultado de 1626 ensayos correspondientes á las diferentes labores establecidas al nivel de los socavones de *San Luis y San Roque*, y en el intermedio á que correspondía el octavo piso de los trabajos subterráneos, se obtuvo como ley media en cobre la del 2,80 por 100.

La Comisión de visita de 1867, y la que en 1871 tuvo á su cargo el estudio para la tasación, base de la venta de las minas, después de prolijos y concienzudos trabajos, creyeron deber fijar en 5 por 100 la ley media de los minerales.

Si hacemos ahora un rápido estudio de los resultados obtenidos para la ley media en cobre de las menas, en los años de explotación subsiguientes á la enajenación de las minas, observaremos que en el primero, ó sea en 1876, en que comenzó el arranque de mineral por labor á cielo abierto, dicha ley para más de 500000 toneladas extraídas no pasó del 2 por 100, número que se separa mucho del que anteriormente dejamos consignado; lo cual nada tiene de extraño si se tiene en cuenta que la mayor parte de esos minerales correspondía á la porción superior del criadero, donde faltaban las menas más ricas por haberse disfrutado en los primeros tiempos de la regeneración de la mina, y porque con la labor á cielo abierto se arrancaba todo, incluso la pirita de hierro y el azufrón que no acusaban señales de cobre.

En los años siguientes aumentó algo la ley media hasta llegar á

ser de 2,95 por 100 para las 1,099975 toneladas que se arrancaron en el año 1885.

La comparación de estos últimos resultados, sin otros comentarios, tal vez hiciera creer en un aumento progresivo de riqueza para las menas á medida que se excavan á mayor profundidad; pero si se recuerda lo que hemos dicho al principio de esta discusión referente á las labores sitas en los niveles superiores, donde abundan más los trabajos de los romanos y los de la primera época de explotación en los tiempos modernos, habría que convenir en que más bien tiene lugar lo contrario, puesto que en los pisos más bajos, donde la masa mineral estaba tal y como la dejaron los antiguos explotadores, la ley media en cobre de las piritas no alcanza á la indicada por los ensayos de las menas de los pisos superiores.

Por lo que se refiere á la manera de estar distribuidos los minerales más ó menos cupríferos dentro de la masa metalífera que consideramos, y si obedece ó no su repartición á una ley cualquiera bien determinada, expondremos lo observado por los diferentes ingenieros que más detenidamente han estudiado aquellos criaderos y lo que nosotros mismos hemos podido apreciar.

La disposición irregular de los trabajos romanos dentro del criadero indica desde luego que las partes de mayor ley en cobre, entonces explotadas, formaban masas que á veces se extendían por grandes espacios, según puede juzgarse de los huecos que aquellos trabajos dejaron. Muchas son las labores romanas de esa clase que pudiéramos señalar; pero para formarse idea de ellas basta examinar la figura 1.ª de la lámina 9, en la cual hemos dibujado las galerías abiertas en el séptimo piso cuando la explotación se hacía por cuenta del Estado. En dicha figura aparece, en efecto, á la inmediación del hastial del norte del criadero, la sección horizontal de la llamada *Cueva de Crispulo* que, con su contorno sumamente irregular, abarca una longitud de más de 50 metros en la orientación de E.SE. á O.NO., uniéndose por el sudeste con la titulada *Cueva de San Joaquín*, que llega hasta el centro de la masa piritosa. Unos 25 metros al sur del pozo de *Santa Ana* se halló otro hueco

mucho menor, llamado *Cueva de La Veintiuna*, formado por dos anchurones unidos por una galería estrecha, arrumbada de SE. á NO.; otros más pequeños todavía se hallaron en la porción del criadero que sigue hacia el pozo de *Santa Bárbara*; en el ensanche que la masa forma hasta el pozo de *Lepanto* apareció otro con más de 50 metros de longitud, al cual se denominó *Cueva de Pudente*, y, por último, á lo largo del hastial del norte del ensanche oriental del mismo criadero se descubrió una serie de excavaciones llenas de escombros. No es raro, por otra parte, que los huecos se extendiesen en sentido vertical entre dos de los pisos que posteriormente se labraron en la mina y aun en mayor espacio: así, por ejemplo, sucedía con las *Cuevas de Crispulo* y *de La Veintiuna*, según puede apreciarse examinando el corte XI, en la misma lámina 9, que precisamente hemos trazado con ese objeto.

Esas labores aparecen siempre separadas entre sí por macizos de piritas que, aun cuando en la actualidad constituyan objeto de beneficio, sin duda no podían aprovechar los antiguos explotadores para extraerles el cobre con ventaja.

Aparte de esto, los ensayos manifiestan que, en una labor dada, las muestras varían considerablemente, aun cuando á veces los puntos de que procedan sólo disten entre sí unos cuantos centímetros, sea en el sentido horizontal ó en el vertical; no manifestándose en conjunto cambios de cierta regularidad sino en aquellos parajes en que la masa piritosa se halla fraccionada por litoclasas que, aunque siguen diversas direcciones, es lo más frecuente que se aproximen bastante á la normal del criadero; en cuyos casos se advierte que las diversas fajas comprendidas entre dichas litoclasas acusan modificaciones más ó menos bruscas respecto á su riqueza en cobre.

Resulta, pues, que la repartición en el criadero de las menas cupríferas es muy irregular, sin perjuicio de lo cual ha podido deducirse que aquéllas abundan más á la inmediación de los pórfidos; de modo que si el criadero se considera dividido en dos partes siguiendo la dirección de la cuña pizarrosa que penetra en parte del mismo por el lado oriental, la septentrional resulta con mejor ley en

cobre que la otra, según ya lo debieron observar los antiguos, que establecieron la mayor parte de sus labores por ese rumbo, y aun apoyadas muchas de ellas en el hastial contra las rocas cristalinas, como se indica en la parte marcada con puntos en la figura 1.^a, de la lámina 9.

En el mismo ensanchamiento del criadero se halla, en la inmediación de lo excavado por los antiguos, otra zona donde la pirita indica menos cobre al ensayo, siendo en cambio de gran dureza y llevando en mezcla galena, habiendo, sin embargo, algunas vetas de menas cupríferas entre aquella parte de la masa, y del propio modo otras de galena pura, cuyo espesor suele llegar á algunos decímetros.

La pirita de cobre ó chalcopirita es la que, mezclada íntimamente con la de hierro y la arsenical, ó á veces formando nódulos y venillas en la primera de estas últimas, determina en general el contenido de cobre de los minerales del criadero; pero las menas más ricas se deben especialmente á la presencia del sulfuro cuproso ó chalcosina, ya revistiendo los lisos de la pirita común, ya también formando en ella filoncillos ó venas.

Más rara que las precedentes especies es la del cobre gris, pero suele verse enriqueciendo á algunos ejemplares, mientras que á las menas pobres acompaña de preferencia la blenda, vaya ó no asociada con la galena, cuyo mineral de plomo suele también hallarse ó impregnando la pirita á la manera que la citada blenda, ó formando venas aisladas entre los lisos de aquélla, según dejamos indicado antes. Por lo general es argentífera en el primer caso y pobre en el segundo, siendo de advertir que donde principalmente se han hallado las menas de plomo ha sido en el ensanchamiento del oeste.

La debida apreciación de los caracteres físicos de los minerales es de la mayor importancia para la clasificación más conveniente al objeto á que se les destine, y con la práctica llegan los mismos operarios á poder separar menas que apenas se diferencian en medio por ciento de ley en cobre.

Sin duda, teniendo en cuenta las diferentes circunstancias que

acabamos de señalar, un distinguido ingeniero dijo que «La mejor idea que puede formarse de la esparsion de los minerales ricos en la masa ferro-cobrizada, es compararlos con un criadero en *Stoc-kverk*, cuyo foco se halla en el costado norte, y cuyas ramificaciones, ora se interrumpen, ora se cruzan y reunen aumentando ó disminuyendo de potencia,» condiciones que son un grave inconveniente para el sistema de explotación por huecos y pilares que allí hubo desde antiguo establecido; porque sometidas las excavaciones á líneas rectas, no era posible tener en cuenta las condiciones de repartición de las menas en la masa metalifera, ni, por consiguiente, conseguirse durante algún tiempo en una misma labor una ley de cierta constancia en los productos arrancados.

Las quiebras que se muestran en las rocas, tanto sedimentarias como hipogénicas, que forman la caja del criadero, aparecen también en éste constituyendo diversos sistemas de litoclasas, de los cuales es el más constante el que, dando á ciertas porciones de la masa piritosa una aparente estratificación, las divide en las fajas de diferente riqueza de que hemos hablado.

En ocasiones son tres los sistemas principales de grietas que se asocian en determinados espacios, fraccionando las piritas en macizos romboédricos, contribuyendo mucho á la inestabilidad de las columnas ó pilares de mineral que en la explotación se dejaron, por la facilidad con que se provoca la desagregación y descomposición de la misma piritita según aquellos cruceros ó planos de fractura ⁽¹⁾.

Éstos, como es natural, no siempre se hallan orientados de la misma manera. En los tres, por ejemplo, que se asocian al nivel de *El Túnel*, tantas veces citado, hemos apreciado que el más señalado marca la dirección al E. 20° N., con inclinación de 76° al N. 20° O.; otro se arrumba al N. 15° O., con inclinación de 65° al N. 15° O., y el tercero se orienta al N. 1° O., inclinado 84° al O. 1° S., mientras que en el respaldo opuesto, ó sea del norte, se nos ofreció otra asociación de cuatro sistemas, en la cual

(1) Muchos de los hundimientos ocurridos en la mina no reconocieron otro motivo que la caída de algunos pilares á consecuencia de esa causa.

uno de ellos se arrumbaba al N. 45° E., inclinando 85° al E., 45° S.; el segundo al N. 25° O., con inclinación de 68° al E. 25° N.; el tercero al N. 7° O., con pendiente de 78° al E. 7° N., orientándose el cuarto al N. 17° O., con inclinación de 70° al E. 17° S.

Tres sistemas de litoclasas observados en otro paraje nos dieron para cada uno de ellos las direcciones al N. 45° E., E. 27° N. y N. 20° E., con las respectivas inclinaciones de 80° al O. 15° N., 74° al N. 27° O. y 65° al O. 20° N.

Establecido el ventajoso sistema de labor á cielo abierto, se aprovechaban actualmente los minerales que en explotaciones anteriores habían quedado formando los cielos, columnas y entrepisos, hasta los niveles más bajos á que se había llegado con esos otros trabajos.

El desmonte de la montera ⁽¹⁾, con el cual se descubrió el gran ensanche del criadero comprendido entre los pozos *Brujaluni* y *Nuevo* (véase lám. 9, figuras 1.^a y 5.^a), alcanzaba en 1888 una longitud de 500 metros, presentando para la labor á cielo abierto un macizo de mineral enorme, puesto que puede calcularse en 400 metros de largo, con ancho medio de 72 ⁽²⁾ y una profundidad de 90, contada hasta el nivel de *El Túnel*; de modo que, aun cuando esos límites no se extendieran más, siempre resultaría para el macizo dicho un volumen de 2.592000 metros cúbicos, comprendiendo en él los huecos correspondientes á las explotaciones verificadas con anterioridad al establecimiento de esta clase de labor. De tan inmenso cubo, en la actualidad queda ya poco por excavar.

Las labores están dispuestas en gradas ó bancos de distinta altura (de 10 á 24 metros), contándose ya seis en las laderas meridionales de los cerros Salomón y Colorado y otros varios á nivel más bajo de la superficie de la masa de piritas. De los primeros, que son los que corresponden á la porción estéril, el inferior, que es el de mayor altura, se halla en contacto de la dicha masa de piritas, y los otros

(1) El volumen de estéril arrancado en 1886 ascendió á 484945 metros cúbicos; en 1887 fué de 423858, y el total, desde el principio de los trabajos hasta fines de 1887, está representado por 4.474656 metros cúbicos.

(2) El ancho máximo es de 125 metros.

cinco, á nivel más alto, se encuentran espaciados de 10 en 10 metros, formando escalones en las rocas ferruginosas y en las cristalinas de las laderas indicadas.

El más bajo de los excavados en la montera de hierro, y los que le siguen en profundidad, dentro del mineral, forman, como es consiguiente, un hoyo grandísimo de forma alargada en el sentido de la dirección del criadero; habiéndose cortado gran parte de los respaldos para lograr el arranque de casi la totalidad del macizo de menas sulfuradas descubierto hasta el piso de *El Túnel*, por donde se verifica actualmente la extracción, empleando locomotoras.

Estas mismas máquinas circulan libremente sobre los bancos, arrastrando los trenes de vagones cargados de los minerales previamente clasificados en las diferentes labores, hasta que, encontrando salida por socavones arreglados al efecto á distintos niveles, van á terminar su marcha en los puntos de descarga designados para cada clase de mena, ó continúan hasta el muelle de Huelva si conducen piritas destinadas á la exportación.

Para los transportes de la parte estéril en los bancos superiores, se usa un material especial: los carriles establecidos para ese objeto son estrechos; no se emplea generalmente sino fuerza de sangre, y cuando se aplica el vapor las locomotoras son mucho más chicas que las usadas para el mineral. En uno y otro caso los escombros se vierten en vaciaderos dispuestos al nivel conveniente para cada una de las gradas; y tal ha sido la cantidad de escombros transportada que la topografía del terreno ha variado por completo en el espacio comprendido entre la labor á cielo abierto y el río Agrio.

Excavación tan desmedida sorprende si se la mira desde la pequeña explanada que se halla al sur, desde la cual se divisan centenares de operarios que proyectan su imagen, sumamente achicada por la distancia, sobre las rocas rojizas de la caja del criadero, ó sobre las menas verdosas que excavan, formando un extraño contraste los huecos de las antiguas galerías que, cual raquíticos agujeros en comparación de los extensos escalones que paulatinamente los van absorbiendo, se acusan en los taludes del norte y del oeste; y toda-

via los efectos que se producen son mucho más extraños y fantásticos si se contemplan de noche á la luz de dos focos de luz eléctrica del sistema de Siemens que, dotados de potentes reflectores, iluminan aquel inmenso circo cuando las necesidades del trabajo lo reclaman. La porción oriental de la figura 5.^a de la lámina 9 y los cortes transversales correspondientes dan una pálida idea de lo que era esa excavación hace unos cuatro años: en la actualidad es todavía más grande, habiéndose arrancado ya hasta el nivel de *El Túnel* la mayor parte de la pirita que en esos dibujos aparece.

Á poniente de la labor á cielo abierto, el arranque de las piritas se practica por galerías subterráneas de gran sección, siguiendo el antiguo sistema de huecos y pilares. Las galerías longitudinales corren hasta el extremo occidental del criadero, y la extracción de los minerales se verifica por los pisos situados al nivel de los socavones que están relacionados con ciertos bancos de la labor á cielo abierto. De ese modo no solamente la locomotora puede recorrer de extremo á extremo el criadero de *Nerva*, sino que también llega en la actualidad, siguiendo los niveles del socavón de *San Roque* y *El Túnel*, al criadero de *San Dionisio*. (Véase la fig. 5.^a de la lám. 9.)

Por último; hacia el fondo de la labor á cielo abierto, por la parte del norte, continúa una porción de la masa metalífera que, por estar muy cargada de rocas de la caja, se ha creído mejor seguir explotándola subterráneamente, así como también una buena extensión de la que sigue por bajo del mismo fondo, y á este efecto se han establecido ya algunos pisos, de los que se extraen las menas por el pozo inclinado que se señala en la figura 5.^a de la lámina 9, en cuya parte superior se halla como motor una máquina de vapor fija.

Criadero de San Dionisio.—Notable por más de un concepto, está hoy reconocido perfectamente en longitud y anchura por medio de galerías reales y traviesas que forman dos pisos que respectivamente se corresponden con el socavón de *San Roque* y *El Túnel*, entre los cuales dos pisos se ha establecido también otro intermedio. (Véase lám. 9.)

Al nivel del primero de ellos mide el criadero una longitud de 1050 metros, con un ancho máximo de 100; y como por bajo del inferior se ha comprobado la continuidad del mineral hasta la profundidad de 148 metros, por medio de un sondeo hecho con barrenos de diamantes desde una travesía inmediata al pozo *de San Dionisio*, junto al hastial del sur, nada más se necesita para asegurar la existencia de una masa de piritas capaz de sostener la explotación durante muchos años; con la favorable circunstancia de que la ley media en cobre de las menas de los pisos hasta ahora abiertos en ella es mayor que en los demás criaderos que se explotan en la localidad, por lo cual puede decirse que el de que hablamos es hoy día el más importante de todos ellos.

Lo mismo que se verifica en el criadero *de Nerva* ya descrito, el *de San Dionisio* arma entre pizarras, que forman el yacente por el lado del sur, y rocas metamorfoseadas cristalinas y pórfido cuarzoso que, por el lado septentrional, limitan el pendiente, que por cierto está muy inclinado. Por uno y otro lado, y especialmente por el del norte, son muy sinuosas las superficies de contacto entre la caja y el criadero, cuya forma se asemeja bastante á la de un filón de contacto, lo cual bastaría para desechar la idea errónea de considerar siempre los yacimientos de piritas de la provincia como masas de figura lenticular, á la cual hemos visto no se anolda tampoco la del depósito *de Nerva*.

Estudiadas ya en otro lugar las rocas de la montera ferruginosa, sólo añadiremos aquí que el espesor de ésta, reconocido por varios pozos y sondeos, es de unos 47 metros en la parte más ancha del criadero, la cual está comprendida entre los pozos *Alicia* y el romano *Núm. 6*, hallándose en ella precisamente el gran pozo maestro titulado *San Dionisio*. En este criadero la superficie superior de las piritas se halla unos 50 metros más baja que en el criadero *de Nerva*, lo cual hace quede á un nivel inferior al de la horizontal del socavón *de Santa Bárbara*, donde estuvo la puerta de entrada al último, ó sea á la antigua *Contramina*.

El macizo de rocas estériles que se interpone entre los criaderos

de Nerva y *de San Dionisio* mide, en el sentido de la longitud de éstos, un espesor de 135 metros al nivel del socavón *de San Roque*; pero, según se representa en la lámina 9, no dejan de ofrecerse en él algunas venas y masas pequeñas de pirita; lo cual, después de todo, no significa otra cosa que un agrietamiento de las rocas estériles, y penetración, en consecuencia, de las mismas aguas mineralizadas que originaron los colosales rellenos metalíferos que se hallan á uno y otro lado de aquel macizo.

El criadero *de San Dionisio* presenta, hasta la hondura á que alcanzaban los tres pisos en el labrado, cuando visitamos las minas, una parte bastante regular y de poca anchura por el lado oriental, cuya longitud puede fijarse en 500 metros, con un ancho medio de unos 20, siendo la dirección de SE. á NO., la cual, separándose de la general del criadero, forma una inflexión brusca en la proximidad del encuentro de las dos galerías de dirección que, después de atravesar el macizo de Puerto Rubio, vuelven á reunirse por el lado del este en el criadero *de Nerva*, según se indica en las figuras 1.^a y 2.^a de la lámina 9. Desde el sitio de la indicada inflexión, el espesor del relleno metalífero aumenta rápidamente hasta medir unos 48 metros á la distancia de 50 al oeste, cuyo espesor conserva por igual en longitud de otros 150 metros, correspondiendo el pozo *Alicia*, excavado en las pizarras del respaldo sur, con los dos tercios de la expresada distancia. Después ambos respaldos del criadero se alejan uno de otro paulatinamente en una longitud de 50 metros, si bien el del lado septentrional lo verifica en mayor grado, y en aquel sitio la masa piritosa adquiere el máximo de anchura, midiendo unos 100 metros, y después de otros 50, empieza á decrecer poco á poco, pero de una manera sucesiva, hasta 50 metros hacia la parte oeste de la galería transversal que arranca del pozo *San Dionisio*, en cuyo sitio acusa 65 metros, habiendo decrecido, por lo tanto, en ese espacio de 85 metros de longitud, á razón de 42 centímetros por metro próximamente. Más adelante la tendencia al estrechamiento es más marcada, quedando reducida á la distancia de 150 metros á 29, y en tal sitio, por otro cambio brusco en la dirección del hastial del

norte en sentido contrario del que presenta en las dos secciones anteriores, la masa metalífera ensancha, y con bastante regularidad señala hasta la proximidad de su extinción un espesor de 47 metros, y después de un recorrido de 155, se termina en forma de cuña entre las paredes de la caja.

La dirección media que la masa presenta desde la gran inflexión del estrechamiento oriental hasta el extremo del oeste, es de E. $14^{\circ} \frac{1}{2}$ S. á O. $14^{\circ} \frac{1}{2}$ N.; la de la parte oriental á dicho punto es de E. $59^{\circ} \frac{1}{2}$ S. á O. $59^{\circ} \frac{1}{2}$ N., y la del conjunto del criadero puede estimarse en la de E. 22° S. á O. 22° N., con fuerte inclinación al S. 22° O.

No disponemos de datos bastantes para poder determinar con exactitud la relación que haya entre las galerías del tercer piso y las de los superiores, y, por lo tanto, nos abstenemos de representar cortes transversales que hicieran ver de una manera precisa la disposición del relleno metalífero en toda la hondura á que alcanzan las labores ejecutadas. Sin embargo, la regularidad que se nota en la inclinación de los dos respaldos, en varios sitios donde se hallan al descubierto por la excavación de las galerías transversales, hace presumir sean de poca importancia las inflexiones, conservando el criadero bastante regularidad en lo que está reconocido, pudiendo dar idea de ello la sección transversal I, trazada por *AB* del plano figura 2.^a de la repetida lámina 9. En ella tenemos relacionada la anchura del sombrero de hierro con las de los pisos primero y tercero, habiéndonos sido fácil prolongar la traza del respaldo norte, 150 metros más bajo que el piso de *El Túnel*, por el sondeo practicado en el punto que en el mismo plano se representa; lo cual acusa gran uniformidad en el macizo por el lado del yacente hasta una profundidad mayor de 200 metros contados en la masa de pirritas, y en el del pendiente hasta un poco más abajo del piso citado últimamente, en donde fué éste cortado por el pozo *San Dionisio*.

Por cálculos basados en los resultados de las labores ejecutadas en los distintos pisos, ha llegado á determinarse una cantidad de pirritas hasta el nivel del tercero de unos 10.000000 de toneladas, cuya cantidad aumenta considerablemente en profundidad en vis-

ta de lo reconocido por el sondeo á que acabamos de referirnos.

Para inclinación del criadero se obtiene en el corte transversal que hemos dibujado 60 á 76° al S. 22° O., según que se considere aisladamente la parte superior al nivel de *El Túnel*, ó la inferior determinada por el sondeo, ó sea de 63° por término medio.

En la porción reconocida del criadero de *San Dionisio*, la cantidad de pirita de cobre ó mena de cobre amarilla que en unión íntima acompaña á la de hierro, es bastante mayor que en el de *Nerva*, según se ha visto por la multitud de ensayos hechos, y también es más frecuente el encontrarla en nódulos ó venas aisladas de cierta importancia en éste que en aquél, á las que generalmente acompaña cuarzo blanco, amorfo ó cristalizado, del que suelen aparecer geodas con hermosas cristalizaciones. La filipsita no es rara en este yacimiento, acompañada, como la chalcopirita, por el cuarzo. La chalcosina ó sulfuro cuproso (*negrillo* de los mineros), además de hallarse en filoncillos que frecuentemente penetran en las arcillas de las salvandas procedentes de las rocas porfíroides, suele revestir en forma de cutícula las litoclasas de la masa mineral, siendo de advertir que su presencia no hace subir mucho la ley en cobre de los minerales, lo cual significa que es sumamente tenue.

El cobre gris suele verse también en condiciones análogas á las de las especies cobrizas acabadas de nombrar, y todas ellas dan lugar á un apartado de minerales con ley en cobre de 7 á 8 por 100, destinándose, tal y como salen de la mina, para mezclarlos en los lechos de fusión, compuestos de otras menas calcinadas, cemento procedente como residuo del lavado de la cáscara obtenida en la cementación y otros productos más ó menos ricos en cobre, siendo los minerales cuarzosos de que hemos hecho mención un excelente fundente.

No es raro, además, que entre las menas piritosas se muestren la blenda y la galena, cuya última especie, aunque por lo común laminar, tiene en ocasiones textura granuda, y suele penetrar en las vetillas de mena amarilla de cobre, sin confundirse con ellas; sucediendo también que en algunos sitios la masa del criadero ad-

quiere, en porciones muy pequeñas, estructura brechiforme, por componerse en ellas de trocitos angulosos de la pirita común incluidos en un cemento formado por la asociación íntima del cuarzo, la chalcopirita y la galena, á cuyas especies se une alguna vez la filipsita con las hermosas irisaciones que le son propias. No parece, pues, sino que, hendida en muchas direcciones la masa de pirita común, esas otras mencionadas especies llenaron después las grietas en ella producidas; circunstancia acerca de la cual hemos llamado la atención al exponer nuestras ideas acerca de la generación de esta clase de criaderos. De todas aquellas substancias, si no hubo alteración en su depósito, la última que apareció fué sin duda el cuarzo, pues de otro modo, á no recurrir á movimientos y sustituciones moleculares, difíciles de comprender en este caso, no podemos explicarnos la existencia, que hemos visto, de pirita amarilla aprisionada en la masa de un cristal de cuarzo, ó la presencia en un trozo de igual materia, de donde sale un hermoso grupo de cristales del mismo mineral, de trocitos angulosos de pirita común empastados en él, y además granos de filipsita, chalcopirita y galena salpicando la substancia silicea.

Consecuencia precisa de la mayor abundancia de menas cobrizas en la masa de pirita común del criadero *de San Dionisio*, comparada con la del yacimiento *de Nerva*, es que la ley media en cobre de los minerales obtenidos en el primero no baje del 4 por 100 en la parte reconocida, según nos ha asegurado el Director de aquel establecimiento mineralúrgico; cuya circunstancia ha contribuido esencialmente para que la riqueza del conjunto de menas extraídas de todos los yacimientos de la localidad haya sido más elevada de lo que hubiera resultado sin esta circunstancia.

Finalmente, á la manera de lo que se verifica en el criadero *de Nerva*, la masa metalífera del *de San Dionisio* aparece dividida por sistemas de litoclasas en prismas romboédricos de tanto mayor volumen cuanto que la mena sea más dura, es decir que el número de grietas es mayor donde el criadero es de menor dureza.

Pasando ahora á reseñar las labores ejecutadas para la explotación del criadero de que hablamos, indicaremos desde luego que en la

superficie aparecen bocas de tres socavones situados á los niveles que se marcan en la figura 5.^a de la lámina 9 y diversos pozos abiertos por los romanos, siendo además varias las excavaciones que dentro de la masa y á distintos niveles de lo actualmente reconocido, especialmente en el superior que se correspondía con el socavón *de San Roque*, en el criadero *de Nerva*, aquellos mineros labraron. En el piso de ese nivel, que es el representado en la figura 2.^a de la misma lámina, las excavaciones abundan, sobre todo en la parte de levante, ó sea en la más estrecha del criadero; en la de poniente no se repiten tanto, y en general son más frecuentes hacia el respaldo septentrional, constituido, según ya hemos dicho, por rocas cristalinas, siendo raras hacia el del sur, formado por pizarras. Por bajo del piso tercero, al ejecutar algunas galerías, se han hallado también diversas labores de la misma época en la parte del oeste, correspondiéndose sin duda con el nivel del socavón romano marcado con el núm. 4 en la indicada lámina.

En la época moderna los trabajos establecidos para la explotación de este criadero por la empresa propietaria, consisten, como ya más arriba hemos indicado, en dos sistemas de galerías de gran sección que se cortan normalmente. En el piso primero y en el tercero las galerías longitudinales ó reales más próximas á los dos hastiales se prolongan al través del macizo de rocas estériles que establece la separación entre los criaderos *de San Dionisio* y *de Nerva*, siendo la continuación de las que en condiciones semejantes se hallan en la parte occidental de este último, yendo luego á buscar salida por el socavón *de San Roque* las del primer piso, y por *El Túnel* las del tercero.

La extracción de las menas procedentes del segundo piso se hace por el pozo maestro *San Dionisio*, y lo propio tuvo lugar con las del tercero, hasta que en Junio de 1884 se consiguió el rompimiento por las galerías de ataque que, partiendo del citado pozo y del criadero *de Nerva*, se llevaron á cabo con gran rapidez con el empleo de máquinas perforadoras movidas por aire comprimido; y establecidas luego vías férreas circularon las locomotoras, pudiendo recorrer hoy los trenes de vagones, con la misma rasante, el trayecto que



media entre la parte occidental del criadero piritoso de *San Dionisio* y el muelle de Huelva.

Además del pozo *San Dionisio* hay otros donde están instaladas máquinas de extracción que se ponen en marcha cuando las necesidades de los trabajos lo reclaman; pero desde que los trenes circulan libremente por los referidos pisos no son tan necesarios, y, por lo tanto, no se hallan en trabajo continuo, si se exceptúa el *San Dionisio*, por donde salen, además de ciertas menas del tipo común, las especiales que se destinan para la fundición. Dicho pozo está preparado al efecto con jaulas guiadas, movidas por una máquina de lo más perfeccionado, en donde ascienden vagonetas que, desde una plataforma convenientemente dispuesta, pueden verter los minerales á los depósitos establecidos, y desde allí, con vagones mayores, se conducen á los hornos que se hallan en la ladera sur de la mesa de Los Pinos ó á donde se los destine; pues la vía férrea que parte desde los descargaderos de aquel pozo, continúa hasta enlazarse y formar parte de la red del establecimiento, según se puede formar una idea por la inspección de la lámina 8.

El desagüe se verifica por el mismo pozo *San Dionisio* con una magnífica máquina del sistema de Cornwall.

Se ve, pues, que en la actualidad el campo de explotación en este criadero es ya considerable, aumentándose continuamente con los diferentes pisos que se van preparando á niveles más bajos y con la rapidez que se desee, pues los distintos pozos *Alberto*, *San Eduardo*, *Alicia*, *San Dionisio* y *Alfonso*, están espaciados de manera que los puntos de ataque puedan ser muchos en poco tiempo, puesto que los trabajos de reconocimiento se practican con sonda de diamantes, y en los preparatorios se hace uso de barrenas mecánicas; resultando de todo ello que, si grande es el criadero, los medios para su explotación no lo son menos, pudiendo conseguirse holgadamente la producción fijada para cada año por el Consejo de administración de la compañía propietaria de las minas.

Criadero del Balcón del Moro.—Como antes hemos indicado, las

masas de piritas que se hallan al norte de los cerros Salomón y Colorado son tres, por más que en la superficie los caracteres exteriores no acusen su aislamiento por confundirse ó no presentar solución de continuidad las rocas ferruginosas de la montera. Las diferencias entre las superficies que corresponden á las masas de piritas y al sombrero de hierro, pueden verse por la comparación de las figuras respectivas de las láminas 8 y 10.

Las rocas ferruginosas de la montera del criadero piritoso del *Balcón del Moro*, se extienden mucho más de lo que corresponde al espacio en que los trabajos hechos han descubierto menas de piritas, y en algunos sitios, como sucede al pie del cerro Colorado, están además cubiertas por un manto detrítico que lo oculta todo, impidiendo distinguir la verdadera situación de los respaldos, siendo imposible el hacerse cargo, por los caracteres exteriores solamente, de la extensión del criadero, especialmente por el lado del sur.

Al norte del mencionado cerro asoman, entre el mencionado manto detrítico, rocas porfiroides estratiformes que, en dirección al E. SE., se extienden en zona estrecha desde la parte oriental del cerro Retamar hasta más al este del hoyo Valdetimones, separando en dos grandes ramales los crestones de que estamos hablando; cuya circunstancia hizo suponer hace años una bifurcación del relleno piritoso en la misma forma, lo cual no ha encontrado confirmación en los trabajos de reconocimiento, que, por el contrario, han dado un resultado negativo en lo que corresponde á la ladera del cerro Colorado, según diremos en seguida.

La existencia de pozos antiguos es ciertamente un buen carácter, en la región provincial que describimos, para presentir la existencia de masas de piritas, sobre todo si en los parajes donde están practicados hay crestones de mineral de hierro, como tiene lugar en la ladera septentrional del cerro Colorado, materialmente acribillada por ese género de labores; pero, como en las consideraciones generales acerca de los criaderos piritosos hemos indicado, no siempre marcan ó corresponden tales caracteres con la extensión del relleno piritoso,

pues á veces, como sucede en el presente caso, los crestones ferruginosos ó se extienden más allá de los verdaderos respaldos del criadero, ó sólo se relacionan con depósitos insignificantes de piritas, muy frecuentes en las inmediaciones de los grandes yacimientos de la misma mena.

Nada tiene, pues, de extraño que en épocas como la romana, en que no se tenía todavía conocimiento de la ciencia geológica, se multiplicasen demasiado los pozos con que se exploraba un terreno, y tanto más cuanto menor fuese el número de los que respondiesen al objeto de su apertura, lo cual encuentra todavía mayor disculpa en el recuesto septentrional del cerro Colorado, donde las rocas ferruginosas características de los asomos piritosos se extienden en una buena parte de la superficie del suelo, separada de la que ocupa el criadero de que tratamos.

Así se ha visto comprobado con los sondeos practicados por cuenta del Gobierno en el citado paraje antes de enajenarse las minas, los cuales están señalados con los números 2, 6 y 8 en el informe ó Memoria de los ingenieros que tasaron las minas ⁽¹⁾; sondeos que penetraron en rocas porfiroides después de atravesar 27 á 28 metros del terreno colorado sin tropezar con menas piritosas. Tal circunstancia se ha repetido también en algunos de los pozos antiguos que se limpiaron, y más tarde al practicarse por la empresa que hoy posee las minas el túnel ó galería que pone en comunicación los criaderos del norte con los del sur, que está señalado por línea de trazos en la lámina 10, puesto que esa labor únicamente cortó algunas vetillas insignificantes de pirita diseminadas en la roca porfídica estratiforme y entre el pórfido compacto que constituye el núcleo de la montaña, según dejamos manifestado más arriba; así como también en los testigos de un sondeo practicado con sonda de diamantes se ha visto pirita, pero con la especial circunstancia de hallársela como relleno de un hueco pequeño, indicando bien claramente fué una intrusión de la substancia metalífera, más bien que segregada de la roca hipogénica. El sondeo á que nos referimos

(1) *Boletín de ventas nacionales*: 11 de Mayo de 1874, pág. 3.

se estableció en la cumbre del cerro Colorado, en el sitio llamado Pozo Hondo.

Por el lado del norte, la demarcación de la traza del respaldo de ese lado es bastante fácil, especialmente en los riscos de pizarras que sobresalen del nivel del suelo en lo que llaman Balcón del Moro, acusándose al pie una hondonada con tierra colorada que se extiende bastante en dicho paraje en el sentido de la dirección del criadero; hondonada que corresponde precisamente, según se ha comprobado por galerías subterráneas, con la masa de piritas.

De todo ello resulta que las rocas ferruginosas correspondientes al criadero que describimos, se extienden desde el hoyo Valdetimones hasta las cercanías del cerrillo del Retamar, en una longitud mayor de 1000 metros, formando una faja bastante regular que se encorva hacia el cerro Colorado y se estrecha por su lado occidental, acusando como dirección media la de O. 17° N. á E. 17° S., con inclinación en el yacente de 66° al S. 17° O. y casi vertical en el pendiente, y que debe considerarse como crestón falso toda la rama meridional que desde el hoyo Valdetimones se extiende por la ladera del cerro Colorado hasta la cumbre, pasando por la cúspide del cerro Retamar, según se determina en la lámina 3.

Dedúcese, por lo tanto, que en realidad el criadero de que tratamos se halla comprendido entre la galería 2.ª Malaño y el hoyo Valdetimones, debiendo considerarse los respaldos en los riscos del Balcón del Moro, el del techo; y en la zona de las rocas metamorfoseadas porfiroides del pie del referido cerro Colorado, que separa al sombrero de hierro en las dos ramas á que hicimos alusión anteriormente, el del muro.

Las verdaderas dimensiones que la masa de que estamos tratando debió tener antes de que los mineros fenicios y romanos estableciesen en ella sus colosales trabajos, no es fácil representarlas; pero puede asegurarse que el volumen de la masa debió ser grande, en atención á que la mayor parte de las escorias que se hallan en La Dehesa (paraje *g* de la lám. 3) puede suponerse, sin temor de separarse de la verdad, representan los residuos de la fundición del mineral extraído de aquel criadero por los antiguos.

Los diferentes cortes que de él se figuran en la lamina 10 pueden dar una idea de la forma del mismo, por más que las tierras de los rellenos y hundimientos acaecidos en las antiguas labores presenten, por el transcurso del tiempo, confusión de caracteres que á veces hacen dudar si los materiales que circundan las piritas halladas son efectivamente debidos á las causas dichas, ó por el contrario corresponden en algunos parajes á las rocas de la caja que por alteración hayan tomado el aspecto terroso.

Indiquemos ahora algunas de las circunstancias que se presentan en los cortes transversales que están dibujados en la lámina 10. En el I los pozos números 65 y 66, después de haber atravesado las rocas superyacentes á las piritas en el espesor que se representa, siguieron en estas menas por bajo de las labores del primer piso, sin que con ellos se llegase á atravesar la masa cuando visitamos la mina, mientras que en el piso primero los hastiales quedaron determinados por las galerías transversales, resultando un ancho de la masa en aquel punto y á aquella profundidad de 77 metros.

En el corte II, el pozo núm. 4 cruzó también el límite superior é inferior de la misma, según se representa en el dibujo, habiendo permitido otras galerías y la situación de los hastiales el trazado que se dibuja. La situación del pozo núm. 5, en el corte III, precisa ya más la disposición del macizo porfidico que se prolonga por debajo del relleno piritoso hasta más al norte del pozo por lo menos; y si á estos datos se agrega el que con el pozo núm. 50 se hallaron las rocas porfiroides en la forma representada en el corte IV, habrá que convenir en que las pizarras del hastial noroeste deben encurvarse muy poco debajo de la masa de piritas, que por lo tanto debe gravitar más bien sobre el macizo de rocas porfidicas. Según se nos ha dicho después, la galería que en la figura 1.^a de la misma lámina está indicada por líneas de puntos en la longitud del criadero, comunica con el socavón de la huerta de La Cana, estando excavada en roca estéril semejante á las porfiroides pizarreñas encontradas en una parte de *El Túnel*, al norte de la divisoria del cerro Colorado, y de las descubiertas en las calderas de los pozos que acabamos de

mencionar; todo lo cual parece indicar que las piritas debieron de quedar por encima del nivel de estas labores.

Las líneas de trazos, que representan una sección horizontal del criadero, están determinadas, según hemos ya dicho, por galerías longitudinales y transversales, dando, por lo tanto, con bastante exactitud, la forma del relleno que, como se ve, se extiende, por el extremo occidental especialmente, bastante menos que las rocas de la montera, determinándose para esta sección una longitud de 725 metros.

La capa de rocas que gravita sobre las piritas mide mayor espesor en la parte occidental que en la oriental, siendo de 49 metros al oeste del risco denominado Balcón del Moro y de 48 en el gran pozo maestro núm. 4. En el pozo núm. 5 se llegó á las piritas á los 54 metros, resultando 25 metros á 150 al sudeste de ese paraje y 51 en el extremo oriental. La superficie de la masa de piritas, comprobada hacia el extremo occidental, referida, como hemos venido haciéndolo, al nivel del piso de la estación del ferrocarril, acusa un desnivel de 118 metros.

La abundancia de trabajos antiguos rellenos de escombros ó completamente arruinados que con los actuales trabajos se han descubierto en este criadero y los restos de piritas ferro-cupríferas bastante ricas que en distintos sitios se encuentran, hace suponer con bastante fundamento que la concentración de las substancias cupríferas en la masa de que hablamos debió de ser mayor que en los depósitos del sur de los cerros Salomón y Colorado, y por lo tanto nada tiene de extraño el que aparezca hoy relativamente mucho más agotado que aquéllos, y del propio modo también más que los que inmediatamente vamos á describir; viniendo á comprobar todo ello que la mayor cantidad de los escoriales de La Dehesa proceden, según ya dijimos, de la fundición por cobre de las piritas arrancadas de tan explotado criadero.

Hay porciones, sin embargo, donde la pirita no acusa mayor ley en cobre de la ordinaria en los otros depósitos, y en tal caso constituye todavía macizos de cierta importancia, los que, á la manera

de roca estéril, dejaron abandonados los mineros romanos, y son los que hoy se arrancan; siendo digno de recordarse que entre los escombros de una de las galerías de este criadero fué donde se encontraron los restos de las dos ruedas elevatorias de agua que se representan en la lámina 6.

Criadero Salomón.—Damos este nombre á la masa que se extiende hacia el este, desde el hoyo Valdetimones, por las umbrias del cerro Salomón. En la superficie, el sombrero de hierro correspondiente á este criadero aparece unido con el de *La Cueva del Lago*, del que hablaremos inmediatamente, simulando una bifurcación en el extremo noroeste, cuya rama más septentrional se prolonga hasta confundirse con la de la montera del criadero *del Balcón del Moro*, ya descrito, y terminando la meridional en punta aguda, junto al hoyo de Valdetimones, donde queda una solución de continuidad con las rocas ferruginosas de la ladera del norte del cerro Colorado, según puede verse en la lámina 3, y por el sudeste se prolongan en zona sinuosa, que sucesivamente va estrechando hasta su terminación en la proximidad del departamento llamado Los Planes.

En la rama meridional, que es realmente la que corresponde al criadero *Salomón*, el número de pequeños hoyos y señales de escombros, que representan sin duda otros tantos pozos antiguos, es considerable, y las rocas ferruginosas constituyen una excelente mena de hierro, de que ya se han recogido considerable número de toneladas para su exportación al extranjero, procediendo precisamente de aquel paraje los mejores ejemplares que hemos obtenido de hematites roja con las bellas coloraciones del arco iris.

Por los trabajos de reconocimiento establecidos en la superficie y los subterráneos, ha llegado á comprobarse que en sección horizontal el macizo de piratas está mucho más limitado que el de los asomos ferruginosos de que acabamos de hablar, como puede verse en la figura 5.^a de la lámina 10, donde se acusa una longitud de 450 metros y anchura máxima de 130. La dirección de este criadero es paralela á la del que describimos anteriormente, y la inclinación con-

traría en los hastiales del nordeste y sudeste hace tienda éstos á convergir hacia un paraje que se aproxima mucho al costado sudeste, por efecto del fuerte ángulo que afecta éste, mientras que en el del noroeste no alcanza los 45° por término medio.

Aunque no tan explotada como la *del Balcón del Moro* la masa de que tratamos, no han dejado, sin embargo, de haberse encontrado en ella con los trabajos actuales varias excavaciones de los mineros antiguos, especialmente en la proximidad de los pozos marcados en la ya referida figura 5.^a por los números 9 *b* y 9 *c*, al nivel del segundo piso. Consisten esas excavaciones en unas cuevas de forma irregular, que en su mayor parte estaban rellenas de escombros, y en otras de menor importancia en los extremos junto á las rocas porfíroides y terrosas que constituyen la caja por el lado nordeste.

Los pozos números 5 *a* y 5 *b* que aparecen en el corte V, determinaron una inclinación de 24° para el yacente del criadero en aquel sitio, por haber llegado sus calderas á la roca porfídica; y si, por otra parte, y según se nos ha dicho, las galerías que en proyección están representadas en el dibujo por líneas de puntos han quedado por debajo de la masa de piratas, la hondura de éstas sería bien inferior á su ancho, siendo éste un buen ejemplo en contra de la ley que por algún tiempo se ha creído bastante exacta para deducir la profundidad mínima de un depósito piritoso en función de la anchura, pues para ello hubiera sido necesario que por lo menos alcanzase en profundidad una vez y media la dimensión de su ancho, como indica la pretendida regla.

Como el corte transversal indica, esta masa en el contacto de las rocas ferruginosas de los asomos mide todavía más extensión que la marcada en la figura 5.^a, que corresponde á una sección á nivel más bajo; circunstancia que acusa una rápida disminución en la superficie de las secciones horizontales á medida que corresponden á niveles más bajos.

Las piratas que constituyen la mayor parte del criadero son de escasa ley en cobre, notándose siempre enriquecimiento en este metal cuando los trabajos se aproximan á lo explotado por los antiguos.

Criadero de La Cueva del Lago.—Damos este nombre al depósito de piritas que queda comprendido entre la cueva del Lago y el hoyo Valdetimones, afectando como dirección media la de E. 28° S. á O. 28 N. y una inclinación bien marcada hacia el nornordeste, acusando el respaldo del muro un ángulo de 40°, mientras que el del techo mide unos 74°, circunstancias que pueden apreciarse en la figura 2.^a y en el corte V de la misma lámina 10.

El contorno en las secciones horizontales es irregular, señalándose en el yacente una protuberancia en la segunda mitad más occidental de la masa. La longitud media del criadero en los pisos superiores alcanza unos 500 metros y 75 de ancho. El espesor de la montera ferruginosa, de cuya disposición nos ocupamos anteriormente, es de 22 metros en el pozo que comunica con el socavón de la huerta de La Cana, hacia el extremo oriental del criadero; de 56 metros en el llamado *de Las Escalas*, ó sea el núm. 4 de la figura 2.^a, y 23 en el extremo noroeste.

Por el lado del norte, la penetración de las sustancias metalíferas en las rocas metamorfoseadas y las porfidicas de la caja se extendió hasta unos cuantos metros del hastial del techo, hallándose la roca tanto más mineralizada cuanto menor es la distancia al depósito piritoso; circunstancia que se ha comprobado con la apertura del socavón que hemos mencionado en el párrafo anterior, cuya boca se encuentra 55 metros sobre el nivel del consabido plano de comparación, ó sea sobre el piso de la estación del ferrocarril. Los minerales consisten allí en pirita de hierro sola ó con mezcla muy escasa de la de cobre, y sobre todo en galena, diseminados entre las fisuras y poros de la roca; pero sin que lleguen á constituir menas aprovechables.

Á continuación de dicha galería se halla el cuarto piso de los trabajos subterráneos establecidos en aquel criadero, según el sistema de huecos y pilares, habiendo sobre él un macizo de mineral compacto de 45^m,50 en completa explotación; y por bajo del mismo tiene también lugar el arranque en otros pisos distribuidos en una profundidad mayor de 50 metros, siendo insignificantes y en

corto número las labores antiguas que se hallan en este criadero.

La pirita del yacimiento que estamos describiendo es generalmente muy pobre en cobre, por más que en algunos sitios no dejan de encontrarse minerales ricos por su contenido en chalcosina y chalcopirita, especies que se hallan principalmente en la proximidad de las rocas porfíroides de los hastiales, donde penetran en filoncillos por entre las grietas de las sustancias terrosas procedentes de la descomposición de aquellas rocas.

La variedad de pirita más pobre en dicho metal, y que más abunda en la parte oriental, se presenta en ciertos sitios compacta y con gran dureza, mientras que en otros es bastante porosa y se halla cristalizada en cubos cuyo lado no mide más de algunos milímetros, siendo en los hastiales del pozo núm. 1 donde la hemos visto en cristales bien determinados, pero cuyo volumen no excede de un octavo de centímetro cúbico.

En conjunto, los minerales que de allí se obtienen acusan al ensayo una ley de un 2,5 por 100 en cobre, según nos manifestó el director de los trabajos.

Como puede verse en la lámina 8, la vía férrea establecida en el interior de la mina y en la galería de la huerta y barranco de La Cana, por donde se hace la extracción de los minerales por medio de locomotoras, se enlaza con las del exterior, haciéndose fácilmente los transportes hasta los puntos convenientes.

Criadero del Valle.—Situado entre las pizarras del Culm y el porfido de los derrames de la cumbre del Pic de la Sierra, se marca al exterior por un sombrero de hierro bien caracterizado, y la presencia de las piritas, semejantes á las de los otros criaderos, se hizo patente con algunos sondeos practicados por iniciativa del ingeniero Sr. Cossio cuando las minas pertenecían al Gobierno. Indudablemente su extensión es mucho más pequeña que la de los demás que quedan descritos; pero como todavía no se han emprendido en él otra clase de labores, nada más podemos agregar que directamente le concierna.

DATOS ESTADÍSTICOS CORRESPONDIENTES AL PRIMER TRIMESTRE DEL AÑO 1888.—Para que pueda formarse una idea de la importancia del trabajo en los distintos departamentos que se consideran en las minas, exponeremos los siguientes datos estadísticos correspondientes al mencionado periodo.

Los minerales arrancados fueron:

Del criadero de Nerva.....	{ Labor á cielo abierto... 103250 toneladas.
	{ Idem subterránea..... 58198 »
Del de San Dionisio.....	Idem id..... 67535 »
De los tres del Norte.....	Idem id..... 32271 »

El número de operarios ocupados en las diferentes faenas durante el mismo periodo fué el que aparece en el cuadro de la pág. 545.

De los portentosos medios con que en las minas de Río-Tinto se cuenta para la ejecución de los transportes y trabajos podrá juzgarse por el estado inserto en la pág. 546.

Para los arrastres de minerales en las minas hay 47 locomotoras, de las cuales son 56 para el ancho de la vía normal de 1^m,07, y 11 para vía de 0^m,61. De ellas hay en las primeras 18 de á tres pares de ruedas acopladas y cilindro de vapor de 57 1/2 centímetros de diámetro, siendo capaces de arrastrar 150 toneladas en una pendiente de 1 por 50; otras 18 de cuatro ruedas, y las 11 restantes, también de cuatro ruedas acopladas y cilindro de vapor de 50; 27,5 y 25 centímetros, pueden arrastrar hasta 99 toneladas en la referida pendiente.

Para el camino de hierro de las minas á Huelva se emplean 15 locomotoras, una de las cuales tiene 5 pares de ruedas y peso de 50 toneladas, siendo las otras 14 de á 5 pares de ruedas acopladas. El material destinado á circular en esa vía es de unos 650 vagones, 65 bateas y 18 furgones, habiendo además 5 coches de lujo.

De las locomotoras para la vía estrecha, 4 tienen caldera vertical y los cilindros de 15^c,75, inclinados, pudiendo arrastrar 15 vagonetes pequeñas por vía horizontal. Las otras 7 son del modelo ordinario, con 4 ruedas acopladas y cilindro de 17^c,5 de diámetro, capaces de arrastrar 24 vagones en camino horizontal.

Además hay 22 caballos y 48 mulas de tiro para diferentes servicios.

Número de operarios ocupados en las diferentes faenas de las minas de Río-Tinto durante el primer trimestre del año 1888.

	Hombres.	Mujeres.	Niños.	Total.
Ramo de laboreo.....	579	38	449	766
{ Criadero de Nerva.. } Labor á cielo abierto...	694	46	69	779
{ Idem subterránea.....	865	46	66	947
{ Idem del Norte.....	480	41	36	527
{ Calcificación en teleras.....	280	48	94	422
{ Terreros de Nerva y La Cerdá.....	537	40	79	626
{ Departamento de Nava.....	242	5	44	231
Ramo de beneficio.....	410	23	41	423
{ Idem Los Planes: lavado del mineral en crudo.	95	23	50	168
{ Calcificación de minerales para fundición.....	352	40	43	405
{ Fundiciones.....	182	»	4	183
Transportes en la mina.....	73	»	5	78
Conservación de vías.....	446	5	10	461
Cuadras y almacenes.....	418	2	38	458
Casas y montes.....	85	»	4	89
Servicios de bombas.....	9	4	4	14
Laboratorio.....	485	4	48	534
Talleres de las minas.....	430	8	4	442
Diversos.....	5432	196	725	6353
TOTALES.....	5432	196	725	6353

Hay que contar además los operarios ocupados en los transportes desde la mina á Huelva, en la carga y descarga en los muelles, en la conservación del ferrocarril, talleres en Huelva, almacenes, etc., que en suma no bajan de 800; de modo que, uniéndolos al total precedente, resulta en definitiva el de 7453 operarios.

MÁQUINAS DE VAPOR EMPLEADAS EN LAS MINAS DE RÍO-TINTO Á PRINCIPIOS DEL AÑO 1888.

SITIO.	EMPLEO.	CLASE.	Número de máquinas.	Fuerza en caballos de vapor.	CALDERAS.	
					Número	Clase.
Criadero de Nerva.....	Extracción.....	Locomóvil.....	4	35	4	Tubular.
Idem.....	Idem y desagüe.....	Idem.....	1	23	1	Idem.
Idem.....	Idem id.....	Fija horizontal.....	1	350	2	Cornish.
Idem.....	Compresora de aire.	Idem.....	2	160	4	Idem.
Criadero de San Dionisio....	Extracción.....	Idem.....	2	80	2	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	4	400	2	Idem.
Idem.....	Idem y desagüe.....	Idem.....	4	350	2	Idem.
Idem.....	Desagüe.....	Cornwall.....	4	300	2	Tubular.
Idem.....	Compresora de aire.	Fija horizontal.....	1	480	2	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	1	480	2	Idem.
Criaderos del Norte.....	Extracción.....	Idem.....	1	44	1	Vertical.
Idem.....	Idem.....	Semifija.....	4	35	1	Tubular.
Idem.....	Idem.....	Fija horizontal.....	4	350	2	Cornish.
Idem.....	Compresora de aire.	Idem.....	1	480	4	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	4	140	4	Idem.
Idem.....	Motor de bomba....	Horizontal.....	2	44	1	Vertical.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	4	23	4	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	3	25	2	Cornish.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	2	28	2	Tubular.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	1	32	4	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	4	60	2	Idem.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	4	70	4	Idem.
Idem.....	Idem.....	Locomóvil.....	4	70	1	Vertical.
Idem.....	Idem.....	Fija horizontal.....	4	75	2	Cornish.
Idem.....	Idem.....	Idem.....	4	400	2	Idem.
Idem.....	Trituración de minerales.....	Idem.....	4	100	2	Idem.
Idem.....	Lavado de la cáseara.	Semifija horizontal.	4	30	4	Tubular.
Fundiciones... Para los fuelles de piston.....	Idem.....	Vertical.....	2	120	2	Cornish.
Idem.....	Idem.....	Horizontal.....	1	32	2	Idem.
Idem.....	Para ventiladores..	Vertical.....	2	41	1	Tubular.
Idem.....	Molino.....	Horizontal.....	4	40	3	Cornish.
Idem.....	Para la soplante....	Idem.....	4	224	4	Idem.
Idem.....	Ventiladores.....	Vertical.....	17	43	3	Cornish.
Idem.....	Condensación de vapor.....	Horizontal.....	4	45	4	Idem.
Idem.....	Idem.....	Locomóvil.....	4	34	4	Idem.
Talleres de la mina.....	Para la maquinaria.	Idem.....	4	34	2	Idem.
	Triturando las muestras de ensayo...	Horizontal.....	4	34	4	Vertical.
	Excavadora.....	Vertical.....	4	40	4	Idem.
	Para la sonda de diamantes.....	Idem.....	4	44	4	Idem.
De reserva....	Talleres.....	Horizontal.....	4	34	»	»

Para la elevación de las aguas ácidas, hasta los sitios donde se las utiliza para el beneficio de los minerales, se emplean 11 bombas de varias clases, capaces de levantar 1250 metros cúbicos por hora: de ellas, 7 tienen unido el motor á la bomba; 2 son independientes, pero movidas por máquinas fijas horizontales, y para las 2 restantes se usan máquinas semiportátiles. La fuerza total de todas ellas puede alcanzar la de 581 caballos vapor.

Para la elevación de agua dulce con destino á empleos diversos, tales como alimentación de calderas, usos domésticos, etc., hay disponibles 14 bombas que pueden ascender 245 metros cúbicos por hora. De ellas 12, son los llamados burros de vapor, con cilindro de vapor y cuerpo de bomba unidos, y las demás independientes, movidas por máquinas fijas: la fuerza representada por todas asciende á 202 caballos vapor.

La maquinaria de los talleres, tanto en las minas como en Huelva, es completa para todas las necesidades del establecimiento, haciéndose en ellos todo género de reparaciones, montajes de máquinas y construcción de diferentes clases de bombas y aparatos.

Minas de Tharsis.

SITUACIÓN DE LOS CRIADEROS Y CONDICIONES DEL TERRITORIO.—Las minas de Tharsis se hallan en la divisoria de los ríos Guadiana y Odiel, á cinco kilómetros al norte de la villa El Alosno, á cuya jurisdicción pertenece su territorio, alcanzando una altitud de 250 metros el paraje donde se halla el edificio construido para oficinas. En 1.º de Enero de 1888 habia demarcadas 1065 pertenencias y 45 demasias, cuyo conjunto representa una superficie de 1551 hectáreas enclavada en la propiedad territorial de las 11000 que, encerradas en un polígono de 65 kilómetros, poco más ó menos, de perímetro, posee allí la misma empresa minera.

Los criaderos piritosos comprendidos en aquellas pertenencias se extienden en tres zonas y se conocen en la localidad con los siguientes nombres:

Se denominan criaderos *del Norte*, de *Sierra-Bullones* y *Poca Prin-*

que los que se hallan en la más septentrional de las tres zonas dichas, así como se llama *del Centro* al que, con los crestones ferruginosos de *Los Silillos*, se extiende en otra faja al sur de la precedente y al norte de la que encierra el criadero *del Sur* y las pizarras cupríferas de *La Esperanza*.

La lámina 11, aunque no es la representación de todo el territorio de las minas, da idea exacta de la posición respectiva de esos criaderos e indica los detalles topográficos que vamos á resumir.

El suelo es en general llano y ventilado, sobresaliendo hacia su centro, con altitud máxima de 551 metros, la histórica sierra de Tharsis, de que toman nombre las minas; al oeste de la cual se extiende otra menos elevada, pero de mayor longitud, titulada de Santo Domingo, y que comprende las lomas de El Saucito, Cantareras de la Reina y otras menos importantes, mientras que por el sur nacen diversos cerrejonos que, haciendo algún tanto quebrada la topografía por ese lado, dan origen á numerosos barranquillos, afluentes del río Odiel. Por el norte y por levante únicamente destacan, en la gran llanura que allí se extiende, la cumbre de El Madroñal, poco elevada; los cerrillos de Los Gatos, con sus dentelladas crestas porfidicas, y el denominado La Hueca, que es de alguna más importancia; levantándose también, á no larga distancia al sur de ese último, los de forma cónica titulados La Gua y El Juré, y por levante los de La Juana y de Los Guijarros, separados todos entre sí, y de la sierra de Tharsis, por valles espaciosos.

El conjunto hidrográfico es muy sencillo, pues se reduce á diversos barranquillos y cañadas que, por lo general, únicamente llevan agua cuando llueve, para verterla en el río Odiel ó en los pantanos Grande y de El Pino, de que en otro lugar hemos dado noticia ⁽¹⁾.

Las aguas potables son muy escasas dentro del radio de las minas, por lo cual se conducen, después de elevarlas con máquina de vapor, desde un pozo que se halla á poca distancia, en el paraje llamado El

(1) Tomo I, pág. 187.

Escarabajo, donde mencionaremos más adelante criaderos de manganesa.

De las edificaciones destinadas á viviendas, hay un grupo para obreros, capaz de alojar á los 5500 que generalmente se han ocupado, ó sea á una población de 10000 almas; el cual se halla situado en una llanura al norte del criadero *Sierra-Bullones*, formando calles anchas y regulares, así como una gran plaza destinada al mercado de abastos, y un parador ó posada.

El barrio de los empleados se halla, con las oficinas, al pie de la falda occidental de la sierra de Tharsis, y constituye por sí lo que llaman el Pueblo Nuevo. Además hay otros grupos de casas mucho más pequeños, en distintos parajes convenientemente elegidos, pudiendo, por consiguiente, darse albergue en caso necesario á un número de obreros bastante mayor del indicado arriba.

Existen asimismo edificios destinados á escuelas católicas y protestantes, capillas de estos cultos, hospital de mineros, casinos, espaciosos talleres, casas para máquinas, almacenes y cuantas construcciones son necesarias para el beneficio local de las menas; es decir, en una palabra, que allí se encuentra todo lo necesario en un establecimiento montado en gran escala, puesto que todavía hay que agregar que se cuenta para los transportes con un ferrocarril de vía estrecha, el cual, después de 46 kilómetros de recorrido, termina en un muelle de hierro de 800 metros de longitud, y que dentro del radio de la mina hay establecidas otras diversas vías férreas cuyo desarrollo mide más de 20 kilómetros. El muelle dicho está construido, sobre pilotes de rosca del sistema Mitchell, en el sitio denominado La Punta, donde confluyen los ríos de Aljaraque y Gibrleón, sobre la margen derecha de la ría de Huelva, en la cual se interna una gran parte, formando una curva de gran radio. En ese muelle ⁽¹⁾, á cuyo frente y costados atracan los buques, se hace el embarque y desembarque de toda clase de minerales y mercancías por medio de grúas de vapor.

El mencionado ferrocarril está habilitado para el servicio de via-

(1) Su costo fué de 1.250000 pesetas, en números redondos, y sólo se tardó en construirlo dos años.

jeros; pero el público no saca de él la ventaja que pudiera prometerse, en razón á que son muy altas las tarifas establecidas para el servicio de los particulares.

DATOS HISTÓRICOS.—Aunque hemos expuesto en el capítulo dedicado á la historia general de la minería de la provincia cuanto hemos creído conducente al objeto descriptivo que nos hemos propuesto, nos queda, sin embargo, añadir aquí algunos datos que completen la particular de las minas de que estamos hablando.

Los criaderos piritosos de las minas de Tharsis fueron ya objeto de explotación en época muy remota, según lo atestiguan los considerables escoriales y las numerosas excavaciones de todo género, atribuidos á fenicios y romanos, que los trabajos modernos no han hecho todavía desaparecer del todo.

En tres ó cuatro millones de toneladas se ha calculado, por personas conocedoras de aquellos sitios, el contenido de los diversos escoriales reconocidos junto á las antiguas explotaciones de Tharsis. Si admitimos que ese número de toneladas esté representado por 5.500000, fácilmente se deduce, por sencillos cálculos, que el total de la mena beneficiada para que su fundición dejase tan grande residuo debió ascender á más de 4.725000 toneladas de pirita ferrocobrizada, de las cuales pudieron obtener 165575 de cobre, todo bajo el supuesto de que para lograr 5,5 toneladas de metal fueran necesarias 100 de pirita.

Los restos del horno representado en la lámina 7 se encontraron, según hemos indicado en la pág. 59, cubiertos por las escorias de uno de los montones, las cuales se transportaron para balaste del ferrocarril ⁽¹⁾.

El laboreo en estas minas debió ser en la época antigua mucho más penoso y ofrecer más dificultades que en otras, porque el escaso desnivel que existe entre los asomos de los criaderos y los barranquillos ó puntos más bajos del terreno, no permitían el establecimiento de los

(1) Puede admitirse, sin error sensible, que la cantidad de esas escorias extendidas por la vía y en la planicie de la estación de Corrales, inmediata al muelle, ascendió á 70000 metros cúbicos.

socavones de desagüe que tan perfectamente trazaron en otros parajes los romanos; y así es que sólo tenemos conocimiento en el territorio de Tharsis de una galería de ese género, llamada hoy *La Margosilla*, la cual, según se ha visto por los trabajos modernos, partía del pendiente del criadero *del Norte*, y siguiendo un tortuoso trazado iba á terminar en el huerto de que toma su nombre actual, á no muy larga distancia del punto de partida, marcándose en el trayecto algunos pozos que comunicaban con ella desde la superficie.

Fué, pues, preciso á los antiguos explotadores recurrir á medios mecánicos para desaguar las labores, y por cierto que, según ya se deduce de lo que hemos indicado en la pág. 55 de este mismo tomo, esos medios fueron mucho más perfectos de lo que pudiera creerse.

Hacia el promedio de la longitud del criadero *del Norte* fué donde, al practicar la gran excavación á cielo cubierto que allí se ha establecido, se encontraron los puntos de instalación de cinco parejas de ruedas de cajones de madera, elevatorias de agua, de las cuales las dos parejas más altas se hallaban todavía, como en la página citada hemos dicho, en perfecto estado de conservación, mientras que de las otras tres sólo aparecieron diversos restos entre escombros. Las primeras, como objeto de gran curiosidad, se llevaron á Inglaterra á disposición de los dueños de las minas.

Hemos dicho también, en la página repetida, que la pareja más alta de ruedas desaguaba sin duda directamente en el socavón que comunica con la superficie del suelo, ó sea el de *La Margosilla*; pero no creemos impertinente entrar ahora en más detalles acerca del particular.

Agregaremos, pues, que la pareja segunda, á partir de la superior, se hallaba á 5^m,20 por bajo de ésta, y la tercera 6 metros por bajo de la segunda, en paraje que se corresponde con el piso segundo de los trabajos modernos subterráneos, estando el piso tercero de los mismos á otros 10 metros más de profundidad. A 11 metros por bajo de la tercera pareja, ó sea á la hondura de un metro á contar del mencionado piso tercero moderno, se hallaban los desechos de la cuarta, y los de la quinta á otros 17 metros de hondura con respecto al nivel ocupado por la cuarta; siendo de indicarse que

el sitio ocupado por dicha quinta pareja de ruedas se halla á unos 20 metros de distancia del yacente del criadero y dos metros sobre el nivel del piso quinto moderno.

Resulta de esos datos que el desnivel entre los puntos ocupados por las parejas extremas era de 15 metros en números redondos; y si ahora se toma en consideración la desigualdad en la repartición de las parejas intermedias; si se observa que todas las ruedas eran iguales, puesto que, comparando las piezas de las rotas con sus análogas en las enteras, resulta para unas y otras el mismo diámetro de 4^m,28; si no se olvida que la separación vertical entre los ejes de los dos pares encontrados en buena conservación sólo era de 5^m,20, y se fija la atención en que efectivamente esos aparatos no podían tomar el agua para elevarla sino del paraje á que alcanzase el diámetro correspondiente al fondo de los cajones, así como en que éste tenía que estar subordinado á la cantidad de esfuerzo muscular que los operarios pudieran desarrollar en aquellas angosturas, habrá de deducirse de todo que la instalación no se halló completa, puesto que, no pudiendo exceder mucho de tres metros, ni acaso llegar siempre á éstos, la separación vertical entre cada dos parejas consecutivas, debió existir una más entre la segunda y tercera de las halladas, tres entre la tercera y cuarta y otras cinco entre esta última y la quinta; es decir, en definitiva, que el total de pares ó parejas de ruedas entre los mencionados puntos extremos debió consistir en catorce ⁽¹⁾.

Hay que agregar todavía que establecidas todas ellas en huecos practicados en la masa piritosa del criadero, no se hallaban á plomo unas de otras, sino desviándose en profundidad á modo de escalera en sentido oblicuo á la dirección de aquél, según se indica en la lámina 5, que representa los dos pares superiores tal y como se hallaban el día en que se encontraron, en cuya lámina el rayado claro

(1) Al escribir la pág. 35 habíamos llegado ya á esta deducción, y de ahí el que desde luego hayamos dicho en ese lugar que la instalación consistiera en catorce pares de ruedas, á pesar de que sólo se hallaron vestigios de las de cinco estaciones.

señala la masa de piritas y el más obscuro las rocas pizarreñas de la caja; siendo de presumir que el avance de las labores para marchar de uno á otro hastial se verificaría en el mismo sentido dicho, á lo cual favorecían las grietas que, simulando una falsa estratificación, hienden el criadero en muchos puntos.

Aparte de diversos pozos que asoman á la superficie del suelo, las grandes labores emprendidas en los tiempos modernos, y sobre todo las realizadas de pocos años á esta fecha, han descubierto un gran número de excavaciones antiguas, consistentes en pozos estrechos y galerías tortuosas y de escasa sección, tanto en el criadero *del Norte* como en el *del Centro*, pero más especialmente todavía en el de *Sierra Bullones*, en el que una gran labor á cielo abierto puso á la luz una porción de unos y otras de aquéllas, bastante someras las últimas hacia la parte central de la masa, así como diferentes huecos en la parte oriental, rellenos en su mayor parte por las mismas rocas ferruginosas de los crestones del criadero.

Pero aun cuando importantes y numerosas las excavaciones antiguas ejecutadas en los tres mencionados yacimientos, no lo son tanto que ni con mucho pudieran haber suministrado la cantidad de mena que suponen los escoriales de las inmediaciones; siendo, por lo tanto, forzoso el suponer que la mayor porción de aquéllos procedía de otra parte, y, en efecto, lo exiguo de la sección de las labores dichas en esos criaderos, cuando á los romanos no les arredraba practicarlas de gran magnitud, según hemos visto al hablar de las minas de Río-Tinto, y lo sinuoso de la mayor parte de ellas, demuestra á su vez que no encontraban con abundancia en las mismas los minerales de alta ley en cobre que necesitaban para el beneficio por fundición directa.

El criadero *del Sur* es, pues, en nuestro concepto, el que debió satisfacer mejor, en la localidad de que hablamos, las necesidades de aquel tiempo; y con tanto más motivo lo pensamos así, cuanto que, según detallaremos cuando del mismo nos ocupemos en particular, los trabajos modernos únicamente han descubierto en este yacimiento porciones aisladas y pequeñas de pirita que de ningún

modo están por sus dimensiones en relación con lo extenso del sombrero de hierro que allí existe, acusando, por su disposición y conjunto de caracteres, una masa piritosa grande y continua. Nada más agregaremos ahora sino que una extensa hondonada que el suelo dibuja en el espacio ocupado por este criadero, la cual no indica una excavación á cielo abierto, por más de que este género de labor no era desconocido de los romanos, parece corroborar la idea de grandes hundimientos ocurridos en trabajos subterráneos que, lo mismo que sucedió con los criaderos *del Norte* en Río-Tinto, únicamente dejaran intacto lo que por su pobreza no convino extraer.

Ya hemos dicho en otro lugar, y por consiguiente es inútil repetir ahora, lo infructuoso de las tentativas que se hicieron para el restablecimiento de las minas de Tharsis antes del mes de Marzo de 1855, á cuya fecha corresponden los expedientes incoados por el ingeniero D. Ernesto Deligny para su adquisición.

Bajo la dirección de este ingeniero, y por cuenta de una Sociedad formada en Francia para el objeto, empezaron los trabajos con la limpia de algunos de los pozos antiguos y el comienzo de un socavón general que, según el proyecto para el mismo, debía cruzar todos los criaderos de pirita de la localidad, al cual socavón, cuya boca se señala con la letra *S* en la lámina 11, se denominó *de La Sabina*; pero la epidemia cólica y otros contratiempos acaecidos por aquella fecha, entorpecieron todos los trabajos de tal modo que el año 1854 hubieron de suspenderse hasta los más importantes, precisamente cuando ya se había llegado á los minerales en el yacimiento *del Norte*.

La depreciación de los fondos públicos con motivo de los acontecimientos políticos acaecidos también en el año últimamente citado, ocasionó, según el Sr. Deligny ⁽¹⁾, grandes pérdidas á las personas interesadas en tan gran negocio, el cual marchó difícilmente mientras se procuraba la formación de otra compañía para reemplazar á la que forzosamente hubo de deshacerse por la causa dicha.

(1) *Apuntes históricos sobre las minas cobrizas de la sierra de Tharsis*, por D. Ernesto Deligny: Madrid, 1863.

Disuelta la primera sociedad, continuaron, sin embargo, los trabajos el año 1855, pero bajo malos auspicios. Un informe desfavorable que el ex-Profesor de la Escuela de Capataces de St. Etienne, M. Benoit, emitió á consecuencia de una visita á las minas por disposición de la casa Rotschild, fué un obstáculo más para la formación de la nueva empresa, y hasta Junio de dicho año no se logró otra cosa que un contrato provisional, según el cual M. Eugenio Duclerc se encargó de la formación de una Compañía para explotar las minas, con un capital de seis millones de francos.

Para colmo de desdichas, la Junta ó Consejo de administración la compusieron entonces personas que desconocían, casi por completo, los negocios de minas, y según relato del Sr. Deligny (folleto citado) que continuaba de Director, dictaban órdenes y medidas que, á pesar de ser lo más extravagantes y menos adecuadas para la marcha de las operaciones, el ingeniero tenía que cumplirlas, sufriendo el restablecimiento de las minas las consecuencias de tales desaciertos. Mientras tanto, el tiempo transcurría infructuosamente para el que más tarde había de ser un portentoso centro industrial; y como si no hubiera otra cosa más útil en qué emplearlo, la empresa, á pesar de que apenas contaba con los fondos necesarios para proseguir el socavón general de *La Sabina*, se ocupaba en hacer ensayos en otras pequeñas minas de su propiedad por el procedimiento de la cementación, cual si la práctica de ésta, por tantos años seguida en Río-Tinto, no bastase para sancionarlo.

Fué necesaria para que cambiase este orden de cosas la presencia en las minas de M. Garnier Pagés, quien, con su genio vivo y emprendedor, apreció inmediatamente la magnitud del negocio; y como muy pronto los sondeos que dispuso acusaron la presencia de las menas á pequeña profundidad en el criadero *del Norte*, convino con el ingeniero de las minas M. Deligny en la necesidad de activar los trabajos, estableciendo desde luego en la parte oriental de dicho criadero una excavación como el principio de la labor á cielo abierto, que debía adoptarse para el más fácil y económico arranque de los minerales, que á los pocos meses empezaron ya á extraerse por pozos

y galerías, sin que á la mencionada labor á cielo abierto, que se abandonó, se le hubiera dado la importancia que merecía.

Renace, pues, entonces la actividad industrial de aquellas minas; la población obrera destinada á la explotación y á levantar viviendas, talleres y fábricas, no tarda en ascender á la de 2500 operarios; arden las primeras teleras á fines de 1856, y asciende ya en el siguiente á 11500 toneladas el mineral que se calcina en ellas y que sucesivamente fué subiendo en los años siguientes. Gran número de arrieros, con más de 2000 caballerías, llegaron á ocuparse en los transportes de todo género, hasta que se logró organizar por carros, los que se hacían entre la mina y los embarcaderos establecidos en la margen derecha de la ría de Huelva, y en consecuencia acuden desde entonces al puerto de esta ciudad buques de gran porte, que antes sólo rarísima vez se acercaban.

Halagado el Consejo de administración establecido en París por algunas ventas de mineral realizadas en Inglaterra, previo ensayo de las piritas, verificado por rara casualidad por la vía húmeda, se comprometió á entregar grandes partidas durante el año 1858, esperando conseguir que los metalurgistas ingleses se conformarían con ensayarlas por aquel mismo método; pero semejantes esperanzas fueron ilusorias.

En los mercados ingleses, el valor de los minerales cobrizos se establece mediante un ensayo especial por vía seca, que, como es bien sabido, no acusa toda la cantidad del cobre contenido en las menas. El objeto de este método es obtener el cobre afinado en el crisol por operaciones análogas á los de fabricación en grande escala, siendo, en consecuencia, un método favorable al fundidor.

Aplicado á las piritas de Huelva, resultan, como es consiguiente, ciertas diferencias con respecto á los resultados que ofrece el de la vía húmeda, siendo el inglés por vía seca tanto más desfavorable para el vendedor cuanto menor es la ley de las menas en cobre; y como las piritas de Huelva tenían poca cantidad de ese metal, de ahí el que lleven la peor parte. Autorizados metalurgistas estiman que por el ensayo inglés en minerales cuyo contenido es de 0,50 á 5 por

100 en cobre, deja de apreciarse una cantidad del contenido total, que oscila del 66 al 40 por 100.

El cuadro siguiente representa de una manera muy aproximada el resultado medio por la comparación entre ambos ensayos:

Ley del mineral según el Dryafsai.	Ley efectiva según el ensayo por vía húmeda.
4,000 por 100.	4,666 por 100.
1,250 »	2,084 »
4,500 »	2,500 »
1,750 »	2,916 »
2,000 »	3,125 »
2,125 »	3,300 »
2,250 »	3,500 »
2,500 »	3,750 »
2,750 »	4,000 »

Se deduce, pues, claramente, que hay una diferencia muy grande entre la ley efectiva en cobre del mineral y la obtenida por el ensayo de la vía seca, lo cual debe tenerse muy en cuenta por los mineros de nuestro país que traten de vender minerales cobrizos, previo el ensayo por aquel método.

No habiendo logrado la sociedad francesa que los minerales se aceptaran en Inglaterra con arreglo á lo que arrojaba el ensayo por la vía húmeda, resultaron diferencias tan notables, siguiendo el procedimiento inglés, que de ninguna manera podía obtenerse la utilidad que se había deducido para cada tonelada de piritas, y, en consecuencia, hubo de reconocerse que la escasa ley en cobre de las menas no permitía sufragar los costos de su transporte en carros hasta el puerto de Huelva, y que se imponía la necesidad de un ferrocarril para ese objeto.

Decidióse, en efecto, desde luego la construcción de ese ferrocarril; pero no sólo no se emprendieron las obras consiguientes en todo el tiempo que transcurrió hasta que en 1859 dejó M. Deligny la dirección de las minas, después de haber invertido cerca de ocho millones de pesetas en toda clase de trabajos y obras, sino que todavía transcurrieron otros siete años más sin que variasen las con-

diciones del transporte ni se modificase el defectuoso sistema de explotación subterránea, hasta que, por fin, convencida la empresa de que el alma del negocio era el repetido camino, sin el cual resultaba ruinoso la explotación, como carecía del capital necesario para realizar el pensamiento, resolvió arrendar las minas, como efectivamente lo hizo por tiempo de noventa y ocho años, á una poderosa compañía inglesa bajo la razón social de *The Tharsis Sulphur and Copper Company Limited*, la cual adquirió todos los derechos de la concesionaria, mediante la obligación de abonar á ésta cuatro chelines por cada tonelada de pirita que exportara, y otra cantidad menor por igual peso de mena que beneficiase en la localidad.

Las cantidades de mineral extraído y calcinado, durante los años que las minas de Tharsis se explotaron por la compañía francesa, fueron las que se figuran en el cuadro siguiente, en el cual no aparece la mena que se exportara en el mismo período, porque no hemos conseguido adquirir los datos necesarios al efecto.

MENAS OBTENIDAS EN THARSIS EN EL PERÍODO DE 1856 Á 1866.

AÑOS.	Mineral	
	Arrancado. <i>Toneladas métricas.</i>	Beneficiado en la localidad. <i>Toneladas métricas.</i>
1856 y 1857.....	72700	11600
1858.....	98900	63800
1859.....	73100	40370
1860.....	51022	41664
1861.....	77307	49200
1862.....	66314	20420
1863.....	94400	33730
1864.....	100906	45590
1865.....	426020	58400
1866 (hasta 1.º de Noviembre).....	455600	72340
TOTAL.....	949269	377114

Posesionada de las minas la sociedad arrendataria en 1.º de Noviembre de 1866, procedió inmediatamente al estudio del ferrocarril que las uniese con la ría de Huelva, y en pocos años logró el que

la locomotora salvase la distancia de los 46 kilómetros que mide el trazado de la línea, dejando los vagones cargados de pirita sobre el muelle más atrás mencionado, el cual se construyó al mismo tiempo que el ferrocarril.

Á la par que todo esto se hacía, en las minas se trabajaba con actividad vertiginosa, dando gran incremento á la labor á cielo abierto, que, comenzada por iniciativa de M. Pagés, se abandonó por la compañía francesa, según há poco hemos dicho, sin esperar sus provechosos resultados; se levantaron el gran barrio de obreros que está representado en la lámina 11, al norte del criadero de *Sierra-Bullones*, y dispersos edificios espaciosos para talleres, almacenes, etc.; se instalaron máquinas de todo género á medida que las necesidades las iban exigiendo; se establecieron vías férreas para todos los servicios dentro del radio de las minas, así como también tranvías en el interior de las excavaciones y en los desmontes del exterior; se dotó al establecimiento de abundante material de todo género, y, finalmente, como el agua disponible fuera escasa para elevar el ramo de beneficio á la altura que requerían las necesidades cada vez mayores de un centro minero cuyas operaciones se llegaron muy pronto á realizar en prodigiosa escala, se establecieron pantanos que recogiesen el producto de las lluvias (1).

Compárese el cuadro de la página siguiente, que resume las cantidades de mena obtenida en el período de 1867 á 1888 por la empresa cuya razón social dejamos consignada, con el que precede, donde se expresa lo que en diez años obtuvo la empresa francesa, y límitese á esa comparación nuestro elogio en favor de aquélla.

Fundada la *Tharsis Sulphur and Copper Company Limited* por cierto número de fabricantes de productos químicos, se constituyó desde luego con un capital de 500000 libras esterlinas, que á los dos años amplió hasta un millón de libras nominales (veinticinco millones de pesetas) con motivo de la adquisición en varios puntos de Inglaterra de siete fábricas donde se aprovechan todos los residuos

(1) Tomo I, pág. 487.

cobrizos procedentes de las piritas que la empresa importa después de utilizadas éstas en las fábricas de ácido sulfúrico, donde se beneficia solamente el azufre; representando una gran parte de aquel capital social la bonificación que se concedió á las empresas Metal Warks, para facilitar su unión, en 1868, con la compañía arrendataria de las minas.

MENAS OBTENIDAS EN THARSIS EN EL PERÍODO DE 1867 Á 1888.

AÑOS.	Mineral		
	Arrancado.	Beneficiado en la localidad.	Exportado.
	Toneladas métricas.	Toneladas métricas.	Toneladas métricas.
1867 y 1868.....	243312	151621	91891
1869.....	180737	83500	97237
1870.....	287711	103200	181541
1871.....	334897	127450	207447
1872.....	333460	107450	226010
1873.....	227868	90270	437598
1874.....	402373	130200	272173
1875.....	410050	159802	250248
1876.....	379285	174409	204876
1877.....	481291	231992	249299
1878.....	321102	118618	202454
1879.....	353432	206147	417285
1880.....	338558	455870	482688
1881.....	234628	72263	462365
1882.....	423049	219438	204511
1883.....	429293	218119	241474
1884.....	449532	236528	213004
1885.....	507554	303341	204213
1886.....	502442	238875	263567
1887.....	568194	280989	287205
1888.....	382109	210687	471422
TOTALES.....	7.791977	3.620799	4.471178

El dividendo que la empresa inglesa ha podido distribuir con regularidad entre sus accionistas durante el período de veintidós años, ó sea desde el 1868 á 1888, ambos inclusive, ha sido respectivamente de 10, 11 $\frac{2}{5}$, 5, 40, 20, 40, 25, 25, 22 $\frac{1}{2}$, 20, 17 $\frac{1}{2}$, 16 $\frac{1}{2}$, 20, 25, 25, 27 $\frac{1}{2}$, 27 $\frac{1}{2}$, 20, 10, 7 $\frac{1}{2}$, 10 y 20 por 100.

Aun cuando el número de operarios que trabajan en las minas de

Tharsis es bastante variable, sin embargo, rara vez bajan de 5000. En Febrero de 1884 hubo 5500, de los cuales pertenecían á los talleres 500, y á principios de 1888 no llegó á 5000 el número total.

Cuenta el establecimiento con 28 máquinas de vapor de diferentes clases, con fuerza total de más de 400 caballos, según se detalla en el estado que aparece en la pág. 562, habiendo además 21 locomotoras, de las cuales seis, que son de á dos pares de ruedas, no se emplean más que en los diferentes arrastres dentro del establecimiento; 14, de á tres pares de ruedas, se dedican á los transportes entre las minas y el muelle de la ría de Huelva, y las restantes, también de dos pares de ruedas, se destinan á las maniobras en la estación y el citado muelle.

CIRCUNSTANCIAS DE LOS CRIADEROS. — *Generalidades.* — Después de los criaderos de Río-Tinto, siguen en magnitud los comprendidos en las concesiones de Tharsis, los cuales, según desde luego hemos indicado, son en número de cinco, sin contar en ellos, porque es de otro género de los que venimos considerando, el denominado de *La Esperanza*, que consiste en un depósito de pizarras cupríferas, que contienen el metal en combinaciones muy diferentes á las que dominan en los otros, ni el de *Los Silillos*, que, si mereciera interés, habría de figurar entre los de hierro; y asimismo sabemos que todos esos criaderos se reparten en tres zonas, ocupando cada uno de ellos la posición que se le señala en la lámina 11.

En la 12 ofrecemos, también en su verdadera posición respectiva, las secciones horizontales que en la misma se expresan de los tres criaderos comprendidos en la zona septentrional, así como diez cortes transversales de que luego hablaremos.

El más oriental, y también el mayor de los tres criaderos, es el que se denomina *del Norte*; á 240 metros al oeste del mismo, y separado de él, al menos en la superficie y en la profundidad hasta ahora alcanzada, por un intermedio de pizarras arcillosas metamorfoscadas, se halla el de *Sierra Bullones*, y á menor distancia al oeste de ese último, separado igualmente por pizarras arcillosas aná-

MÁQUINAS FIJAS Y LOCOMÓVILES PERTENECIENTES Á LA EMPRESA QUE EXPLOTA LAS MINAS DE THARSIS,
Y CLASE DE TRABAJO Á QUE ESTÁN DESTINADAS.

CLASE DE MÁQUINA.	SITIO DONDE SE HALLA.	CLASE DE TRABAJO.	NÚMERO DE		SISTEMA.	FUERZA EN CABALLOS.
			Máquinas.	Calderns.		
Fija horizontal.....	Criadero del Norte.....	Extracción de minerales.....	4	4	Cornish.....	60
Idem id.....	Idem de Sierra Bullones.....	Moviendo las trituradoras.....	4	4	Idem.....	22
Idem id.....	Idem de Poca Pringue.....	Desagüe.....	4	4	Idem.....	48
Locomóvil.....	Idem del Sur.....	Extracción.....	4	4	Idem.....	46
Fija horizontal.....	Idem del Centro.....	Desagüe.....	4	4	Idem.....	20
Locomóvil.....	Idem id.....	Extracción.....	4	4	Idem.....	63
Horizontales.....	Idem id.....	Compresora de aire.....	4	4	Idem.....	40
Idem.....	Idem id.....	Extracción y desagüe.....	1	4	Tubular.....	8
Fija vertical.....	Idem id.....	Ventilación.....	1	1	Idem.....	40
Idem horizontal.....	Idem id.....	Elevación de aguas vitriólicas.....	1	4	Cornish.....	22
Idem id.....	Idem id.....	Motor de bomba.....	1	1	Tubular.....	3
Fija vertical.....	Idem id.....	Idem id.....	4	2	Tubulares.....	24
Idem horizontal.....	Idem id.....	Idem id.....	2	2	Idem.....	16
Idem id.....	Idem id.....	Idem id.....	4	4	Cornwall.....	8
Fija vertical.....	Idem id.....	Idem id.....	4	4	Idem.....	22
Idem id.....	Talleres.....	Idem id.....	4	2	Tubular.....	22
Idem id.....	Idem.....	Motor de maquinaria.....	4	4	Vertical.....	3
Fija horizontal.....	Idem.....	Idem id.....	4	4	Horizontal.....	7
Grúa de vapor.....	El Escarabajo.....	Idem id.....	4	4	Vertical.....	40
Idem id.....	Muelle de la Ría.....	Elevar aguas potables.....	1	4	Idem.....	6
	Idem id.....	Carga y descarga.....	2	2	Verticales.....	8
		Idem id.....	2	2	Idem.....	4
TOTALES.....			28	27		412

logas á las acabadas de mencionar, el de *Poca Pringue*, dividido á su vez, al menos hasta cierta hondura, en dos masas pequeñas por la interposición, en sentido transversal á la dirección de las mismas, de una faja de aquellas mismas pizarras.

Esos tres criaderos van disminuyendo de magnitud del oriental al occidental.

En la porción del oeste de la otra zona metalífera que, á corta distancia al sur de la primera, se extiende al occidente de la sierra de Tharsis (V. lám. 11), se encuentra el criadero *del Centro*, que se detalla en la lámina 15; á levante del cual aparecen, entre los lechos de las pizarras, varias crestas y vetas de mineral de hierro semejante al que constituye los llamados *requemones* en varias minas de la provincia, y de que ya hemos hablado con especialidad al describir los criaderos de Rio-Tinto. Se supuso, no sin fundamento, hace ya muchos años, que esos requemones del territorio de Tharsis serían los asomos de otra masa de piritita, á que desde luego se denominó criadero *de Los Silillos* (V. lám. 11, paraje E), y de esa opinión parece que fueron también los romanos, puesto que abrieron allí una porción de pozos; pero desatrapados modernamente algunos de éstos y practicados varios sondeos con barrena de diamantes para buscar la supuesta masa piritosa, se ha venido en conocimiento de que ésta en realidad no existe, sino que los minerales de hierro se hallan aislados; y como, por otra parte, la cantidad de ellos no es de consideración, el criadero *de Los Silillos*, industrialmente mirado, no merece figurar tampoco entre los de esa mena. Por otra parte, como hechos idénticos á éste se han comprobado en otros puntos de la provincia, se deduce también que la presencia de requemones no basta por sí sola para denunciar la existencia de ninguna masa piritosa.

Finalmente, en la tercera y última de las tres consabidas zonas metalíferas, que se extiende hacia poniente desde el pie del sudoeste de la repetida sierra de Tharsis, por la parte septentrional de la cumbre donde se halla el paraje denominado Cantareras de La Reina (V. lám. 11), es en donde precisamente se acusan, dentro del con-

torno que representamos en la figura 2.^a de la lámina 15, los crestones ferruginosos más grandes y más característicos de masas piritosas en el término que venimos considerando, los cuales crestones corresponden al criadero llamado *del Sur*, hallándose en la porción oriental de esta misma zona el *de La Esperanza*, del cual, por la razón antes dicha, no hemos de hablar aquí.

Las rocas que constituyen la comarca metalífera que nos ocupa son principalmente pizarras con estratos alternantes de grauwacka, y en algunos sitios, como sucede en las laderas de las sierras Tharsis y Santo Domingo (esta última en Portugal), delgadas capas de cuarcita, viéndose además algunos asomos de rocas hipogénicas porfídicas, y entre las metamorfoseadas algunos macizos con carácter cristalino. Si bien, por lo general, las pizarras son sumamente arcillosas, pasan á veces á silíceas en algunos estratos y á ampolitas ó carbonosas en otros, hallándose en todos los casos cruzadas por filoncillos de cuarzo blanco, acomodados por lo común en las litoclasas. Los caracteres físicos y la disposición de las rocas sedimentarias patentizan en ellas la acción de fuertes acciones dinámicas, así como también la influencia de las filtraciones metalíferas, aun á largas distancias de los criaderos.

Dichas acciones dinámicas, traducidas en portentosas presiones y esfuerzos de torsión, ocasionaron sin duda los repetidos pliegues y fracturas que pueden apreciarse en diferentes parajes que los desmontes practicados han puesto á la vista, al paso que en otros sitios originaron en las rocas una estructura hojosa que facilita extraordinariamente la desagregación de las mismas por las influencias atmosféricas, cuya desagregación es sobradamente sabido depende en primer término de la naturaleza petrológica del suelo; resultando de ahí que en la comarca de que hablamos sobresalen en dentelladas crestas las pizarras más duras y compactas, mientras que en las blandas y hojosas se han abierto los vallejitos y surcos más profundos por donde discurren las aguas de lluvia.

Grandes son los espacios donde las rocas han tomado por metamorfosis una coloración ya amarilla, ya más comunmente roja,

cuya particularidad se señala de preferencia en la dirección de los depósitos metalíferos, siendo además frecuente el encontrar entre los lechos de los estratos, y hacia la superficie del suelo, capas ferruginosas de naturaleza análoga á la de los crestones de los criaderos. No faltan, sin embargo, parajes donde, por el contrario, las rocas se han decolorado por completo, quedando de un blanco más ó menos sucio y con aspecto que se asemeja al que hubieran tomado mediante una calcinación.

Es también digna de señalarse, porque corrobora nuestras apreciaciones acerca de la generación de los criaderos, la circunstancia de que en las zonas que encierran á éstos es precisamente en donde las rocas sedimentarias aparecen más trastornadas, hasta el punto de ser muy difícil apreciar en ellas el sentido de la estratificación, que se halla enmascarada con el carácter hojoso y retorcido que tomaron las capas, á consecuencia sin duda de las violentas compresiones que hicieron variar sus primitivas condiciones, levantándolas hasta la vertical y dando lugar á unos pliegues tan caprichosos que sólo viéndolos puede formarse perfecta idea de ellos.

En las minas de Tharsis los criaderos de piritas se acusan al exterior por los característicos crestones ó asomos ferruginosos que acompañan siempre en la provincia á esta clase de depósitos metalíferos; pero si se exceptúan los correspondientes al *del Sur*, ni la disposición ni la cantidad de materia que constituyen tales asomos está en relación con la magnitud de los depósitos piritosos subyacentes, lo cual sin duda consiste en que la amplitud de las grietas donde se acumularon las menas fué menor en la parte superior, donde esas se transformaron en óxidos de hierro, que á niveles más bajos, resultando así que los estratos superficiales de las pizarras se encuentran gravitando en mayor ó menor extensión sobre una gran parte de la masa metalífera, según haremos notar en la descripción de cada criadero.

En esos crestones que constituyen la montera de los yacimientos, una tierra ferruginosa de color rojo intenso envuelve grandes cantos de la misma composición y extraordinaria dureza, observán-

dose que las partes más salientes se hallan constituidas por los requemones, ó sea por los óxidos de hierro de colores oscuros ó abigarrados.

Criadero del Norte.—Siendo aplicable á este yacimiento cuanto acabamos de manifestar respecto á la disposición y naturaleza del sombrero de hierro, tócanos tan sólo agregar ahora algunos detalles respecto de las pizarras que cubrían en gran parte la superficie casi horizontal y sensiblemente plana que presentó la masa de piritas cuando ésta quedó descubierta mediante la gran labor á cielo abierto que sobre ella se ejecutó, de la cual dan idea la figura 1.^a y los cortes VIII, IX y X de la lámina 12.

Las pizarras superpuestas al criadero de piritas y excavadas en la labor dicha, las cuales, aparte del sombrero de hierro, indicaban la existencia de aquél por formar una hondonada en cuyos bordes sobresalían como si fueran los costados de una excavación poco profunda, eran ya sumamente hojosas, ya tabulares, multicolores y de distinta dureza, distinguiéndose sobre todo una zona de filadio de color negro y brillante, bastante análogo á las ampelitas fosilíferas de la sierra Alta. La inclinación de los estratos se aproximaba á la vertical en los puntos donde la estructura tabular se conservaba en espacios de cierta amplitud, mientras que en los que dominaba la estructura hojosa las pizarras se doblaban en pliegues retorcidos, marcándose en ellos fracturas que á veces ponían en contacto con la superficie de las piritas (véase la porción central del corte VIII) los extremos de las capas rotas colocados de canto. No podía, pues, manifestarse de un modo más claro la discordancia estratigráfica entre las rocas de la caja y la metalífera, aun cuando á ésta se la supusiera también sedimentaria, y, por lo tanto, este ejemplo, cuyas circunstancias pueden apreciarse todavía bien patentes en el respaldo septentrional y hastial occidental de la labor citada, bastaría por sí solo para desechar toda idea de contemporaneidad é interestratificación entre unas y otras rocas, si no pudiéramos presentar hechos análogos en otros yacimientos.

Este criadero, que, como los demás de Tharsis, arma, como ya sabemos, en pizarras arcillosas, afecta en sección horizontal la forma que aparece en la ya mencionada figura 1.^a de la lámina 12, donde se representan las obtenidas al nivel de los dos pisos superiores, establecidos cuando la masa metalífera se explotaba por labores subterráneas. La dirección media del mismo es de E. 12° 50' N. á O. 12° 50' S.; su inclinación media de 60° al N. 12° 50' O., aunque con muchas inflexiones en los respaldos, las cuales no pueden hacerse ostensibles en los dibujos por la pequeñez de la escala en que se han trazado; el ancho de la masa va creciendo progresiva y rápidamente desde su extremo oriental, hacia cuyo rumbo se pierde en angosta guía entre las pizarras, hasta el occidental, en que, al menos en la parte reconocida, termina bruscamente según una superficie muy cerrada que enviaba, próximamente desde su centro, un apéndice cuneiforme que se intercalaba entre las pizarras negras y hojosas que cubrían por ese lado gran porción de la masa piritosa, pudiendo apreciarse en más de 100 metros el promedio de dicha anchura, y la longitud pasa de 600 en los niveles próximos á la superficie del suelo.

Respecto á la profundidad á que llegue el mismo criadero, puede suponerse que sea de consideración, juzgando de lo que indican los tres cortes transversales arriba mencionados, en uno de los cuales (en el VIII, dado según el plano *OP* de la fig. 1.^a) se señala por un trazo vertical un sondeo que se practicó dentro del mineral hacia la parte más ancha del yacimiento, y que, según nos aseguraron los empleados en las minas, llegó á la hondura de 110 metros sin salir de aquél, ó sea sin llegar á cortar las pizarras del yacente.

Sin embargo, si se examinan los tres repetidos cortes transversales, se ve, por una parte, que la inclinación de la masa piritosa es bastante menor en la porción occidental ó más ancha que en la de levante, y, por otra, que en esta última hay, en los parajes á que interesan los cortes IX y X, muy poca diferencia entre los respectivos ángulos de inclinación del yacente y del pendiente, que casi se conservan paralelos; y como por más que en el paraje por donde se ha

trazado el corte VIII el yacente se ofrecía casi vertical desde la superficie hasta una profundidad intermedia entre las de los niveles de los pisos tercero y cuarto de las labores subterráneas, en cuyo paraje trazaba bruscamente una superficie cóncava al norte, que á poca mayor hondura tendía á doblarse hacia el sur, dando al mismo respaldo una disposición sensiblemente paralela á la del pendiente, nada más natural sino pensar que en efecto la tendencia de los respaldos del criadero en la zona que representa el repetido corte VIII ha de ser, lo mismo que en las de los cortes IX y X, á extenderse con cierto paralelismo, y en tal concepto no sólo el sondeo dicho debió suspenderse cuando ya le faltaba poco para llegar al yacente, si es que en realidad no llegó, sino que esta circunstancia marcaría un límite de la hondura del yacente en la porción más importante del criadero.

Según lo que ha podido apreciarse en las excavaciones practicadas, las pizarras del yacente se hallan en contacto de la masa piritosa, sin interposición de ninguna clase de salvanda. Esas pizarras, negras y de estructura plana muy hojosa, se hallan fracturadas en formas romboédricas por tres sistemas de litoclasas, cuya circunstancia, unida á la facilidad con que aquéllas se descomponen por las influencias atmosféricas, ocasiona desprendimientos de importancia en los relejes de las labores; pero, si desde el respaldo meridional del criadero se marcha hacia el sur, pronto aparece una alternación de otras pizarras rojas, amarillentas y verdosas, en la que se intercalan estratos de grauwacka y algunos de pizarra silicea que, á veces, pasa á verdadera cuarcita.

Asimismo, en inmediato contacto del pendiente de la masa piritosa, se ofrecen las ampelitas ó pizarras negras, reemplazadas en algunos sitios por otras verdosas, endurecidas y en estratos gruesos que afectan ondulaciones repetidas y de radio corto, á cuyas inflexiones se amolda el criadero metalífero, según se ve con toda claridad al oeste de los huecos ó cuevas en que se hallan establecidas las máquinas de extracción y de desagüe; y entre las pizarras de diversa coloración y estructura, que siguen por el norte á las ampelitas di-

chas, aparece, en un cerrejón poco distante del criadero, una especie de grauwacka verdosa, de grano fino, estructura desigualmente hojosa y de bastante dureza, en la pasta de la cual se hallan nódulos y cantos rodados de diversos tamaños y composición, si bien en ésta predomina la sílice; denotando la constitución de esta roca que la misma se formó en aguas tumultuosas, mientras que, por el contrario, los caracteres de las ampelitas indican para ellas un depósito pantanoso, en parajes donde la descomposición de sustancias orgánicas suministrase la materia carbonosa que las distingue y que no han perdido, á pesar de la acción de los óxidos de hierro que tanto han contribuido á la metamorfosis por coloración de las rocas del contorno.

En otro cerrejón, denominado de Vistahermosa é inmediato también al límite septentrional del criadero, asoma una roca hipogénica de color claro, gran dureza, fractura astillosa y textura compacta, roca que, estudiada al microscopio, resulta con los caracteres de un pórfido cuarzo; y todavía más allá, en el mismo rumbo, después del ancho valle de La Margosilla, que se extiende por levante, descuellan, sobre las prominencias que forman los cerrillos denominados Los Gatos, unos crestones de roca porfídica verde, dura y compacta, la cual ha producido por su descomposición otras crestas secundarias que dan aspereza al suelo. De ellas se desprenden en algunos parajes cantos redondeados, cuyo volumen va reduciéndose después mediante el desprendimiento de sucesivas costras concéntricas que se deshacen á medida que la descomposición avanza.

Considerando ahora las materias que forman la gran masa metalífera del criadero *del Norte*, manifestaremos que consisten, sin más ganga que algunas vetillas y granos de cuarzo blanco ó hialino, en pirita de hierro compacta y homogénea, acompañada de pirita de cobre y de otras sustancias, según demuestra el análisis que sigue, hecho en Glasgow con muestras tomadas del mineral allá exportado:

Materias orgánicas.....	0,13
Arsénico.....	0,33
Antimonio.....	0,44
Plomo.....	0,58
Bismuto.....	Indicios.
Plata.....	0,01
Cobre.....	3,73
Hierro.....	41,30
Níquel.....	Indicios.
Cobalto.....	0,06
Zinc.....	Indicios.
Manganeso.....	Indicios.
Cal.....	0,67
Magnesia.....	0,10
Acido sulfúrico.....	1,40
Azufre.....	17,43
Oxígeno.....	0,44
Silice.....	3,68
TOTAL.....	<u>100,00</u>

Sin embargo, la composición determinada por este análisis no es siempre la misma en toda la masa mineral del criadero, sino que, por el contrario, presenta variaciones que rara vez están sujetas á una ley determinada, por más que se haya observado, con respecto al cobre, que es el producto que ha motivado la explotación y beneficio local de estos minerales, que los más duros y compactos, de textura granuda y color amarillo blancuzco, contienen menos cobre que los menos duros, más fraccionados por los sistemas de grietas y de color verde obscuro, y son mucho más ricos todavía los azulados ó negros, á que ya hemos dicho llaman *negrillos* los mineros del país.

Estas diferencias en la composición de las piritas obligan á establecer una clasificación en las arrancadas, porque no todas sufragan los gastos de la exportación, teniendo, por consiguiente, que dejarse las más pobres para beneficiarlas en la localidad. Los tipos para esa clasificación suelen variar según varíen también las circunstancias del mercado, que no hay para qué examinar aquí; pero lo más general es que se destinen á la exportación las que contienen por lo menos 2 por 100 de cobre. Este metal es, por lo demás, el único producto de las menas que en la provincia se beneficia, mientras que de las exportadas utilizan además en Inglaterra el hierro y especialmente el azufre.

Ya hemos dicho que al poner á la vista este criadero con la repetida labor á cielo abierto, se notó, y así lo manifiestan los consabidos dibujos, que la superficie superior de la masa piritosa, en una parte en contacto inmediato con las rocas de los asomos ferruginosos, y en otra, acaso mayor, cubierta inmediatamente por las pizarras de la caja, era bastante llana; sin que, por consiguiente, apareciesen en ella picos y desigualdades análogos á los de la terminación superior del depósito *de Nerva* en Río-Tinto; pero, lo mismo que se verificaba en éste, el paso de las menas sulfuradas á las oxidadas en las porciones en que unas y otras aparecían en contacto, se verificaba de una manera brusca.

Se observó también que en la parte alta de la masa que venimos considerando, el mineral de mayor ley en cobre formaba una zona cuyo espesor decrecía de levante á poniente, y más hacia el respaldo septentrional que hacia el del sur, de tal manera que sobre el promedio y en el pendiente el mineral más duro y pobre sobresalía de nivel sobre el resto, lo cual puede apreciarse todavía en el releje correspondiente de la excavación á cielo abierto; pero, á juzgar por lo que está permite reconocer de la extensión que alcanzaron los trabajos subterráneos hasta los pisos cuarto y quinto, aquel mineral duro y pobre en cobre va tomando más incremento en profundidad, puesto que á las honduras de los mencionados pisos ocupa mayores espacios que más arriba.

Existen, sin embargo, en la masa de este mineral pobre ciertas zonas en las que las menas ricas en el repetido metal abundan más ó menos, con la circunstancia de que los caracteres físicos de las mismas favorecen su arranque; pero, sin perjuicio de esto, la verdad es que esas menas ricas se hallan de preferencia hacia el yacente ó respaldo meridional del criadero, según se ha comprobado con una galería de reconocimiento practicada sobre ese mismo hastial en la mayor parte de la longitud del mismo y á la profundidad á que correspondería el piso noveno, suponiendo que todos equidistaran 10 metros, de la cual parten diversas labores transversales que no han acusado variaciones notables en la masa del mineral duro, que no

sólo á esa profundidad, sino desde por bajo del piso cuarto, resulta ser, con mucho, el dominante.

Análogamente á lo que se verifica con las pizarras del yacente, tres sistemas de litoclasas hienden nuestra masa piritosa de un modo bastante regular y constante, sin que dejen de señalarse, con más ó menos claridad, ni aun en algunos parajes en que el mineral presenta estructura de escoria, ó en otros en que afecta un aspecto terroso. Lejos de ello, precisamente en la mena de esa variedad últimamente mencionada, que por cierto suele descansar sobre la piritita más dura, según se ve en el respaldo septentrional hacia el centro de la concavidad que á ese rumbo forma el criadero, fué donde mejor pudimos medir los ángulos de dirección é inclinación de los sistemas dichos, obteniendo para el que llamaremos primero un rumbo al N. 18° O., con inclinación de 76° al O. 18° S.; una dirección para el segundo al E. 52° N., con inclinación de 78° al S. 52° E., y para el tercero la dirección al E. 7° N., con inclinación de 74° al N. 7° O. Repetida esta operación á la inmediación occidental del paraje que ocupa la máquina de desagüe, obtuvimos para el primer sistema de litoclasas una inclinación de 77° al E. 19° N., y 50° al S. 45° O. para inclinación del segundo sistema, pareciéndonos que el tercero se arrumbaba en el mismo sentido que el criadero.

Ese tercer sistema es de todos ellos el que peor se señala y el que presenta mayores variaciones, según los distintos sitios en que pudimos apreciar sus circunstancias, mientras que el más marcado y persistente es el primero, el cual se halla tan acentuado que determina á modo de una falsa estratificación en su mismo sentido, y es causa de que en las excavaciones se produzcan grandes lisos; así como el cruzamiento de los tres sistemas origina la división de la masa en prismas de forma romboédrica, pero de volumen tan variable que, no pasando, por lo general, de algunos centímetros cúbicos en los parajes en que dominan las menas de menor dureza, con frecuencia llega y aun pasa del de un metro en la piritita dura y pobre en cobre.

Por último, independientemente de esos sistemas de litoclasas, el depósito piritoso parece indicar también una confusa estratificación,

ó mejor cierta tendencia á la estructura pizarrea, paralelamente á la dirección del criadero; cuya circunstancia se aprecia, mejor que en otros puntos, en la porción del yacente comprendido entre los pisos tercero y cuarto, hacia el paraje que antes ocupó un malacate destinado á la extracción.

La sociedad francesa, concesionaria de las minas de Tharsis, se limitó á explotar el criadero de que hablamos ó *del Norte*, adoptando el sistema de huecos y pilares que lleva consigo la consecuencia, como se ha visto en muchas minas de la provincia, de provocar hundimientos repetidos de más ó menos consideración, á los cuales concurren principalmente dos circunstancias: es la primera, la desagregación que en las menas se verifica en el sentido de las litoclasas, con tanta mayor rapidez cuanto que las menas sean más blandas, y la segunda la de que, siendo precisamente los minerales menos duros los más ricos en cobre, la codicia del minero induce á debilitar las columnas constituidas por ellos. Si con estas condiciones se presenta al mismo tiempo la de ofrecerse el mineral que en el país llaman *casquero*, los hundimientos llegan á tomar proporciones alarmantes, extendiéndose por amplios espacios á diferentes pisos.

En cuanto la compañía inglesa ó arrendataria comenzó sus trabajos, estableció, según ya hemos dicho más arriba, la labor á cielo abierto, ejecutando el enorme desmonte de que dan idea los cortes tantas veces mencionados, y arrancando por ese medio, aparte de las pizarras que cubrían la porción superior del criadero y de las rocas ferruginosas de la montera del mismo, los minerales que quedaron formando los pisos y columnas en el laboreo antes seguido.

Sin embargo, alcanzada cierta profundidad con labores á cielo abierto, no era posible, económicamente hablando, dada la inclinación de la masa metalífera y el gran volumen de pizarras que, en consecuencia, gravitan sobre el pendiente de la misma, el seguir indefinidamente aquel sistema de explotación; y así es que por ese lado del criadero se ha proseguido el arranque de las porciones convenientes con excavaciones subterráneas.

En Marzo de 1884, la labor á cielo abierto llegaba en cuatro pun-

tos diferentes hasta el nivel del quinto piso de los trabajos subterráneos, ó sea á una hondura de 46^m,50 contados desde la superficie superior del mineral (1).

Desde esa misma labor parte, al nivel del tercer piso de las subterráneas, una galería de gran sección ó túnel, que comunica con la superficie á levante del criadero (V. lám. 11), en la cual hay establecido un ferrocarril que se une con el que de las minas va á Huelva á la inmediación septentrional del paraje que ocupan los talleres (punto *g* de la lám. 11). Los minerales que se arrancan á niveles más bajos se elevan por un malacate de vapor á una extensa plataforma convenientemente dispuesta en la parte oriental de la excavación á cielo abierto, desde donde, por medio de tolvas, caen á los vagones que la locomotora arrastra luego á su destino.

Tomando en consideración el considerable predominio de la pirita dura y pobre ó exenta de cobre que en este criadero se observa desde una hondura no muy grande, pensamos que pronto han de quedar allí abandonados los millones de toneladas de mineral que los cortes acusan, hasta que llegue un día en que en el país pueda beneficiarse el azufre, y acaso el hierro contenido en él.

Criadero de Sierra Bullones.—La dirección media de este criadero (V. láms. 11 y 12) es de E. 22° N. á O. 22° S., y su inclinación de unos 76° al N. 22° O., formando la primera un ángulo de 7° 50', con la correspondiente al criadero *del Norte*; circunstancia que se señala bien en la disposición de las pizarras que forman la caja de los dos (2).

Antes de que sobre él se estableciera la labor á cielo abierto de que

(1) En el sistema de huecos y pilares establecido en un principio, los pisos, excepción hecha del primero, se abrieron de 10 en 10 metros de profundidad.

(2) Comparando las posiciones del criadero en las láminas 11 y 12, pudiera creerse al primer golpe de vista que hay error en alguna de ellas; pero ha de tenerse presente que en la primera de esas láminas se representan los asomos superficiales del criadero, y en la segunda las secciones horizontales del mismo á determinadas honduras, cuyos perímetros no se corresponden en vertical con el de aquellos asomos.

hablaremos, el criadero *de Sierra Bullones* se acusaba por la existencia de una hondonada entre las rocas pizarrosas de sus respaldos y por la existencia de dos fajas estrechas de roca ferruginosa más ó menos terrosa y de color rojo intenso, que envolvía peñones de óxido de hierro muy duro y que, juntamente con los requemones de las crestas que en la hondonada sobresalían, formaban la montera de aquél.

Las pizarras comprendidas entre esas fajas ferruginosas aparecían, lo mismo que las que limitan los respaldos del criadero, muy metamorfoseadas, por coloración unas veces, presentándose entonces rojas y amarillentas, y otras, á la inversa, blanquecinas por decoloración, corriendo entre éstas y entre aquéllas otras capas en su estado normal, ó sea negras y verdes.

La inclinación de todas estas pizarras es al N. NO.; pero midiendo ángulos muy variables, puesto que siendo ésta, por lo común, de 50° hacia la parte oriental del criadero, casi llega á 90° en la occidental. Son siempre más ó menos hojosas; diferentes litoclasas subdividen sus lajas en formas romboédricas, é invariablemente las que se hallan en contacto de las piritas son negras; color que pierden junto al sombrero de hierro, ya para tomar los de los óxidos de este metal, ya para permanecer decoloradas.

A las inmediaciones del pozo maestro que, al oeste del criadero, se señala en la figura 2.^a de la lámina 12, queda todavía alguna parte del crestón ferruginoso, manifestando que éste era próximamente paralelo al que, hallándose un poco más al sur, corresponde al criadero *Poca Pringue*.

A levante del que ahora consideramos, se ven con toda claridad, en la excavación que se va prolongando hacia ese rumbo, los diversos caracteres de las rocas que forman la caja de la masa piritosa. Allí se observa que las pizarras carbonosas, con su color negro, se hallan en contacto del respaldo septentrional ó pendiente de aquélla hasta muy cerca de la superficie del suelo, donde se decoloran hasta resultar blanquecinas, pero conservándose blandas y hojosas, é inclinándose siempre al N. NO., como ya hemos dicho. Sigue inmediata-

mente hacia el sur una faja ferruginosa roja, que, desde la superficie del terreno hasta la superior de la masa de piritas, mide una altura de 25 metros poco más ó menos; va en seguida una zona de pizarras, negras á cierta hondura y blanquinosas arriba, que, como se indica en la figura 2.^a de la lámina 12, penetran en dirección al O. S. O., formando una cuña que desaparece en profundidad, según luego repetiremos; hállase á continuación la segunda faja de la montera ferruginosa, cuya altura ó profundidad varía entre 20 y 57 metros, y al sur de ésta la zona de pizarras en contacto del yacente del criadero, las cuales, lo mismo que se verifica con las del pendiente, son blancas arriba y negras abajo. Salvada esta zona hacia el mediodía y la del respaldo septentrional hacia el norte, forman el suelo de los alrededores las pizarras metamorfoseadas de que queda hecha mención, sin que entre ellas se vean más rocas hipogénicas que las que asoman á corta distancia por el norte, en el paraje ocupado por el barrio de obreros; las cuales, pasando por la alturita en que se halla el edificio destinado á parador ó posada, van á unirse por el noroeste con los pórfidos de la cumbre del Madroñal (V. lám. 11).

El criadero de *Sierra Bullones* empezó á explotarse por el sistema de huecos y pilares, con el cual se labraron dos pisos, de los que se hacía la extracción por medio de un malacate de vapor establecido hacia el extremo sudeste del criadero. Más tarde, cuando las condiciones de éste pudieron apreciarse mejor, se emprendió, como precursor de labores á cielo abierto y sin perjuicio de continuar al mismo tiempo con disfrutes subterráneos, un gran desmonte, que ha de descubrir toda la masa piritosa, dispuesto en tres grandes bancos, por donde circulan las locomotoras que transportan los escombros producidos. Para arrancar en él las rocas correspondientes al sombrero de hierro, se empleó una excavadora mecánica.

Como con ese desmonte desapareció el pozo en que se hallaba el malacate há poco citado, y el suelo llano que encierra el criadero no permitía establecer socavones para la extracción de las menas procedentes de las labores subterráneas, se dispuso para este objeto otro pozo mayor que el primero, que es el que en la figura correspon-

diente se señala á levante de la masa piritosa en un punto á donde, según se cree, no deben avanzar las excavaciones exteriores; pero lo que más ha de facilitar aquella extracción, lo cual se necesita con tanta mayor razón cuanto que en estos últimos años este criadero es el que más activamente se explota, es una galería que lo ha de poner en comunicación con el *del Norte*, cuya apertura, desde este último, está ya emprendida.

La forma del criadero de *Sierra Bullones* es bastante irregular, como inmediatamente se deduce de la simple inspección de la figura 2.^a de la lámina 12 y la de los cortes IV, V, VI y VII de la misma lámina, trazados según los planos transversales que en aquella figura se señalan; es decir que las superficies de contacto de la masa piritosa con las pizarras negras de los respaldos, presentan muchas inflexiones y desigualdades á diferentes niveles, cuyas circunstancias no hubiéramos podido apreciar á no hallarse sobre aquella tantas labores como las que existen.

La superficie superior de las piritas ó de contacto con los asomos ferruginosos podía tomarse, lo mismo que ocurría en el criadero *del Norte*, como un plano próximamente horizontal, pero colocado á un nivel cinco metros más alto del correspondiente á la superficie análoga de ese otro yacimiento.

Las secciones horizontales á las profundidades de los pisos primero y segundo son las que se representan en la mencionada figura 2.^a, en la cual, como ya sabemos, se señala la cuña de pizarras que, dividiendo en dos fajas ó ramas el sombrero de hierro, desaparecía en profundidad tanto más pronto cuanto que se consideran porciones más occidentales del criadero, según se ve en los cortes IV y V ⁽¹⁾, mientras que los VI y VII ponen de manifiesto que las pizarras de la caja no cedieron con uniformidad á los esfuerzos que las desgarraron, sino que el gran hueco, ocupado después por la masa piritosa,

(1) En el primero de esos cortes (el IV de los representados en la lámina 12) la cuña de pizarras se extingue al nivel del primer piso de las labores subterráneas, y en ese nivel el pendiente del criadero se acerca á la cuña más de lo que lo hacía en la superficie.

sufrió ensanches y angosturas y la bifurcación á que se debe la cuña antedicha, en cuya prolongación hacia el estenordeste hemos observado que las pizarras forman un eje sinclinal debido, sin duda alguna, á aquellos mismos esfuerzos.

Dicha figura 2.^a indica que el yacente ó respaldo meridional de nuestro criadero, aun cuando con algunas inflexiones, se acomoda bastante bien en la altura comprendida entre los pisos primero y segundo de la mina, á una superficie curva de gran radio, cóncava hacia el N., cuyas condiciones persisten hasta el nivel del cuarto piso, según lo que hemos podido observar en aquellos subterráneos; pero ya no se ofrece tanta regularidad si se examina el pendiente ó respaldo septentrional. Nótase, en efecto, en la repetida figura que el contorno que señala ese respaldo al nivel del primer piso, se pliega bruscamente sobre sí mismo dando espacio á la consabida cuña de pizarras y dividiendo la masa piritosa en dos ramas que se unen hacia la extremidad occidental y más estrecha de la misma, y que, al nivel del segundo piso, el pendiente forma dos grandes senos dentro del criadero: uno de ellos cóncavo hacia el N., y el otro, que es el mayor, con la concavidad hacia el O.; de modo que las dos ramas en que la masa metalífera se dividía hasta el primero de los expresados niveles y aun hasta algo más abajo, ya se han reunido en el promedio de ella al descender á la hondura del piso segundo, originando el que al mismo tiempo la cuña de pizarras se haya dividido por abajo en dos ramas, una á levante y otra á poniente del criadero.

Al nivel del tercer piso, el seno oriental que más arriba formaba el pendiente, ó, lo que es lo mismo, la rama de la cuña de pizarras por ese lado, ya ha desaparecido por completo, y el opuesto resulta mucho más corto que en el piso segundo; y como más abajo se nota cierta tendencia á regularizarse el respaldo de que hablamos, es de presumir que al nivel del piso cuarto se ofreciera ya sin esas particularidades que acabamos de indicar. Sin embargo, al abrir una galería excavada de N. á S. en ese nivel á la inmediación del pozo maestro que se halla al oeste del criadero, se han cortado fajas alternantes de piritas y de pizarras que parecen indicar diversas pe-

netraciones de la substancia metalífera en las rocas del pendiente.

Si ahora trazáramos un corte vertical según la longitud del criadero, veríamos que esta dimensión va aumentando en profundidad, dando lugar á sospechar que la masa que lo constituye pueda unirse á cierta hondura con la del criadero *del Norte* por un lado y con la del *Poca Pringue* por otro, en cuyo caso las tres formarían una sola; pero esto sólo podrá verse confirmado ó no cuando las labores alcancen mayor profundidad.

Cuando nosotros visitamos por última vez, en los primeros meses de 1884, las correspondientes á la mina *de Sierra Bullones*, éstas consistían en diferentes galerías de dirección y otras transversales á diferentes niveles hasta la hondura del piso cuarto; pero en este piso ni había todavía transversales que llegasen hasta el pendiente, ni sobre éste se había abierto la de dirección, por lo cual, según se ha podido deducir de lo que dejamos expuesto, nos son en realidad desconocidas las condiciones del criadero en toda la zona septentrional correspondiente á dicho último nivel.

En resumen: el contorno que en la superficie del suelo señalaba los límites del sombrero de hierro de este criadero, encerraba una superficie de 15300 metros cuadrados poco más ó menos; la sección horizontal de la masa piritosa al nivel del primer piso de la mina medía ya 18000 metros cuadrados; pasa de 20000 metros la que se obtiene al nivel del piso segundo; en el tercero, el criadero se extiende hasta la inmediación del pozo maestro abierto á levante del mismo; y en el piso cuarto ese pozo tiene su caldera en piritas que también se hallan á esta profundidad en la galería que hemos citado á la inmediación del otro pozo maestro colocado al oeste; es decir, en una palabra, que las sucesivas secciones horizontales del criadero van aumentando á medida que se las considera en puntos más hondos, debiéndose ese incremento más bien al que experimenta la longitud que á variaciones en los anchos de esas mismas secciones, los cuales, según muestran los dibujos á que nos hemos referido, experimentan pocas variaciones.

La composición de la masa piritosa *de Sierra Bullones* es análoga

á la de las demás de su especie en la provincia y, lo mismo que se verifica en éstas, no ofrecen las menas igual contenido en cobre cualquiera que sea el sitio de que procedan. En la que ahora consideramos se ha observado: que las menas de ley mayor y más constante en el metal mencionado, proceden de la porción meridional del criadero; que en la zona septentrional se ofrece una variedad dura, de color amarillo y grano fino, menos cobriza que las que se hallan al sur; que esa variedad suele ir acompañada de galena, unas veces diseminada en la pasta de la pirita, y otras concentrada en las litoclasas que aquélla presenta, no siendo rara la presencia en ciertos sitios de blenda, ya mezclada, ya dispuesta en zonas que alternan con otras de pirita, dando al conjunto un aspecto listado; y que hacia el promedio de la porción oriental del criadero, á la inmediación de las excavaciones antiguas rellenas con escombros procedentes de la montera ferruginosa, de las cuales ya hemos hecho mención más atrás, se hallan ciertos bancos de otra variedad de color verde oscuro y más cobriza que las comunes, circunstancia que, como hemos dicho muchas veces, es casi general alrededor de las excavaciones romanas.

Respecto á la riqueza media en cobre de la misma masa, es muy poco lo que sabemos, pues aunque podemos indicar que practicados en Noviembre de 1885, en virtud de orden de las oficinas de Hacienda, unos ensayos por el ingeniero D. Manuel Villar y Lavín, jefe que era entonces del distrito minero, esos ensayos acusaron un contenido medio de 1,65 por 100 del metal en las menas que en aquella fecha se destinaron á la exportación á Inglaterra, y una ley media de 0,88 por 100 para las que, precisamente por ser más pobres, se dejaron para beneficiarlas en la localidad, esos números por sí solos no bastan para resolver el problema, puesto que deben variar según que varíe la relación entre las cantidades de mena que respectivamente se separen para la exportación y para el beneficio al pie de las minas, y únicamente se deduce de ellos que, siendo, como es, siempre en menor porción el mineral exportado, ó escogido como más rico, que el que queda en la localidad, la ley media en cobre del

conjunto no puede llegar al mencionado 1,65 por 100. Para que así no fuera, habría de admitirse que los ensayos practicados por el señor Villar y Lavín se efectuaron sobre partidas mucho más pobres que las que ordinariamente produce el criadero, y nada justifica esta suposición.

Por último, análogamente á lo que se verifica en el criadero *del Norte* y en otros de que con anterioridad á él hemos hablado, en ciertos parajes del *de Sierra Bullones* aparecen las menas con apariencias de estratificación y hendiduras por litoclasas, que hace poco hemos tenido ocasión de citar, las cuales se repiten tanto más cuanto que las mismas menas sean menos duras y en general más ricas en cobre, dividiendo en todos los casos la masa piritosa en prismas romboédricos, mejor ó peor determinados, y de un volumen muy variable, resultando el mineral *casquero* de los mineros cuando ese volumen oscila alrededor del de un decímetro cúbico.

En uno de los parajes donde mejor pudimos apreciar el sistema más marcado de esas litoclasas, obtuvimos para él un arrumbamiento al O. 57° N. con inclinación al S. 57° O., y en otro punto inmediato al de esa observación el rumbo al N. 40° O. con inclinación al E. 40° N.; para otro sistema menos acentuado medimos en algún paraje una inclinación al O. 59° N., no habiéndonos sido posible apreciar la disposición exacta del tercero.

Criadero Poca Pringue.—La zona de pizarras que ya sabemos lo separa del *de Sierra Bullones*, cuenta un ancho de 50 metros poco más ó menos al nivel del primer piso de las labores establecidas en él, y la faja de las mismas rocas que, según también hemos dicho, lo divide hacia la superficie en dos masas (véase lám. 11 y fig. 3.^a de la 12), mide ahí 9 metros de anchura. Esta faja persiste hasta la mayor profundidad alcanzada con la explotación; y como no sólo ocurre eso, sino que, como inmediatamente vamos á ver, aquellas dos masas tienden á extinguirse sin haberse unido, debe deducirse que en realidad son dos los criaderos que se hallan en el yacimiento que consideramos, aunque mucho más pequeños que los precedentemente descritos.

El corte III de la lámina 12, trazado según el plano *EF* de la figura 5.^a, que atraviesa transversalmente á la más oriental de las dos mencionadas masas en su parte más ancha, pone á la vista que el pozo núm. 1 se abre en la superficie en las pizarras metamorfoseadas por coloración del pendiente del criadero, y que á su contacto por el norte se señala una hondonada estrecha; pero hemos de agregar, porque la escala del dibujo no ha permitido representarlo, que entre las mencionadas pizarras del pendiente se intercalan fajitas poco gruesas de requemones, y que asimismo la hondonada dicha se limita á corto trecho por su borde septentrional en un crestón ferruginoso que se eleva formando talud. Esas pizarras se extienden muy poco al sur del pozo citado, apareciendo inmediatamente el crestón ferruginoso principal ó montera del criadero; pero puede, sin embargo, apreciarse en ellas que el sentido de su inclinación acusa la existencia de un eje anticlinal, cuya posición exacta, probablemente al norte del mismo pozo, no es fácil determinar, por impedirlo la tierra vegetal.

La exigua hondonada que acaba de ocuparnos continúa al norte del pozo núm. 5, abierto sobre la masa occidental del yacimiento, donde asimismo asoman crestoncillos ferruginosos por entre las pizarras, ahí tan fuertemente inclinadas al N. que casi aparecen verticales; y el pozo núm. 2, en el extremo occidental de la misma masa, sólo dista unos 10 metros del crestón ferruginoso que señala el borde septentrional de la hondonada repetida, la cual adquiere en ese extremo alguna mayor amplitud, cesando, en cambio, antes de llegar á él el verdadero sombrero de hierro de la masa piritosa. En este sombrero domina la roca terrosa, aunque envolviendo nódulos de gran cohesión de su misma naturaleza, y puede indicarse que en el extremo del oeste del otro asomo ferruginoso más septentrional los óxidos de hierro hidratados le forman una especie de barniz de irisaciones rojas, azules y verdes, muy intensas.

La más occidental de las dos masas piritosas que consideramos, cuenta al nivel del primer piso de las labores con que se explota una longitud de unos 156 metros y un ancho máximo de 20, poco más ó

menos, el cual se mide hacia la extremidad de levante; la otra, casi de la misma longitud que la primera, al mismo nivel, acusa su mayor anchura, que es de 40 metros, al primer tercio de su largo, contado desde su extremo occidental, ó sea precisamente en la sección que pasa por el pozo núm. 1 (véase corte III); el arrumbamiento de las dos masas, continuación una de otra, es al E. 13° N., y su inclinación de 70° por término medio al N. 13° O.

En la más oriental, la superficie de contacto de las piritas con los óxidos del sombrero de hierro se halla á 29,50 metros de la del suelo en el paraje en que se practicó el repetido pozo núm. 1; en la otra masa esa altura es de 27 metros en el sitio ocupado por el pozo número 5, y en el extremo occidental, en que falta dicho sombrero, la cara superior de la masa piritosa distaba 20 metros del suelo, hallándose ahí al mismo nivel que la del criadero de *Sierra Bullones*.

En ese extremo occidental la misma masa, ahí muy estrecha, se extinguió un poco por bajo del nivel del piso segundo de las labores de disfrute (véase corte I; más á levante, en la porción en que aquella empieza á ensanchar, el corte II manifiesta que desde el tercer piso hacia abajo se estrecha considerablemente, como si fuera á terminar pronto en forma de cuña, y esta misma tendencia, todavía más acentuada, si cabe, ofrece la masa oriental (véase corte III).

Las menas son análogas á las de los demás criaderos de la localidad, si bien su ley en cobre parece ser algo mayor, al menos en las porciones que se están explotando á los niveles de los pisos primero y segundo, puesto que el término medio de muchos ensayos ha acusado para aquella ley la de un 2,20 por 100.

Las dimensiones poco considerables de estos criaderos y su fuerte inclinación no han permitido explotarlos á cielo abierto, y así es que se disfrutaban mediante galerías de dirección y otras transversales. La extracción de las menas se verifica por medio de un malacate de vapor situado sobre el pozo maestro que se halla al nordeste del más oriental de aquéllos y en comunicación también, como hace poco hemos indicado, con el criadero de *Sierra Bullones*.

Criadero del Centro.—Á mayor distancia de todo asomo de roca hipogénica que los comprendidos en la más septentrional de las tres zonas en que hemos considerado dividido el territorio de las minas de Tharsis, el criadero *del Centro* (V. lám. 11) se halla al sudoeste del de *Sierra Bullones*, al pie de la ladera del norte de la cumbre del Saucito, midiéndose una longitud de 480 metros, poco más ó menos, entre el brocal del pozo maestro colocado entre ese último criadero y el más oriental de los de *Poca Pringue* y el del que se halla á levante en la proximidad de la masa á que ahora nos referimos.

Según pudimos observar hace algunos años, antes de que se comenzara la gran excavación á cielo abierto que hoy pone á la vista esa masa piritosa, la existencia de ésta se revelaba por la presencia de una faja ferruginosa, terrosa y de color rojo intenso, que envolvía diversos peñones de mena de hierro muy puro y coherente, cuya faja asomaba entre las pizarras arcillosas que forman los respaldos del criadero. Todavía puede apreciarse en la cara oriental de aquel desmonte una parte de dicha montera enclavada entre pizarras blancas y descompuestas que á cierta profundidad pasan á negras, blandas y hojosas, á la manera de lo que hemos dicho se verifica con las que se hallan en contacto de los hastiales de los criaderos *de Sierra Bullones y del Norte*, demostrando la presencia del carbón á que deben su color que esos mismos criaderos no pudieron originarse por vía ígnea; así como la disposición de los pliegues y roturas de los estratos pizarrosos que en gran extensión cubrían al *del Centro*, en idénticas condiciones á las que se verificaban en el último de los otros dos acabados de citar, se opone á la idea de considerarlos como de una formación sedimentaria y coetánea de la de las pizarras que les comprenden.

La sección horizontal del criadero *del Centro* afecta la forma de un 8 tendido en la dirección de E. á O., que es la del yacimiento, según se representa en la figura 1.^a de la lámina 13; forma que debe al gran estrechamiento que experimenta á los dos tercios poco más ó menos de su longitud total, contada desde el extremo de levante, y que no varía en conjunto á la profundidad de 53m,50, ó sea la del

piso tercero, á que han llegado algunas, aunque pocas, labores subterráneas; si bien es verdad que aquel estrechamiento ó garganta no se ofrece abajo tan angosto como arriba. (V. corte por *CD* en la misma lámina.)

Dada la forma de la sección horizontal del criadero, dicho se está que el ancho de éste varía mucho en los diferentes puntos de su longitud, la cual, midiendo 585 metros en la superficie del suelo, parece que, al contrario de lo que ocurre en el *de Sierra Bullones*, decrece á medida que profundiza la masa. Al nivel del primer piso de la mina, al cual se refiere la mencionada figura 1.^a de la lámina 13, la anchura máxima de la porción oriental del criadero, que es la que alcanza mayor amplitud, mide 71 metros; esa dimensión se reduce á solos 2 metros en la parte más exigua de la angostura y llega al máximo de 55 en el ensanche occidental; pero estas cifras van modificándose con la hondura en razón á las condiciones de los hastiales del criadero en ese sentido. Sin necesidad, en efecto, de repetir que la garganta del 3, á que comparamos la sección horizontal, va ensanchando hacia abajo, ni de agregar que al nivel del piso tercero adquiere esa estrechez el ancho de 11 metros que se ha podido medir por medio de una galería abierta á partir de una traviesa que á ese nivel pone en comunicación con el pozo que aparece á la inmediación oriental de la misma angostura una galería de dirección, según una gran parte del hastial del sur del criadero, hemos de hacer observar que en la porción de levante, única de que poseemos algunos datos, aun cuando no tantos como deseáramos, mientras que el hastial del norte baja vertical en los 10 metros de profundidad que mide el desmonte, el del sur aparece con inclinación de 66° al N.; de modo que, si estas circunstancias se mantuviesen (V. corte por *AB* en la lám. 13), bien pronto se alcanzaria la terminación en forma de cuña de la misma porción de la masa. No afirmaremos, sin embargo, que así sea, porque pudiera suceder, análogamente á lo que hemos visto se verifica con el hastial meridional del criadero *del Norte*, que el septentrional de el *del Centro* se torciese á mayor ó menor profundidad, ya siguiendo paralelo al otro, ya desviándose más de esa posición.

Durante algún tiempo se explotó este criadero por medio de labores subterráneas, obligando las condiciones del suelo á establecer un pozo maestro que sirviera para la extracción, el cual, establecido á 50 metros á levante de la masa piritosa, alcanzó la profundidad de 55 metros; pero, tan pronto como con aquellas labores se reconocieron las circunstancias de dicha masa, se emprendió el gran desmonte, precursor de las excavaciones á cielo abierto, que hizo desaparecer el sombrero de hierro y las pizarras que en gran parte la cubrían. Esas excavaciones á cielo abierto únicamente se han profundizado en las dos porciones anchas del criadero, dejando entre ellas un macizo de unos 75 metros de largo en el que queda comprendida la parte angosta de aquél, y á través de ese macizo se ha abierto, al nivel del segundo piso, ó sea á 41^m,50 de desnivel con respecto al brocal del mencionado pozo maestro, una galería que pone en comunicación las excavaciones repetidas.

Tanto éstas como las subterráneas han dado á conocer las diferencias, bien notables por cierto, que se advierten en la distribución en la masa piritosa de las menas de distinta riqueza en cobre, pudiéndose distinguir desde luego en la altura del criadero comprendida hasta el piso segundo dos zonas sobrepuestas, muy diferentes desde este punto de vista y cuya superficie de separación es muy irregular. De esas zonas ó macizos, el superior, que es el de más ley en el metal aludido, desciende, en el hastial del norte de la porción oriental del criadero, desde la superficie superior ó de contacto de las piritas con el sombrero de hierro ó las pizarras del suelo, hasta el nivel del primer piso de la mina, y todavía hasta más abajo por el hastial del mediodía por donde, en algunos puntos, llega hasta la inmediación del piso tercero, amoldándose á las desigualdades que el macizo inferior presenta en el espacio comprendido entre los dos hastiales. En el corte por *AB*, ya más arriba citado con otro motivo, la faja en blanco *aa*, limitada por la parte superior en una línea de puntos que corresponde á la superficie superior de la masa piritosa, pone de manifiesto esas particularidades.

Se ha observado que en ese macizo superior, aparte de que á veces

se ofrece la mena con estructura cavernosa ó de escoria y textura granuda, abunda mucho más que en todos los criaderos hasta aquí descritos la variedad terrosa, de tal modo que con frecuencia llega á constituir el 60 por 100 de la cantidad arrancada. Esa mena terrosa se halla, con más ó menos frecuencia, formada por una agrupación de cristallitos cúbicos cimentados por otra porción amorfa de color verde oscuro que á los rayos del sol produce hermosos reflejos dorados.

En el macizo inferior (parte rayada del criadero en el corte *AB*) la pirita es muy dura y coherente, de grano más ó menos grueso, y de color amarillento claro.

En algunos puntos de uno y otro macizo las menas simulan una estratificación en el sentido de la longitud del criadero, mientras que en otros parajes únicamente se ofrecen sistemas de litoclasas semejantes á los que hemos descrito en otros yacimientos. Lo mismo que en éstos, en el que de ahora hablamos esas litoclasas se repiten tanto más cuanto que se consideran porciones formadas de mena menos coherente, observándose también que el sistema más señalado de aquéllas es el que afecta una dirección que se aproxima á la normal del criadero.

Entre el mineral más duro y de menor contenido de cobre suelen hallarse algunas fajas de otro más rico en ese metal, las cuales se acomodan de preferencia en las litoclasas más marcadas.

Diversos ensayos practicados en Noviembre de 1885 con muestras procedentes de diferentes labores de este criadero, acusaron una ley en cobre de 2,55 por 100 para las menas separadas para la exportación y de 0,90 por 100 para las que se destinaban al beneficio en la localidad; siendo de advertir que las menas de la variedad más dura nunca ofrecieron un contenido de cobre superior al 0,60 por 100.

Á unos 50 metros al oeste del criadero *del Centro* se descubrió una galería inclinada que partía de un pozo antiguo y que sin duda, lo mismo que el pozo, se abrió por los romanos. La sección de aquélla era tan exigua que sólo media 0^m,75 de altura por 0^m,60 de ancho en el piso y 0^m,50 en el techo, y se hallaba fortificada con una entibación tan perfectamente entendida que, habiéndose conservado ésta

en muy buen estado, se remitió una parte de ella como objeto de gran curiosidad á un museo de Glasgow.

Criadero del Sur.—Puede decirse que las piritas que se han hallado en este yacimiento, lo mismo que las que ofreció el *del Balcón del Moro* en Río-Tinto, no son más que insignificantes restos ó vestigios de una gran masa explotada en la antigüedad, puesto que, según más atrás hemos ya dicho, de este criadero debieron proceder la mayor parte de las menas que, después de beneficiadas, dejaron por residuo los grandes escoriales que se hallan en la localidad, sin que, por otra parte, los trabajos modernos hayan conseguido descubrir la masa grande y continua que en la superficie del suelo parece acusarse por los afloramientos.

Ésta se marca, en efecto, por una gran hondonada, cuyo fondo se halla en gran parte formado por la tierra colorada tan característica de los sombreros ferruginosos de los criaderos de piritas, y en disposición tal que parece haberse removido más bien á consecuencia de hundimientos que con motivo de excavaciones que en ella se practicasen. Dentro de esa hondonada se reconocen, sin embargo, señales de labores antiguas, principalmente de pozos estrechos y apareados semejantes á los que los romanos establecieron sobre muchos yacimientos metalíferos; y no sólo eso, sino que á la inmediación de los bordes septentrional y meridional de aquéllas, donde las pizarras se elevan bastante formando fuertes escarpas, descuellan grandes crestones de roca ferruginosa compacta, así como también vetas estrechas y discontinuas de requemones, encerrados aquéllos dentro del perímetro que se dibuja en la figura 2.^a de la lámina 15, acerca de la cual ya hemos llamado la atención más arriba.

Repetimos, pues, que en ningún paraje del territorio de las minas de Tharsis se ofrecen signos tan característicos de la existencia de un gran criadero piritoso como los que aparecen en la hondonada que corresponde al *del Sur*; y como, á pesar de ello, las investigaciones allí practicadas únicamente han demostrado la presencia de las masas aisladas y de escasa ley en cobre que inmediatamente va-

mos á señalar, todo viene á corroborar nuestra ya emitida opinión de que allí fué donde principalmente, dentro de la comarca de que hablamos, los antiguos establecieron sus explotaciones; no siendo aquellas masas parciales otra cosa sino porciones más ó menos extensas de la total y que no se disfrutaron entonces por no reunir las condiciones necesarias para ese fin. No hemos de ocultar, sin embargo, que la presencia de algunas fajas pizarreñas más ó menos metamorfoseadas dentro de la caja del criadero, cuyo eje, sea dicho de paso, se arrumba al E. 15° N., inclinando las rocas que la forman al N. 15° O., ha hecho pensar á algunos que las menas de este yacimiento formaron varias masas paralelas unas á otras, en la vertical de la hondonada consabida; pero, juzgando de lo que aparece en los demás criaderos y no habiendo logrado examinar ni las últimas labores allí ejecutadas, ni el plano que las representa, no creemos admisible semejante suposición, inclinándonos más bien á creer que dichas fajas corresponden á otras tantas intercalaciones ó cuñas de las rocas de los respaldos en el interior del criadero, á semejanza de lo que ocurre en el *de Sierra Bullones* y otros de los que más adelante hemos de describir.

De todos modos, lo que mejor sabemos es que las labores de investigación, á que hace un momento hemos aludido, únicamente han podido acusar las tres porciones piritosas señaladas en la figura 2.^a de la lámina 15; siendo de indicarse que dichas labores, aparte de varios sondeos y algunos pozos, han consistido principalmente en la prosecución del socavón *de La Sabina*, empezado, como hemos ya dicho, por la sociedad francesa y cuya boca se halla (punto *S* de la lám. 11) al sur de la cumbre donde asoman los crestones meridionales del criadero, por bajo del paraje denominado Cantareras de la Reina, y en el establecimiento de otro socavón practicado más recientemente, que, representado en la mencionada lámina 15 (figuras 2.^a y 3.^a), parte del extremo de levante del macizo de las pizarras cupríferas *de La Esperanza* y comunica con un pozo que se halla sobre la parte oriental de la porción central de las tres mencionadas porciones piritosas.

La más occidental de estas tres porciones, de la cual no aparece en el dibujo (V. fig. 2.^a) su extremidad de poniente, mide una longitud de 155 metros desde el pozo sobre ella representado hasta otros dos gemelos labrados por los romanos, cuya posición sale de los límites de la lámina; su anchura media es de 50 metros; la superficie superior de las piritas se halló á unos 27 metros de la boca del primero de esos mencionados pozos, es decir, que este mismo representa la altura de la porción estéril que en ese paraje cubría al criadero, y la profundidad que la misma porción alcanza es de tan escasa consideración que el citado socavón de *La Sabina* pasa por debajo de ella sin tocarla. En la fecha en que nosotros visitamos el establecimiento, esta parte se explotaba por medio de galerías subterráneas, según el sistema de huecos y pilares, verificándose la extracción de las menas con el auxilio de un malacate de vapor.

Á unos 110 metros á levante de esa porción se halló reconocida otra hacia el promedio de la hondonada de que hemos hablado, y arrumbada en el mismo sentido que el eje mayor de ésta, midiendo 154 metros de longitud con la anchura máxima de 25. Cuando nosotros la visitamos se labraban en ella galerías longitudinales y transversales en dos pisos subterráneos, cuyas labores producían una mena bastante terrosa; pero, contra lo que suele suceder con las de esas condiciones, de poca ley en cobre, lo cual fué sin duda causa de que los romanos no la disfrutasen. Tenemos entendido que posteriormente se han establecido sobre esta porción piritosa trabajos para explotarla á cielo abierto.

Finalmente, se ha visto que á la inmediación meridional de esa misma porción existe una tercera; pero no sabemos que todavía se haya reconocido por completo, y no podemos, por consiguiente, fijar ni sus dimensiones ni sus demás circunstancias.

Minas de La Zarza.

SITUACIÓN DE LAS MINAS Y CONDICIONES DEL TERRITORIO.—El establecimiento minero de La Zarza puede considerarse como el tercero

en orden de importancia de la provincia, atendiendo á la magnitud de uno de los depósitos de piritas que allí se encuentran. Situado á 6200 metros al norte de la villa de Calañas, á cuya jurisdicción pertenece, cuenta, dispuestas en calles, 150 casas para albergue de empleados y obreros ⁽¹⁾; otra grande para el director y oficinas, á 250 metros de altitud, en lo alto de la loma donde se hallan los criaderos; diferentes edificios destinados á talleres, maquinaria, almacenes, cuadras, etc., y además las construcciones necesarias para el beneficio del cobre de los minerales. Dentro del radio de las minas se cuentan para los diferentes servicios algunos kilómetros de ferrocarril, aparte del que pone en comunicación este establecimiento minero con el de Tharsis ⁽²⁾.

La sociedad concesionaria posee una extensión de terreno de 6452 hectáreas, limitada por un contorno muy irregular que, midiendo unos 50 kilómetros de recorrido, llega hasta las inmediaciones de Calañas; dentro de cuyo perímetro se hallan las 445 pertenencias y 16 demasías en que consiste la propiedad minera, con una superficie de 566 hectáreas. Las concesiones mineras de La Zarza son también conocidas con el nombre de minas de *Los Barrancos*, en razón sin duda de lo profundo y sombrío de los que separan los relieves orográficos que, con pendientes laderas, destacan en aquel suelo bastante escabroso y de inferior calidad.

Mencionaremos, como principales entre esos relieves, la cumbre ó sierra de El Cerrejón que, de O. á E., se extiende en gran longitud dividida en alturas que se designan con diferentes nombres, conservándose como específico el mismo de El Cerrejón para la parte que, terminada á levante con el cabezo Montero, forma el límite septentrional de los terrenos de La Zarza. Al sur del mencionado cabezo, separado del mismo por un valle ancho y profundo, se halla El Al-

(1) En 1887 la población minera ascendía á 40000 almas, y á 8314 en 1888, explicándose esa disminución porque en este año muchos operarios de la mina salieron para la construcción del ferrocarril que luego se menciona.

(2) El costo de ese ferrocarril, con el de la expropiación de terrenos y otros gastos, fué de 138591 libras esterlinas. Su longitud es de 30 kilómetros y cuenta 41 viaductos, alguno de ellos con pilas de 23 metros de altura.

cornocoso, con algunos yacimientos de menas de manganeso, y éste se enlaza por el sudeste con otras alturas, entre las cuales descuellan las de El Juncajalejo y El Chirondón, y, á más distancia hacia el oriente, la titulada sierra Blanca.

Las laderas septentrionales de todas estas últimas prominencias, así como la meridional del cabezo Montero, vierten sus aguas al arroyo de El Naranjal, que corre hacia el E.

Al mediodía del cabezo Alcornocoso se levanta, separado de él por un colladito, el escueto cerro de Los Silos, con cuyo nombre se suelen designar también las minas de que hablamos, el cual se une por el oeste con el de Las Mesas, El Perrunal y otros, cuyos derrames septentrionales determinan, juntamente con los del sur de la cumbre de El Cerrejón, una corriente que marcha hacia el O. á recibir los tortuosos barrancos que parten de la ladera meridional de El Perrunal, corriendo todos, después de reunidos en el barranco que se llama de La Herrería, á confluir á la rivera Tamujoso; al mismo tiempo que las aguas que descienden por la falda oriental del citado cerro de Los Silos concurren al barranco de La Algaida, y que las que bajan por la ladera meridional del mismo cerro se detienen en el pantano establecido para acudir á las necesidades del beneficio de las menas ⁽¹⁾, pantano en el cual se acumulan asimismo algunas de las aguas que antes aflúan al barranco de Los Cepos, en el que están instaladas las oficinas de beneficio. Este último barranco, originado en la falda meridional del cabezo de Las Mesas cerca del camino de Calañas, se une con el de La Algaida há poco citado, para desembocar reunidos en el arroyo Mojafre, que nace en el cabezo de El Guijarro, por cuya falda oriental pasa aquel mismo camino, y que, corriendo por la inmediación meridional de dicha confluencia, va á tributar á la rivera Olivargas poco antes de que ésta llegue al río Odiel.

Todavía hemos de agregar que en la porción más occidental del territorio de estas minas destacan en el suelo, por ahí bastante llano, el cabezo de El Enamorado y la cumbre de Las Galas, ambos sobre

(1) V. tomo 1, pág. 188.

la margen izquierda de la rivera Tamujoso; el cabezo de los Ovejeros, que se halla en la proximidad de la junta de esa rivera con el barranco de Martín Juan, y las cumbres de Gamonito y del Guaperral que, la primera al norte de la segunda y arrumbada aquélla de E. á O. y la última de NO. á SE., forman parte del perímetro de la propiedad territorial de la sociedad concesionaria, y se hallan sobre la margen derecha del barranco últimamente nombrado.

Finalmente, son bien conocidos en la extremidad del sudoeste del mismo territorio los cerrejones designados con los nombres de cumbre de El Corcho, cabezos El Vicario, El Pendón, de Rozas Viejas y de Mojea-Alta, y más al sur el cabezo Bua, en cuya cúspide se halla uno de los vértices del citado perímetro.

En la lámina 14 puede apreciarse la posición respectiva de la mayor parte de los parajes acabados de mencionar.

NOTICIAS HISTÓRICAS.—La explotación de los criaderos de La Zarza se remonta á los mismos lejanos tiempos que la de los de Río-Tinto y Tharsis, según lo acreditan las excavaciones en ellos practicadas y los escoriales que yacen junto á ellas.

De estas antiguas labores, sin duda romanas, al menos en su mayor parte, merece citarse en primer término el estrecho y tortuoso socavón llamado *de La Algaida*, que tiene su entrada en el paraje de ese mismo nombre y va á penetrar por la parte oriental del criadero llamado *de Los Silos*, al norte de la cúspide del cerro de igual denominación, recorriendo en conjunto una longitud de 1300 metros, en gran parte de la cual comunica con la superficie por 72 pozos ó lumbreras, cuya profundidad oscila entre 20 y 100 metros, siendo los más hondos los que se hallan á la proximidad del criadero metalífero.

Al sur de este mismo criadero se encuentra otro socavón llamado *de Los Cepos* que, con sus correspondientes lumbreras, se abrió por los romanos, lo mismo que el precedente, en las pizarras del Culm. Mide una longitud de 800 metros, á partir de su boca (*a* en la lámina citada), que se halla, á 182 metros de altitud, en el barranco de que toma el nombre. Es curioso observar que al ensanchar modernamente ese socavón, acomodándolo para el transporte, se vió que

unos 10 metros por encima se extendía en su mismo rumbo otra galería, sin comunicación con la superficie, que sin duda se estableció por error, al tratar de atacar aquél por los puntos correspondientes á las diversas lumbreras, y que se abandonaría cuando se notó que no se hallaba al nivel conveniente.

Mucho más corto que esos dos y en dirección á otro criadero llamado *de El Perrunal*, que es mucho menor que el *de Los Silos*, aparece, á poniente de aquéllos, un tercer socavón, cuya boca (punto *b* de la lámina) se abre en la falda meridional del relieve en que destaca el cabezo de Las Mesas; y, finalmente, hacia la parte oriental de las minas hay otro que, en línea algo sinuosa, se extiende, de S.SE. á N.NO., hacia un tercer criadero, denominado *de La Algaida* y *Agua Agria*, situado en los parajes de esos nombres, con el último de los cuales (Agua Agria) se designa también el socavón á que aludimos. Mide éste una longitud de 550 metros poco más ó menos, y comunica con la superficie por 15 lumbreras.

Aparte de estas galerías, cuyo objeto principal debió ser procurar desagüe natural á las labores de explotación á medida que éstas avanzaban en profundidad, es tal el número de pozos gemelos, á que tan aficionados fueron los antiguos mineros ⁽¹⁾, sobre el cabezo que se eleva á levante de las casas del establecimiento minero, que ese cerrejón aparece materialmente acribillado de ellos, por lo cual se le denomina *de Los Silos* ⁽²⁾, cuyo nombre se ha extendido al criadero principal de estas minas y aun, según hemos ya indicado, á todas ellas.

Después de la época á que todos esos trabajos pertenecen, no se tiene noticia de que en el sitio á que nos contraemos se explotara ni aun siquiera llamara la atención ningún criadero, hasta que en 1855 se concedieron gran número de pertenencias sobre el *de Los Silos* y

(1) D. Recaredo Garay, director que fué de estas minas hace algunos años, contó hasta 800 de esos pozos.

(2) Aunque la palabra *Silo* no sea de las más usadas, sabido es que genuinamente significa lugar subterráneo y seco para guardar semillas, y que en sentido figurado se aplica á cualquier lugar subterráneo, profundo y obscuro.

el *de El Perrunal* en igual ocasión y para la misma empresa concesionaria de las minas de Tharsis, registrándose con posterioridad por algunos particulares otras pertenencias en los parajes de La Algaida y Agua Agria. Antes de que esto último se verificara, ya había la mencionada empresa concesionaria arrendado sus minas de Tharsis y La Zarza á la *Sulphur and Copper Company*, y cuando después las dos sociedades francesa é inglesa, ó sea la concesionaria y la arrendataria, se refundieron en una sola, ésta compró las pertenencias mineras demarcadas en La Algaida; de modo que en la actualidad ella es la propietaria de todas las de piritas que radican dentro del perímetro de que al principio hemos hablado, en terreno que también es suyo, hecha excepción de las concedidas en Agua Agria, que continúan en posesión de sus registradores.

No bien la repetida sociedad francesa adquirió sus primeras pertenencias, se practicaron por cuenta de la misma algunas excavaciones de reconocimiento, preparación y arranque; se arregló el socavón *de Los Cepos*, llamado también *del Sur*, para que, como arriba hemos dicho, pudiera verificarse por él la extracción de las menas, y se estableció lo más preciso para emprender desde luego el beneficio del cobre contenido en ellas, habiéndose arrancado y beneficiado en la localidad, en el período de los años 1859 á 1866, las cantidades siguientes de mineral:

AÑOS.	Toneladas.
1859.....	904
1860.....	2400
1861.....	3800
1862.....	6500
1863.....	9800
1864.....	4900
1865.....	6800
1866.....	43825
TOTAL.....	48926

Pero la explotación verdaderamente activa de estas minas ó, hablando con más precisión, del criadero *de Los Silos*, en que aquélla se halla concentrada, data del momento en que se procedió al arren-

damiento de que hemos dado noticia, dedicándose desde entonces á la exportación una parte del mineral arrancado. En su principio éste se conducía á lomo por camino de herradura hasta el establecimiento de Tharsis, y desde éste al muelle de Huelva por su correspondiente ferrocarril; pero unidas después las minas de La Zarza con las de Tharsis por otro ferrocarril que empalma con el que de las últimas va al muelle citado, todos los transportes se verifican ya por camino de hierro.

He aquí ahora, en demostración de la importancia de los arranques en el criadero á que nos referimos, las cantidades de mena que ha suministrado en el período de los años de 1867 á 1888, según los datos proporcionados por la empresa explotadora y por la estadística oficial del ramo:

AÑOS.	MINERAL		
	Beneficiado.	Exportado.	Total arrancado.
1867.	21216	400	21616
1868.	23400	537	23937
1869.	30200	538	30738
1870.	23036	459	23495
1871.	35638	814	36452
1872.	40226	828	41054
1873.	37689	444	38133
1874.	37420	994	38414
1875.	31499	870	32369
1876.	40400	710	41110
1877.	45239	755	46044
1878.	55500	643	56143
1879.	57377	910	58487
1880.	56405	707	57112
1881.	57843	403	58246
1882.	62119	795	62914
1883.	59063	1677	60740
1884.	66317	2703	69021
1885.	77701	2048	79749
1886.	69425	1578	71003
1887.	42833	18188	61021
1888.	86809	411231	498040
SUMAS.	4.057605	448279	4.205884

CIRCUNSTANCIAS DE LOS CRIADEROS.—*Generalidades.*—Las pizarras del Culm, generalmente arcillosas, á veces silíceas, que encierran

los criaderos piritosos de La Zarza, se ofrecen más ó menos metamorfoseadas en el contacto ó inmediaciones de los mismos criaderos, y siempre tan dislocadas que sus estratos, arrumbados por término medio al O. 16° N. y levantados muchas veces hasta la vertical, acusan numerosos ejes anticlinales en los parajes que corresponden á los valles y, en espacios más reducidos, tantos pliegues y fracturas que aparecen divididos en prismas romboédricos.

La metamorfosis de las rocas, en la zona en que se hallan los criaderos, se reduce unas veces á un cambio de su primitiva coloración, verdoso-azulada, en otras amarillentas ó rojizas, debidas á los óxidos de hierro, pero en ocasiones es más intensa, y ya sucede que las pizarras han perdido en determinados parajes la estructura que les es propia, convirtiéndose en una arcilla blanca; ya se convierten en metamorfoseadas cristalinas y compactas, dominando en éstas las porfiroides; ya, pasando como tránsito por el estado de porcelanitas, llegan á constituir verdaderos jaspes, por lo general rojos, que pueden considerarse como la matriz de las menas de manganeso, las cuales abundan en la misma localidad que consideramos, al norte de las masas de piritas.

No es raro además, pero no hecho constante, que más ó menos relacionadas con las rocas metamorfoseadas cristalinas aparezcan asomos hipogénicos; y, finalmente, siendo bastante común la presencia de vetillas de cuarzo blanco acomodadas en las grietas que hienden los estratos, y sin duda de origen más moderno que éstos, esas vetillas llegan á dibujar á modo de redes cuando abundan mucho, según se verifica principalmente en la prolongación de los criaderos metalíferos y á la proximidad de las rocas hipogénicas y de las más metamorfoseadas.

Hechas esas indicaciones generales, mencionaremos que las rocas hipogénicas porfídicas constituyen una parte importante del relieve en que se halla la cumbre de El Cerrejón (V. lám. 14), distinguiéndose entre ellas el pórfido cuarzoso, abundando, sin embargo, más que esas rocas las porfiroides metamorfoseadas; añadiremos que todas ellas entran también en la composición de la sierra Blanca, don-

de el pórfido toma color verde á consecuencia de la gran cantidad de productos cloríticos que contiene; y, agregando que asimismo se ofrecen en los cabezos Alcornocoso, Chirondón y de Las Mesas, acompañando en ellos á las porfiroides pizarreñas de colores claros otras de coloración verde de manzana, así como que en la umbria de El Perrunal aparecen algunos asomos pequeños de porfiroide verde, siendo igualmente digno de expresarse que una roca metamorfoseada bastante cuarzosa y teñida de verde claro por la clorita muestra en su estratificación bien marcada fuerte inclinación al N. 1° E. junto á la mina de manganeso denominada *California* (entre El Chirondón y El Juncalejo), terminaremos llamando la atención acerca de que los jaspes que hemos mencionado, los cuales sobresalen en crestas en los ya repetidos cabezos Alcornocoso y Chirondón, así como en el paraje llamado de Las Roldanas y otros que aparecen en nuestra lámina de conjunto, no es común que continúen por bajo de la superficie del suelo hasta honduras grandes, sino que, por el contrario, se pierden pronto entre las pizarras menos transformadas, ó entre éstas y las rocas porfiroides verdes y estratiformes que se han reconocido al explotar algunos de los criaderos de manganeso.

Los de piritas de La Zarza, señalados en la lámina 12, se revelan en la superficie, igualmente que los de Río-Tinto y Tharsis, por asomos de rocas ferruginosas, y á veces también por hondonadas limitadas por las rocas de los respaldos. A partir del oeste, el primero que se encuentra es el de *El Perrunal*; sigue á unos 250 metros al este-nordeste el de *Los Silos*, y á mayor distancia al sudeste de la extremidad oriental de este último el de *La Algaida* y *Agua Agria*, existiendo además una zona de pizarras cupríferas en el barranco de este último nombre, entre estos últimos criaderos.

Entre dos alturitas donde sobresalen los requemones que señalan los hastiales del criadero de *El Perrunal*, se acusa muy perceptiblemente el sombrero de hierro del mismo, en longitud de unos 300 metros, dirigida próximamente de N. á E., con un ancho máximo de 50 metros, y asimismo, en correspondencia con el criadero de *La Algaida* y *Agua Agria*, existen, aparte de un manto de toba semejante

á la de la mesa de Los Pinos, en Río-Tinto, crestones ferruginosos bien caracterizados que, con arrumbamiento de E. 23° S. á O. 23° N., corren en gran espacio; pero ninguno de estos dos yacimientos se halla todavía suficientemente reconocido, por lo cual nuestras consideraciones se han de limitar al otro, que es en el que hasta ahora se han concentrado más los trabajos, y que sin duda es también el más importante, ó sea al

Criadero de Los Silos.—En la lámina 15 se representa su sección horizontal al nivel del segundo piso de las labores subterráneas sobre él establecidas (fig. 1.^a) y un corte transversal (fig. 2.^a) trazado por la parte más ancha del criadero, el cual consiste en una masa de figura irregular y alargada, cuyo eje central lleva una dirección de E. 10° N. á O. 10° S., y tan fuertemente inclinada que casi aparece vertical en la porción que hasta la fecha se ha reconocido por medio de galerías. Su espesor máximo es de unos 35 metros á la hondura del mencionado piso segundo.

Comienza este venero en el cabezo de Las Mesas con un espesor que, desde luego de bastante consideración, llega á 55 metros, poco más ó menos, á los 25 de distancia, conservándolo en otros 65 hacia levante, para disminuir algo en los otros 100 metros de longitud que siguen, durante los cuales el hastial septentrional dibuja ondulaciones más ó menos marcadas. Á la terminación de ese trayecto, el mencionado hastial se tuerce bruscamente hacia el nordeste, adquiriendo entonces el criadero su máxima anchura, que con ligeras oscilaciones conserva en otros 100 metros próximamente de extensión, ó sea hasta un paraje hacia el promedio del mismo criadero en que éste se divide en dos porciones en su parte superior, por la interposición de una faja de 25 metros de ancho, formada por rocas metamorfoseadas que desaparecen en profundidad, cesando entonces la división de la masa piritosa; pero con la circunstancia de que toda ella, ó sean sus dos hastiales, se tuerce de pronto hacia el N. é inmediatamente después nuevamente hacia el E., disminuyendo sucesivamente desde entonces el ancho de la misma hasta su terminación al norte del cabezo de Los Silos. En esa terminación, por la

cual precisamente va á penetrar el socavón romano de La Algaida más arriba citado, la parte superior del criadero vuelve á dividirse en porciones ó ramas, siendo aquí cuatro las que se forman por la interposición de tres fajas de roca pizarreña que van estrechando en profundidad y han desaparecido completamente á la hondura del piso tercero, según nos ha comunicado el director de la explotación.

Las pizarras, más ó menos alteradas, del respaldo septentrional ó pendiente del criadero, son muy duras, de color obscuro, y tan compactas que, según dicen los mineros del país, no tienen *despego*, es decir que no se deshacen en hojas delgadas. Á veces se hallan tan penetradas de pirita ferro-cobrizas, que suelen acusar al ensayo por vía húmeda hasta el 7 y el 12 por 100 de cobre. Sus estratos ofrecen en algunos sitios fracturas bien marcadas, y son también frecuentes en ellos pliegues mucho más fuertes que los que trazan las pizarras del respaldo meridional.

Estas últimas, mejor reconocidas que las primeras en profundidad, donde presentan ligeros desvios hacia el S., sin que por eso el criadero pierda su disposición casi vertical, son blandas y de color gris de plomo. Entre ellas y la masa piritosa se interpone, á modo de salvanda, una roca arcillosa, por lo general blanca, sin vestigios de materia metalífera, que procede de la descomposición de las mismas pizarras.

La faja que hacia el promedio atraviesa la parte superior del criadero, es de roca muy metamorfoseada, blanca y de textura granuda, y los minerales cobrizos penetran en ella en cantidad bastante para que los ensayos den hasta el 4 por 100 de cobre.

En el criadero *de Los Silos* no sólo son muy raras las menas terrosas y de estructura de escoria, que relativamente abundan en Tharsis, sino que aquél está constituido principalmente por un mineral tan duro y compacto que la calcinación á que se le somete para su beneficio en la localidad tarda mucho en verificarse; pero no por eso faltan en el mismo litoclasas que determinan su división en prismas romboédricos.

Por lo demás, lo mismo que sucede en los yacimientos de Río-Tinto, y en general en todos los de la provincia, es muy variable la repartición del mineral cobrizo en la masa piritosa de que hablamos. En las labores de disfrute establecidas al norte de la faja metamorfoseada que, como llevamos repetido, la atraviesa en su promedio hasta cierta hondura, hay parajes en que se dan menas con 4 y hasta con 7 por 100 de cobre, mientras que las que proceden del centro de la porción en que se mide la mayor anchura del yacimiento no suelen acusar un contenido de dicho metal superior al del 5 por 100, siendo todavía más pobres las que se arrancan á las inmediaciones del hastial meridional, sobre todo si proceden de cualquiera de los dos extremos de levante ó de poniente; así es que si, por ejemplo, se consideran las menas inmediatas á ese hastial en el nivel del piso segundo, puede decirse en términos generales que mientras que las de la porción central dan de 1 á 2 por 100 de cobre, las del extremo occidental sólo acusan 1 á 1,5 por 100 del mismo metal, y únicamente 0,5 por 100 las procedentes del extremo de levante.

Mencionaremos, por último, como una particularidad en el criadero *de Los Silos*, la circunstancia de que á veces éste ofrece, en los lisos de los hastiales, algún cobre nativo en delgadísimas planchuelas ó en forma de ramos; así como la de que, á la manera de lo que se verifica en Río-Tinto, la chalcopirita aparece en algunas ocasiones en vetillas y en manchas pequeñas en la pirita de hierro; lo cual sucede principalmente en el extremo oriental de una de las cuatro ramas en que por ese lado se divide la parte superior del mismo criadero, como ya hemos dicho.

La altura de la montera de hierro de la masa piritosa de que hablamos, era, aun cuando bastante variable de unos puntos á otros, en razón á las desigualdades del suelo, de mucha consideración en su conjunto, bastando citar, para formarse idea de ella, que en el pozo que se llama del Malacate porque en él hubo establecida una máquina de esta especie, situado en el respaldo meridional de la parte más ancha del yacimiento, media 43 metros desde el brocal

hasta la superficie superior de las piritas, y que esa altura era de 55 metros en el paraje ocupado por otro pozo colocado á 60 metros al oeste del anterior, de 72 metros en la porción occidental del criadero, ó sea en el cabezo de Las Mesas, y de 40 al norte de la faja de las rocas de la caja que lo atraviesan en su promedio; pero á pesar de esas condiciones ha sido conveniente y hasta preciso proceder al desmonte, ya avanzado, de todo ese sombrero, porque explotada durante muchos años la masa piritosa por el sistema de huecos y pilares, rutinario en el país, con el cual se disfrutó completamente al nivel del piso segundo la parte al sur y poniente de la ya muchas veces mencionada faja de rocas estériles que atraviesa la porción superior de la misma, según manifiesta nuestro dibujo (lám. 15), no sólo diferentes hundimientos acaecidos en la zona central de aquellos trabajos acusaron, igualmente que en otras localidades, lo pernicioso de semejante sistema de laboreo, sobre cuyos inconvenientes ya hemos llamado la atención más de una vez, sino que llegó á grietarse todo el macizo de rocas que descansaba sobre la repetida masa de piritas, amenazando inminentes ruinas.

Las dimensiones que se adoptaron para las galerías en la dicha explotación por huecos y pilares eran de cinco metros de alto por cuatro de ancho, dejando en las intersecciones macizos ó pilares de mineral de 4 metros de lado en su sección horizontal, y la extracción se verificaba, como ya hemos repetido, por el socavón del barranco de Los Cepos, que va á parar al nivel del piso segundo de la mina, ó sea á una hondura de 67 metros por bajo del pavimento inferior de la casa de la Dirección.

En la actualidad, al mismo tiempo que se prosigue la explotación subterránea con labores que se labran en el piso tercero, elevándose hasta el mismo socavón los productos que dan, se continúa desmontando en bancos escalonados la montera ferruginosa, con tal actividad que ya está descubierta la superficie superior de las piritas en una buena parte del yacimiento ⁽¹⁾, y no sólo eso, sino que ya se ha

(1) Al comenzar el año 1888, la altura desmontada oscilaba entre 35 y 55 metros, en una superficie de forma oval cuyos diámetros mayor y menor

empezado á explotarlas por medio de excavaciones á cielo abierto.

Grande era á la verdad, como hemos visto, la altura de aquella montera y grandes, por consiguiente, los costos que su desmonte supone; pero, aparte del peligro que amenazaba, favorecía la determinación de su arranque la circunstancia de ser el criadero casi vertical, y además la de que por ese medio se han de poder aprovechar las menas que, formando columnas, cielos y pisos, quedaron en la parte alta del criadero, las cuales dan por término medio una ley en cobre superior á la que acusan las que proceden de los niveles más bajos á que en el mismo se ha llegado.

Nada, por lo demás, hace sospechar en éstos que la masa piritosa experimente en profundidad cambios notables en su configuración, de modo que puede efectivamente considerarse segura la existencia en ella de los seis millones de toneladas de mineral que se suponen en una Memoria, correspondiente al ejercicio de 1881, repartida á los accionistas de la compañía concesionaria y explotadora.

En los primeros meses del año 1888 se ocupaban diariamente en este establecimiento 2452 obreros, distribuidos en esta forma: 180 hombres y 20 muchachos en las labores subterráneas; 1700 hombres, 170 muchachos y 52 mujeres en las excavaciones á cielo abierto y otros trabajos en el exterior, y 195 hombres, 106 muchachos y 29 mujeres en las faenas del ramo de beneficio.

Contaba el establecimiento en la misma fecha con las siguientes máquinas de vapor:

Dos fijas con fuerza de 70 caballos, una de las cuales movía un malacate;

Otras dos también fijas, una de ellas, de 12 caballos, para la elevación de las aguas necesarias para la alimentación de todas las calderas, y la restante, de 6 caballos, para el riego de los minerales calcinados;

Tres móviles, de 8 á 10 caballos cada una, dos de las cuales es-

median respectivamente 309 y 220 metros; siendo digno de mencionarse que el volumen de las rocas estériles, extraídas de esas excavaciones á cielo abierto durante tres años, ascendía á 4.500000 metros cúbicos.

taban aplicadas al desagüe de las excavaciones y la otra al taller de reparaciones de herramientas y efectos;

Cuatro locomotoras, de á 20 toneladas de peso, destinadas á los transportes dentro del radio de las minas.

Minas de Cala ⁽¹⁾.

Se conocen vulgarmente por este nombre las minas demarcadas en la sierra del Venero, distante unos cinco kilómetros al sudoeste de la villa de Cala.

Constituyen allí la propiedad minera 546 pertenencias, repartidas en las concesiones tituladas *San Joaquín*, *San Joaquín 2.º*, *San Luis*, *Dominesa*, *San Cristián*, *Los Dolores* y *San Fermín*, de las cuales se demarcaron las dos últimas hacia mediados del presente siglo y con bastante posterioridad las cinco primeras, componiendo entre todas una superficie horizontal de 564 hectáreas.

La sierra del Venero se extiende, de E.SE. á O.NO., en longitud de tres kilómetros, entre la rivera del Hierro y el barranco que la separa por levante de la sierra del Gandú. Las laderas son ásperas y bastante pendientes, y, áridas las de la parte meridional, cuentan las septentrionales con algún arbolado de encinas que se desarrolla especialmente en el frondoso valle donde terminan, por el cual corre el barranco de Las Herrerías, afluente de la rivera del Hierro.

Hacia lo más alto de esa sierra, que se eleva 288 metros sobre el barranco citado, asoma un mogote de granito que ocupa una parte de la cumbre por el lado de la umbria, y una faja, de forma irregular, de caliza compacta, á veces cristalina, que va aumentando en ancho de poniente á levante, circunda á cierta distancia por el sur

(1) Descritos los tres principales establecimientos mineros de la provincia, por el orden de la importancia de sus criaderos, sería difícil, y hasta dado á interpretaciones que nos proponemos evitar, el seguir con ese sistema la enumeración de las que nos faltan que reseñar, por lo cual procuraremos en lo sucesivo, aunque no sea con una exactitud matemática, ir las mencionando según su posición topográfica, marchando de norte á sur y de levante á poniente.

y por el este á la masa granítica, formando en algún trecho la cumbre de la porción oriental y extendiéndose por las dos laderas, especialmente por la septentrional. Las rocas dominantes en los alrededores son, sin embargo, unas pizarras más ó menos arcillosas y con algunos lechos calcáreos, que, envolviendo á la mencionada faja caliza y al manchón de granito, separado de ella por un intermedio de las mismas pizarras, se extiende por todos lados ocupando por completo el valle de que hemos hecho mención.

Entre esas pizarras con lechos calcáreos, precisamente en el espacio que, por el sur del asomo de granito, se extiende separándolo de la faja caliza, es donde, en diferentes puntos de la ladera septentrional de la repetida sierra, aparecen una porción de asomos ferruginosos procedentes de la alteración de las piritas á que deben su origen. La zona en que esos asomos se manifiestan (V. lám. 16) mide, en dirección de O. 27° N. á E. 27° S., una longitud de 1200 metros poco más ó menos, con un ancho de 200 por término medio, y aquéllos están formados por óxido de hierro magnético, al estado compacto en los crestones salientes y al terroso en las hondonadas; pero la verdad es que, á pesar de los trabajos practicados en esa zona y sus alrededores, son todavía tan vagas las noticias que se poseen acerca de los criaderos piritosos á que corresponden los mencionados asomos de hierro magnético, que ni siquiera se sabe á punto fijo cuántos sean esos mismos criaderos, por más que el ingeniero Don Román Ingunza haya admitido que son seis ⁽¹⁾.

Del propio modo que en las demás minas que llevamos descritas, existen en las de Cala ó de la sierra del Venero señales de haberlas explotado los romanos. Consisten esas señales en ciertos escoriales de poca consideración á uno y otro lado del barranco de Las Herrerías; diversas calicatas arruinadas que, por lo alto de la porción septentrional de la sierra, se hallan dispuestas según la dirección de los crestones ferruginosos; otras excavaciones á cielo abierto de mayor amplitud, y varios pozos de escaso diámetro, entre los cuales es digno

(1) Informe facultativo sobre el estado de las minas de Cala en Mayo de 1886.—*Revista Minera*, tomo IV de la serie C, pág. 191.

de especial mención uno que, excavado en caliza sobre el yacente del único criadero que, en parte, está reconocido, desciende á modo de escalera de caracol hasta alcanzar á una profundidad de 50 metros, en números redondos, las excavaciones subterráneas labradas por los mismos explotadores; y, finalmente, un socavón, que hoy se designa con el nombre de *Galería Romana*, el cual tiene su entrada, practicada en granito, junto al paraje en que se halla establecida la casa para oficinas y habitación del director.

Ninguna noticia se tiene de que en la sierra de que hablamos nadie volviera á ocuparse en trabajos mineros hasta que, á mediados del siglo corriente, se emprendió por una empresa concesionaria la limpia de algunas de las excavaciones antiguas, entre ellas la del socavón ya mencionado y la de una galería que comunicaba con éste, á la cual se llamó y llama *de Los Esqueletos*, porque, efectivamente, se encontraron en ella, al desatramparla, los de varios obreros, acompañados de una porción de herramientas, lo cual demuestra que aquéllos debieron perecer allí porque algún hundimiento les cerró la salida de la mina.

En ese mismo período se debió establecer, ó por lo menos limpiar y arreglar, si es que data del tiempo de los romanos, lo cual no sabemos, el socavón que en la actualidad se denomina galería *Dominesa*, cuya boca se halla en el extremo occidental de la zona metalífera, á un nivel de 34 metros más bajo que el de la *Romana*, y asimismo se practicaron diversas labores de disfrute en tres pisos diferentes del criadero á que se refieren la mayor parte de las investigaciones practicadas en la localidad, el cual, llamado *del Norte*, se extiende á la inmediación del asomo granítico de que hemos hablado.

Pocas fueron, sin embargo, las menas arrancadas, pues únicamente tenemos noticia de que se obtuvieran 460 toneladas el año 1860 y 445 el 1861, y por cierto que, según numerosos ensayos verificados con ellas, nada es más variable que la repartición del mineral cobrizo en las mismas, puesto que, resultando muchas muestras completamente exentas de cobre, otras acusaron un contenido de este metal que oscilaba entre los límites del 2 y 12 por 100.

Pero sin meternos á averiguar la causa, ello fué que en 1861 se pararon todos los trabajos en las minas de Cala, sin que volvieran á emprenderse hasta mediados del año 1884, en que una compañía portuguesa las tomó en arriendo, concluyendo al fin por comprarlas á principios del 1888, á pesar de que pocos meses antes suspendió también todas las labores aquella compañía.

Durante el tiempo en que ésta trabajó, ó sea desde Julio de 1884 hasta fines de 1887, parecía desplegar alguna actividad, ocupando unos 200 operarios cada día; pero, sin que sepamos las menas que se arrancaron en los dos últimos años, no parece que pasaron de 500 toneladas las obtenidas en 1884 y de 500 las que se extrajeron en 1885.

Hay, sin embargo, que tener en cuenta que en el período mencionado fueron varias las labores exclusivamente de investigación y preparatorias que se establecieron, pudiéndose mencionar en ellas seis ó siete socavones. Todos ellos, á excepción de uno de que luego hablaremos, tienen abiertas las entradas en la ladera septentrional de la sierra, distribuidas á cuatro niveles diferentes en una longitud de 800 metros; pero de esos socavones más modernos, únicamente el *Paquita*, cuya boca se abre, junto al edificio destinado para almacenes, á un nivel 40 metros más bajo que el *Romana*, ó sea 44 metros más alto que el *Dominesa*, que es el más bajo de todos, llegó á cortar el criadero *del Norte*, al cual deben concurrir también los otros, y, por consiguiente, mientras así no lo consigán, nada nos importan, por lo cual ni siquiera aparecen señalados en la lámina 16 á que venimos contrayéndonos.

Tenemos, pues, que, modernos ó antiguos, únicamente los tres socavones ó galerías acabados de mencionar son los que hasta ahora han cortado el criadero que consideramos, sobre el cual se han establecido diferentes labores, constituyendo el piso primero ó más alto las que comunican con la galería *Romana*; el piso segundo ó intermedio las que se relacionan con la *Paquita*, y las del tercero ó inferior las que se hallan en correspondencia con la *Dominesa*.

El primero de esos pisos permite recorrer el criadero en unos 160

metros de longitud hacia poniente, pudiendo asignársele á ese nivel un espesor medio de 8 metros; á la hondura del piso segundo el espesor medio asciende á 11 metros en la porción reconocida, y al nivel del piso tercero, que cuenta unos 100 metros de longitud, se miden 18 metros de espesor en tres galerías transversales. Se ha podido notar también que en conjunto el criadero *del Norte* afecta una inclinación de 80° al NE.; pero hemos de repetir que todas estas indicaciones se refieren á la porción del criadero que queda á poniente de la comunicación de la galería *Romana* con las labores subterráneas. De la porción más oriental todavía no se conoce nada.

Terminaremos las noticias referentes al mismo criadero haciendo observar que el óxido magnético, que constituye su sombrero de hierro, penetra en ocasiones, hasta profundidades muy distintas, dentro de la masa piritosa pobre en mena cobriza, no siendo raro hallar ejemplares de esa misma pirita más ó menos transformados en aquel óxido; agregaremos que, aparte de la repartición desigual de la mena cobriza en la pirita de hierro, se ofrecen parajes en que la pirita de cobre se dispone en vetas ó lechos discontinuos intercalados en la de hierro; y señalaremos que, formando el yacente del criadero, en la porción más occidental del mismo, las calizas de que más arriba hemos hablado, existen diferentes puntos en que la pirita penetra á esa caliza, á veces en cantidad que domina sobre la roca pétreo, cuyo hecho se reproduce también en el granito que se halla á la inmediación del pendiente por aquel lado. Uno de los parajes en que mejor se pudo apreciar la disposición de vetas de pirita de cobre próximamente paralelas entre sí, intercaladas en la masa de pirita de hierro, de tal manera que el conjunto simulaba una alternación de lechos de la primera de esas piritas con otros más gruesos de la segunda, fué en la comunicación del socavón *Paquita* con el criadero: allí los dos hastiales aparecieron formados por la pirita de cobre, y en el espacio intermedio se contaban otros tres lechos ó vetas de la misma substancia.

Prescindiendo de los que puedan existir intermedios, se marcaron junto á la faja caliza, al sur de la divisoria de la sierra del Venero,

los crestones de otro criadero que, á juzgar por ellos, corre paralelamente al *del Norte*. Sobre ese criadero, que en la localidad llaman *del Sur*, hay practicado un pozo que comunica con algunas excavaciones subterráneas que se atribuyen á los romanos, pero que dan muy poca luz respecto á las condiciones del yacimiento metalífero; por lo cual, con objeto de reconocerlo mejor, se emprendió, en el último período de actividad en estas minas, la apertura de un socavón que, partiendo de la ladera meridional de la sierra, á un nivel un poco más alto que el de la galería *Dominesa*, se dirigiese á cortar el criadero. Á los 225 metros de longitud, ese socavón había atravesado, próximamente en la vertical de la divisoria de la sierra, una zona de pizarras que ofrecían entre sus lechos algún cobre nativo en formas ramosas; pero, sin alcanzar otros resultados más positivos, esta labor se suspendió con todas las demás de aquellas concesiones.

Minas de Zufre.

Los crestones de rocas ferruginosas intercaladas entre las pizarras silurianas de la sierra Vicaria, en término de Zufre, han llamado siempre la atención de los que, ocupados en buscar minas, recorren desde el más profundo y sombrío barranco hasta las cimas más escabrosas, siendo una buena prueba de ello los trabajos que en distintas épocas se han ejecutado en aquel territorio tan escondido, y que, relegado al extremo nordeste de la provincia, tanto dista de los principales centros de población y de la costa.

Muchos pozos antiguos atestiguan en la sierra Vicaria bastante actividad minera en remotos tiempos; y en los modernos, cuando se constituyó la sociedad para la rehabilitación de las minas de Tharsis, se hicieron también allí por cuenta de ésta algunos trabajos; pero todos ellos, así como los ejecutados en otras minas, tales como la de La Cueva de la Mora, que pertenecieron á la misma empresa, se fueron abandonando años después, sin que llegara á averiguarse la importancia que puedan tener los criaderos que en la sierra dicha se acusan, si es que realmente la tienen, como algunos creen,

fundados en los caracteres exteriores que presenta el terreno.

Es de creer, atendiendo á la disposición de los crestones ferruginosos, que los criaderos á que éstos correspondan consisten en vetas de poco espesor, con relación á su largo; pero no hemos de insistir en este particular, porque no hemos conseguido poder examinar excavaciones que nos condujeran á una opinión cualquiera. Tampoco podemos entrar en consideraciones acerca de la composición de esos criaderos, en razón á que únicamente sabemos, por algunas muestras que hemos podido recoger, que en esos yacimientos existen pirritas análogas á las de otros criaderos de Huelva.

Sobre los de la sierra Vicaria se han demarcado, á petición de diversos concesionarios, 216 pertenencias mineras que abarcan una superficie horizontal de igual número de hectáreas.

Minas de Campofrío.

En territorio que corresponde á la aldea La Majada destacan unos crestoncillos de pizarras teñidas por óxidos de hierro, bajo los cuales se ha reconocido una veta de pirita de hierro que lleva en mezcla una pequeña porción de la de cobre. Mide esa veta, en dirección de NO. á SE., unos 100 metros de longitud, con inclinación al NE. y espesor medio de 6 metros en la parte superior, el cual va aumentando hacia abajo, en la hondura de 50 metros que han alcanzado las labores de investigación hasta ahora practicadas en las concesiones denominadas *La Majada* y *La Positiva* que, sumando 40 pertenencias, son las dos únicas que sobre ese criadero radican.

La ley media en cobre de sus menas, que se eleva hasta la del 5 por 100, parece conservarse con bastante uniformidad en toda la parte del yacimiento reconocida; pero, á pesar de ello, permanecen almacenadas las que se obtuvieron en las labores dichas, sin que se haya intentado su beneficio, y hace ya más de dos años que se han paralizado allí todos los trabajos mineros.

Minas de La Peña del Hierro.

Las minas de La Peña del Hierro, á 5 kilómetros al nordeste de las de Río-Tinto, se hallan al pie del cabezo de San Cristóbal, sobre la extremidad de la ladera meridional de la sierra del Padre Caro, al este de la provincia, en término de Nerva. El suelo es bastante quebrado, y por él pasa la divisoria de los ríos Odiel y Tinto.

Prescindiendo de las explotaciones de poca importancia que en el criadero de estas minas se verificaron con anterioridad al presente período histórico, nos limitaremos á indicar fueron aquéllas unas de las primeras que se rehabilitaron en el país después de las de Río-Tinto, puesto que el año 1850 se hallaban ya en actividad. Á la primera sociedad formada para el objeto siguió otra, que llevó el nombre de Artaloitia, y á ésta, á fines de 1855, una tercera, denominada de Nuestra Señora de los Reyes, la cual, después de suspender sus trabajos en 1866, concluyó por vender el establecimiento á una empresa inglesa que, sin embargo, no emprendió la explotación hasta el año 1885.

Contaba dicho establecimiento á principios del año 1888 con una propiedad minera de 158 pertenencias y 4 demasías, abarcando una superficie total de 161 hectáreas, enclavada en terrenos pertenecientes á la misma empresa propietaria de las minas, sobre los cuales existen algunas casas para empleados y obreros y las construcciones necesarias para el beneficio del cobre de las menas, cuyos productos se han llevado siempre al mercado de Sevilla.

Sirven de caja al criadero de La Peña del Hierro las pizarras arcillosas del Culm, muy metamorfoseadas en el respaldo septentrional, á cuya inmediación aparece el pórfido cuarzoso de la sierra antes mencionada, y la existencia del mismo criadero se acusa en la superficie por su correspondiente sombrero de hierro, en el cual destacan algunos crestones compactos, y principalmente un risco grande, que es el que ha dado nombre al paraje en que radican estas minas.

La figura 1.^a de la lámina 17 representa el contorno que circunscribe ese sombrero de hierro, y además la sección horizontal del criadero al nivel del piso impropriamente llamado *Primero* de las labores subterráneas, en la posición que tiene con relación al mismo sombrero.

Pasa éste de 500 metros de longitud en dirección de NO. á SE., con un ancho variable entre 26 y 110 metros, oscilando también su altura, en relación con la topografía del suelo, entre límites muy extensos. En el barranco que se halla en la parte del noroeste, la altura de la montera no pasa de 5 metros, mientras que hacia el extremo opuesto mide 25 sobre el hastial occidental y hasta 70 metros en el otro.

Perfectamente reconocido el criadero hasta la profundidad de unos 30 metros, merced á las muchas excavaciones practicadas en tres pisos sucesivos, debe considerarse como una masa bien caracterizada, cuyas secciones horizontales afectan una figura elíptica bastante regular, aunque con un gran seno hacia el promedio del lado oriental, al cual corresponde una convexidad en el opuesto. Las secciones transversales (figs. 2.^a y 3.^a de la lám. 17) parecen acusar una disposición cuneiforme en profundidad.

De los tres pisos en que se distribuyen las excavaciones subterráneas, el más alto, denominado *El Doblado*, es el que abarca menor extensión: abierto á seis metros por bajo de la superficie inferior del sombrero de hierro, aunque algunas de sus labores alcanzan las rocas de esa misma montera, con los cuatro metros de altura que, en general, miden, todas se hallan practicadas en el espesor de la masa piritosa, sin que las galerías hayan llegado nunca al extremo sudeste del criadero.

Á unos siete metros por bajo de *El Doblado*, intransitable desde hace mucho tiempo á consecuencia de grandes hundimientos ocurridos en él, se halla el piso que indebidamente llaman *Primero*, que es el que cuenta mayor número de labores. Dicho piso comunica con la superficie del suelo mediante un pozo, llamado *de San Juan*, que mide 57 metros de profundidad, de los cuales corresponden 25 al

macizo de la montera ferruginosa, y los 32 restantes á la masa de piritas, y también por el intermedio de un socavón que, partiendo del fondo de ese mismo pozo, se bifurca al salir del criadero en dos ramales que respectivamente se denominan *de Santa María* y *de Santa Bárbara*. Muchas de las galerías de este piso, tanto de las de dirección como de las transversales, se excavaron hasta llegar á los límites del yacimiento metalífero; y aun cuando no se verificó así con las que corren por la porción noroeste del criadero, no faltó mucho para que ocurriera lo mismo con ellas, es decir, para que llegaran también al límite del yacimiento por ese rumbo, según lo demostró una excavación á cielo abierto emprendida el año 1885 en el paraje donde más arriba hemos dicho que el sombrero de hierro no pasa de tres metros de altura en algunos sitios.

Una rampa pone en comunicación el piso de que acabamos de hablar con el que en la localidad llaman *Segundo*, á pesar de ser en realidad tercero, el cual se relaciona además con la superficie por medio de un socavón de desagüe, provisto de su chimenea ó pozo de ventilación. Ese socavón se abre á 12 metros por bajo del *de Santa María* y del *de Santa Bárbara*.

Lo mismo que en los superiores, en el piso *Segundo* se siguió el sistema de laboreo de huecos y pilares, ocasionando no pocos hundimientos la falta de correspondencia entre las columnas de los diversos niveles. Las galerías correspondientes se extendieron en más de la mitad del criadero por la parte del sudsudeste, habiéndose notado que, para llegar á los límites del yacimiento, no necesitaban ser tan largas como las homólogas en el piso inmediatamente superior, es decir que la extensión del depósito metalífero, que desde luego (según representa la fig. 1.^a de la lám. 17) era mucho menor por el extremo mencionado al nivel del piso *Primero* que la que parecían indicar los contornos de los crestones ferruginosos, todavía disminuye más, tanto en longitud como en ancho, á la hondura del piso *Segundo* y rumbo dicho. Es verdad que, en cambio, parece que por el extremo opuesto ó del nornoroeste las piritas avanzan algo más allá del límite que por ese rumbo señala el contorno del som-

brero de hierro, extendiéndose un poco por bajo de las pizarras; pero de todos modos, mientras que los crestones en que termina aquel sombrero determinan en la superficie del suelo una longitud que pasa de 500 metros y un ancho variable entre los límites de 100 y de 26 que respectivamente corresponden á los extremos del nornoroeste y del sudsudeste, la masa piritosa sólo mide unos 130 metros de longitud al nivel del piso *Primero* con un ancho medio de 48, cuya última dimensión no parece aumentar más abajo, una vez que los hastiales descienden con tendencia á reunirse. No es fácil predecir, sin embargo, á qué hondura podrá realizarse esa circunstancia, que supondría la extinción del criadero, porque no se saben las modificaciones que aquéllos presentarán á niveles inferiores al del piso *Segundo*; pero nada hasta ahora autoriza á pensar que aquél no continúe hasta una profundidad cuya dimensión exceda á la del ancho del mismo criadero.

No es extraño, entrando ya en otro género de consideraciones, el que, como al principio hemos dicho, fueran de muy poca importancia las labores practicadas en períodos anteriores al actual sobre el criadero que consideramos, porque es de los que en la provincia se ofrecen en su conjunto más pobres en cobre. La distribución de este metal es, como siempre, muy irregular en la masa piritosa, aun cuando se observa, y así resulta confirmado de diversos ensayos practicados con muestras recogidas por nosotros mismos, que mientras en una gran porción de la parte central domina en absoluto la pirita de hierro pura, ó á lo sumo con un contenido de 0,67 por 100 de cobre, los ejemplares procedentes de los extremos nornoroeste y sudsudeste del criadero acusan una ley de ese metal de 2,06 por 100 por término medio; no siendo necesario advertir que, á pesar de esa circunstancia, á los parajes más ricos en la repetida substancia en un nivel dado, corresponden en vertical otros muy pobres, lo cual, como ya muchas veces hemos dicho, es un contratiempo para el laboreo por el sistema de huecos y pilares, puesto que con frecuencia, resultando estos últimos constituidos en gran parte por las porciones ricas, se debilitan demasiado por la codicia del minero que, en con-

secuencia, provoca hundimientos que debiera ser el primero en evitar.

Señalaremos, por último, como particularidad del criadero de La Peña del Hierro, la de que aparece en varios parajes de la porción central y de la del nornoroeste, donde recientemente se ha establecido una labor á cielo abierto, una alternación de fajas de pirita dura y compacta con otras en las que el mineral aparece tan disgregado, que ofrece un aspecto terroso, con la circunstancia de que también en esas fajas terrosas es donde más se marcan las litoclasas que, en dirección casi normal á la del criadero, se observan en todo él, originando grandes lisos. Éstos, sin embargo, son mayores y, en general, más frecuentes hacia el extremo del sudsudeste del yacimiento, donde además hemos reconocido otros dos sistemas de fisuras más ó menos oblicuas á las precedentes, produciendo entre todas la fractura de la masa en prismas romboédricos de diversos tamaños, que de tal modo debilita los pilares y entresijos, que á ella deben atribuirse en gran parte los grandes hundimientos ocurridos en la mina, con grave perjuicio para la explotación ulterior.

Desde que se concedieron los títulos de propiedad de las minas que consideramos, hasta fines del año 1855 en que las adquirió la sociedad Nuestra Señora de los Reyes, se extrajeron de ellas 49595 toneladas de mineral, y 148790 desde principios del 1854 hasta fines de 1866, en que se suspendieron los trabajos. Restablecidos éstos en 1883 por la empresa inglesa, que ya antes había adquirido las concesiones mineras, obtuvo las cantidades siguientes de mena:

Años.	Toneladas.
1883.....	7599
1884.....	6874
1885.....	12000
1886.....	»
1887.....	24225
1888.....	40302
TOTAL.....	58000

De las partidas correspondientes á los años 1883, 1884 y 1885 se exportó á Inglaterra una pequeña parte, beneficiándose lo demás en la localidad; el año 1886 estuvieron paralizadas las labores, y no sabe-

mos si se exportó algo de lo arrancado en cada uno de los dos últimos.

Minas de La Chaparrita.

Como á un kilómetro al noroeste del criadero de piritas de las minas de La Peña del Hierro y á tres de las de Río-Tinto se halla, en el paraje llamado La Chaparrita, entre las pizarras metamorfoseadas y las rocas hipogénicas de los derrames meridionales de la sierra de Cecimbre, en término de la villa de Nerva, otro criadero de la misma especie que aquéllos, el cual, en la superficie del suelo, apenas presentaba crestos ferruginosos.

Sobre este yacimiento, que, como luego veremos, es de exiguas dimensiones, se solicitaron varias concesiones en el periodo en que se animó la minería de la provincia, componiéndose la propiedad minera en 1.º de Enero de 1888 de 25 pertenencias y 5 demasías, con superficie total de 45 hectáreas demarcadas en terreno propio del mismo dueño de las minas.

Obtenidas las concesiones se dispusieron desde luego los trabajos para el laboreo del criadero y las fábricas necesarias para el beneficio del cobre de las piritas, habiéndose producido desde un principio este metal con tan buenas condiciones que ha tenido siempre gran aceptación en el mercado de Sevilla, por ser de excelente empleo en los trabajos de calderería del país.

Las condiciones del depósito metalífero no exigían ciertamente vastas instalaciones; pero lo que en escala reducida se llevó á cabo correspondía tan perfectamente á las necesidades del establecimiento, y tanto orden ha presidido siempre en él, que puede citarse como ejemplo de que con buena administración se consigue mucho más de un criadero reducido que lo que se obtiene de otros de mayor magnitud, donde por cálculos exagerados, hijos ó de la mala fe ó de impremeditación y falta de conocimientos, se da lugar á descabelladas labores ó á instalaciones extensas é inaplicables.

El criadero de La Chaparrita es uno de los que se han reconocido de una manera más completa, porque con los trabajos subterráneos

llegaron á alcanzarse en diferentes sentidos las rocas de la caja, habiendo podido verse la disposición del relleno metalífero, tanto en profundidad como en ancho y largo, según lo ponen á la vista los diferentes cortes representados en la lámina 18. Dicho criadero estuvo, pues, formado por una masa de piritas bien definida, pero de forma muy irregular, con diferentes ensanches y angosturas. La dirección media del relleno es de N. 45° O. á S. 45° E., con fuerte inclinación al E. 45° N. siendo 90 metros la longitud de la sección horizontal trazada al nivel del piso llamado *El Buzón*, figuras (1.ª y 2.ª de la lámina 18) cuya sección ofrece un ensanche en forma redondeada en el extremo noroeste, por lo que en su máximo mide allí la masa 21 metros de anchura, y otro en la extremidad opuesta, que la hace alcanzar 19, separando á esos dos ensanches una zona intermedia de poco más de 50 metros de larga y de ancho bastante uniforme que oscila únicamente entre 8 y 10 metros.

Si se comparasen otras secciones correspondientes á niveles más bajos del que acabamos de considerar, se hallarían notables diferencias en la forma y en la superficie correspondiente á cada una, especialmente en las de la parte inferior donde, al nivel del segundo piso, se presenta considerablemente reducida, como puede verse en la figura 1.ª de la citada lámina. En el piso primero la sección de la masa aparece dividida en dos: una, la del noroeste, que comprende el pozo maestro y el de *La Luz*, cuya figura asemeja un sombrero de tres picos, midiendo más extensión que la del segundo piso de que acabamos de hablar; y otra, al sudeste, de contorno más irregular y superficie bastante más pequeña, que corresponde al ensanche de ese lado del criadero, resultando de ello que en sentido vertical se manifiesta también una angostura análoga á la que horizontalmente se ve en el piso *El Buzón*.

Encima de éste, la superficie del relleno de piritas se halla también á muy distintas alturas, según el punto que se considere, las cuales oscilan entre 2 y 10 metros, contados desde el suelo de este piso, siendo debida esta circunstancia á la forma ondulada con que se presenta; y como en las secciones transversales las inclinaciones

de sus trazas son también muy variables, así como los anchos, que varían entre límites bastante extensos, á diferentes niveles, de ahí la forma irregular del criadero.

El corte longitudinal de la figura 2.^a, los transversales I á IV, y las tres secciones horizontales de la figura 1.^a, ponen á la vista la forma en conjunto del criadero, por más que en ellos no se hayan podido precisar bien algunos de los detalles expuestos. Demuestra, en efecto, el corte número I que antes de que el depósito metalífero termine en forma de cuchillo por su extremo del noroeste, señala en el pozo maestro una sección en forma de cuña, terminada hacia arriba en dos apéndices, uno á cada lado del pozo, de los cuales el más meridional se inclina unos 45°, subiendo hasta un punto que sólo dista cuatro metros de la superficie del suelo.

Diez metros más al sudeste, en el corte II, la masa es vertical, y la anchura de la sección algo mayor que la altura, midiendo una superficie á que no llegan las demás; á otros 10 metros de distancia hacia el rumbo acabado de citar, la sección transversal III alcanza la mayor hondura reconocida, acusando en la masa una inclinación muy marcada hacia el NE. y afectando un perfil que se asemeja algo al de un pie; y, finalmente, el corte IV, que corresponde al promedio de la porción estrecha, acusa una sección de cuña inclinada 66° al NE.

En el corte longitudinal (figura 2.^a), se ve que el ensanche del sudeste de la masa piritosa ni se eleva ni profundiza lo que el del noroeste, oscilando alrededor de 14 metros su altura, mientras que en el otro se sostiene alrededor de 22.

Tanto las pizarras arcillosas, que desde la parte superior del criadero se extienden por el yacente, como los mimofiros ó porfiroides del pendiente, cuya estructura es pizarrea junto al respaldo de ese lado, se hallan en estado de avanzada descomposición en el contacto de la masa metalífera, muy teñidas las primeras por los óxidos de hierro y sembradas las metamorfoseadas cristalinas de diminutos cristallitos cúbicos de pirita de hierro, tan abundantes en algunos sitios que la roca llega á transformarse en lo que los mineros llaman *azufrón*.

En la proximidad de la masa que acabamos de describir se hallaron tres pequeñas bolsas de pirita ferro-cobrizada, de igual volumen próximamente, el cual no llegaba á 50 metros cúbicos, habiéndose llegado á ellas por medio de las galerías labradas al nivel del primer piso, que se representan con líneas de puntos en la figura 1.^a Dos de ellas, paralelas al criadero principal, estaban á uno y otro lado de la terminación del ensanche del noroeste, casi á igual distancia, y la tercera en la prolongación del mismo criadero, por el lado opuesto, afectando una dirección bastante aproximada á la E. á O.

La explotación del criadero de las minas de La Chaparrita se hizo durante muchos años por el sistema de huecos y pilares, hasta que se llegó al estado que se figura en los dibujos de la lámina 18; y no se pasó más adelante, porque, á fuerza de debilitar las columnas y quitar demasiado mineral de los entrepisos, resbalaron algunas sobre la salvanda arcillosa de los respaldos, cuya forma inclinada influyó notablemente en la ruina de las que, faltas de apoyo bastante, se cayeron, provocando hundimientos que alcanzaron hasta la misma superficie, no habiendo bastado á sostenerlas las obras de mampostería que para contrarrestar aquellos efectos se hicieron. En tal estado las minas, no era posible continuar en los trabajos subterráneos; y como el espesor de la montera era poco en la mayor parte del ensanche del noroeste, y á pesar de los escombros acumulados en el interior de los trabajos, se creyó conveniente todavía el establecer la labor á cielo abierto para aprovechar cuanto fuera posible de los restos que había de mineral, una vez que la riqueza en cobre de aquellas piritas era favorable al proyecto. Decidido el nuevo sistema de labor, se comenzó el año 1871, habiéndose conseguido ventajosamente el arranque de las menas durante diez y seis años, según pone de manifiesto la producción que aparece en la página inmediata.

Los minerales de las minas de La Chaparrita, aun cuando análogo á los de las demás de pirita ferro-cobrizada de la provincia, son de los que siempre han tenido mayor ley en cobre, cuya circunstancia debían á que la cantidad de chalcosina diseminada en la pirita de hie-

rro era mayor de la que ordinariamente suele acompañar á esa última, y además porque hubo zonas donde la pirita de cobre formaba por sí sola vetas y masas de bastante importancia, á que los mineros llamaban *minerales amarillos*. En algunos parajes se veía también alguna galena y blenda, pero siempre en cantidades muy pequeñas.

Las cantidades de piritas extraídas y beneficiadas en la localidad fueron, según la estadística oficial, las siguientes:

AÑOS.	Toneladas.
1854.....	»
1855.....	2000
1856.....	3700
1857.....	3800
1858.....	4320
1859.....	4000
1860.....	4210
1861.....	4468
1862.....	4400
1863.....	4500
1864.....	4422
1865.....	4325
1866.....	4333
1867.....	4250
1868.....	3400
1869.....	2200
1870.....	2488
1871.....	500
1872.....	800
1873.....	700
1874.....	650
1875.....	525
1876.....	550
1877.....	600
1878.....	580
1879.....	585
1880.....	600
1881.....	452
1882.....	865
1883.....	340
1884.....	527
1885.....	727
1886.....	326
1887.....	»
1888.....	»
TOTAL.....	<u>69843</u>

Las minas de La Chaparrita contienen hoy al pie de sus fábricas

los residuos de las cantidades de piritas que aparecen en el estado anterior; residuos que figuran por la mayor parte del peso de aquellas y que consisten casi en totalidad en óxido de hierro terroso, que por sí representan una verdadera mina de hierro, cuyo aprovechamiento es muy posible llegue á hacerse más ó menos pronto.

Minas de La Poderosa.

Las minas de La Poderosa, en término de Zalamea la Real, distan unos 9 kilómetros de la villa de este nombre por el lado del norte, estando su criadero entre el pórfido y las pizarras más ó menos metamorfoseadas, quedando aquél y la roca metamorfoseada cristalina en el muro, y las pizarras arcillosas poco ó nada alteradas por el lado del techo, en la porción meridional de una loma comprendida en la cadena montañosa de las sierras del Padre Caro, de La Navarra, etc., loma que se eleva con fuertes pendientes sobre la margen izquierda del río Odiel. El yacimiento metalífero que contienen es de pirita ferro-cobrizada, y aun cuando su longitud es bastante considerable, mide relativamente poca anchura.

Este criadero comenzó á explotarse también en los tiempos modernos al propio tiempo que los de La Chaparrita y de La Peña del Hierro, á cuyo efecto se constituyó una sociedad en Sevilla, de hijos del país, que solicitaron á mediados del siglo las concesiones *Poderosa* y *Apetecida*, y que después aumentaron con otras hasta componer el conjunto de 74 pertenencias con superficie de 104 hectáreas. El terreno donde se hallan es muy quebrado, estando surcado por barrancos que únicamente llevan agua cuando llueve, y cubierto de monte bajo, principalmente de jara (*Cistus ladaniferus*), cuya especie se ha utilizado ventajosamente como combustible para la calcinación de los minerales beneficiados en la localidad.

La sociedad propietaria planteó con gran acierto y economía la labor de huecos y pilares, que si no era la más adecuada para el disfrute del yacimiento metalífero, ofrecía desde luego una utilidad inmediata; montó una oficina completa para el beneficio de las menas;

construyó talleres, almacenes, cuadras y casas para obreros; y cuando después de diez y siete años de fructífero beneficio quiso enajenar su propiedad, tan perfectamente administrada que con justicia se citaba entonces como modelo de los establecimientos de la provincia, lo pudo presentar con gran cantidad de minerales á la vista, porque el criadero se hallaba muy bien preparado para su ulterior aprovechamiento hasta el nivel del sexto piso.

En 1.750000 pesetas lo adquirió en 1874 la empresa inglesa *James Hil et C^o*, y no proponiéndose ésta beneficiar los minerales en la localidad, sino transportarlos á las fábricas que posee en Inglaterra, aun cuando por de pronto continuó el disfrute por labores subterráneas, como su objeto era arrancar mucho, se dispusieron excavaciones á cielo abierto, á nuestro juicio no muy bien justificadas en este yacimiento, en razón á su poco espesor, la inclinación del mismo, y la gran altura (unos 58 metros por término medio) del macizo de roca estéril que había encima de la masa de piritas.

Como la empresa poseía ya un ferrocarril de 1^m,05 de ancho de vía entre el embarcadero de San Juan del Puerto y las minas de El Buitrón ⁽¹⁾, pasando por Valverde del Camino, lo prolongó hasta Zalamea la Real, habiéndose construido después un ramal de vía más estrecha (0^m,60) desde la estación de Zalamea hasta el establecimiento de La Poderosa, con un plano inclinado para salvar la fuerte pendiente de la margen izquierda del río Odiel, por cuyo plano inclinado se elevan los vagones por medio de un cable movido por una máquina de vapor fija, colocada en la parte más alta; pero siendo distinto el ancho de esas dos vías, tiene que hacerse traspunto en la estación de Zalamea y otro en el embarcadero de San Juan del Puerto, desde el cual, en balandras, se conducen los minerales y demás productos de la mina por el río Tinto hasta llegar á la ría de Huelva, después de unos 15 kilómetros de navegación, á los buques que los esperan para llevarlos á Inglaterra.

(1) La parte comprendida entre las minas de El Buitrón y La Contienda dejó de explotarse por causa de la paralización de aquéllas.

El criadero de La Poderosa, de que dan idea la sección y cortes dibujados en la lámina 19, se extiende con gran inclinación, arrumbándose al E. 11° S.; sin que aparezcan en la superficie los crestones que caracterizan á otros de su misma especie, más que en cantidad pequeña. Resulta de esos dibujos, que en la porción más alta del criadero, antes de llegar al nivel del segundo piso, mide aquél una longitud de unos 248 metros, terminándose en arista viva ó á modo de cuña, tanto por su extremo oriental como por el occidental.

El espesor de la masa metalífera, en la sección horizontal trazada según la línea EF., aumenta rápidamente desde el extremo noroeste en el espacio de 40 metros, adquiriendo entonces el máximo de 50 que, con ligeras diferencias, conserva en la corrida de 20, al final de cuya distancia decrece rápidamente para reducirse á 20 metros; 10 más adelante, á contar de ese punto, el relleno piritoso es muy regular, conservándose las trazas de los hastiales casi paralelas en la longitud de 90 metros, y después vuelve á decrecer paulatinamente hasta terminar en cuña á los 88, perdiéndose el criadero entre las rocas de la caja.

En sentido de la profundidad, la masa de piritas pierde en espesor, y como al mismo tiempo las secciones sucesivas horizontales tienen menos longitud, todo induce á creer que el relleno metalífero tiende á terminar en cuña por bajo de la hondura de 90 metros á que ya se ha llegado con algunas labores.

Resulta, en efecto, como claramente aparece en la sección por un plano vertical según la línea AB (V. lám. 19), que mientras la superficie del pendiente se mantiene sensiblemente plana y sin que su inclinación de 71° al N. 11° E. experimente cambios apreciables, éstos son, por el contrario, muy frecuentes en la superficie del yacente, que en sentido de la profundidad acusa ondulaciones diversas, de tal modo, que siendo al nivel del primer piso 19 metros el espesor del relleno metalífero en la sección considerada, ese espesor descien- de á 12 al nivel del segundo, y muy pronto, á continuar la inclinación de 54° que el yacente presenta en el indicado espacio, el criadero se hubiese terminado cuando apenas hubiera alcanzado el lu-

gar del sexto piso, lo cual no se ha verificado en razón á que más abajo del segundo el respaldo hace una inflexión hacia la vertical. De todos modos, y como, prescindiendo de esas ondulaciones, la inclinación general del muro entre el primer piso y el noveno, que se halla á la profundidad de 90 metros, es de $65^{\circ} 45'$, conservándose de una manera uniforme la del techo con la de 71° , no es violento el deducir que, si más abajo no varían por completo esas condiciones, no se habrán profundizado otros 60 metros más cuando ya el depósito metalífero habrá desaparecido, de continuar disminuyendo paulatinamente el espesor, como en realidad se ha verificado en la parte explotada.

La lámina á que nos referimos permite apreciar la circunstancia de que la masa piritosa de que hablamos sustenta un macizo de rocas estériles, cuya máxima altura, de 48 metros, se halla en el paraje donde se practicó el pozo llamado *El Escándalo*, á unos 57 metros del extremo oriental del criadero; mientras que la mínima, de 22 metros, se halla precisamente en el extremo occidental.

En los dibujos que presentamos son pocos los trabajos marcados de los muchos que hay hechos, lo cual no indica que la mina se halle en ese estado; antes al contrario, la explotación del criadero hasta el piso noveno está tan avanzada que no es fácil ya el arranque de las menas sin debilitar demasiado los pilares y entrepisos que, como resto de la explotación han quedado, pues con ello se provocarían hundimientos, como ya se ha verificado en algunos sitios, y de ahí sin duda el pensamiento de sustituir el sistema de huecos y pilares por el de cielo abierto, á cuyo efecto se practicó un desmonte en la montera del criadero, con lo cual se puso al descubierto una pequeña parte del mismo, de donde se arrancó muy poco mineral. En la actualidad está suspendida la continuación del desmonte, sumamente gravoso, como es consiguiente, por el enorme cubo de roca estéril que exige cada tonelada de mineral que pueda arrancarse por la labor á cielo abierto.

Por el estado en que hoy se encuentra la mina, bien puede considerarse este criadero como uno de los más explotados de la región;

asi es que los trabajos están casi reducidos á lo necesario para el beneficio por cementación de las aguas vitriólicas que poco á poco salen de las excavaciones, después de haber procurado que se inunden.

Los minerales de La Poderosa se han considerado siempre entre los de mayor ley en cobre de la región metalífera que venimos considerando, lo cual se debe á una relativa abundancia y repartición bastante uniforme de la chalcosina en la pirita común y también á la presencia de la chalcopirita aislada en manchas pequeñas y en filoncillos dentro de la masa general del criadero.

La pirita de cobre amarilla se encuentra de preferencia hacia la parte occidental del yacimiento, cualquiera que sea la profundidad que se considere, y asimismo se ha observado que, en los parajes en que el cuarzo se hace ostensible, acompañan á esta ganga los sulfuros más puros y ricos en cobre; pero, aun cuando estas circunstancias determinan variaciones en la riqueza del conjunto, se han obtenido, sin embargo, menas con ley bastante en aquel metal para que con ventaja se hayan podido exportar al extranjero sin necesidad de una clasificación esmerada y sin tener que dejar el mineral que se considera como pobre para el objeto en la proporción que en otras minas, con destino al beneficio al pie de las mismas.

Según los datos estadísticos oficiales, estas minas, que durante el año 1882 dieron ocupación diaria á 167 operarios, de los cuales eran 142 hombres, 21 niños y 4 mujeres, en 1888 únicamente emplearon 29 operarios en las faenas del interior de la mina y 22 en las del exterior.

Hay una máquina de vapor fija con fuerza de 12 caballos, como motor de una bomba de desagüe.

Las producciones de piritas arrancadas de este criadero desde el año 1864 hasta el 1888, fué la siguiente:

AÑOS.	Toneladas.
1864.....	920
1865.....	2300
1866.....	3687
1867.....	3226
1868.....	3686
1869.....	2765
1870.....	2995
1871.....	3226
1872.....	3686
1873.....	»
1874.....	»
1875.....	38603
1876.....	39276
1877.....	39385
1878.....	38900
1879.....	38603
1880.....	39276
1881.....	39385
1882.....	38900
1883.....	33498
1884.....	27309
1885.....	»
1886.....	»
1887.....	2754
1888.....	3844
TOTAL.....	406224

Todas las cantidades que figuran hasta el año 1875 se beneficiaron en la localidad; pero la mayor parte de las que corresponden á los años siguientes se han transportado á Inglaterra, siendo pocas las reservadas para su beneficio en la localidad.

Mina de Las Umbrias del Palomino.

Al norte de las minas de La Poderosa, en la ladera septentrional de la loma en cuya solana se encuentra el criadero de las mismas, existe otro que, aunque no se han hecho bastantes trabajos para poder juzgar de su magnitud, bien puede asegurarse es de bastante menor importancia que aquél. Consta la concesión minera de 56 pertenencias, que suman igual número de hectáreas.

De él se extrajeron unas cuantas toneladas de pirita ferro-cobrizada por el concesionario de una mina allí demarcada, de las cuales co-

menzó á obtener cobre por el procedimiento de la cementación; pero la falta de recursos mató bien pronto las ilusiones del industrial y quedó todo relegado al olvido.

Mina de La Era del Soldado.

Á no larga distancia del criadero de Las Umbrias del Palomino, en el pequeño llano que se extiende al norte, dejando por la parte sud-este el escueto cerro de Cobullos, se han demarcado 29 pertenencias mineras, cuya superficie total es de otras tantas hectáreas. Allí se ha comprobado con un pozo la existencia de pirita ferro-cobrizada, pero nada de cierto se sabe acerca del interés que pueda tener ese yacimiento; siendo lo más probable, á juzgar de los caracteres y escasa extensión de las rocas ferruginosas que lo anuncian, que sea de muy poca importancia.

Minas de la cumbre de La Manguda y de La Angostura.

Á unos tres kilómetros al sur de la aldea de El Patrás, entre el río Odiel y la riera Escalada, en las pizarras arcillosas que constituyen el suelo se manifiestan impregnaciones de óxidos de hierro y algunas venas de crestón ferruginoso de escasa anchura, que en longitud siguen la dirección de las pizarras, habiendo también otras de cuarzo compacto.

La presencia de esos minerales, y el estar más ó menos metamorfoscada la roca sedimentaria que los contiene, motivaron en los parajes de la cumbre denominados La Manguda, La Angostura y cabezo del Milano, las concesiones *Santo Tomás*, *La Angostura* y *Los Mosquitos*.

El terreno ocupado por esas minas fué objeto de algunos trabajos hacia mediados del presente siglo; trabajos que consisten en algunos pozos y dos galerías, todo ello de poca importancia, y únicamente con una de aquéllas, establecida en la parte meridional de la cumbre dicha, dentro de la mina *Los Mosquitos*, se cortaron algunos azufrones que alimentaron las esperanzas de que en aquellos parajes pudiera exis-

tir algún criadero importante de pirita ferro-cobrizada. Se establecieron, pues, algunas labores de investigación, pero se abandonaron pronto por falta de recursos; y como posteriormente no se han continuado por los actuales poseedores de las minas, se ignora la importancia del yacimiento metalífero que aquella montaña pueda contener. Sin embargo, debemos manifestar que los caracteres exteriores son poco favorables para creer en la existencia de un criadero de piritas comparable en magnitud á cualquiera de los más pequeños de otros parajes, sin que por esto queramos decir deba desistirse de explorarlo.

Mina del cabezo de La Mimbrera.

En término de Zalamea la Real, junto á la sierra del Mónago, existe una pequeña altura llamada cabezo de La Mimbrera, en donde asoma un pequeño manchón de rocas ferruginosas semejantes á las que en otras partes anuncian la existencia de piritas en profundidad; y con efecto, no son extrañas en aquel sitio, pues en los principios del furor minero, hacia mediados del presente siglo, llegó á descubrirse la pirita ferro-cobrizada con un socavón que al pie del cerro se estableció por los mineros del país, únicos que por aquella época emprendían este género de trabajos, aunque para abandonarlos pronto, por falta de recursos, aun en las minas de importancia reconocida, habiendo sido pocas las que continuaron laboreándose entonces, según se pone de manifiesto en este trabajo.

Ciertamente que el sombrero de hierro del yacimiento de que tratamos ahora no revela que éste sea muy grande; pero es aquél tan característico que valdría la pena de cerciorarse por trabajos de investigación de lo que ocurre en profundidad.

Minas de La Concepción.

Poco antes del año 1855 se demarcaron sobre el criadero que se señala en la margen derecha del río Odiel, en el paraje denominado La Herrumbre, en término de Almonaster la Real, de cuya villa dis-

ta 15 kilómetros al sudeste, las concesiones mineras nombradas *Concepción* y *San Antonio*, y en Enero de 1888 se componía la propiedad minera de 52 pertenencias, con una superficie de 51 hectáreas, habiendo prevalecido el nombre de La Concepción para designar aquel centro minero.

Según sucede en casi todos los criaderos de pirita ferro-cobrizada de la provincia, el de La Concepción se explotó en parte en la época romana, quedando como testigos de ese hecho algunos pozos y galerías de desagüe; y que el antiguo disfrute fué de cierta importancia lo corrobora la cantidad de escorias que en montones, descubiertos u ocultos en parte por la tierra vegetal, se hallan en un vallejo situado al norte del yacimiento metalífero.

El suelo en que éste se ofrece no es muy quebrado, á pesar de que en él empieza á elevarse la sierra Peña del Hombre, que, arrancando desde el cauce del Odiel, se extiende hacia el O. para enlazarse con las alturas que se levantan hasta la rivera Escalada, formando en el intermedio la divisoria del valle que por el sur precede á las escabrosas cumbres de la aldea del Patrás, á cuyo valle, que de O. á E. va á buscar el río citado, concurren en rápida pendiente los barrancos, sólo con agua cuando llueve, que surcan la ladera meridional de aquellas mismas cumbres.

Dicho criadero consiste en una masa prolongada, cuya figura, bastante regular, se manifiesta por las secciones correspondientes á los dos pisos labrados en él (figura 1.^a de la lámina 20). Arma en pizarras arcillosas muy alteradas por las acciones que originaron el depósito de la substancia metalífera, y grandemente plegadas y fracturadas á consecuencia de diversas acciones dinámicas; pero sus asomos, á cuya inmediación por el norte aparecen rocas sieníticas, justificando el nombre de filón de contacto que también pudiera darse al criadero, se reducen á una serie de crestas ferruginosas interrumpidas, que en conjunto llevan, por término medio, la dirección de E. á O., con ligera inclinación al N., las cuales no están, por su misma discontinuidad y por su poco espesor, en relación con la magnitud del depósito metalífero á que corresponden.

Una vez que en las concesiones de La Concepción se estableció lo necesario para emprender el disfrute del criadero y el beneficio por cobre de las menas en la misma localidad, á cuyo efecto, aparte de los edificios necesarios para fábricas, talleres y almacenes, hubo que levantar albergues para empleados y obreros; como quiera que de las excavaciones antiguas brotaran en alguna abundancia aguas cuprosas, se dispusieron canales y pilones de cementación para su beneficio; y así las cosas, la producción de cobre fino, que el año 1855 se limitó á unas 25 toneladas, fué aumentando sucesivamente hasta llegar en 1859 á la cifra de 210 toneladas, correspondientes á 14158 de minerales beneficiados, lo cual representaría un rendimiento de 1,48 por 100 si las aguas cuprosas del desagüe de la mina no hubiesen producido nada; mas como no fué así, resulta que á esa cifra habría que rebajarle algo, aunque siempre excedería del 1,25 el rendimiento de las menas, según la comparación práctica ha hecho ver para otras minas.

En el mencionado año 1855 las excavaciones sobre mineral se efectuaban por el sistema de huecos y pilares en dos pisos, en el primero de los cuales, que comunica al exterior por medio de un socavón de época romana, á que se dió el nombre *del Carmen*, se establecieron con el tiempo cuatro galerías paralelas en el sentido de la dirección del criadero, ó sea de las llamadas reales en el país, y otras varias normales á éstas, sumando entre todas un desarrollo de 769 metros; mientras que en el segundo piso, en comunicación con el primero por medio de un pozo interior situado en el plan denominado *de San José*, únicamente se han abierto dos galerías de dirección y nueve traviesas, que, con las primeras, sumaban en conjunto una longitud de 459 metros.

Existía además sobre la porción occidental del criadero un pequeño desmonte á cielo abierto, que descubrió el mineral á los 15 metros de profundidad, de donde se arrancó por ese sistema de labor una buena cantidad de piritas.

En 1860, para cuya fecha la primera sociedad que explotaba el criadero de La Concepción había cedido sus derechos á los Sres. Ibarra y Compañía, de Sevilla, los pisos que sumariamente quedan des-

critos, no sólo se hallaban en un estado muy avanzado de disfrute, sino tan debilitados los pilares, por la explotación codiciosa en ellos establecida, que se produjeron grandes hundimientos en la proximidad de la mencionada excavación á cielo abierto, cuyos hundimientos arrastraron también consigo un malacate de caballerías con que se hacía la extracción, siendo ésta la causa del abandono de aquella labor.

Se excavaba además por entonces un tercer piso que ganaba 10 metros de hondura por bajo de los otros, y asimismo se había establecido un socavón á nivel inferior al *del Carmen*, con sólo lo cual se procuró sostener la producción de cobre que, por otra parte, se estimaba mucho en el mercado por su buena calidad; y así, por ejemplo, según vemos en la estadística oficial del ramo, el año 1865 se obtuvieron de estas minas 29257 toneladas de piritas y 14629 el 1866; datos que, en el mero hecho de ser suministrados por los agentes de la empresa explotadora, más bien deben estimarse en defecto que en exceso.

Sin embargo, el estado poco halagüeño de las excavaciones llegó á ser causa de que aumentasen las dificultades del laboreo, y en consecuencia se suspendió éste por completo el año 1867, desde el cual hasta el 1874 todo el aprovechamiento se redujo á la obtención de la cáscara producida por la cementación de las aguas cuprosas que salían de la mina, no sólo porque á ella filtrasen naturalmente, sino porque de intento se vertían en la misma para procurar la disolución de los sulfatos formados por la calcinación espontánea que en las menas se verificaba dentro de las labores.

El citado año 1874 vendió por fin la sociedad Ibarra y Compañía á la inglesa propietaria de las minas de La Poderosa, las de La Concepción con todos sus anejos y los terrenos de que era dueña; y esa empresa extranjera, considerando que la larga distancia y malos caminos que median hasta la vía férrea de Zalamea (de que, como ya dijimos, es propietaria), que es la más inmediata, eran un obstáculo insuperable para transportar las piritas destinándolas á la exportación, se de-

ció á obtener en la localidad la cáscara ó cemento de cobre, la cual, transportada á lomo hasta el establecimiento de La Poderosa, se conduce después, con los productos de éste, por el tranvía y ferrocarril, de que ya hemos hablado en su lugar, hasta San Juan del Puerto, en cuyo punto se embarca con destino á Inglaterra, donde se reduce á cobre fino.

La nueva sociedad propietaria mejoró y amplió las casas de modo que pudieran acomodarse las familias de unos 114 obreros (75 hombres y 59 muchachos) que por término medio se han ocupado allí en los últimos años, y como el agua, necesaria para el beneficio, era muy escasa en la localidad, construyó en punto conveniente un pantano que permitiera acumularse las de lluvia; pero el estado ruinoso de las labores mineras ha impedido aumentar la producción, toda ella beneficiada en la localidad, que se ha limitado á la siguiente:

AÑOS.	Toneladas.
1877.....	44014
1878.....	46583
1879.....	40025
1880.....	49880
1881.....	44188
1882.....	46409
1883.....	7806
1884.....	7173
1885.....	»
1886.....	»
1887.....	»
1888.....	»
TOTAL.....	405480

Ese mismo estado ruinoso de las excavaciones y la escasez de éstas por bajo de las del segundo piso, impiden el que hayamos podido averiguar la disposición del criadero en un nivel inferior al de dicho piso; y así tenemos que limitarnos á indicar que, hallándose reconocido el depósito piritoso por las galerías de que hemos hablado y por diferentes pozos romanos que se han desatrampado, resulta con longitud de 500 metros, poco más ó menos. Estas mismas labores demuestran que manteniéndose casi vertical, desde la superficie has-

ta la hondura del repetido segundo piso, el respaldo meridional del criadero, el del norte, por el contrario, va, en ese intermedio, perdiendo sucesivamente de inclinación; lo cual equivale á decir que en las distintas secciones transversales, por otros tantos planos verticales, la anchura ó espesor del criadero aumenta de arriba abajo.

El corte transversal, por ejemplo, trazado por el pozo inferior que, situado en el plan de *San José*, hemos dicho pone en comunicación los dos pisos inferiores de la mina, da para el criadero al nivel del primero de éstos un espesor de 16^m,70 y de 19^m,60 á la hondura del segundo, ó sea un aumento de 2^m,90; y si á 58 metros á levante de ese corte se traza otro paralelo á él, en el paraje en que el criadero casi alcanza su mayor anchura, resultaría un espesor de 52 metros en el primer piso y hasta de 41 en el segundo, obteniéndose en definitiva, al tomar los datos que arrojan otras secciones transversales, un espesor medio de 27^m,20 al primero de los niveles considerados y de 50 metros á la hondura del segundo.

En el paraje donde se estableció la labor á ciclo abierto, un corte transversal daría 16^m,70 como ancho del criadero en la parte más alta y 19 en el segundo piso, resultando una altura de 15 para la montera, que ya no existe por haber sido excavada con el desmonte para aquella labor.

Como se desprende de lo dicho y se deduce por el plano de las labores, en esta mina, como en otras muchas de la provincia, no se han establecido los trabajos de tal modo que permitan adquirir conocimiento exacto de las dimensiones del criadero; y como, por el contrario, la explotación codiciosa ha ocasionado la ruina y obstrucción de las labores, resulta en consecuencia que ha de ser muy costoso y difícil el restablecimiento de las mismas, si llega el día de que las menas que allí quedan puedan aprovecharse para el beneficio en el país del azufre y del hierro que especialmente las componen, pues en cuanto al cobre que contienen es muy problemático que traiga cuenta la prosecución del laboreo, sobre todo en lo que queda abandonado en las columnas y entrepisos.

La mena consiste en una masa compacta, bastante homogénea y



en general dura, de pirita de hierro con mezcla íntima de la de cobre, destacándose en algunos puntos porciones muy pequeñas de cuarzo blanco ó hialino. Su ley en cobre, inferior á la de los minerales de las minas de Río-Tinto, parece que disminuye con la profundidad, pues pudiendo admitirse que, por término medio, pasa del 2 por 100 para los productos de los dos pisos superiores, la de los obtenidos en el tercero desciende á 1,32 por 100. De todos modos, la ley media general de lo explotado no se separó mucho de la más común en los minerales piritosos de la provincia.

En la actualidad, sea porque las dificultades para el arranque de las menas han aumentado por el estado ruinoso de las labores, sea porque la ley en cobre de las piritas no baste para cubrir los gastos, ó por ambas causas á la vez, es lo cierto que los trabajos del laboreo se encuentran parados por completo y el beneficio del cobre se reduce al de las aguas con que de intento se inundan las excavaciones del criadero, y salen de ellas después de mineralizarse más ó menos; en cuyas faenas era 25 el número de operarios entre hombres, mujeres y niños que se ocupaban en los primeros meses del año 1888. Es bastante general la creencia de que este criadero está agotado, y con efecto los resultados son como si así sucediera, por el mal estado de sus labores y lo duro y poca ley en cobre de las piritas; pero de éstas no puede menos de suponerse, entre las ruinas subterráneas, un remanente importante, representado por lo que no está reconocido todavía y por las columnas y entrepisos necesariamente abandonados por consecuencia del sistema de huecos y pilares seguido en la explotación; cuyos minerales probablemente tardarán mucho tiempo en salir á luz, y tal vez hasta que el aprovechamiento del azufre y del hierro, de que esencialmente se componen, abra una nueva era para esta clase de criaderos en la provincia.

Minas Esperanza y Forzosa.

Sobre la orilla derecha del río Odiel, en el paraje llamado El Agil, del término de Almonaster, se hallan, á muy corta distancia al sur

de las minas de La Concepción, las concesiones *Esperanza* y *Forzosa*, cuyas cinco pertenencias, que en suma componen una superficie de 22 hectáreas, encierran unos crestones ferruginosos que, á juzgar sólo por sus dimensiones, acusarían un criadero de mucha más importancia que el de aquellas otras, enclavado como éste en pizarras metamorfoseadas, y con la circunstancia de que á su inmediación, tanto por el norte como por el sur, aparecen unos pórfidos que se extienden desde gran distancia á levante y se hallan por el sudoeste junto á las minas de San Miguel y Cueva de La Mora.

Sin embargo, á pesar de tan halagüeñas indicaciones, las labores de investigación allí emprendidas en diferentes ocasiones, cuyas labores, por otra parte, practicadas en rocas en estado de descomposición muy avanzada, exigen mucha entibación, únicamente han descubierto algunas vetas de azufrón, y es que aquí se nos presenta uno de los ejemplos que demuestran que no siempre los asomos determinan de una manera precisa las dimensiones del criadero á que pertenecen; debiéndose en cada caso, para evitar trabajos inútiles y mayores gastos que los imprescindibles, investigar si los crestones y rocas que constituyen el sombrero ferruginoso aumentan ó disminuyen con la hondura, pues si en el primero de estos supuestos hay probabilidad de tropezar con un criadero de piritas de mayores dimensiones que las que representan los mismos asomos, en el segundo es lo más fácil que se verifique todo lo contrario, según ocurre en el presente caso.

Minas de San Miguel.

Sobre la margen izquierda de la rivera Escalada, en el paraje que llaman Los Bermejales, situado en la falda meridional de la sierra porfídica que se extiende también al norte de las minas de La Poderosa, de La Chaparrita, de La Peña del Hierro, y de otras menos conocidas, paraje distante unos 15 kilómetros al sudeste de Almonaster, á cuyo término pertenece, y otros 12 del ferrocarril de Zafra á Huelva, se hallaron, á pesar de tratarse de un sitio alejado de la

costa y ser uno de los más septentrionales de la gran zona central minera de la provincia, algunos escoriales y diferentes labores, atribuidas con razón á los romanos por haberse encontrado en ellas varias monedas de esa época.

En ese punto, enclavado en terreno árido y escabroso, se otorgaron á una empresa nacional, hacia el comienzo de la segunda mitad del siglo corriente, dos concesiones mineras, respectivamente denominadas *San Miguel* y *San Bernardo*, que en suma componían cuatro pertenencias; pero en 1888 el conjunto de las demarcadas representaba una superficie algo mayor de 71 hectáreas, conservando el establecimiento el primero de los dos nombres citados.

Fué ese establecimiento, por los años de 1855 á 1860, uno de los más importantes de la provincia por la riqueza en cobre de las menas piritosas que en él se explotaban y beneficiaban, y, aun cuando entonces los transportes en aquella comarca eran difíciles y tenían que verificarse á lomo, era uno de aquéllos en que con más actividad se trabajaba. Sus fábricas, aun cuando en mal estado, todavía se conservan con sus hornos de manga y reverberos, á los cuales se suministraba el viento por medio de fuelles movidos por una rueda hidráulica.

Disponíase además de un plan completo de pilones ó recipientes para la saturación de las legías cuprosas y precipitación del cobre, cuyas últimas porciones se recogían en un canaleo que, á orillas de la mencionada rivera, se extendía en longitud de más de 500 metros.

De esa misma rivera se derivaban, por medio de una acéquia de 1500 metros de largo, las aguas necesarias para todos los servicios del establecimiento; el cual, prescindiendo de los edificios destinados á carpintería, fraguas, almacenes, cuadras, escuelas, hospital é iglesia, contaba dos cuarteles y más de 60 casas para obreros, otras 12 para capataces y demás empleados, y además dos destinadas respectivamente para oficinas y habitación del Director.

Dos son los depósitos de pirita ferro-cobrizada que en la localidad de que hablamos se disfrutaron, consistentes en las dos masas ais-

ladas que se representan en la lámina 21; cada una de las cuales, aun cuando de secciones irregulares, tenía en conjunto una forma ovoide muy aplastada. De exiguas dimensiones la más oriental de esas dos masas, la otra media un largo bastante grande con relación al ancho.

Una circunstancia de estos criaderos que no puede dejarse de mencionar es la de que, á pesar de la independencia que afectaban á cierta profundidad, la montera ferruginosa del uno corría á unirse con la del otro, traspasando la longitud de los dos, y extendiéndose también en ancho bastante más que la dimensión correspondiente de las masas piritosas, de manera que ni la longitud de esa montera, ni menos todavía su ancho, exagerado por la impregnación rojiza ferruginosa de las rocas de la caja, daban verdadera idea acerca de la extensión que pudieran abarcar aquellas masas; no siendo, por consiguiente, extraño que se hayan deslizado algunos errores al tratarse de apreciarla prematuramente. En cuanto á la altura de la misma montera, no dejaba de ofrecer variaciones bastante considerables, puesto que alcanzando, por término medio, unos 55 metros sobre el criadero oriental, esa dimensión se reducía á 24 metros, también por término medio, sobre el occidental.

La caja de ambos criaderos consiste en pizarras más ó menos arcillosas y metamorfoseadas; pero los pórfidos asoman muy cerca del yacente, tanto por la parte septentrional como por la occidental, siendo rocas cristalinas estratiformes las del contacto de las menas por ese punto.

Aunque los respaldos del criadero del oeste van divergiendo con la profundidad, puede decirse que la masa del mismo aparecía casi vertical hasta el nivel en que se practicó la labor á que se denominó *El Entrepiso*; pero allí se torcía bruscamente, afectando una inclinación de 50°, por término medio, hacia el S. 47° O., lo cual equivale á decir que la masa metalífera se arrumbaba en dirección de E. 17° S. á O. 17° N.

La superficie de contacto de la masa piritosa con la montera de hierro afectaba, en el sentido de la longitud, una pendiente ligera, del

propio modo que la general del suelo, excepto en el tercio oriental, donde, inclinando en sentido opuesto, profundizaba hasta el nivel de las labores que constituían el piso segundo, que era el sitio en que la porción reconocida del criadero ha mostrado mayor longitud.

El criadero oriental ofrecía condiciones análogas á las expuestas para el occidental.

En los puntos en que terminaba la longitud del conjunto de las dos masas piritosas se abrieron los pozos *San Miguel* y *San Juan*, con los cuales se comunicaban respectivamente las labores interiores de los dos criaderos. (V. corte II ó por *AB* en la lámina.)

En el primer período de la explotación moderna se arrancó el mineral de estos criaderos por el sistema de huecos y pilares, habiendo alcanzado los trabajos subterráneos hasta cuatro pisos en el criadero mayor, y creemos que tres en el más pequeño. Ambos se comunicaban por medio de una galería, según se indica en la figura 2.^a y corte II.

Más tarde, en el criadero occidental, se cambió el sistema de labor subterránea por la de cielo abierto, según se representa en el mismo corte II; habiendo alcanzado el desmonte del sombrero de hierro y rocas de la caja 110 metros de largo por 75 de ancho, como término medio, y 58 de profundidad, representando el volumen de roca estéril arrancada 150000 metros cúbicos. Esta excavación permitió extraer unas 50195 toneladas de pirita ferro-cobrizada hasta el nivel del segundo piso, á donde llegó la explotación por el nuevo sistema de labor cuando se paralizaron los trabajos, habiendo acaecido después grandes hundimientos de los taludes que obstruyeron por completo esas labores en la masa metalífera, y otros también de importancia en las subterráneas.

En el piso superior, llamado *del Pilar*, del criadero occidental, se hicieron cuatro galerías de dirección y ocho traviesas distribuidas por toda la masa, representando un volumen excavado de 5525 metros cúbicos. Las superficies de los hastiales quedaron bien determinadas por esas labores, observándose en ellas sinuosidades que hacían bastante irregular la sección del criadero á este nivel. En él, la

longitud de la masa era de 166 metros con ancho máximo de 54, aunque el medio no excedía de unos 18.

El llamado entrepiso, que en profundidad sigue al piso superior, tuvo galerías por longitud de 69 metros, que suponían un volumen excavado en mineral de 1571 metros cúbicos. La masa á ese nivel apareció más regular, aproximándose la sección del piso á una elipse sumamente alargada, y se observó que el criadero adquiría mayor longitud en éste que en el piso primero.

En el segundo piso las labores alcanzaron mayor desarrollo, midiendo un volumen de 5887 metros cúbicos, habiéndose establecido también en él pozos de comunicación con los superiores y la galería que, cruzando el macizo estéril que separaba los dos criaderos, hizo expedito el paso de uno á otro. La forma de la sección horizontal de la masa grande al nivel á que nos referimos, era lenticular, con longitud de 180 metros, ó sean 14 más que en el primer piso, y anchos de 21 metros hacia el centro, 11 en el extremo del este y 9 en el del oeste.

Para el tercer piso resultaban labores con volumen próximamente igual á las del piso *del Pilar*, conservándose en los hastiales bastante regularidad; pero la longitud de la sección de la masa disminuye considerablemente, resultando unos 120 metros de longitud aprovechable, pues en la parte oriental continúan los minerales con poquísimos espesores y entremezclados con el estéril de la caja. En el centro acusa 25 metros de anchura, 15 al este y 8 al oeste, á donde llega el socavón de entrada que se indica en la figura 5.^a

Por bajo del tercer piso las tres dimensiones de la masa se reducen mucho; circunstancia que, vista la ley que se observa en las secciones superiores, hizo suponer la pronta terminación de la misma; lo cual, aunque no de una manera absoluta, está en parte justificado por algunas labores que han permitido el trazado de los cortes I y II, en los cuales, se representa la forma de las masas transversal y longitudinalmente; siendo éste uno de los ejemplos que dan más perfecta idea de la disposición de esta clase de criaderos en la provincia.

La falta de correspondencia entre los pilares de los distintos pisos

de que acabamos de hablar y la inclinación de los bastiales, según se ve en el corte I, desfavorable al sistema de huecos y pilares seguido en la explotación, fueron causas que contribuyeron no poco á las ruinas allí ocurridas.

Hemos creído oportuno dar de estos criaderos más detalles de los necesarios para su descripción, porque justifican la inconveniencia de seguir el sistema de huecos y pilares para la explotación de masas como las de ellos, una vez que el resultado es cuando menos sacrificar gran parte del criadero, dificultando considerablemente el ulterior aprovechamiento de los minerales que constituyen las columnas y entrepisos; aparte de que, cuando éstos se debilitan demasiado por codicia, acaecen hundimientos que comprometen la seguridad de las minas.

Cerradas las minas de San Miguel, no volvió á trabajarse en ellas hasta Noviembre de 1838, en que se comenzaron los trabajos de limpia de la labor á cielo abierto por cuenta de una sociedad portuguesa que las adquirió; cuya sociedad procedió también á la reparación de edificios y talleres, instalación de máquinas y todo lo necesario para la obtención del cobre en la localidad.

Las menas piritosas de los criaderos de que venimos hablando se han considerado siempre como las más ricas entre las de su clase; pero, lo mismo que en otros criaderos, se ha observado en ellos que el cobre no se halla repartido por igual y de una manera homogénea en toda la masa, habiendo sitios en donde la chalcopirita y bisulfuro de cobre abundan y dan, por consiguiente, extraordinaria riqueza.

Así sucede en el yacente de las masas, donde los minerales ricos de 20 á 40 por 100 de cobre se presentaban con bastante abundancia, siendo digno de anotarse el que hacia ese lado precisamente se encuentran más próximas las rocas porfídicas que se apoyan junto al máximo buzamiento de los criaderos, á la manera de lo que tiene lugar en Rio-Tinto en la parte oriental del *de Nerva*.

Las labores establecidas en la parte superior de estos yacimientos tuvieron por principal objeto el arranque del mineral rico, que de pre-

ferencia se presentaba también junto á la parte occidental de los alforamientos. Este mineral rico, constituido por el sulfuro negro de cobre, era muy blando, á veces deleznable, de color negro ó negro azulado, y, como hemos dicho varias veces en esta Memoria, se le llama *negrillo* por los mineros del país. Generalmente formaba venas ó filoncillos entre los sistemas de grietas que fraccionaban la masa en formas prismáticas, con espesor muy variable, que alcanzaba á veces de 50 á 30 centímetros. La chalcopirita ó pirita amarilla no era tan frecuente en filoncillos regulares, y más bien se la encontraba formando núcleos en el interior de la pirita común ferro-cobrizada, que es la que constituía la mayor parte de los criaderos.

He aquí, para terminar con lo concerniente á estas minas, las cantidades de mena extraídas de ellas desde 1859 y beneficiadas en la localidad por el procedimiento de la cementación, siendo de advertir que nada se arrancó en los periodos de 1871 á 1885 y de 1885 á 1888:

AÑOS.	Toneladas.
1859.....	40649
1860.....	48543
1861.....	41059
1862.....	5060
1863.....	5863
1864.....	40772
1865.....	40565
1866.....	43029
1867.....	4147
1868.....	347
1869.....	9
1870.....	9
1883.....	70
1884.....	30
1888.....	21323
TOTAL.....	444477

Minas de La Cueva de La Mora.

En 1875 se constituyó en Lisboa, con un capital de 5.600000 pesetas, la sociedad limitada denominada *Compañía portuguesa de las Minas de Huelva* para la explotación del criadero conocido vulgarmente con el nombre de La Cueva de La Mora.

Situadas estas minas en las márgenes y cauce de la rivera Olivargas, junto al cabezo del Castillejo, ofrecieron siempre grandes dificultades para las labores, y por ello sin duda han sido unas de las en que, á pesar de sus buenas indicaciones, se han establecido más tarde trabajos formales.

El terreno en que radican es muy quebrado, y tan seco, que hasta en la mencionada rivera, que es el arroyo más importante de aquella comarca, dejan de correr las aguas en el estío. Aunque en las inmediaciones de las minas se encuentra la mísera aldea La Dehesa ó de Los Montes Blancos, la distancia más corta á poblado de alguna importancia es la de tres leguas que median hasta Almonaster la Real, de cuya jurisdicción depende. Los caminos hasta el ferrocarril minero de Valverde son largos, y tan malos que los transportes se verificaban á lomo hasta el año 1888, en que, gracias á la construcción del ferrocarril ordinario de Zafra á Huelva, han mejorado notablemente las condiciones industriales de la localidad. No mediando, en efecto, más que 5 kilómetros hasta la estación de Valdelamusa en ese ferrocarril, distancia que se puede salvar fácilmente con un tranvía, podrá en adelante aprovecharse aquél para transportar los minerales de La Cueva de La Mora, lo mismo que se hace con los de Río-Tinto, Tharsis y otros puntos.

La superficie demarcada para las concesiones de que consta la propiedad minera se compone de 109 pertenencias, con una superficie de 159 hectáreas, habiéndose extendido mucho más la propiedad territorial de la sociedad concesionaria con otros terrenos comprados fuera y además del de las pertenencias.

La empresa necesitó acometer una porción de obras para establecer debidamente la explotación y beneficio de los minerales de la mina, y al efecto, desviando la rivera Olivargas, á la cual se abrió un cauce nuevo, construyó muros fuertes de mampostería que impidieran la inundación del suelo en que aquélla se halla, represó las aguas de la misma rivera y estableció canales para la conducción de esas aguas, fábricas de beneficio, tranvías, un viaducto de celosía de hierro para el paso de los vagones sobre la repetida rivera, talleres,

oficinas, cuadras y otras dependencias, y 178 edificios, distribuidos en cuatro grupos ó barrios, en los cuales pueden alojarse de 2000 á 2500 obreros, cuya población cuenta con servicio de hospital y de escuelas, nueve fuentes y cinco hornos de cocer pan.

Todas esas obras se ejecutaron en el periodo de siete años, durante el cual no se descuidaron los trabajos esencialmente mineros, que empezaron desde luego por el establecimiento de un gran desmonte que preparara el planteamiento del sistema de labores á cielo abierto, con cuyo trabajo se empezó á extraer minerales muy pronto; no estando de más el indicar que las cantidades gastadas en las diferentes faenas hasta el 1.º de Enero de 1885 fueron las siguientes:

	Pesetas.
Desviación de la rivera Olivargas.....	499140
Desmonte.....	572386
Presa y conducción de aguas	78306
Población.....	247788
Aparatos de fabricación.....	314666
Maquinaria.....	228208
Construcciones de carácter general.....	66163
Vías férreas dentro del radio de la mina....	127973
Trabajos y construcciones auxiliares.....	35094
Investigaciones y planos.....	114721
Almacenes dentro y fuera de la mina.....	2.632916
TOTAL.....	4.661561

El valor de las amortizaciones efectuadas hasta la misma fecha estaba representado por 571747 pesetas, quedando un fondo de reserva de 280000, y 967 acciones en cartera que importaban 541520 pesetas, habiéndose repartido dividendos desde 1879 al 82, ambos inclusives, del 10, 20, 50 y 40 por 100 respectivamente.

Resultados tan satisfactorios y obtenidos en tan corto plazo demuestran haber sido éste uno de los más importantes establecimientos mineros de la provincia, el cual puede citarse como modelo de previsión y economía en los proyectos y trabajos que sucesivamente se desarrollan á medida que las necesidades los reclaman.

Según demuestran los escoriales desparramados por el valle que se extiende al norte del depósito piritoso de La Cueva de La Mora y

los pozos y demás excavaciones practicadas en él en tiempo del imperio romano, á juzgar de las monedas en ellas halladas, ese criadero se explotó entonces con gran actividad; mas á pesar del nombre con que se le designa, hijo de que el vulgo ha solido atribuir á los moros una porción de obras y trabajos en que esos conquistadores no pusieron mano, nada hay que justifique que en el periodo árabe se continuase disfrutando. Transcurrieron, pues, muchos siglos en que permaneció olvidado, hasta que hacia el año 1855 se solicitaron y obtuvieron varias pertenencias sobre él por la primitiva sociedad de las minas de Tharsis, la cual no tardó en abandonarlas, registrándose después por diferentes particulares que á su vez las cedieron en venta á la sociedad portuguesa que actualmente las explota.

Como en los demás criaderos análogos, consisten los asomos en La Cueva de La Mora en óxidos de hierro que, en longitud de unos 400 metros, acusan la presencia de las piritas en la margen izquierda de la rivera de Olivargas, entre ésta y el barranco de La Juliana, correspondiendo la porción más característica de los mismos crestones rojos hacia el promedio, que es también donde tenían mayor anchura. En la orilla opuesta continúan también las indicaciones del criadero, si bien no son en manera alguna comparables con las arrancadas con la labor á cielo abierto. Los referidos materiales de los asomos cubrían la masa piritosa con espesor máximo de unos 50 metros, que ha sido necesario desmontar para la preparación de la dicha labor con que se explota el criadero.

Éste arma entre pizarras sumamente metamorfoseadas y pórfidos cuya pasta es de color morado más ó menos obscuro, conteniendo cristales blancos de feldespato bien perceptibles.

En la parte del norte, en la pendiente del yacimiento, las rocas metamorfoseadas cristalinas se extienden en zona de unos dos metros de anchura, después de la cual aparece el pórfido cuarzoso asomando en la superficie con ancho de unos 15 metros, y prolongándose mucho paralelamente al depósito metalífero, siguiendo luego pizarras menos transformadas que las del contacto de la masa piritosa. En el respaldo meridional constituyen el yacente las mismas rocas pi-

zarreñas del pendiente, no apareciendo las porfídicas hasta la vuelta ó torno que hace la rivera Olivargas, mediando por lo tanto una distancia de más de 100 metros entre éstas y la masa metalífera.

Al sur del criadero que actualmente se explota, se indica otro muchísimo más pequeño, el cual, cruzando la rivera, se extiende por la falda oriental del cerro del Castillejo. Dicho criadero se aproxima mucho al principal, y parece que su extremo de levante se termina á cierta distancia del pozo maestro abierto sobre el primero, quedando luego un espacio angular estéril entre los dos.

Por la forma que afectan, estos criaderos representan verdaderas masas, siendo bastante irregular el principal ó más septentrional, que es el representado en la lámina 22.

Según aparece en la figura 1.^a, la masa ensancha en el centro hasta alcanzar 70 metros, y en los extremos se bifurca por la interposición de las rocas pizarreñas de que hemos hablado más arriba. En el extremo oriental la rama del norte se prolonga mucho, comenzando en lo más alto del criadero con unos 12 metros de espesor y disminuyendo sucesivamente, no teniendo más de 1^m,50 junto al pozo del respaldo septentrional, á que no alcanza el dibujo, para perderse luego entre las rocas metamorfoseadas de la caja. La rama del sur se extiende muy poco á levante del lugar del corte transversal VII, afectando la forma de punta de cuchillo; resultando de estas circunstancias un gran seno en la masa piritosa al sur de dicho pozo. Se ha observado que el espesor y longitud de la cuña estéril disminuye con la profundidad.

En la parte de poniente se interpone también en el criadero la roca de los respaldos, por lo cual éste aparece asimismo dividido en dos partes por aquel extremo.

En el pendiente, la superficie de contacto entre la masa de piritas y la roca estéril se conserva bastante regular, tanto en longitud como en profundidad, separándose poco de la dirección media del criadero, mientras que en el yacente afecta gran curvatura longitudinalmente, por efecto del ensanchamiento que en el centro experimenta la masa por aquel lado.

La dirección media del criadero es de E. 3° S. á O. 3° N., con inclinaciones de 60° á 77° hacia el N. 3° E.; resultando en el centro y extremo oriental menor pendiente en el techo que en el muro en lo que está reconocido por las excavaciones hechas, verificándose lo contrario con respecto al extremo occidental.

Las grandes proporciones del ensanchamiento del centro de la masa favorecieron la ejecución de la labor á cielo abierto, puesto que, de no haber sido así, el espesor de la montera, en una gran parte, era desventajoso al establecimiento de tal sistema de labor, de cuya magnitud puede formarse una idea por la cantidad de 455375 metros cúbicos de roca estéril que iban extraídos hasta fines de 1882, y que se va agrandando sucesivamente según lo reclama el arranque de las piritas que se descubren en su fondo.

El volumen de rocas que hemos citado se arrancó estableciendo tres bancos ó escalones de 10 metros de altura dispuestos en forma de anfiteatro, de los cuales, por vías férreas, circulaban los trenes de vagones en que se transportaban los escombros á vaciaderos situados á niveles que se correspondían con los campos de labor.

De ese modo llegó á ponerse al descubierto una gran superficie de la masa piritosa, de donde con toda regularidad y economía se hace la extracción de los minerales necesarios para el beneficio que se practica en la misma localidad, habiéndose llegado ya con los trabajos de disfrute á una profundidad de más de 50 metros.

Los dibujos de la lámina 22 son una reducción de los que el Director del establecimiento tuvo la galantería de facilitarnos: en ellos no figuran labores de reconocimiento que, á mayor profundidad de la representada en los distintos cortes, nos indique la disposición de la masa, ni en la mina hemos visto más de lo que en la misma lámina se representa, por lo cual ignoramos la profundidad á que los minerales alcanzan y la forma de aquella.

En la Exposición de Minería celebrada en Madrid el año 1885 se veía, en la sección correspondiente, un bonito modelo en relieve de esta mina, donde estaban representados los trabajos á cielo abierto con todas las instalaciones.

La proximidad de la repetida rivera impidió, sin duda, el que los romanos descendieran con sus trabajos más de 10 metros, que es la profundidad máxima en que se han hallado, habiendo dejado, por lo tanto, para la explotación actual mayor contingente de minerales ricos, lo cual hace alcanzar á este criadero una ley media en cobre algo mayor que la de otros de la comarca en la parte explotada.

La composición de sus minerales es semejante á la de los de las demás minas de su clase, observándose, con respecto á la distribución de la riqueza en cobre, que contra el respaldo del sur parece indicarse una zona donde la ley en este metal es de 4,5 á 6 por 100, hallándose las menas más ricas hacia el este; así como el que se marca también en el centro, según la dirección del criadero, otro macizo de minerales ricos, los cuales continúan á lo largo de la rama septentrional.

Entre esos minerales ricos abunda la especie chalkosina, produciendo una mena negra, muy dócil al arranque y hasta terrosa. En lo demás de la masa la pirita de hierro blanca y compacta, mezclada de la de cobre en cantidades variables, que disminuyen con la profundidad, es la que constituye la totalidad del relleno, siendo insignificante la cantidad de ganga silicea que contiene.

La ley media de los minerales hasta la profundidad reconocida de 40 metros, es, según se nos ha dicho por el director de los trabajos, de 2,75 á 5 por 100.

La masa que llaman del *Sur* es de figura lenticular muy aplastada y está reconocida con espesor de 7 metros en la margen derecha de la rivera, siendo de poca ley en cobre los minerales que se han visto; pero de ella no hay más datos hasta el presente.

Las cantidades de mineral extraídas de estas minas según la estadística oficial, son las siguientes:

AÑOS.	Toneladas.
1876.....	166
1877.....	11090
1878.....	14100
1879.....	16800
1880.....	39570
1881.....	69310
1882.....	432771
1883.....	128540
1884.....	»
1885.....	425000
1886.....	94545
1887.....	60396
1888.....	70995
TOTAL.....	813283

Minas de Las Herrerías de Los Confesonarios.

Constituyen el grupo de concesiones mineras situado en la dehesa de Valdelamusa, término de la villa de Cortegana, en la proximidad de la estación del ferrocarril de Zafra á Huelva que lleva el nombre del citado territorio. La superficie demarcada para ellas era en fin de 1887 de 67 pertenencias, con una superficie de igual número de hectáreas, comprendiéndose en ésta una parte de la cumbre llamada Herrerías de Los Confesonarios, á cuyo pie occidental se encuentra lo más importante del yacimiento metalífero que nos proponemos describir.

Fuera de la cumbre que acabamos de nombrar, que dicho sea de paso es pequeña y de poca altura, el suelo es llano, seco y de inferior calidad, asomando en todas partes las rocas pizarreñas de formación siluriana y otras hipogénicas, como puede formarse idea por el mapa representado en la lámina 41, consistiendo la vegetación en pastos y jaras con algunas vetustas encinas.

El criadero metalífero se acusa al exterior por tierra y crestones ferruginosos muy característicos, que en gran parte han desaparecido mediante un gran desmonte ejecutado para preparar labores á cielo abierto. Consisten las rocas de la caja en grauwackas y pizarras más ó menos metamorfoseadas, hallándose á poca distancia,

por el lado del sur, la extensa faja de rocas cristalinas estratiformes, en la que existen varios asomos de pórfidos hasta más allá de las minas de La Cueva de La Mora, que se hallan hacia el este.

Los asomos ferruginosos abarcan una longitud de unos 400 metros; pero en toda esa distancia no se presentan con los mismos caracteres. En la parte más baja, ó sea al pie de la ladera occidental de la cumbre citada, es donde ofrecían el mayor desarrollo y donde sus rocas estaban mejor caracterizadas, constituyendo una buena mena de hierro, que á manera de manto, se extendía por aquel sitio hacia el O., disminuyendo paulatinamente el ancho para terminar pronto en la forma redondeada que se representa en la lámina 25, en la cual se figura el criadero tal como aparecía antes de practicarse el desmonte mencionado. En toda esa parte, la montera ferruginosa conservaba una altura bastante uniforme de 16 metros, con ancho máximo de 160. Hacia el este los referidos asomos experimentan una bifurcación al pie de la repetida cumbre, extendiéndose la rama septentrional, que es la más corta y estrecha, por la falda de la umbria junto á la divisoria, y por la solana la meridional, que es la más ancha y larga de las dos.

En la parte baja á que nos hemos referido en primer término, las rocas del sombrero de hierro son terrosas en general, pero no faltan peñones duros y compactos envueltos por las más desleznables; extendiéndose también unas y otras por la rama meridional, mientras que en la septentrional se ofrecen tan sólo requemones por entre las rocas pizarreñas, formando á veces riscos de caprichosas figuras, algunos de los cuales han merecido el nombre de Confesonarios; y como desde tiempo antiguo se denominaba Las Herrerías el paraje de que hablamos, por existir en él algunas escorias, de época romana sin duda, de ahí la denominación de Las Herrerías de Los Confesonarios con que hoy se conocen las minas de que tratamos. En las rocas de los respaldos se ofrecen también algunas vetas delgadas y discontinuas de la roca ferruginosa de color rojo oscuro ó negro y aspecto de escoria, que es el requemón, hallándose además teñidas en rojo y amarillo por los mismos óxidos de hierro en el contacto y hasta cierta

distancia del criadero, y decoloradas y terrosas en algunos estratos, todo en relación con las causas que dieron lugar al metamorfismo que ha producido los efectos dichos.

La dirección media de los asomos del criadero puede decirse es de O. 22° N. á E. 22° S., marcando inclinación de unos 60° al N. 22° E.

Junto al respaldo meridional hemos visto también vestigios de un manto de toba ferruginosa, que de ningún modo debe considerarse como parte integrante de la montera del criadero, y si muy posterior, como sucede en la roca análoga de otras minas.

Aunque pocas, hay algunas señales de labores antiguas en la parte occidental, donde hemos visto una tortuosa y estrecha galería con indicaciones de algunas lumbreras, siendo muy probable que la pirita de cobre que con tales trabajos se buscaba estuviera reducida á alguna pequeña veta independiente de la masa principal, y que de ella procedieron sin duda las escorias de que hemos hecho mención; y decimos esto, porque los concesionarios de las minas, al tratar de rehabilitar aquellas antiguas labores, cuyo estado ruinoso y pocas esperanzas de buen éxito obligó á abandonar pronto, hallaron una masa independiente de la principal, pero de dimensiones muy exiguas. En cambio se excavó la galería ó socavón que en la citada lámina se indica, la cual desde un barranquillo próximo, como punto más bajo, llegó á cruzar el criadero en unos 70 metros sin alcanzar el hastial del yacente; pero esa labor se suspendió porque, con la profundidad á que pudo establecerse, se alcanzó únicamente la parte superior de la masa piritosa en menos de dos metros de altura, cortando un sulfuro de hierro terroso, que no era lo que entonces se buscaba.

Por los años de 1880 y 81 se hicieron trabajos de investigación más acertados por cuenta de una casa inglesa, consistiendo en unos cuantos sondeos practicados con barrena de diamantes, algunos de los cuales alcanzaron profundidad de 40 metros por bajo del sombrero de hierro; quedando comprobado con ello que el depósito de pirita de hierro consiste en una masa compacta y homogénea, sin que

los testigos extraídos con la sonda acusaran cambios apreciables en la composición, en la cual únicamente en alguno que otro sitio se vieron raros indicios de pirita de cobre. En consecuencia, estos nuevos trabajos no pasaron más adelante.

Es, pues, el criadero de que se trata inexplotable como mena de cobre, pero tiene bastante importancia bajo el punto de vista del aprovechamiento del azufre y del hierro; pues aun cuando á la rama más septentrional de los requemones ferruginosos no corresponden en profundidad más que insignificantes vetillas de pirita, en lo más oriental y en gran parte de la zona que se acusa en la solana de la cumbre hay mineral bastante para que pueda producir utilidades la explotación á cielo abierto que últimamente se ha establecido siguiendo el consejo dado por el que suscribe á los dueños de las minas con motivo de una visita que hizo para conocer aquel criadero hasta donde los caracteres exteriores y trabajos hechos lo permitieron. Manifestóles además que la verdadera importancia de aquel yacimiento estaba en el azufre y el hierro, según acaba de indicarse, y que debía desecharse la idea del beneficio como mena de cobre, por más que, desde los tiempos más remotos de la explotación de los criaderos de piritas de la provincia, ese haya sido siempre el bello ideal de los mineros del país y aun de las sociedades extranjeras, con grave perjuicio de sus intereses en particular y del país en general.

Así lo comprendieron aquellos concesionarios, y no tardó mucho tiempo en que una sociedad francesa les tomara en arrendamiento sus minas para explotarlas como mineral de azufre, á cuyo efecto la pirita de hierro se transporta hoy á Francia aprovechando el ferrocarril de Zafra á Huelva que pasa á muy corta distancia del criadero. Éste ha sido uno de los motivos de que se haya establecido la importante estación de Valdelamusa, de que se sirven las diversas minas de aquella zona.

Arrendada la mina, se construyeron inmediatamente los edificios necesarios para albergue de empleados y obreros, oficinas, talleres, etc., etc.; y como también se han levantado otros varios edificios junto á la mencionada estación, lo que antes era un páramo solitario

aparece ahora convertido en un gran centro de actividad y vida, donde el continuo silbar de las locomotoras y la circulación constante de mineros hace olvidar lo agreste y pobre de aquel suelo.

Pronto también el desmonte de la montera del criadero puso al descubierto la masa de pirita en espacio suficiente para poderse establecer holgadamente las labores necesarias para la respetable producción que vamos á citar, habiéndose continuado desde entonces avanzando aquella excavación á medida y en la proporción que la profundidad de los trabajos de disfrute lo reclaman.

Cuando en Agosto de 1888 volvimos á la mina, la masa estaba descubierta desde el yacente al pendiente en todo lo que desde el extremo oriental alcanza hasta el pie de la cumbre de Las Herrerías de Los Confesonarios, lo cual representa un ancho de unos 100 metros normalmente al criadero. En esa excavación, cuya forma era la de un óvalo, en que la diferencia de los ejes resultaba muy pequeña, se apreciaba que las dimensiones de la masa de piritas iban respondiendo perfectamente á lo que los caracteres exteriores señalaban; de modo que, tomando en cuenta la profundidad que alcanzaron los sondeos más arriba citados, debe deducirse que con lo reconocido hay ya una buena cantidad de pirita asegurada, siendo además muy probable que, del propio modo, responda el depósito piritoso á las indicaciones que siguen por los dos frentes del desmonte, que sucesivamente se va agrandando, especialmente por el lado de la cumbre en el sentido de la dirección del yacimiento. Cuando nuestra última visita al establecimiento, el número de operarios ocupados en él era, según se nos dijo, de 290, y además se disponía de cuatro máquinas de vapor fijas, con fuerza total de 24 caballos, de las cuales se destinaba una á una bomba del desagüe, dos para elevar los minerales desde el fondo de la excavación á la superficie, y la otra para los talleres de reparación, habiendo además dos pequeñas locomotoras y todo el material necesario de vagones, herramientas, etc., etc.

Las cantidades de pirita de hierro arrancadas y en su mayor parte exportadas á Marsella, han sido las siguientes:

AÑOS.	Toneladas.
1885.....	4400
1886.....	24000
1887.....	80000
1888.....	75000
TOTAL.....	<u>177100</u>

Como el mineral produce bastante menudo, es necesario cribarlo: el polvo que resulta y no puede embarcarse se deja depositado junto al taller de preparación mecánica, y el mineral grueso se carga en cajas hechas al efecto y se envía en bateas por un ramal de vía férrea que enlaza el taller de la preparación mecánica con la estación de Valdelamusa, es decir que los transportes se verifican directamente hasta el muelle del puerto de Huelva sin necesidad de trasbordo.

Minas de Poyatos.

Las minas conocidas por este nombre cuentan 6 pertenencias, cuya superficie es de 52 hectáreas, y se encuentran en la extensa dehesa de La Garnacha, término de Cortegana, á la proximidad oriental de las de San Telmo.

A la inmediación del criadero, por el norte, asoman los pórfidos cuarzosos que se extienden hasta el cerro del Toro, y por el sur forma el suelo la pizarra arcillosa más ó menos metamorfoseada que sirve de caja al depósito metalífero.

Estas minas, que desde su descubrimiento hacia el año 1856 pertenecen á la misma sociedad que las de Tharsis y La Zarza, se arrendaron poco tiempo después á un minero del país que hizo en ellas algunos gastos que fueron improductivos por la excesiva pobreza de sus minerales en cobre, que es el metal que motivó la explotación.

El yacimiento, que es una masa compacta de pirita de hierro con cortísima mezcla de la de cobre, se encuentra tendido en la parte superior á manera de manto, y así fué que mientras no hubo labores algo profundas, se creyó alcanzaba gran espesor; mas pronto los re-

conocimientos demostraron que no era así y que el criadero inclina fuertemente hacia el N. La exigua altura de la montera de hierro (2 á 4 metros, y la gran superficie que presentaba por la posición especial que afectaba, decidió desde luego por el desmonte para la explotación de la pirita á cielo abierto; mas como quiera que ni la magnitud del yacimiento ni la ley de los minerales respondieron á las ilusorias esperanzas, hijas de la impremeditación, hubo que abandonar los trabajos y limitarse al beneficio de las aguas cuprosas que salían de las excavaciones.

En 1859 se arrancaron 460 toneladas de pirita, de las cuales se obtuvieron 4,60 de cáscara ó cemento de cobre, que representan poco más de la mitad de este metal; años después se hicieron nuevas tentativas de explotación, siempre de poca importancia; en 1864 se extrajeron 920 toneladas, 200 en 1865, 9268 en 1866 y 9 en 1867; y, terminado su contrato, la empresa arrendataria abandonó los edificios que para dos fábricas y albergue de operarios había construído, quedando las minas á cargo de la sociedad propietaria, que no ha pensado hasta ahora en restablecer los trabajos.

Como en otros criaderos, el porvenir del de Poyatos creemos está en el aprovechamiento del azufre y hierro que su pirita contiene.

Mina El Lomero.

Á continuación, por levante, del criadero de que acabamos de hablar, y constituyendo la caja las mismas rocas que en él, se descubrió en el año de 1877, por el que había sido arrendatario de las minas de Poyatos, una masa de pirita que originó la concesión *El Lomero*, con cuatro pertenencias de á hectárea, en la cual, por haber encontrado algunas muestras de cierta ley en cobre, creyó podría recuperar lo que en aquellas otras minas había perdido. Se hizo, pues, por su cuenta una pequeña labor á cielo abierto y se arraucó mineral hasta la profundidad de 5 metros; pero en vista de la poca ley en cobre de aquel exiguo criadero, fuera de algunas delgadas ve-

nillas y reducidas manchitas ricas, se vió también obligado á suspender los trabajos.

Como se representa en la lámina 24, el criadero es de forma alargada, habiéndose reconocido en longitud de 115 metros con espesor máximo de 6 é inclinación de 60° al N. La dirección es de E. á O. El mineral es duro y compacto, de color blancuzco, textura granuda y con planos de crucero que determinan prismas de pendientes del sistema romboédrico. El ensayo de un conjunto de muestras dió menos del 1 $\frac{1}{2}$ de cobre. La especie mineralógica que constituye el criadero es la pirita de hierro, con mezcla de alguna blenda y sulfuros de cobre en cantidad mínima. El terreno colorado de la montera, cuya altura varía con las desigualdades del suelo entre 4 y 10 metros, asoma en estrecha faja entre las pizarras metamorfoseadas de la caja, y los pórfidos se hallan á muy corta distancia del yacimiento metalífero, lo mismo que ocurre en Poyatos.

Cuando las circunstancias sean favorables, es el de *El Lomero* un criadero á propósito para la obtención de azufre y del hierro, como otros varios de la provincia.

En 1878 se extrajeron de esta mina 2500 toneladas de piritas y sólo 75 en 1880, desde cuya época está abandonada á consecuencia de informe redactado por el que suscribe, á petición del dueño de la misma, que lo es también de las de Las Herrerías de los Confesonarios.

Minas de San Telmo.

El establecimiento minero de San Telmo está situado, como el de Poyatos, en la dehesa de La Garnaeba, jurisdicción de Cortegana, á 3 kilómetros al norte de la villa El Cerro, y á 12 al nordeste de la de Cabezas Rubias.

La propiedad minera, representada en la lámina 25, consta de 67 pertenencias y 4 demasías, que en total suman 148 hectáreas de superficie.

En la solana de la cumbre de Las Herrerías están edificados, dentro de la concesión *San Bernabé*, un barrio de casas para los obreros y

empleados, las oficinas, capilla y escuelas; y al norte de la cumbre, en un valle extenso y llano, se hallan las fábricas de fundición, almacenes, balsas para el beneficio, canaleos y plazas para la calcinación de los minerales.

La sequedad del terreno y la necesidad de agua para el beneficio de las menas, motivó la construcción de un dique para el represamiento de las que descienden de las derivaciones meridionales de la sierra Pelada por los angostos barrancos que dejan al este el cerro de pórfido cuarzoso denominado del Toro, habiéndose logrado un depósito capaz de 70000 metros cúbicos, con lo cual las operaciones del beneficio pueden marchar de una manera regular durante los meses del verano en que por allí no corren los arroyos.

El suelo es bastante llano, y de buenas condiciones higiénicas el lugar ocupado por la población obrera, siendo éste uno de los establecimientos mineros donde los habitantes se ven menos atacados de las intermitentes, enfermedad muy frecuente en la mayor parte de los de la provincia.

Las condiciones de los transportes, difíciles y costosos durante muchos años, han mejorado notablemente con la ejecución del ferrocarril de Zafra á Huelva, puesto que estas minas sólo distan 3 kilómetros de la estación de Valdelamusa. Antes, en efecto, tenían que verificarse aquéllos en carros por el camino, de medianas condiciones, que pasa por las cercanías del establecimiento de Tharsis y se extiende luego hasta Gibraleón para enlazar con la carretera de Ayamonte á Huelva.

La misma empresa que solicitó las primeras pertenencias mineras de Tharsis, La Zarza y otras de que hemos hablado anteriormente, hizo algunos registros en las de San Telmo; y como al propio tiempo otros particulares solicitaron también parte de aquellos terrenos, se suscitaron algunos pleitos que se transigieron con la fusión de los derechos de ambas partes, resultando, por fin, que los Sres. Ibarra, de Sevilla, compraran á sus copropietarios toda la parte que éstos tenían en los registros de San Telmo.

Aunque á mediados de siglo se comenzó el restablecimiento de

estas minas, siguieron algunos años de completa paralización de los trabajos, y otros en que alternativamente se experimentaron cambios notables de actividad y desaliento, hasta que últimamente, en 1882, se arrendaron á la compañía inglesa *The Bede metal*, que también explota otras minas en la provincia, según se verá más adelante.

Como testigos de la explotación verificada en los tiempos antiguos en los yacimientos metalíferos de las minas de San Telmo, se encuentran varios montones de escorias y diferentes labores. Consisten éstas en varios pozos establecidos dentro y fuera del radio de la cumbre de Las Herrerías, en su mayor parte completamente arruinados; algunas galerías que comunicaban directamente con la superficie, y que se han habilitado en los tiempos modernos para reconocimiento y desagüe; y otras excavaciones de forma irregular y más ó menos extensas que con las modernas se han hallado dentro de los depósitos piritosos; con la particularidad de que esas excavaciones, lo mismo que se ha visto en las contemporáneas sobre otros criaderos, alcanzaban siempre la mayor amplitud en los puntos donde los minerales eran de mayor ley en cobre, según lo justifica el enriquecimiento que se observa en las menas á su proximidad.

La constitución geológica del terreno en que arman los depósitos metalíferos de estas minas, consiste en pizarras y grauwackas del Siluriano superior, y en varios asomos de pórfidos y diabasas que se ven á no larga distancia de aquéllos. Las rocas sedimentarias no sólo se encuentran muy trastornadas, sino que además han sufrido en muchos sitios cambios de composición y estructura que han originado otras que mencionaremos.

La acción de las fuerzas dinámicas fué sin duda alguna tan intensa por aquellos parajes, que los estratos se doblaron en multitud de pliegues tanto en el sentido de la dirección como en el de la inclinación, observándose gran número de quiebras no sólo en los vértices de esos mismos pliegues, sino también transversalmente, con separación además de las capas en el sentido de los lechos en espacios más ó menos grandes; resultando de todo esto gran número de grietas en los parajes ocupados por las substancias metalíferas, y el que

las porciones de estratos desprendidos ó rotos de la manera dicha se encuentren á veces simulando capas alternantes de algunos decímetros de espesor con las piritas que rellenan las grietas.

Esta última circunstancia, considerada aisladamente, pudiera hacer pensar en una interstratificación de la materia metalífera; mas como quiera que en las fracturas de los mismos estratos se patentiza el que las piritas se amoldaron á las formas que esos adquirieron, queda plenamente probado que el depósito de esas piritas se verificó con posterioridad á los trastornos sufridos por las capas sedimentarias, explicándose fácilmente el hecho de que aquéllas sigan los mismos cambios de dirección que se observan en éstas, por la mayor facilidad de extenderse las grietas en el sentido de los lechos, que transversalmente.

En ciertos puntos, como puede juzgarse por el examen de la lámina 25, las rocas metamórficas en contacto ó inmediatas á los yacimientos metalíferos son cristalinas y se hallan á veces acompañadas de pórfidos, mientras que en otros consisten, con ó sin estructura pizarreña, en materiales de aspecto terroso que se reducen á una arcilla plástica de colores claros, entre los que comunmente predomina el blanco, no siendo rara en ellas una interposición imperceptible de las substancias metalíferas; pero, sin embargo de todo, lo más frecuente es que las rocas de la caja correspondan á las sedimentarias menos alteradas.

En la superficie del suelo, los criaderos metalíferos se señalan por manchas y vetas de óxidos de hierro que toman diverso aspecto y caracteres, pudiendo formarse una idea de la situación de las distintas rocas que allí se encuentran por el plano que acabamos de citar.

El criadero conocido por el nombre de *San Telmo*, que es el más occidental de todos, tiene, comprendido en la concesión *San Germán* (V. la lám. 25), un crestón ferruginoso bien caracterizado, compuesto en gran parte por rocas terrosas muy cargadas de óxido de hierro, las cuales, con otras más ó menos duras, se acomodan entre las pizarreñas de la caja en forma de un arco, cuya cuerda tiene la dirección de N. 24° E. á S. 24° O., del cual se derivan los dos pequeños apén-

dices que aparecen en la figura, habiendo además otra pequeña veta ferruginosa en el extremo del sur á cortísima distancia de la principal.

En la continuación de estos asomos, por el nordeste, las pizarras de la parte occidental de la cumbre de Las Herrerías se tiñen de rojo en grande espacio, interponiéndose entre sus capas bancos de euarcitas y de rocas metamorfoseadas cristalinas, así como también diversas vetas de las ferruginosas denominadas requemones. Dentro de la mina *Santa Bárbara* se presenta, en el contacto de las pizarras ferruginosas de que hablamos, otro crestón de composición semejante á la de los asomos del criadero de *San Telmo*, el cual, conservando una dirección de N.NO. á S.SE., se bifurca en forma de U en su parte septentrional.

Se presentan después por levante las rocas sedimentarias con sus caracteres normales, hasta que, hacia el promedio de la concesión *Santa Bárbara* y en una pequeña parte de la llamada *Previsión*, se encuentra otra mancha donde los óxidos de hierro tiñen fuertemente á las pizarras, ocupando dos espacios las rocas características de los sombreros de hierro, orientados como el acabado de describir, y algunos otros muchísimo más pequeños fuera de los contornos de aquella mancha, no siendo además extrañas las euarcitas y rocas metamorfoseadas cristalinas, así como los requemones que sobresalen en crestas dentelladas y suministran ejemplares con bellas tintas irisadas.

Mucho más al este, en la concesión *Cruzadillo*, existe otra faja ferruginosa bien caracterizada que se corresponde con el yacimiento de piritas denominado de *San Vicente*, cuya orientación es casi perpendicular á la indicada para los asomos del de *San Telmo*, puesto que se arrumba de E.SE. á O.NO. La anchura de este criadero no llega á 20 metros; pero en longitud se extiende más de 500, penetrando su extremo oriental en la mina *Tercera Cruzadillo*, mientras que por el lado occidental sigue, después de atravesar el pantano de que hemos hecho mención, á lo largo de las pertenencias de la concesión *Segunda Cruzadillo* y más allá, hasta enlazarse con los asomos del criadero de El Carpio, de que luego hablaremos; pero en estos últimos

espacios los óxidos de hierro se limitan á teñir de rojo los estratos de pizarras, que es también lo que sucede en las de la cumbre que se halla al oeste del pantano, no debiendo esperarse, dados sus caracteres, que estas manchas acusen la existencia de ningún otro criadero de piritas.

Tratemos ya en particular de cada uno de los mencionados.

Criadero de San Telmo.—En él es donde en los tiempos modernos se han ejecutado mayores trabajos, pudiendo decirse que hasta el año 1882, en que las minas se tomaron en arrendamiento por la sociedad inglesa *The Bede metal*, que ya llevamos mencionada más arriba (pág. 457), fueron muy pocos los practicados fuera del mismo. Es, por lo tanto, este criadero el mejor reconocido de todos los de la localidad, razón por la cual, y porque así lo merecen sus circunstancias especiales, nos detendremos más de lo ordinario en su descripción.

La longitud del arco formado por el sombrero de hierro há poco descrito, es de unos 400 metros, con sagita de 100, mirando al sudeste la concavidad del mismo. En la mitad del sudeste el ancho de los asomos no pasa de una decena de metros, mientras que en la del nordeste se triplica. Más al nordeste, el espacio comprendido entre este criadero y el que señala la mancha ferruginosa que corresponde á la parte occidental de la cumbre de La Herrería, está constituido por una zona de rocas sedimentarias más ó menos metamorfoseadas y teñidas por óxidos de hierro, en la cual se hallan diferentes vetas ferruginosas que, acomodadas en las litoclasas, llegan á formar una especie de red. En esta zona abundan también sobremana nódulos y filoncillos de cuarzo blanco, no siendo extrañas las masas de cuarcita y de jaspe, así como unos bancos pizarreños de una roca bastante semejante á la eurita.

La caja del criadero de *San Telmo* está formada esencialmente por rocas sedimentarias, á pesar de que en el yacente, donde aquéllas se ofrecen sumamente alteradas y metamorfoseadas, el pórfido cuarcífero se aproxima y aun toca en ciertos parajes al relleno metalífero. Por el contrario, en el techo las pizarras se hallan únicamente transformadas en espesor de algunos centímetros, siguiendo luego con los

caracteres normales que presentan en toda la demarcación de las minas.

La inclinación del yacimiento en la parte superior es bastante menor que en la inferior, á consecuencia del encorvamiento que experimenta, según se aprecia en los cortes transversales III al VII de la lámina 26; pero ese encorvamiento no se extiende á la parte más oriental del criadero, donde afecta la misma inclinación en toda la profundidad reconocida. De todos modos, y prescindiendo de las irregularidades que se presentan en el yacente, resultan como límites de la inclinación los ángulos 20° y 47°, y para término medio unos 40, siempre hacia el O.

La poca hondura á que las piritas se hallaban hacia el promedio de los asomos, decidió el establecimiento de la labor á cielo abierto para la explotación del criadero, con cuya labor llegó á descubrirse la masa piritosa en un ancho en que, por efecto del encorvamiento de la misma, media en el fondo del desmonte 40 metros; y como entonces no se conocía la disposición del criadero, revelada después por el arranque del mineral que en la parte superior al pliegue había, se creyó que las piritas continuarían en profundidad con la misma anchura aparente que presentaron en la hondura dicha á cielo abierto, y de ahí que á esta labor se diesen las extraordinarias dimensiones con que se representa en las láminas 25 y 26.

Pero las halagüeñas esperanzas que la manera de presentarse las menas en la expresada labor hicieron concebir, no duraron mucho tiempo, reconociéndose pronto que á los pocos metros de profundidad las piritas desaparecían por completo en la parte más alta del criadero, y sucesivamente se fué comprobando después que la inclinación del yacente era poco más ó menos la misma que en la del pendiente, afectando la forma que representamos en las secciones transversales. Al nivel del socavón ejecutado para el desagüe natural de la mina y extracción de los productos arrancados, la sección horizontal del depósito de piritas era la que en la figura 1.ª de la lámina 26 se representa por línea de trazos. Como en ella se observa, la parte más septentrional del criadero termina en una bifurcación,

cuya rama occidental es mucho más estrecha que la oriental, por cuya causa se explotó subterráneamente con la galería que en el plano se indica.

Una vez comprobado que las menas se internaban ganando cada vez mayor profundidad con fuerte inclinación hacia el O., resultando por ello un enorme macizo de pizarras y grauwackas en el pendiente, el cual no era de manera alguna conveniente excavar para proseguir el arranque de las menas por labor á cielo abierto, se substituyó este sistema por el de labor subterránea, habiéndose dividido al efecto el criadero en varios macizos por medio de pozos de gran sección, cuyo largo llegaba al techo y muro. Á convenientes profundidades esos pozos, por los cuales precisamente hemos trazado los cortes transversales representados en la lámina, comunicaban con galerías longitudinales que seguían por uno de los respaldos de la masa, según aparece en esos mismos cortes, lo cual tenía la doble ventaja de reconocer perfectamente el criadero y ser reproductivos los trabajos preparatorios de que acabamos de dar idea. En cuanto á los de disfrute, se emprendieron más tarde por labor á través y con relleno, según lo aconseja la seguridad de los mismos. Una máquina de vapor, establecida en paraje á que interesa el corte I, servía la extracción y desagüe por un plano inclinado, utilizándose también para el propio objeto los pozos por donde pasa el corte V.

Por el lado septentrional, se siguieron los minerales de la rama del este del criadero en algunos metros de longitud, pero sin llegar á la terminación del mismo: siendo de suponer, dada la tendencia al estrechamiento que se notaba en las labores hechas, que á no larga distancia de los extremos de la excavación á cielo abierto debe terminarse pronto, respondiendo así á las indicaciones que se acusan al exterior por el sombrero de hierro ya descrito. La expresada labor vino á comprobar la correspondencia entre los crestones ferruginosos y la masa sulfurada, cuyo espesor no desdice del de aquéllos, siendo precisamente en la labor á cielo abierto donde la masa presentó mayor anchura, hallándose el mineral de menor ley en cobre en el extremo noroeste de la misma.

En la rama occidental de la bifurcación ya indicada, las piritas contenían mayor cantidad de pirita de cobre, y aunque el ancho que tuvo fué poco, se la explotó ventajosamente con la galería que seguía el tortuoso espacio comprendido entre las rocas de la caja, hasta que el espesor disminuyó tanto que no era productiva la prosecución de la labor.

En el segundo piso, cuyo nivel se encuentra unos 15 metros por bajo del primero, la sección horizontal del criadero (fig. 2.^a de la lámina 26) presenta una superficie algo menor que en el primer piso, afectando la traza del pendiente menor curvatura que á ese otro nivel, mientras que en la del yacente se señalan diferentes quiebras que la hacen sumamente irregular. Los estratos pizarreños del respaldo oriental están rotos y penetran en la masa piritosa, esterilizando una parte de la misma, según puede apreciarse por el examen de las figuras de la lámina citada.

Respecto de la extensión del criadero en el sentido de la longitud, se observa cierta disminución con la profundidad, por más que en el primero y segundo piso sea apenas perceptible tal circunstancia. Hacia el norte la dureza de las piritas y su escasa ley en cobre no permitieron la prosecución de los trabajos, no habiéndose llegado, por lo tanto, á comprobar si la bifurcación señalada en la figura 1.^a tiene ó no lugar al nivel del primer piso, así como el punto y manera de terminarse la masa por ese lado.

En el tercer piso, del que sólo una pequeña parte indicamos por líneas de puntos en la figura 2.^a, la sección horizontal del relleno metalífero se presenta considerablemente achicada, resultando más corta que la del segundo y con tendencia á la desaparición de las piritas en los parajes donde las pizarras de la caja se intercalan á manera de cuñas, que, en general, aumentan de espesor con la profundidad, y más abajo, la masa, aunque continúa en unos sitios, en otros desaparece por completo.

Las secciones transversales suministran interesantes datos para completar la idea de la magnitud y disposición del criadero que estamos describiendo.

En el corte I es donde se encuentran los trabajos, á un nivel inferior al de la labor á cielo abierto, por el lado septentrional del criadero, siendo notable la alternación de las piritas con las pizarras arcillosas más ó menos alteradas, habiéndose observado que mientras en algunas de las cuñas de la roca estéril el espesor disminuye con la profundidad, en otras sucede lo contrario, habiéndose podido determinar para algunas los lugares donde terminan y comienzan. La pequeñez de la escala no permite presentar todas las que hemos visto, pero las representadas son suficientes para dar idea de su disposición, sin necesidad del trazado de una figura en mayor tamaño; bastando añadir que en el fondo de lo excavado, ó sea á un nivel inferior al que corresponde al piso primero, la cantidad de mineral disminuye notablemente, aumentando, por el contrario, el espesor de las cuñas de pizarras, todo lo cual hace creer en la extinción completa de las piritas á una profundidad bastante menor de lo reconocido en la parte más alta del criadero.

Tanto en la anchura del relleno como en la inclinación, se observó bastante regularidad en todo lo que alcanza el corte, así como en la composición de los minerales. Consisten éstos en aquel punto en una mezcla de pirita de hierro con cierta parte de la de cobre, habiendo proporcionado menas con un 2 por 100 de cobre por término medio, con mínimo de 0, y 6 de máximo.

En el respaldo del pendiente de esta parte del criadero, tuvimos ocasión de recoger cantidades bastante notables de asbesto y de amianto en las grietas de unas pizarras de color verde, al contacto de unos filoncillos de cuarzo blanco, apareciendo también esta última substancia en otros muchos sitios cruzando los estratos sedimentarios según los sistemas de quebras que se observan tanto en las rocas de la caja del criadero como dentro del mismo.

El corte II corresponde á otra sección transversal paralela á la que acabamos de describir, notándose en ella las particularidades siguientes:

La parte oxidada ó sombrero de hierro profundizaba allí muy poco y la masa de piritas se presentó con la mayor amplitud cuando se

la descubrió la explotación á cielo abierto, por causa de la poca inclinación que en ese sitio presentaba el criadero. La labor subterránea establecida más tarde en el sentido de la inclinación del mismo, cortándole en todo su espesor, hizo ver que, si bien en la parte superior al primer piso la masa era compacta hacia el yacente, desde la proximidad del pendiente se cortaron varios estratos de pizarras de muy poco espesor, que en el dibujo indicamos por trazos negros, los cuales aumentaron en número, del primero al segundo piso, siendo también mayor el espesor que adquirirían con la profundidad, hallándose cerca del muro la cuña estéril de mayor importancia, y siendo bien marcada la tendencia á la desaparición de las piritas al nivel del segundo piso, donde ya se hallaban muy mezcladas por el lado del techo con la roca sedimentaria, constituyendo una parte inexplorable. En el yacente, el seno que se marca en las figuras 1.^a y 2.^a está formado por rocas en un todo semejantes á las del techo, manifestándose un pliegue con fractura de los estratos y hallándose la superficie de rotura en el contacto del relleno piritoso; circunstancia que basta por sí sola para desechar toda idea de interstratificación entre las menas y la roca estéril, basada en la interposición de los estratos que se ven interpuestos tanto en este corte como en el descrito anteriormente. Pero debemos añadir que, entre las capas sedimentarias del techo y la masa de piritas, se advierte también discordancia, puesto que los ángulos de inclinación que les corresponden son de 42 á 48° para las primeras y sólo de 26° para la masa de piritas, lo cual es también una prueba palpable de que las substancias metalíferas rellenaron las grietas formadas con anterioridad en el macizo de las rocas que le sirven de caja.

En la composición de los minerales se comprobó mayor abundancia de la pirita de cobre en el lado del yacente, ó sea en lo más compacto de la masa, que hacia el pendiente, donde la pirita alterna con la roca estéril, ofreciéndose además alguna blenda entre la pirita de mayor ley en cobre. En el primer caso, el contenido de este metal oscilaba entre 1,72 y 6 por 100, con término medio de 5,25; en el segundo, la ley era de 0 al 5 por 100 y el término medio algo menor del 2.

El corte III es interesante porque corresponde al mayor ensanchamiento del criadero y porque la composición de los minerales varía allí bastante con respecto á la que tienen en los otros sitios de que nos vamos ocupando.

La disposición de la masa, limitada por las líneas de trazos, permitió la explotación de las piritas por labor á cielo abierto hasta el nivel del segundo piso, lo cual dió lugar á una excavación de forma irregular á que en la mina llaman *El Hoyo*, habiéndose obtenido en ella los minerales de mayor ley en cobre de todo el yacimiento. Según aparece en el dibujo, el criadero acusa una gran protuberancia contra el yacente, que allí está compuesto de rocas metamorfoseadas cristalinas y de hipogénicas porfídicas en tal grado de alteración que constituyen una arcilla plástica de color blanco.

La parte del mineral rico se hallaba recostada en el yacente, formando la masa en forma algo parecida á la de una inmensa almendra, cuya sección transversal está marcada con línea llena, la cual se extendía en longitud mucho más que en profundidad, yendo á terminarse por el lado del norte contra unos estratos rotos de pizarras que originaron el seno agudo que se indica junto á la línea *CD* de la figura 2.^a, y cuyos estratos se acomodan en dirección casi normal á la del criadero, amoldándose las menas contra la sección desigual determinada por la rotura de las capas pizarreñas. Por el lado del sur se extiende hasta más allá del lugar correspondiente al corte IV, según luego diremos.

Sobre la masa de las menas ricas á que acabamos de referirnos se cortó hasta el bastial del techo una zona de la pirita común de escasa ley en cobre y dispuesta en bancos de distinto grueso, alternantes con otros de las pizarras del pendiente, existiendo como salvanda una fajita estrecha de arcilla blanca, cuya circunstancia no acaece en lo restante del criadero hacia el sur de aquel sitio; y, del propio modo que en lugar del corte II, el espesor de esas cuñas de pizarras aumenta también con la profundidad, siendo la cantidad de piritas tan corta al nivel del tercer piso que apenas se extienden más allá de los hastiales de la galería de dirección marcada en el

dibujo, siendo lo más probable que el criadero termine allí á muy poca distancia por bajo del nivel que acabamos de mencionar.

Los minerales de la parte rica son compactos y á veces de estructura pizarreña, señalándose los lechos por el distinto color que acusan las capitas de pirita común y otras acompañadas de gran cantidad de blenda, alguna galena y chalcopirita. La composición de unas muestras tomadas de lo más cargado de blenda, según análisis hecho en la Escuela de Minas, es la siguiente:

Residuo insoluble en ácidos.....	3,400
Hierro.....	20,090
Cobre.....	5,734
Zinc.....	30,139
Plomo.....	Indicios
Antimonio.....	1,402
Arsénico.....	Indicios
Cal.....	4,800
Magnesia.....	0,229
Azufre.....	37,790
TOTAL.....	<u>99,584</u>

Según estos números, el mineral analizado contiene:

Blenda.....	44,863	por 100
Pirita de cobre.....	46,585	»
Idem de hierro.....	32,200	»

En las piritas interpuestas entre la pizarra la ley media en cobre de lo explotado no pasó del 2 por 100.

En el lugar correspondiente al corte IV, la masa de piritas con blenda y galena está representada en sección transversal por la línea llena comprendida entre el primero y segundo piso, y se termina por completo hacia el promedio de esta sección y la V. Como en el corte III, esta variedad de mena se halla envuelta por la pirita común interpuesta en los estratos pizarreños del pendiente, sin que se adviertan modificaciones notables en la composición de una y otra variedad con respecto á las obtenidas en las labores de aquel paraje, estrechando además considerablemente el relleno metalífero con la profundidad, según se indica en el dibujo.

Á 25 metros del corte IV de que acabamos de hablar, en otra labor que alcanza el nivel del cuarto piso, ó sea un nivel 59 metros

más bajo que el primero, el ángulo de inclinación en el pendiente del criadero es 45° en todo este espacio, mientras que en la parte superior al primer piso fué menor, hallándose la fuerte inflexión que motiva tales diferencias al nivel de ese piso.

Como en el lugar del corte anterior, las pizarras arcillosas que constituyen el respaldo del techo son duras, de color verdoso y contienen algunos filoncillos de cuarzo, especialmente en el contacto con las menas, observándose gran regularidad en la superficie de unión entre las rocas de la caja y el relleno metalífero.

En el yacente la regularidad desaparece, formando el respaldo una roca pizarreña metamorfoseada que por alteración se descompone en una arcilla plástica que expuesta al aire y la humedad se llena de eflorescencias de sales cuprosas, lo cual indica que en su metamorfismo influyeron notablemente las sustancias metalíferas. Esta roca, de color blanco, se interpone también entre la masa de piratas, dando lugar á numerosas cuñas en distintos puntos.

En el segundo piso se cortó una de bastante espesor, que termina en forma de cuchillo, según se ve en el dibujo; la cual desciende desde el promedio de la altura de este piso al primero, ensanchando con la profundidad y ocasionando la bifurcación de la masa, según se indica en la figura V.

En el tercer piso los estratos de la roca arcillosa del yacente atravesados por ese mismo corte están rotos y se aproximan bastante al hastial opuesto, siendo oblicua á la masa de piratas la dirección de los mismos, entre los cuales aparecen capas discontinuas del mineral hasta una distancia mayor de 20 metros, según se comprobó por una galería de comunicación entre dicho piso y el pozo de comunicación con el primero. Se cortó además en esa galería, á los 6 metros de su boca, un banco de pizarra verde y dura semejante á la del respaldo del techo, la cual estaba interpuesta entre las metamorfoseadas, y más adelante, en el espacio que media hasta el pozo, había tres masas pequeñas y aisladas de pirita, según se ve en el dibujo, cuya ley en cobre acusó al ensayo 6 y más por 100 en varias muestras. Asimismo, en la vertical del pozo aparecieron nuevamente piza-

rras normales semejantes á las del techo del criadero, hallándose en ellas la caldera de aquél. Estas circunstancias indican que en toda esa parte del yacimiento el relleno metalífero se extendió á las fisuras y á la masa de las pizarras del yacente, más ó menos metamorfoseadas en algunos estratos, estando, por lo tanto, relacionados los efectos del dinamorfismo operado en ellas con la aparición del manantial metalífero.

Como término medio, el espesor de la porción compacta del criadero, ó sea sin contar la zona contigua al techo en donde las piratas alternan con las pizarras, puede considerarse de unos 8 metros en la profundidad comprendida entre los pisos primero y cuarto á que alcanzaban los trabajos cuando por última vez vimos la mina.

Las piratas son allí duras, de color blanco amarillento en la fractura fresca, y, á consecuencia de una cutícula de bisulfuro de cobre que las cubre, verde obscuro en las superficies de las numerosas li-toclasas que cruzan al criadero. Á veces la chalcopirita forma también núcleos en el interior de la pirita común, observándose además que las menas de mayor riqueza en cobre se hallan de preferencia junto á la roca metamorfoseada.

En el corte VI, que correspondía á la parte del criadero á que llaman *Las Cuevas*, aludiendo á las excavaciones romanas que en ella se encontraron en lo más alto de la masa, presentó ésta mayor regularidad que en todas las demás secciones que se figuran en la lámina 26, formando superficies bastante planas en el contacto con los dos respaldos, sensiblemente paralelos, siendo en ese paraje el ancho del relleno de 10 metros y la inclinación de 40° al O., porque la grieta del terreno se abrió en el sentido de los lechos de las rocas pizarreñas que constituyen la caja del criadero. En profundidad las menas no conservaron la misma compacidad, pues si bien hasta la proximidad del nivel del segundo piso las piratas constituyeron un macizo compacto del mineral á que los mineros llaman *casquero*, con cantidad notable de la variedad *negrilla*, hacia el indicado nivel aparecieron los estratos de los respaldos en forma de cuñas en todo el ancho de la grieta, observándose la disminución rápida de las sustancias metalíferas, y, por consiguiente, el anuncio de la ex-

tinción próxima de las menas, que no llegó, sin embargo, á comprobarse, en razón á haberse suspendido, precisamente por esa causa, los trabajos en aquel sitio. La ley en cobre de los minerales procedentes de la sección de que hablamos fué bastante alta, comparada con la de las piritas del corte anterior, puesto que se obtuvo para ellos un término medio superior al del 2 por 100.

En el corte VII, trazado á los 20 metros del extremo sur del criadero, medidos al nivel del segundo piso, se observa que la montera ó zona oxidada comienza en lo que llaman *Las Cuevas*, y que la masa de piritas compactas apareció envuelta por otra parte mayor, formada de rocas pizarreñas, metamorfoseadas en alto grado, donde los sulfuros de hierro y cobre están diseminados, produciendo lo que los mineros llaman *borrasca*, que es la porción representada por doble rayado, la cual se diferencia mucho de la que en otros puntos constituye los verdaderos respaldos. En algunos sitios, como sucede en la parte superior y en un ángulo entrante de la roca estéril, situado sobre el nivel del primer piso, las piritas se hallan en contacto del respaldo del muro, sucediendo lo propio en el segundo piso, mientras que contra todo el techo, así como en la parte del muro comprendida entre los dos mencionados pisos, la mayor porción del relleno metalífero lo constituye la mezcla de las rocas de la caja con la pirita, ó sea la *borrasca*. Todo esto denota que la verdadera grieta del terreno fué la que en la figura señala la sección de la pirita compacta, y lo demás una porción quebrantada de los estratos, cuyas fisuras dieron acceso á las aguas mineralizadas, causa inmediata de la metamorfosis y mineralización con que hoy se nos presentan.

En esta parte del criadero el mineral sin ganga pizarrosa es compacto, y su ley en cobre varía con sobrada frecuencia desde 0 á 5,50 por 100 de un punto á otro, habiendo resultado como término medio de 17 ensayos el 2,02 por 100. Esto, como sucede siempre en todas las minas de la provincia, prueba un desigual repartimiento de los sulfuros de cobre en los de hierro, siendo la especie de pirita blanca ó esperquiza la que predomina en el yacimiento que estamos describiendo.

En el extremo noroeste del criadero, desde el socavón que se dibuja en la figura 1.ª, las piritas son generalmente más pobres que en lo correspondiente á los cortes transversales que hemos analizado, repitiéndose mucho por aquella parte las intercalaciones de los estratos sedimentarios entre las piritas.

Debemos advertir también que en la extremidad de la excavación á cielo abierto de que hemos hablado, la pirita es compacta y de gran dureza, continuando con tales caracteres en lo reconocido á un nivel inferior al del primer piso de los trabajos subterráneos; pero sobre esa pirita dura y pobre se excavó una buena porción de mineral cuprífero bastante rico y de menor dureza, repitiéndose aquí un hecho análogo al ocurrido en los criaderos *del Norte y del Centro* de las minas de Tharsis.

Teniendo en cuenta las diversas circunstancias que concurren en el criadero *de San Telmo*, puede suponerse, con grande probabilidad de acierto, que la cantidad de piritas que le formaban antes de comenzar la explotación no debió exceder de unas 580000 toneladas, de cuya cantidad queda únicamente la parte más pobre y de difícil y costoso arranque.

Criaderos de la cumbre de Las Herrerías.—El manchón de rocas ferruginosas más inmediato al criadero que acabamos de describir, afecta una forma en U (V. la lám. 25), cuyas ramas están orientadas de N.NO. á S.SE. Parece indicar un yacimiento piritoso; pero nada podemos afirmar acerca del particular, porque la galería *Caligula*, que desde el pie de la falda septentrional de la cumbre de Las Herrerías se dirige á este yacimiento, no tiene todavía longitud bastante para resolver la duda.

Con respecto á los manchones más orientales de la mencionada cumbre, haremos notar que en la proximidad del pozo *Santa Bárbara*, que es el señalado en la lámina junto á la línea de separación de las concesiones *Previsión* y *Santa Bárbara*, los indicios de un depósito de piritas á profundidad son bastante característicos para creer en la probable existencia de esa clase de menas; pero, como aún no

se han hecho reconocimientos bastantes para justificar el hecho, tampoco podemos añadir nada más.

Criadero de San Vicente ó de Los Cruzadillos.—Constituye lo más importante de todo cuanto hasta ahora se conoce en las minas que nos ocupan. Su dirección media es de E. 14° S. á O. 14° N., con inclinación menor de 45° hacia el N. 14° E. Los minerales piritosos aparecen en él bastante someros, según se ha comprobado en un pozo situado hacia el centro de la concesión *Cruzadillo*, donde, después de haberse excavado en la profundidad de 4^m,80 la montera ferruginosa, se llegó á una veta de pirita ferro-cobrizada, de 5 metros de espesor, cuyo contenido en cobre varía del 8 al 14 por 100.

La disposición del relleno metalífero es bien singular, pues constituye un macizo en el cual las rocas pizarreñas de la caja se encuentran interpuestas con las piritas, con tanta regularidad á veces, que induce á pensar en una formación análoga y contemporánea entre ambas substancias; pero esa idea no puede sostenerse por las mismas razones que dejamos expuestas al describir el criadero de *San Telmo*, siendo accidental en éste como en aquél la circunstancia que dejamos apuntada.

La veta de pirita rica referida, se halla separada de las que se encuentran á mayor profundidad por cuñas de pizarra metamorfoseada, de color blanco y muy deleznable, lo cual hace frecuentes los hundimientos en los trabajos, siendo la explotación bastante costosa y difícil por causa de la fortificación que exige, siendo indispensables las entibaciones en las galerías que para el arranque se practican á uno y otro lado del mismo pozo.

La veta de pirita que en profundidad sigue á la precedente es compacta, de mayor dureza que aquéllas, y con 1^m,50 de espesor con ley en cobre del 2 al 3 por 100, apareciendo en su contacto inferior un banco de pizarra común de 1^m,20 de ancho, y debajo otra vez pirita de hierro de gran dureza y azufrones cuyo espesor, que pasaba de 5 metros, no llegó á determinarse.

La extensión de las galerías mencionadas es ya bastante conside-

rable en el sentido de la dirección del criadero á distintos niveles, habiendo también trabajos en sentido perpendicular; mas como quiera que todo ello se ha excavado con posterioridad á nuestras visitas á las minas, y no disponemos del plano de los trabajos, añadiremos solamente que la presencia de las piritas de mayor ley en cobre apareció de preferencia en la parte septentrional del relleno, á cuya proximidad se halla el macizo de pórfido cuarzoso del inmediato cabezo del Toro; lo cual comprueba una vez más que, de preferencia, las menas de mayor ley en cobre se encuentran en la proximidad de las rocas hipogénicas, cuando éstas se hallan en la proximidad ó en el contacto de los criaderos.

Las cantidades de pirita extraídas de los criaderos de estas minas y beneficiadas por cobre en la localidad son, según la estadística oficial, las siguientes:

AÑOS.	Toneladas.
1859.....	6682
1860.....	9217
1861.....	9217
1862.....	21014
1863.....	25599
1864.....	24500
1865.....	23000
1866.....	18894
1867.....	22656
1868.....	19852
1869.....	6958
1877.....	21981
1878.....	21980
1879.....	10000
1880.....	18500
1881.....	19000
1882.....	10496
1883.....	55622
1884.....	38527
1885.....	»
1886.....	35904
1887.....	26161
1888.....	26445
TOTAL.....	472200

Nada se asigna en esa producción para el período de 1870 á 1877, porque en él estuvieron parados los trabajos.

Minas de El Carpio.

El depósito metalífero de las minas de El Carpio yace en la solana de la sierra de su nombre, que es uno de los derrames más al sudoeste de la cadena de Sierra Morena, en la parte conocida por La Pelada. Son varias las concesiones allí existentes, componiendo entre todas 41 pertenencias, con una superficie total de 41 hectáreas, enclavadas en la dehesa de La Garnacha. Al pie de las minas se extiende un ancho y largo valle por donde discurre el barranco de San Telmo, afluente de la rivera Oraque, la cual corre de N. á S. recogiendo las aguas que afluyen de aquellos campos y de las faldas de las sierras donde tiene su origen; pero como esas aguas sólo se muestran en tiempos lluviosos, se impuso la construcción de un pantano en el barranco del Setenil para atender á las necesidades del beneficio de los minerales, que allí se comenzó por los años de 1856 y ha continuado en otras épocas.

Es el criadero de las minas de El Carpio uno de los más distantes del puerto de Huelva, y los transportes se han hecho siempre por el camino carretero de que hemos hablado al estudiar las de San Telmo, el cual cruza desde tiempo remoto la provincia, aprovechando las circunstancias más favorables de las comarcas por donde va; pero, como carece de toda clase de cuidados, llega á ponerse intran-sitable en inviernos lluviosos.

El ferrocarril de Zafra á Huelva, distante unos 8 kilómetros al este de estas minas, modificará seguramente las desfavorables condiciones de esos transportes, al mismo tiempo que facilitará también la explotación de otros varios criaderos, tan alejados de la costa como el de que hablamos.

Al pie de la sierra se encuentran varios edificios en malas condiciones higiénicas, lo cual contribuye grandemente á que aquél sea uno de los establecimientos mineros de la provincia en que las intermitentes causan más daño ⁽¹⁾. Su distancia al de San Telmo es de

(1) No debe perderse de vista que los modernos higienistas italianos que

1800 metros al sudeste, ocupada toda ella por pizarra de estructura tabular u hojosa y grauwacka estratiforme de grano fino. Estas rocas, profundamente metamorfoseadas en la proximidad del depósito de piritas de El Carpio, son aquí más ó menos magnesianas ó ferruginosas y de colores claros generalmente, y producen por descomposición arcillas de excelentes cualidades para obra de tejera, y, otras veces, algunas bastante refractarias. Los filoncillos de cuarzo blanco son también frecuentes, y los pórfidos cuarzosos aparecen junto al pendiente del criadero metalífero.

Como en San Telmo, se encuentran también en El Carpio algunas escorias antiguas y pozos en los asomos ferruginosos del criadero, cuyo desagüe procuraron los mineros romanos por un socavón que, convenientemente ensanchado en los tiempos modernos, ha servido para la extracción. Al nivel del referido desagüe, que es el del primer piso (V. la lám. 27), y á cierta distancia del criadero, existen todavía, sobre las pizarras, restos de un manto de toba ferruginosa semejante á la de la mesa de Los Pinos de Río-Tinto y de análoga procedencia, que no es otra que la transformación de las piritas en óxido férrico; substancia que, como ya hemos dicho, constituye los crestones ó asomos del criadero piritoso.

Las minas de El Carpio, desde su restablecimiento á mediados del siglo, han pasado por diversas alternativas de actividad y paralización de trabajos, debidas á circunstancias generalmente relacionadas con la falta de capital suficiente entre los individuos del país asociados para disfrutarlas. Últimamente, en 1880, la casa inglesa *The Bede Metal* las tomó en arrendamiento; pero hace ya más de tres años que terminó su compromiso, y otra vez se encuentran paralizados los trabajos.

Los minerales arrancados durante el corto período que duró ese contrato, se transportaron para el beneficio del cobre al inmediato establecimiento de San Telmo, arrendado también por la misma so-

han estudiado el desarrollo y caracteres endémicos del tifus y las intermitentes, han comprobado que los suelos llanos y arcillosos producidos por la desagregación de las pizarras, son en los que aquellas enfermedades se presentan de preferencia y con mayor intensidad.

ciudad inglesa, pudiendo decirse fué entonces cuando se ejecutaron trabajos en mayor escala, habiéndose llegado en el año de 1882 al laboreo de un segundo piso, situado á 18 metros por bajo del primero, previa la excavación de un socavón que permitía el desagüe natural de la mina.

Los crestones del criadero comienzan á indicarse en la margen izquierda del barranco del Setenil, y sucesivamente van tomando mayor amplitud en la falda del sudoeste de la sierra de El Carpio, donde aparece la roca terrosa del sombrero de hierro característica de esta clase de criaderos; pero á no larga distancia se pierde por completo y sólo se advierte un ligero tinte rojizo en las pizarras silurianas, que no se pierde hasta alcanzar el crestón característico del yacimiento de *San Vicente*, al otro lado del dique de San Telmo, lo cual ha bastado para que tan extensa zona de terreno esté toda cubierta de pertenencias mineras.

La dirección media del criadero de El Carpio es de E. 27° S. á O. 27° N., con inclinación media de 55° al N. 27° E., pues la de los respaldos sufre bastantes variaciones en la profundidad que se ha alcanzado, y más en el yacente que en el pendiente.

La forma del relleno es irregular, tanto en el sentido de la dirección como en el de la inclinación, y por sus condiciones representa una masa ensanchada en los dos extremos. Puede formarse idea de las circunstancias que acabamos de anotar por las secciones del criadero que representamos en la lámina 27; pero debemos advertir que en ellas no hemos fijado los muchos trabajos hechos en los distintos pisos, entre los cuales hay varios completamente obstruidos por los hundimientos acaecidos en el interior de la mina, ni tampoco las cuñas del estéril de la caja que se interponen en la parte oriental.

El yacimiento se extiende en longitud, al nivel del socavón del primer piso, 170 metros y 145 al del segundo; la anchura de las secciones horizontales en la parte reconocida oscila entre 10 y 55 metros, y desde arriba acusa marcada tendencia á terminar abajo á modo de cuña, según indican los cortes I, II y III.

El mineral es compacto y de composición bastante semejante á la

del criadero de *San Telmo*, conteniendo siempre poca cantidad de cobre, que, desigualmente repartida en la masa de la de hierro, disminuye más y más con la profundidad, donde, por el contrario, la pirita de hierro blanca, que es la especie predominante en el criadero, adquiere mayor dureza.

En la parte del sudeste aparecen varios estratos de la pizarra de la caja penetrando en forma de cuña dentro de la masa piritosa; que cuyas cuñas unas no pasan del primer piso de la mina, alcanzando otras el segundo.

En la llamada *Mina Vieja* se explotó otra masa de pirita, pero somera y de muy reducidas dimensiones, á la cual, situada á la inmediación del extremo noroeste de la principal y próximamente paralela á ésta, según aparece en la figura 1.^a, cruza el socavón mencionado. Su mineral era más rico en cobre que el de la mayor ó principal.

El criadero de El Carpio, dados los caracteres físicos y mineralógicos de sus menas, debe figurar en la agrupación de los más pobres en pirita de cobre; pero en cambio aquéllas son muy ricas en azufre y hierro, debiéndose tener muy presentes estas circunstancias si es que en adelante ha de sacarse de ellas el mejor partido posible.

Las cantidades de piritas extraídas y beneficiadas en la localidad en diferentes periodos de explotación, son las siguientes, tomadas de la estadística oficial:

AÑOS.	Toneladas.
1860.....	920
1861.....	69
1862.....	196
1863.....	2382
1864.....	18308
1865.....	11350
1866.....	4597
1867.....	»
1868.....	8424
1869.....	8124
1882.....	5302
1883.....	50456
1884.....	113317
1885.....	»
1886.....	»
1887.....	»
1888.....	»
TOTAL.....	223745

Mina Joya.

Al sur de la vertiente septentrional de una gran loma porfídica que se extiende hacia el O. para enlazarse con el escueto cerro Andévalo, donde el pórfido cuarzoso se muestra bien caracterizado, se hallan, en la dehesa de Los Carramolos, junto á la orilla derecha de la rivera Oraque, dos masas de pirita ferro-cobrizada, muy próximas entre sí, denominadas de *Poniente* y *Levante*, con motivo de su posición respectiva, las cuales asoman á poca distancia por el norte de un barranco, casi siempre seco, que se señala en el contacto de los mismos pórfidos con las rocas sedimentarias del sistema Siluriano, en territorio muy quebrado del término de El Cerro, y tan árido que en él no se ven aguas sino cuando llueve.

Á pesar de lo recóndito del paraje que ocupan, estos criaderos fueron también objeto de antiguas explotaciones y de beneficio sus menas, según se reconoce por los escoriales de alguna extensión, aun cuando de poca altura, dispersos sobre las márgenes del mencionado barranco, y por los pozos y galerías, en su mayor parte hundidos, que se han descubierto en la porción superior de los mismos criaderos, principalmente en el *de Levante*; con la circunstancia de que los restos de entibaciones que también se encuentran en las labores demuestran se practicaron en parajes de poca consistencia. Es, por lo demás, de creer que los minerales obtenidos por esa antigua explotación, verdaderamente de rapiña, dada la disposición y el número de los trabajos, poseían una ley de cobre bastante subida; y para comprender que el disfrute era en estos yacimientos relativamente fácil, basta indicar que las grandes pendientes del suelo facilitaban considerablemente la apertura de galerías de desagüe, ya que aquel disfrute no llegó á profundidades grandes.

Los criaderos de que hablamos se han registrado diferentes veces en períodos recientes sin que, sin embargo, se estableciesen labores hasta que, á mediados del presente siglo, la empresa *La Huelvana*, ya poseedora de otras minas, adquirió sobre ellos algunas pertenencias;

pero se limitó á practicar someras labores de exploración que abandonó poco después. Algo más adelante, una sociedad formada por media docena de amigos, registró y adquirió en aquellos parajes una superficie de 58 hectáreas repartida en igual número de pertenencias, las cuales arrendó en Junio de 1879 á la compañía inglesa *The Bede Metal*, que en la actualidad explota las menas, habiendo confiado el planteamiento y desarrollo de los trabajos al ilustrado y entendido ingeniero alemán M. Carlos Roepell.

Comprendiendo este ingeniero que no ofreciendo bastantes facilidades el ferrocarril de Huelva á Tharsis, de cuyo establecimiento dista unos 19 kilómetros el de la mina *Joya*, los productos de ésta no podían destinarse á la exportación con motivo del largo y costosísimo transporte que tendrían que sufrir hasta el puerto de la capital, y decidido, por consiguiente, á beneficiarlos para la obtención de la cáscara ó cemento de cobre en la localidad, las condiciones del territorio le obligaron á disponer un gran dique que, reteniendo las aguas que en los períodos de lluvia descienden por diferentes barrancos, formara un pantano ⁽¹⁾ que satisficiera á las necesidades del beneficio de las menas; montó asimismo las correspondientes fábricas destinadas á ese objeto; hizo construir los edificios necesarios al establecimiento de máquinas y los que eran precisos para talleres, almacenes y cuadras, y, aun cuando la distancia de aquel naciente centro industrial á El Cerro y á Cabezas Rubias no eran demasadamente grandes para que los obreros pudieran marchar después de sus faenas á dichas poblaciones, creyó más oportuno proporcionarles albergue, así como á los empleados, en el sitio mismo de la mina, levantando al efecto las correspondientes casas; todo esto sin desatender los sondeos y demás labores de reconocimiento y preparación de los criaderos en un corto plazo.

Como todos los de pirita ferro-cobrizada de la provincia, los criaderos de la mina Joya asoman en crestones de rocas ferruginosas, mezcladas en parte con las metamorfoseadas que forman la caja, cuya

(1) Su capacidad es de 500000 metros cúbicos.

circunstancia hace que los hastiales, ó sea los límites de los depósitos metalíferos, no aparezcan bien definidos en la superficie del suelo; por lo cual, para poder apreciar con alguna aproximación esos límites, el director del establecimiento los registró por una serie de sondeos antes de emprender las labores de preparación.

La altura de la montera de hierro varía mucho de un extremo á otro en el yacimiento *de Levante*, que es, sin disputa, el de mayor importancia; y así resulta que mientras en su porción oriental la superficie de la mena piritosa se halla á 9 metros de profundidad, en la occidental no aparece hasta los 50 metros.

Señalaremos, por último, que á lo largo de ese yacimiento, sobre todo hacia su extremo oriental, donde, sea dicho de paso, se halla la parte más característica del crestón, formada de hierro oligisto compacto y duro y de una tierra de color rojo muy vivo, se marca una hondonada, probablemente en relación con hundimientos de las excavaciones de la época romana, y advertiremos que, siendo dos, como hemos dicho, las masas de piritita reconocidas en la localidad, el sombrero de la una se prolonga al de la otra sin solución de continuidad, según se indica en la lámina 23, que es copia reducida de un plano, que debemos, así como otros datos importantes, á la amistad del Sr. Roepell.

La masa *de Levante*, mucho mayor é importante que la *de Poniente*, es de figura irregular y muy larga con relación á su anchura. En su extremo oriental muestra ensanches angulosos tanto hacia el techo como hacia el muro; toma luego una forma de arco hasta la mitad de la longitud total, que es de 520 metros, y se conserva en la otra mitad en línea recta hacia poniente. El espesor se conserva bastante regular, si se prescinde de los ensanches mencionados y de las angosturas que se encuentran hasta la mitad del depósito; así es que, medido horizontalmente y á la profundidad de 14 metros, que es á donde corresponde el corte horizontal representado en la lámina, puede considerarse de 18 á 20 metros, alcanzando á 50 en el mayor ensanche del este. La dirección media es de E. 7° S. á O. 7° N., y el buzamiento al N. 7° E., con ángulos que se separan poco de 46°.

Junto á la parte más ancha el ángulo de los hastiales con la horizontal es de 40°, advirtiéndose una ligera disminución en el espesor que presenta desde la parte superior hasta los 14 metros de la profundidad reconocida.

El criadero *de Poniente*, separado del otro por 36 metros de roca estéril y sólo reconocido hasta ahora en una longitud de 80 metros, en la cual conserva un ancho que se separa poco de 20, se halla dispuesto casi perpendicularmente al *de Levante*, pues se arrumba al N. 11° E., con inclinación al O. 11° N. La superficie superior de la mena se halla en él á un nivel 14 metros más alto que la del yacimiento oriental, y se abriga la creencia de que, aun cuando estrechando mucho, se prolonga por el norte.

En su conjunto, la piritita ferro-cobrizada de estos yacimientos aparece bastante homogénea y compacta, sin más ganga que una pequeña cantidad de sílice, inapreciable á la simple vista, y, lo mismo que ya llevamos repetido para otros criaderos, diferentes lito-clasas dividen la masa de éstos en trozos prismáticos de volumen muy variable.

Las superficies de esos prismas están bañadas de protosulfuro de cobre, elevando, como es consiguiente, la ley en ese metal de las muestras correspondientes; pero, aun prescindiendo de esa particularidad, se observan en el criadero *de Levante* otras con respecto á la distribución de las menas ricas.

Resumiéndolas, puede decirse, en términos generales: que en la porción oriental los minerales son más ricos hacia la superficie que en la mayor profundidad hasta ahora alcanzada, y de ahí sin duda la disposición superficial de las labores antiguas allí descubiertas; que una repartición análoga á esa se verifica en el extremo opuesto ú occidental del criadero, debiéndose en uno y otro caso la mayor ley en cobre de las pirititas, que por término medio no baja del 5 por 100, á varias venillas discontinuas y de 1 á 2,5 milímetros de espesor del protosulfuro citado, intercaladas en la piritita común con más abundancia en la parte alta que en la baja del yacimiento; y, finalmente, que hallándose en el promedio del mismo la porción más pobre,

en la cual, aun cuando se obtienen muestras con 1,5 por 100 de cobre, predominan otras menos cobrizas y hasta de pirita de hierro pura, esa misma zona va enriqueciendo hacia la parte del muro donde aparecen los pórfidos, sin que, sin embargo, llegue á dar productos iguales á los de los extremos del criadero en sus niveles más inmediatos á la superficie del suelo.

La escasa altura de la montera de hierro en la porción oriental del criadero *de Levante*, ha permitido establecer en ese punto un gran desmonte que ha puesto á la vista una parte considerable de la masa metalifera; reconocida además á la profundidad de 14 metros por una galería de desagüe y otras transversales que se extienden hasta la mitad del criadero, mientras que en lo que queda al oeste sólo se han ejecutado galerías en el contacto de los respaldos, habiéndose abierto únicamente algunas traviesas de uno á otro hastial, las cuales dan á conocer el ancho del depósito metalífero y se comunican con la superficie por medio de pozos.

También en el criadero *de Poniente* hay establecidos varios trabajos subterráneos preparatorios para la explotación ulterior, de modo que pronto en uno y otro el arranque ha de ser grande.

Mientras tanto, las menas obtenidas se van disponiendo en un extenso montón para beneficiarlas, mediante la calcinación espontánea, por cementación.

Las cantidades de ellas arrancadas, han sido, según la estadística del ramo, las siguientes:

AÑOS.	Toneladas.
1882.....	530
1883.....	4960
1884 y 85.....	36743
1886.....	20432
1887.....	7853
1888.....	23793
TOTAL.....	<u>94301</u>

Mina La Romanera.

El yacimiento metalífero de este nombre está situado á levante de los de Monte-Rubio, á muy corta distancia de la rivera del Arbacal, en la margen del este, componiéndose la propiedad minera de dos pertenencias con superficie de 12 hectáreas.

Ocupa el criadero el fondo de un valle ancho, y en la proximidad de algunas labores antiguas se hallan también escoriales que demuestran se explotó en la época romana.

Por los años de 1865 lo investigó la *Sociedad Huelvana*, á la que se debe una labor pequeña á cielo abierto, y en la estadística correspondiente á 1866 aparece con una producción de 46 toneladas; mas, después de muchos años de paralización, pasó á manos de una casa inglesa, que en 1885 dispuso algunos trabajos subterráneos, pero sin que se haya notado gran actividad en ellos.

El criadero consiste en una masa pequeña de pirita ferro-cobrizada de composición mineralógica semejante á las de las demás minas análogas de la provincia; su forma alargada se acusa en la superficie por rocas ferruginosas en longitud de unos 200 metros, con ancho máximo de 7; arma entre la pizarra siluriana más ó menos metamorfoseada, y afecta inclinación hacia el N.NE.

La situación baja del paraje en que se halla este criadero, uno de los piritosos más exiguos explotados en los tiempos modernos, ha obligado á establecer su desagüe artificialmente con una máquina de vapor pequeña.

Minas de Monte-Rubio ó de Los Silos.

En término de La Puebla de Guzmán componen las minas de Monte-Rubio un grupo de 34 pertenencias modernas, comprendiendo, por consiguiente, una superficie horizontal de 34 hectáreas.

El terreno es en ellas muy quebrado y dista poco del cerro porfídico llamado de Gibraltar, que eleva su alta cima al oeste de las minas.

Existen allí más de 40 pozos antiguos, algunos de los cuales están apareados, según costumbre de los romanos, á cuya época se supone pertenecen. También en la margen derecha de la rivera del Arbacal, al pie de los cerros de las minas y como á 700 metros de distancia, se encuentran montones de escorias de los mismos tiempos. En la época moderna los trabajos hechos se reducen á un socavón y algunas galerías, además del restablecimiento de los pozos necesarios para la ejecución de las indicadas labores subterráneas.

Los asomos son muy visibles en la cúspide y falda meridional del cerro llamado de Los Silos, resultando dos fajas de terreno rojo separadas por otra intermedia de pizarra con asomos de pórfido. Las rocas de los crestones consisten, como de ordinario en las minas de pirita, en óxido de hierro terroso ó endurecido, formando éste crestas salientes, sobre todo en la zona septentrional. Según nos ha manifestado nuestro distinguido amigo el ingeniero y propietario de estas minas, D. Jorge Rieken, á la profundidad de 45 metros, á que se ha llegado, no se ha encontrado todavía una masa de mineral tal como era de esperar por la magnitud de los asomos, sino una infinidad de filoncitos cobrizos, cuya ley en cobre oscila entre 1 y 11 por 100.

En la galería que enlaza los pozos llamados *de San Ernesto* y *San Jorge*, con recorrido de 80 metros en sentido transversal á la dirección de los crestones ferruginosos, bien puede decirse son 40, por lo menos, los filoncitos de pirita cortados, el mayor de los cuales no mide más de un metro de espesor. En la caldera del pozo *San Jorge*, á la profundidad de 45 metros por bajo de los crestones, llegó á descubrirse mineral compacto, no conociéndose su verdadera importancia, porque los trabajos de reconocimiento no han alcanzado todavía nivel más bajo, estando dicho punto 40 metros sobre la inmediata rivera del Arbacal. Recorriendo de S. á N. la indicada galería, se observa la singular circunstancia de que los minerales enriquecen en los diversos filoncillos á medida que se avanza hacia el norte, estando en grado avanzado de descomposición las rocas pizarreñas que les separan, y más ó menos penetradas por las substancias metalife-

ras del yacimiento, hasta el punto de constituir por sí solas una mena beneficiable de cobre.

En la zona mineralizada que se corresponde con la más meridional de los crestones, las pizarras penetradas de piritas se cortaron con una galería que comunica con el socavón citado y con los dos pozos que hemos nombrado, apareciendo en ella, marchando siempre de S. á N.: primero las pizarras arcillosas que forman la caja del criadero; luego el pórfido más ó menos alterado y rocas metamórficas cristalinas; y en la proximidad de la zona á que afectan los crestones septentrionales vuelve á presentarse la pizarra común, semejante á la del contacto de las rocas ferruginosas de la cúspide del cerro de Los Silos, extendiéndose á una parte de la umbria, donde los pórfidos constituyen el respaldo del norte de la faja más septentrional de los asomos.

Las rocas tienen ligera inclinación hacia el N.NE., según se ha visto en las galerías excavadas en sentido transversal.

Según el Sr. Rieken, con las labores practicadas no se ha profundizado todavía lo bastante para poderse formar idea, siquiera aproximada, de este criadero, no siendo fácil predecir lo que podrá ser á mayor profundidad, donde espera ver reunidas en una sola, y con proporciones adecuadas á los crestones, que ocupan grande extensión en la superficie, las diferentes vetas que se han cortado en las galerías; siendo uno de los fundamentos que el ingeniero citado admite para tal creencia la observación de que queda todavía bastante desnivel entre las citadas galerías y la rivera, y el haberse visto en otras minas que las masas compactas de piritas han aparecido próximamente al nivel del desagüe natural más próximo de los criaderos.

Minas del barranco Trimpancho y Vuelta falsa.

Á partir del recodo denominado Vuelta falsa, en el confín con Portugal, donde el barranco Trimpancho desemboca en la rivera Chanza, se extienden por las ásperas laderas de ese barranco, en te-

rrenos de Paymogo y La Puebla de Guzmán, un grupo de concesiones mineras pertenecientes á diferentes dueños, alineadas en una longitud de 4 kilómetros poco más ó menos. Las pertenencias de esas concesiones abarcan una superficie total de 99 hectáreas.

Los criaderos piritosos que las han ocasionado consisten en masas lenticulares dispuestas en rosario, según la dirección de E. 21° S. á O. 21° N., con inclinación de unos 42° al N. 21° E., cuyos asomos, por entre pizarras más ó menos metamorfoseadas ó entre éstas y pórfido cuarzoso, se reducen á unas vetas discontinuas de cuarzo blanco ú otras rocas teñidas por óxido de hierro, no siendo constante que todas ellas envíen á la superficie testigos de su existencia.

Por regla general, y así desde luego se verifica en la de Vuelta falsa, forman el pórfido y la eurita el yacente de las masas lenticulares de que hablamos, y las pizarras el pendiente, con la circunstancia de que los lechos de éstas aparecen tanto más talcosos cuanto que se hallen más próximos de las menas.

Éstas acusan bastante contenido de cobre, á no ser hacia el promedio del grupo de concesiones, donde, en la denominada *Condesa de los Tres Amigos*, disminuye notablemente.

En la mina antigua *San Julián* y en la *Carmen* se practicaron muchos pozos y galerías; pero en su mayor parte se hallan ya arruinados.

En la primera de esas minas la masa metalífera ofrecía una inclinación de 50° al rumbo más arriba indicado, y medía unos 70 metros de longitud; pero á la profundidad de 25 terminaba en cuña á la inmediación del pozo que se designa con el núm. 2 en el plano de la lámina 29.

Con interposición de un macizo de roca estéril, apareció al noroeste de esa masa piritosa otra de menos dimensiones y más pobre en cobre que ella, y al sudeste una tercera, con 50 metros de largo por 12 de ancho y escasa profundidad, constituida por menas ricas que se explotaron por completo.

La estadística oficial da para estas minas los productos siguientes:

AÑOS.	Toneladas.
1859.....	8238
1860.....	5102
1861.....	2807
1862.....	46
1863.....	414
TOTAL.....	46324

Los minerales correspondientes al año 1865 procedieron de las concesiones *Termancia*, *Cenovia* y *Santa Ana*, que también formaban parte del grupo de que hablamos; pero desde esa fecha no se tiene noticia de que allí se haya disfrutado nada.

Todos los minerales que de estas minas se arrancaron se condujeron en carros al embarcadero del Cañaveral, en el Guadiana, que dista de ellas unos 16 kilómetros.

Minas de El Buitrón.

Son de las que llamaron más la atención hacia el año 1855, en que el ingeniero D. Manuel Ortigosa comenzó su restauración sobre las antiguas labores que dejaron los explotadores romanos. En Enero de 1888 la propiedad minera constaba de 6 pertenencias, con superficie horizontal de 52 hectáreas, en paraje que dista unos 9 kilómetros al norte de Valverde del Camino, en jurisdicción de Zalamea.

El criadero piritoso se halla al norte de la cúspide del cerro que le da nombre, y se extiende por la falda de la cumbre que sigue hacia el oeste, enlazándose con otras alturas hasta la vaguada del Odiel.

Constituida una sociedad arrendataria inglesa para su explotación, fué el primer establecimiento minero que contó con ferrocarril para el transporte de sus minerales, cuyo camino, con un recorrido de 60 kilómetros, lo puso en comunicación directa con el embarcadero de San Juan del Puerto, junto al río Tinto.

La construcción de esa vía férrea se inauguró el año 1869, y su explotación hasta las minas se mantuvo mientras duró el contrato de arrendamiento de éstas; luego se levantaron los rieles en el últi-

mo trozo, que es el que hay entre la dehesa de La Contienda y el establecimiento minero, y se prolongó el carril hasta Zalamea, donde termina, para enlazarse con el tranvía de las minas de La Poderosa, que pertenecen á la misma sociedad.

Mientras duró el arriendo de las minas de El Buitrón se construyeron las casas, almacenes, etc., que constituyeron un pequeño centro de población obrera; pero hoy todos los edificios se hallan cerrados, aunque permanecen atestigando la actividad que durante más de once años allí hubo.

El criadero de pirita ferro-cobrizada á que nos referimos, se ha considerado siempre como uno de los más pobres de la provincia con respecto al cobre, fijándose la ley media de este metal en menos de 1 por 100.

Se extiende próximamente de E. á O., en longitud de unos 300 metros, con espesor variable, que por término medio no excede de 20 metros, y se inclina 70° al N., aproximándose, sin embargo, algo más á la vertical el respaldo septentrional que el meridional.

Exteriormente, los caracteres de este criadero son semejantes á los demás de su especie, es decir que las rocas de la montera son los óxidos de hierro en masas aisladas de gran dureza entre la tierra ferruginosa colorada; óxidos que, penetrando también en las pizarras contiguas, produjeron requemones.

La masa de piritas presenta hacia su mitad un estrechamiento grande, ocasionando, para la sección horizontal, una especie de ocho desigualmente aplastado, mientras que las secciones verticales tienen forma de cuña. Aunque la masa es compacta y homogénea, la distribución de las sustancias que contiene no es la misma en todos los puntos, notándose, por el contrario, zonas relativamente ricas y otras pobres en los distintos sitios disfrutados.

En la parte oriental se explotó el criadero por el sistema de labor subterránea de huecos y pilares, por cierto no muy bien conducida, habiéndose ya producido grandes hundimientos que seguramente ofrecerán muchas dificultades cuando se trate de aprovechar las menas que han quedado por arrancar.

Entre la pirita de hierro de aquella parte oriental de la masa hemos visto también venillas de chalcopirita y algunas cristalizaciones de cuarzo acompañadas de la misma especie mineralógica. Se halla además carbonato de hierro en el yacente del criadero, junto á la pizarra arcillosa del respaldo meridional.

En el ensanche occidental la pirita de hierro constituía, con mayor cantidad de mezcla de la de cobre, la parte superior de la masa, según se comprobó con el arranque á cielo abierto, establecido en esa parte del criadero; pero resultó que la mezcla de estas piritas únicamente formaba, á modo de manto, la parte superior de la masa, y que la mena que seguía debajo era muy pobre en cobre y de gran dureza, por cuyas circunstancias se suspendió aquella labor, que había adquirido dimensiones considerables, quedando al descubierto en su fondo la variedad de pirita dura, que constituye la desesperación de los mineros.

En esa parte occidental, el criadero se señalaba exteriormente no sólo por las mencionadas rocas de la montera ferruginosa, sino además también por una hondonada comprendida entre los respaldos del mismo. Éste se halla en el contacto de las pizarras arcillosas normales y de las metamorfoseadas en alto grado, que dan lugar á arcillas que se desagregan fácilmente por las influencias atmosféricas, y otras imperfectamente pizarreñas de mayor dureza, siendo todas de colores claros. Fuera ya de la caja, á corta distancia del respaldo septentrional, aparecen asomos de pórfido y de diabasa entre las rocas metamórficas cristalinas, distinguiéndose éstas de aquéllos por el carácter estratiforme, pues en cuanto á la composición pudieran confundirse con los pórfidos alterados.

En los costados oriental y occidental de la excavación á cielo abierto se cortaron transversalmente las capas, cuya circunstancia permitió apreciar con toda claridad la disposición que guardan entre sí, observándose en el lado occidental que, marchando de sur á norte, á las pizarras arcillosas que se conservan con los caracteres normales en el yacente del criadero, sucede el depósito ferruginoso de color rojo intenso de la montera, al estado terroso en su mayor parte, y envol-

viendo nódulos ó peñas sueltas de óxido de hierro muy duros y de forma redondeada en todo lo que corresponde á la hondonada que hemos citado, apareciendo más al norte unas arcillas blancuzcas procedentes de la descomposición de las pizarras metamorfoseadas que cubren las piritas; lo cual significa que en aquel lado la anchura del sombrero de hierro era mucho más pequeña de lo que corresponde á la parte superior de la masa de piritas, resultando de ello secciones de figura lenticular truncada para el relleno metalífero.

En el costado oriental, distante 100 metros del otro, aparece contra el yacente la mencionada roca colorada, en contacto de la cual se halla una faja de la pizarra arcillosa del yacente, y después otra zona, á manera de cuña, del crestón ferruginoso compacto y duro, que á su vez establece la separación entre aquélla y la roca metamórfica pizarreña y cristalina, bastante semejante al pórfido descompuesto que, á muy corta distancia de la anterior, que es la que constituye el techo, asoma con los caracteres que le son propios. Consecuencia de esto es que, en la parte superior, el relleno metalífero se presenta con la bifurcación señalada por las dos porciones del sombrero de hierro; y como la masa de piritas presentó allí también mayor anchura que la correspondiente á las rocas de la montera, se infiere que la grieta donde el henchimiento tuvo lugar era más estrecha hacia la parte inferior, y que además se dividió en dos por el lado oriental de la excavación á cielo abierto.

El espesor de la montera ferruginosa varía con las desigualdades del suelo y las que presentó la masa piritosa en su parte más alta, pudiéndose fijar, como término medio para la parte comprendida en la referida excavación, en unos 17 metros, cifra que aumenta bastante en la mayor porción á que no alcanza el desmonte de roca estéril.

Las cantidades de piritas arrancadas, y en su totalidad exportadas á Inglaterra, en los años que la mina estuvo arrendada á la sociedad inglesa, fueron, según la estadística oficial, las siguientes ⁽¹⁾:

(1) En los primeros años se hicieron labores preparatorias del criadero, edificaciones y estudios de todo género, y la construcción del camino de hierro desde las minas hasta el embarcadero de San Juan del Puerto, con un

AÑOS.	Toneladas.
1864.....	1656
1865.....	207
1866.....	922
1867.....	»
1868.....	»
1869.....	»
1870.....	13037
1871.....	46346
1872.....	50000
1873.....	23457
1874.....	26000?
1875.....	26000?
1876.....	23210
1877.....	11087
TOTAL.....	225922

Mina de El Barranco de Los Bueyes.

El macizo de pizarras arcillosas que constituye la solana del cabezo El Buitrón y de la loma que se extiende por el oeste, separa el criadero de las minas de ese cabezo de otro, con piritas análogas, que se halla más al sur, siendo los dos paralelos.

El de que ahora nos ocupamos recibe el nombre del barranco que corre junto á los crestones que lo anuncian, es decir, que se le denomina criadero de *El Barranco de Los Bueyes*, y sobre él hay concedidas 138 pertenencias mineras que suman una superficie de igual número de hectáreas. No puede dudarse que los romanos lo explotaron más ó menos, puesto que sobre el mismo se ven varias excavaciones semejantes á las que en otros yacimientos abrieron aquellos mineros, y además, á no larga distancia por el sur, en lo que llaman Los Citoleros, varias parvas de escorias que, dadas las condiciones topográficas del suelo, representan menas extraídas de este venero más bien que del de El Buitrón, del cual distan más, y hubieran exigido para los transportes dificultades que no están justificadas.

En los tiempos modernos este criadero ha sido objeto de diferentes concesiones desde mediados de siglo, pero sin que se llegara al puente de importancia para el paso de la rivera de Los Aldcanos, junto á las minas.

restablecimiento de la mina, hasta que por los años de 1884 uno de los dueños de las de La Cueva de La Mora, M. Anduce, la tomó en arrendamiento al actual propietario, emprendiendo por su cuenta la limpia de algunos de los pozos romanos y la prosecución de un socavón.

Con tales labores se llegó á penetrar en la masa de piritas, dentro de la cual se excavaron unos cuantos metros de galería con objeto de descubrir los hastiales del criadero; pero, habiendo acaecido la muerte del arrendatario cuando los trabajos tomaban mayor incremento, quedó todo paralizado, sin que hasta ahora haya resuelto nada el concesionario, ignorándose, por lo tanto, la verdadera importancia que pueda tener aquel depósito metalífero.

Exteriormente, los asomos del mismo consisten en rocas ferruginosas y otras cuarzosas que aparecen entre las pizarras arcillosas de la parte septentrional y las metamórficas de la parte meridional, cuyas últimas se extienden por la cumbre del Corral-Alto, contigua al criadero, en la cual el pórfido cuarzoso asoma en varios puntos.

Mina Lucencia.

Sobre la margen izquierda de la rivera de Los Aldeanos, á la inmediación oriental de los criaderos de El Tinto y á mayor distancia del de El Buitrón, D. Tomás Affenden descubrió hacia el año 1855, en el paraje El Castillejillo, una masa pequeña de pirita, de la cual se extrajeron 522 toneladas de mena en 1865, según se lee en la estadística oficial del ramo. La propiedad minera en aquel punto consta de 15 pertenencias con superficie de igual número de hectáreas.

Las rocas de la caja del criadero consisten en la misma pizarra arcillosa de El Buitrón, que en estrecha zona aparece entre las rocas hipogénicas porfídicas que constituyen las alturas al norte y sur de un profundo barranco donde se hallan varios yacimientos de manganeso.

Algunos trabajos antiguos y un pequeño crestón ferruginoso son los caracteres exteriores del depósito de piritas. Su concesionario

estableció sobre él una labor pequeña á cielo abierto, hoy en completa ruina, y varias galerías subterráneas que también se han obstruido por hundimientos acaecidos en ellas; haciendo ya muchos años que todo ello se halla completamente abandonado.

Minas de El Tinto.

Hállase el establecimiento minero de ese nombre en el extremo occidental de la alineación de los de la *Lucencia* y El Buitrón, á unos dos kilómetros de éste y á 10, en dirección NO., de Valverde del Camino, también en término de Zalamea. Los tres criaderos que en la superficie se señalan por rocas ferruginosas, están comprendidos en la concesión de 50 pertenencias, con superficie total de 50 hectáreas.

El suelo es quebrado y forma parte por levante de las márgenes de la rivera de Los Aldeanos y por poniente de las aún más acantiladas del río Odiel; hallándose en la divisoria de esas corrientes los escarpados cerros de pizarra arcillosa, en cuya roca se encuentran comprendidos los depósitos metalíferos de que hablamos, asomando en la inmediación de los mismos, por el norte y el sur, diferentes mogotes de pórfidos y diabasas.

Según se representa en la lámina 29, en la parte oriental del cerro El Tinto, desde la inmediación de su cúspide, se extienden con rumbo al este, por las pendientes laderas, tres zonas próximamente paralelas de rocas ferruginosas, semejantes á las que en otros muchos parajes de la región metalífera constituyen los asomos de los criaderos de piritas.

En los tiempos antiguos, hubo sin duda alguna explotación de mena cobriza en las minas de El Tinto, pues así lo comprueban las escorias que se ofrecen al norte del criadero más septentrional y las labores antiguas que en los alrededores se encuentran.

En el presente período histórico fueron también estos criaderos de los primeros que se registraron, y aunque durante algunos años se sostuvo en uno de ellos la explotación con constancia y regulari-

dad, siempre fué en escala reducida, no excediendo de 5680 toneladas la cantidad de piratas extraídas y beneficiadas en la localidad para la obtención del cobre durante los años 1864 á 1866. Los edificios que se hicieron para casas, fábricas y almacenes, están también en relación con lo exiguo de los trabajos.

En 1871 se planteó en estas minas el procedimiento de beneficio del ingeniero Cossío por medio de la esponja de hierro; pero en el año siguiente se suspendieron todos los trabajos, sin que se hayan vuelto á restablecer, á pesar de que, según el estudio hecho de los yacimientos por el ingeniero D. Félix Azpiroz, no carecen de interés, sobre todo dos de ellos, que se hallan tal y como los dejaron los romanos.

No sabemos, sin embargo, que se hayan practicado trabajos de reconocimiento que aseguren la cantidad de piratas que allí pueda haber, y, por lo tanto, nuestra descripción se ha de limitar á lo que pudimos ver en nuestras visitas.

Criadero del Norte.—Este criadero (el A de la lámina citada), que es de los tres el que mayor número de labores antiguas ofrece, se acusa en la superficie por una hondonada bastante marcada que empieza en la falda nordeste del cabezo El Tinto, extendiéndose hacia el este hasta cruzar el barranco donde se halla el pequeño pantano en que se recogen las aguas de lluvia para el beneficio del cobre de las menas, y además por crestones ferruginosos que, en unos 245 metros de extensión, sobresalen entre las rocas pizarreñas de los respaldos, destacándose, sobre todo, en 200 metros, á partir de la vaguada del mencionado barranco hacia el citado cabezo, siendo la dirección que afectan del E. 12° S. al O. 12° N.

Varios montones de escombros ó vaciaderos de pozos antiguos y algunas galerías comenzadas en la parte septentrional de este criadero, cuyo respaldo meridional, que es el más visible, inclina hacia el N. 12° E., demuestran el interés con que le excavaron los mineros de antiguas épocas; pero, en la actual, no se ha reconocido debidamente y según corresponde á sus caracteres exteriores. Únicamente en el pozo que llaman *San Joaquín*, hoy completamente arruinado,

cuya situación es un poco á poniente del promedio de los asomos, se llegaron á tocar las menas de pirita ferro-cobrizas.

Criadero del Sur.—Representado en C en lámina dicha, se señala en la superficie del suelo, lo mismo que el *del Norte*, por una hondonada en que aparecen rocas ferruginosas que se extienden en dirección E. á O., con inclinación en los respaldos hacia el N., desde un pozo antiguo situado en la falda sudeste del expresado cerro, en el trabajo llamado *de Los Mártires*, hasta otro poco á levante de un socavón de desagüe que va á parar al criadero *del Centro*, según se indica en el dibujo; pero la longitud de sus asomos no mide más de 160 metros.

Algunos vaciaderos indican la probabilidad de que también en la época romana fuese este criadero objeto de investigaciones por medio de pozos que hoy no pueden reconocerse; pero desde que en los tiempos modernos se restablecieron los trabajos de explotación en el criadero *del Centro*, tampoco se han hecho exploraciones formales, ignorándose si en profundidad la masa de piratas corresponderá á los caracteres exteriores de que hemos dado cuenta. En el trabajo *de Los Mártires*, consistente en una galería de 10 metros de longitud, se arrancaron algunas piratas, habiéndose tocado también éstas en el pozo *San José*. En la parte del este, el socavón mencionado cortó asimismo varias vetillas de la misma mena, que indican probablemente la terminación del depósito metalífero por aquel lado.

Criadero del Centro (B de la misma lámina).—Es el más largo de los tres, puesto que sus asomos miden una longitud mayor de 400 metros, siendo su anchura bastante menor que la de los otros dos. En dirección se separa muy poco de la línea E. á O., con inclinación bien marcada hacia el N., extendiéndose desde el pozo moderno llamado *Pío IX*, hasta la proximidad de la cúspide del cerro El Tinto.

En la parte occidental, los óxidos de hierro aparecen teniendo de rojo vivo á las pizarras, quedando la parte de crestón mejor caracterizada en el lado oriental, con unos 200 metros de recorrido, en el cual se halla una buena parte explotada y otra reconocida.

La explotación moderna se reconcentró, en efecto, junto á la va-

guada del barranco, ó sea en la parte oriental de este yacimiento, donde la extensión de los crestones era mayor y más pequeña la altura del sombrero de hierro, habiéndose establecido desde el principio la excavación á cielo abierto que, con el nombre de *corta*, se indica en el dibujo al oeste del pozo *Pio IX*. El criadero se ha disfrutado en unos 60 metros de longitud, parte de los cuales corresponden á los trabajos subterráneos que desde la *corta* siguen hacia el pozo acabado de nombrar.

En la excavación á cielo abierto la masa metalífera presentó un ensanche de forma elipsoidal que se perdió en varios puntos del fondo, quedando reducida en el lado del oeste á algunas pequeñas vetas y una capa discontinua de poco espesor, en la cual, á la par que disminuía la ley en cobre de la piritita, aumentaba la altura de la montera ferruginosa, por lo cual se desistió de prolongar hasta el pozo citado esa excavación. En cambio se siguió subterráneamente con una sola galería, de unos dos metros de anchura, la dirección del yacimiento, por no permitir más sección el espesor del mismo, y la extracción de las menas de aquel sitio se hacía por medio de un toro situado en el pozo *Pio IX*.

En la repetida excavación á cielo abierto se observó también que hacia el frente del oeste el criadero se dividía, según ya hemos indicado, en una porción de ramas á manera de vetas interpuestas en las pizarras; mas, como quiera que los trabajos se paralizaron, no se llegó á saber si más adelante la masa piritosa volverá á presentarse compacta, ó si, por el contrario, aquellos ramales serán la terminación de la misma.

En 40000 toneladas puede estimarse la cantidad de piritas extraídas de estas minas en los tiempos modernos, y los residuos ó mena de hierro procedentes del beneficio ascienden á unos 12000 metros cúbicos, los cuales, como en otros establecimientos de esta misma clase, constituyen por sí una pequeña mina de mineral de hierro.

Minas de La Corte.

Situadas á 8 kilómetros al sudoeste de Valverde del Camino y á 4 del ferrocarril de Zalamea á San Juan del Puerto, al cual se enlazan por medio de un tranvía á corta distancia al norte de la estación de la Venta de Eligio, constan de las concesiones *Poderosa* y *California* y otra que ocupa la que anteriormente se denominó *Agraciada*. Están comprendidos los criaderos en una faja de terreno de unos 5 kilómetros de longitud con dirección de NO. á SE. próximamente, siendo estas minas de las que más próximas se hallan al punto de embarque de las menas. Las dos concesiones nombradas en primer término constan de 52 pertenencias con superficie de 52 hectáreas, y la tercera de 6 con 6.

El suelo es árido y quebrado, pero los valles que se extienden al oeste y sudoeste favorecieron la construcción de un camino carretero, y después, en 1884, la del tranvía para motor de sangre, que queda citado.

La mena es de piritita ferro-cobrizada, semejante á la que se encuentra en los otros criaderos de esta clase, obteniéndose bastante cantidad de la conocida vulgarmente con el nombre de negrilla. En las muestras de piritita tomadas de distintos puntos del criadero, la cantidad de cobre oscila, según ensayos hechos en la Escuela industrial de Lisboa el año 1878, entre el 2 y 7 por 100; el hierro entre 50 y 55 y el azufre entre 45 y 50.

En el paraje de que hablamos se hallan trabajos antiguos, contándose más de 40 pozos y algunos escoriales, todo probablemente de la época romana. Registradas las minas en la segunda mitad del siglo actual por una sociedad que se denominó *La Huelvana*, se restablecieron los trabajos, estableciéndose una excavación á cielo abierto en terreno de la concesión *Agraciada*, en donde se explotó una masa pequeña de pirititas por los años 1861 al 1866. En 1876 y 1877 se hicieron también algunos trabajos, en la porción que se representa con mayor número de labores en la lámina 52, por cuenta de la socie-

dad de las minas de La Lapilla (V. pág. 510), que, como *La Huelvana*, no tardó en desistir de su propósito, habiendo quedado definitivamente abandonada la explotación hasta que, nuevamente solicitadas y obtenidas las concesiones hoy existentes por otros sujetos, se arrendaron por el actual poseedor á una casa inglesa las tituladas *Poderosa* y *California*, con las cuales se abraza todo lo que se hallaba fuera de las pertenencias de la *Agraciada*. La sociedad inglesa arrendataria *James Hill et C^o* tomó posesión de ellas á fines de 1881 y emprendió una explotación más activa, sostenida durante cuatro años que duró el contrato, desde cuya época se encuentran otra vez paradas las labores.

Según datos estadísticos oficiales y particulares, se han extraído y exportado de los criaderos de aquellas minas las cantidades siguientes de piratas:

AÑOS.	Toneladas.
1861.....	3669
1862.....	2374
1863.....	690
1866.....	1843
1867.....	2144
1876.....	»
1877.....	»
1881.....	3160
1882.....	7779
1883.....	5344
TOTAL.....	27303

Exteriormente las piratas se indican en los criaderos á que nos referimos por óxidos de hierro que tienen las pizarras arcillosas, más ó menos metamorfoseadas, de la caja, ó forman masas de poco espesor y discontinuas, según se señala en la lámina citada, siendo la dirección media que afectan los referidos asomos ferruginosos de NO. á SE. próximamente, con inclinación de unos 45° al NE. Un macizo de rocas hipogénicas asoma á muy corta distancia del pendiente, siendo además frecuentes entre los estratos sedimentarios los filoncillos de cuarzo blanco.

En la lámina dicha sólo aparece el criadero correspondiente á las

concesiones *Poderosa* y *California*, del que todavía queda sin representar la parte del sudeste, en razón á no estar reconocida con ningún género de labores modernas, y no estar practicables los pozos antiguos que á ella corresponden, ignorándose cuál sea su importancia y si formará parte de lo representado en el dibujo ó se hallará aislada, como parecen indicar los caracteres exteriores. Tampoco aparece en el plano el yacimiento que por el noroeste se ofreció aislado en el terreno demarcado para la mina *Agraciada*, perteneciente á otro dueño, al cual yacimiento apenas nos referiremos para nada en lo que va á seguir, porque de él hemos hablado ya en la pág. 192.

Los minerales sulfurados se corresponden en profundidad con las manchas ferruginosas de la superficie, como se ve en el corte transversal según *AB*, figurando como parte más importante de la reconocida la que se encuentra cruzada por mayor número de labores, ó sea la más septentrional después de la falla que se representa en el dibujo. Como se ve en el plano, la masa de piratas es continua, teniendo además mayor espesor que el correspondiente á la zona oxidada. En el contacto del criadero, por el lado del muro, existe una capa de pizarra negra, algo carbonosa, que separa la arcillosa y las menas, hallándose en el techo las rocas cristalinas.

El yacimiento de que hablamos se halla á muy corta distancia del de la mina *Agraciada*, á donde también alcanza la capa de pizarras negras, quedando entre ambos un pequeño macizo de otras alteradas. Su longitud es muy considerable comparada con el espesor, y el criadero pasa al pie de la prominencia llamada cabezo de Las Torres simulando la forma de un filón de contacto, mientras que la porción más septentrional afectaba la de una masa que alcanzó poca hondura, ofreciéndose aquí otro ejemplo de que en lo más alargado y estrecho de las grietas la profundidad que alcanzan los depósitos piritosos es mayor que en las porciones cortas y anchas.

Al nivel del segundo piso el espesor máximo del criadero es de 15 metros y la longitud de más de 500, la cual ha podido recorrerse en una galería abierta en el respaldo del muro. Con ella se encontró una falla, á los 141 metros de la parte noroeste, que originó en el

venero un desvío de 5 metros hacia el SO., por lo cual apareció interrumpido en el punto indicado.

En la dicha parte del noroeste, que parece ser la más importante, hay establecidas labores por el sistema de huecos y pilares en tres diferentes pisos, las cuales demostraron que en ella el depósito piritoso afecta varios ensanches y angosturas, oscilando su espesor entre 2, 4, 11 y 15 metros.

Los caracteres físicos de los minerales son análogos á los de otras minas; pero en su composición se advierten cantidades de chalcopirita y chalcosina suficientes para que las 5987 toneladas de mena, extraídas los años de 1866 y 1867, acusaran como ley media en cobre el 5 $\frac{1}{2}$ por 100 y 45 por 100 de azufre. Además, los ensayos de algunas muestras hechos en 1878 en el laboratorio de la Escuela industrial de Lisboa dieron para cada tonelada de piritita común 400 gramos de plata y 312 para la apartada como más rica en cobre y de menor contenido en azufre. En lo explotado durante la última época la ley en cobre, hierro y azufre era la indicada más arriba (página 427).

De lo que acabamos de decir puede colegirse que, como en los demás criaderos, los distintos metales mezclados en la masa de piritas de hierro están desigualmente repartidos en ella, advirtiéndose, sin embargo, el mayor enriquecimiento por el lado del pendiente, ó sea hacia la inmediación del macizo hipogénico mencionado.

Minas de Sotiel-Coronada.

Llamau así al grupo de concesiones mineras que se encuentra en la margen derecha del río Odiel, junto á los santuarios de Nuestra Señora de La Coronada y de la Virgen de España, cuyas minas se explotan por la sociedad portuguesa anónima limitada que lleva el nombre del grupo minero. Compónese éste de 571 pertenencias y ocho demasías, con superficie total de 641 hectáreas.

La topografía del suelo en que se hallan es bien sencilla: está formada por lomas de pendientes laderas, sobresaliendo en la más meridional

el cerro cónico del Sotiel. Separa á esta loma de otra más septentrional un barranco que lleva el mismo nombre del cerro citado y que en dirección de O. á E. va á parar al río, y al norte de esta segunda loma se extiende en la misma indicada dirección el espacioso llano del valle de La Coronada, que ha permitido establecer convenientemente la población minera, hallándose en el extremo oriental, á la inmediación del río, los santuarios nombrados. Á lo largo de ese valle pasa la carretera de Valverde á Calañas, ya construida desde las minas á esta última villa, á cuya jurisdicción pertenecen, y al nivel del socavón de que hablaremos después, parte un camino de hierro de 15 kilómetros que pone al establecimiento en comunicación con el ferrocarril de Zalamea á San Juan del Puerto, habiéndose hecho un puente de hierro para el paso del río.

El suelo es árido, creciendo únicamente jara y algunas otras especies de monte bajo, con algunas encinas en el llano de La Coronada, donde están las casas; pero esos árboles están llamados á desaparecer muy pronto por la acción deletérea de los humos de las calcinaciones.

La constitución geológica del terreno consiste en pizarras arcillosas con hiladas interestratificadas de grauwacka y algunos estratos de caliza oscura, en la que hemos visto artejos de crinoides, ofreciéndose las capas de estas rocas llenas de pliegues y quiebras que manifiestan una poderosa acción de los esfuerzos dinámicos. Asoman además en diferentes sitios rocas diabásicas.

Á uno y otro lado de la carretera se hallan seis grupos ó barrios de edificios, edificados por la empresa portuguesa: el primero, destinado para casa del Director, laboratorio, oficinas y habitaciones de empleados y capataces, que es el más occidental y extenso, está separado del segundo por la carretera; el segundo se halla al norte de ésta y forma los llamados cuarteles de primera clase, hallándose en él la escuela, las habitaciones de maquinistas y los almacenes de viveres; el tercer grupo, que es el más oriental, comprende, con mayor número de casas que los otros, los cuarteles denominados de segunda clase ó de operarios, ofreciéndose al sur del mismo los al-

macenes de materiales y los talleres; constituyen el quinto grupo las habitaciones arregladas en la antigua casa de las minas de La Coronada, inmediata á la carretera por la parte del oeste; y, por fin, el sexto lo forman las edificaciones hechas para cuarteles de segunda clase en el sitio denominado El Sotiel.

Como en la mayor parte de las que llevamos descritas, en las minas que ahora nos proponemos reseñar, los mineros de la antigüedad hicieron labores tan importantes como las que se detallan en el plano de la lámina 50, siendo la localidad á que nos referimos una de las de la provincia donde los trabajos antiguos de investigación tuvieron mayor desarrollo; y por cierto que tanto en la disposición de los pozos como en la de los socavones se manifiesta un plan preconcebido para alcanzar el mejor éxito, siendo de admirar cómo llegaron á profundidades mayores de 100 metros, que se cuentan en algunos pozos, con los escasos medios auxiliares de que entonces se disponía. En los socavones se advierte que, aun cuando sus lumbreras ó comunicaciones con la superficie no distaban, á veces, más de 12 metros, se desviaban considerablemente de la dirección marcada por las bocas de las mismas, habiendo resultado galerías tortuosas; y como además la sección era sumamente pequeña, costaría gran molestia el circular por ellas, siendo seguro que en el frente de cada labor no trabajaría más de un operario, y aun así con dificultad si su talla pasaba de la media. Probablemente una de las causas que impidieron á los mineros romanos el arranque de los minerales ricos en cobre que en la actualidad se han descubierto en El Sotiel, fueron las dificultades con que debieron tropezar para llegar á las masas de piritas que constituyen los yacimientos de ese paraje.

Pocas y de escasa importancia han sido, relativamente á las de reconocimiento, las labores romanas halladas dentro de las masas de piritas que se van descubriendo, pues solamente en el pozo número 19 (lám. 51), en el que se encontraron fragmentos de planchas de plomo pertenecientes sin duda á artefactos de desagüe, y en el 20, ó sea el llamado *Tiberio*, habilitado recientemente para maestro, arrancaron algunos minerales.

En la parte comprendida por las antiguas concesiones *La Coronada* y *Virgen de España*, puede decirse fué donde concentraron una verdadera explotación, que dió por resultado las extensas cuevas que hoy se conocen con el nombre de *anchurones*, habiendo quedado arrancados casi por completo los minerales en lo que aquellos alcanzan, hasta el nivel del socavón más alto de los dos que por aquel lado se hallan, determinándose bien la forma de las masas explotadas por la que afectan las indicadas excavaciones. Á ellas dieron acceso, sin duda, las dos galerías de desagüe de que pueden apreciarse en la lámina 50 algunas porciones estrechas y tortuosas.

Por la más alta de esas galerías penetramos hace algunos años en los indicados anchurones, siendo en los que hoy se comunican con el pozo núm. 16 donde vimos los restos de tres tornillos de Arquímedes casi enterrados en los escombros que rellenaban gran parte de aquellas labores, correspondiendo al mejor conservado de ellos el figurado en la lámina 2. Con tales máquinas es indudable elevaron las aguas hasta el nivel de la galería alta desde lo más profundo de las excavaciones, mientras que no hallaron natural desagüe por el socavón más bajo. Al rehabilitarse éste por la actual empresa, se han cortado algunas porciones de piritas de alta ley en cobre, indicando esto y el arranque que se hizo de las menas en los huecos citados, hasta poner al descubierto las paredes de la caja del criadero, que la riqueza en cobre debió de ser allí de lo más elevado que se ha conocido en esta clase de criaderos; y así se comprende que de tan pequeños depósitos como los que aquellos anchurones representan, resultasen los relativamente grandes montones de escorias que se ven á lo largo del valle de La Coronada.

El hallazgo de varias monedas romanas pone fuera de duda que todos los trabajos que acabamos de reseñar corresponden á la época del imperio, así como también las máquinas de desagüe que hemos mencionado y otra pequeña de bronce, que acaso fuera soplante.

Desde el abandono de estas minas por los romanos no hay señales ni noticia alguna que haga suponer volvieron á ponerse en marcha hasta que en el presente siglo los concesionarios de las pertenencias

Virgen de España y *La Coronada* hicieron una intentona de restablecimiento que fracasó en seguida. Los Sres. Daguerre, en 1866, hicieron en las concesiones *Descuido*, *Dolorcita*, *Segunda del Sotiel* y *Tiberio*, otros reconocimientos que dieron por resultado el levantamiento de un plano donde representaron con toda precisión los pozos y galerías de la época romana, figurando además la disposición probable de los asomos de las distintas masas piritosas de aquella localidad, de cuyo plano nos permitió tomar D. Alejandro Daguerre la copia que en escala reducida damos en la lámina 50 ya citada.

Acto seguido habilitaron en la concesión *Descuido* un pozo maestro, que lleva en la lámina 51 el núm. 19, y que cuenta 100 metros de montera sobre la masa de piritas, apareciendo cortado, como á la mitad del mismo pozo, el sombrero de hierro, siendo de pizarras todo lo que resta hasta la superficie.

Á partir de ese pozo 19, y especialmente en la parte de levante, establecieron, en la porción superior de la masa piritosa, un piso de explotación que, en Mayo de 1870, se componía de seis galerías de las llamadas reales, sumando todas una longitud de 216 metros, siendo la más larga de 54 en mineral. Había además nueve traviesas con longitud de 156 metros, correspondiendo 18 en mineral á la señalada con el núm. 18. La parte de galerías que penetró en el estéril denotaba poco espesor de la masa en la proximidad del pozo 19, por más que no pueda indicarse la forma de la sección del depósito de piritas en lo abarcado por todas esas labores. De las menas arrancadas, una parte fué exportada al extranjero, quedando lo demás á boca-mina.

Nueva paralización de trabajos siguió á la tentativa de restauración hecha por los Sres. Daguerre, hasta que en 1885 se arrendaron las minas á una compañía portuguesa que no tardó en comprar también las concesiones de *La Coronada* y *Virgen de España*, habiéndole dado el nombre de Sotiel-Coronada al grupo minero que antes formaba las dos agrupaciones conocidas por *La Coronada* y *El Sotiel*.

La nueva sociedad anónima limitada hizo después otros varios registros de minas, que originaron otras tantas concesiones alrede-

dor de las más antiguas y aguas arriba del río Odiel, hasta representar un conjunto de 571 pertenencias y 8 demasías, con superficie total de 6401 hectáreas.

Dicha sociedad, además de construir las edificaciones mencionadas más arriba, excavó una acequia de unos 16 kilómetros de longitud en la margen derecha del río Odiel para derivar agua del mismo con caída bastante para dar movimiento á una turbina; instaló los canales y balsas donde se verifica la cementación de las legías cobrizas, no habiendo en este establecimiento pilones de disolución, porque ésta se verifica en las mismas plazas de calcinación donde se extiende en parvas el mineral calcinado en las teleras, sin que de él se haga ningún transporte, conduciéndose las legías cuprosas á los reposadores, donde se clarifican para repartirse luego á los parajes donde se consigue la cementación del cobre; y, por fin, estableció hornos de fundición y ferrocarriles y cables aéreos para los transportes en el exterior, haciéndose al propio tiempo en el interior de las minas los trabajos de que hablaremos en seguida.

Exteriormente, los yacimientos de piritas se indican por vetas diversas de requemones ferruginosos, generalmente pequeñas, que se intercalan entre los estratos sedimentarios, siendo más raras las masas compactas de óxidos de hierro y las hondonadas, que únicamente hemos visto en la parte oriental del cabezo del Sotiel, en la mina *Nerón*. Como puede suponerse por la manera con que las rocas ferruginosas se muestran en la superficie del suelo, no es fácil hacer deducciones acertadas acerca de la disposición, forma y magnitud de las masas de piritas que allí pueda haber, y creemos muy probable que los contornos con que se las representa en el plano de que hemos hablado tendrán que sufrir modificaciones á medida que los trabajos subterráneos que se practiquen en las concesiones vayan descubriendo las paredes de los huecos donde se depositaron las menas. Aparte de todo, la sola inspección de las excavaciones romanas demuestra que en la agrupación de las distintas pertenencias que constituyen aquel establecimiento minero las piritas no se hallan concentradas en una sola grieta, y no sólo eso sino que en las que ac-

tualmente se siguen se han visto soluciones de continuidad debidas á la interposición de los estratos de la caja, los cuales están más ó menos mineralizados en ciertos sitios, por efecto de la penetración de los sulfuros en su misma masa. Considerando toda la extensión donde por diferentes labores se han llegado á descubrir las piritas, resulta una zona mineralizada cuya longitud no es menor de 1000 metros, habiéndose comprobado entre los pozos 18 y 19 un espesor de mineral mayor de 50 metros para la masa que llaman *del Norte*, según vamos á exponer.

El restablecimiento de algunas de las labores antiguas y la excavación de otras ejecutadas modernamente en terreno virgen, han permitido comprobar que la zona ocupada por los depósitos de piritas mide la longitud que dejamos indicada, extendiéndose desde el punto más oriental en que la rama sur del socavón romano rehabilitado toca la primera masa metalífera de la parte de levante, hasta los trabajos establecidos en la del oeste, junto al pozo *Nerón*, dispuesto para maestro. De las dos ramas en que se divide el socavón citado, la del norte ha descubierto, aparte de las masas de piritas compactas, varios macizos de la roca de la caja en que ésta aparece más ó menos alterada y penetrada, á veces, por cantidades importantes de mena, quedando fuera de duda que el agrietamiento de los estratos pizarreños presentó diversas soluciones de continuidad.

Con las labores hechas por los concesionarios de las minas *La Coronada* y *Virgen de España*, pudo ya conocerse, en su parte oriental, la masa de pirita que hacia este rumbo se representa en el plano de la lámina 51, de la cual masa se extrajeron algunas menas por un plano inclinado establecido para ese objeto y que no pudimos recorrer del todo, para llegar, como deseábamos, á las excavaciones practicadas dentro del mineral, porque se hallaba inundado en gran parte cuando visitamos la mina.

En las pertenencias de *La Coronada* se rehabilitó también por los Sres. Conradi el otro socavón más alto, también mencionado más arriba, el cual se comunicaba, por una tortuosa y estrecha galería, con los anchurones en que se hallaron los consabidos tornillos de

Arquimedes. Aunque, según también hemos dicho, los dos anchurones que reconocimos se hallaban rellenos en su mayor parte de escombros, conservaban, sin embargo, algunos vestigios de pirita ferro-cobrizada que permitieron deducir que cada uno de ellos estuvo ocupado por su correspondiente masa pequeña de la misma substancia.

Las galerías practicadas por los Sres. Daguerre junto al pozo número 19, nos proporcionaron medio de comprobar que, á la profundidad de unos 45 metros, las rocas del crestón ferruginoso se presentan en bastante mayor proporción que en la superficie del suelo, prolongándose hasta encontrar, á la profundidad de unos 100 metros, otra masa de piritas distinta de las de los anchurones. Á pesar de que algunas de aquellas galerías cortaron esa última masa, llegando hasta sus respaldos en algunos parajes, todavía no se han descubierto éstos en puntos suficientes para determinar el espesor y mucho menos la magnitud de la sección del criadero en aquel piso.

La rehabilitación del socavón romano de la parte oriental llevada á feliz término por la actual empresa, ensanchando y regularizando la tortuosa excavación romana con objeto de establecer en ella un ferrocarril para la extracción, ha sido á la vez un excelente trabajo de exploración, puesto que se le ha prolongado, en la porción occidental de la zona metalífera, hasta el pozo maestro *Nerón*, y esa galería se halla 25 metros por bajo del piso labrado por los Sres. Daguerre. Como ya hemos indicado, con ese socavón se cortó algún mineral en un paraje que correspondía á la vertical de los anchurones comprendidos entre los pozos *San Juan* y *La Merced*, y en ese paraje se descubrió también un pozo interior relleno de escombros; pero los repetidos anchurones quedaban por encima y completamente aislados, no dejando ninguna duda de que correspondían á masas exiguas de mena, aisladas también.

Las galerías abiertas desde el pozo 18 en el espesor del macizo piritoso, al nivel de las excavadas en el 19, se comunicaron con éstas á fines de 1884, quedando, por consiguiente, reconocida en longitud la parte de criadero comprendida entre ambos pozos, al mismo tiem-

po que se medía un espesor de más de 50 metros hacia el promedio de esa distancia, puesto que la galería traviesa donde se determinó esa anchura no había llegado todavía al respaldo del norte; resultando de todo esto que existía en aquel punto un macizo importante de piritas. No sabemos, sin embargo, si, como en el lado del este, resultará ese macizo aislado por el oeste, sin llegar á formar parte de lo que las apariencias exteriores señalan al norte del pozo *Nerón*, ó si, por el contrario, se extenderá sin solución de continuidad hasta más allá de ese pozo, según se indica en la lámina 51.

Habiéndose llegado con el pozo *Nerón*, después de atravesar las rocas ferruginosas que caracterizan el criadero *del Norte*, á las piritas del que por el sur aparece paralelo á aquél, se espera reconocer las del primero con una galería transversal, y del propio modo pasar con otra análoga desde el pozo 13 al criadero *del Sur*, con lo cual, y las traviesas que se hagan para la explotación en ambos puntos, se podrán determinar las dimensiones de la sección horizontal de esas dos masas al indicado nivel; y más tarde, cuando los trabajos de reconocimiento alcancen otras profundidades, podrán hacerse cálculos aproximados que conduzcan al verdadero volumen de los distintos criaderos que en las minas de Sotiel-Coronada se encuentran, una vez que entonces se determinarán la forma y dimensiones que cada uno de ellos afecta, y las rectificaciones que merezcan los contornos que en los planos de las dos citadas láminas presentamos; contornos que, repetimos, no creemos representen fielmente la configuración de las grietas en que se verificó el depósito de las piritas.

En cuanto á la calidad de las menas, se ha observado una ley en cobre mayor de la que ordinariamente se ha encontrado en otras minas análogas de la provincia, en lo cual ha influido indudablemente el poco desarrollo que los romanos dieron á la explotación en las porciones que siguen á los anchurones.

Con la rama meridional del socavón romano habilitado para la extracción actual, se encontraron, en la masa *del Sur*, según manifestación del ingeniero de la compañía, Sr. D. Lorenzo Malheiro, minerales compactos y homogéneos cuya ley en cobre oscila entre 10 y

20 por 100 ⁽¹⁾. Con la rama septentrional se hallaron en los trabajos romanos del pozo núm. 16 minerales de 10 por 100 en un punto y del 5 al 4 en otro, y en una pequeña masa situada al norte de las anteriores se han obtenido menas de hasta el 40 por 100 de ley en cobre.

Junto al pozo núm. 18 se mencionan piritas con ley media del 4 por 100, y asimismo, en las labores establecidas desde el pozo *Tiberio*, se dice que la ley del mismo metal en la parte superior de la masa piritosa *del Sur* se elevaba también al 4 por 100; pero no creemos que esa riqueza llegue á sostenerse en todo el volumen de los criaderos de Sotiel-Coronada. Dados, en efecto, los conocimientos que poseemos de los demás criaderos de la provincia, bastando el recordar que en los de Rio-Tinto y otros hemos ensayado muestras con más de un 40 por 100 de cobre, sin que, sin embargo, la ley media de las menas arrancadas pase del 5 por 100, no es probable que los de que ahora tratamos sean una excepción tan marcada entre sus análogos.

Con referencia á los datos estadísticos oficiales, estampamos la siguiente relación de las piritas arrancadas en estas minas:

AÑOS.	Toneladas.
1860.....	447
1861.....	175
1884.....	8757
1885.....	»
1886.....	435603
1887.....	448689
1888.....	69837
TOTAL.....	363208

Una parte de esas menas se ha exportado al extranjero y otra se ha beneficiado en la localidad.

Á principios de 1888, la explotación se hacía únicamente sobre la parte del criadero *del Norte* donde se hallan los pozos 18 y 19, en

(1) *Boletín* núm. 4 de la *Companhia mineira Sotiel-Coronada*: Lisboa, 1884.

siete pisos distintos, cuyo conjunto de labores representaba una longitud de unos 2500 metros, verificándose la extracción de los minerales, con un recorrido de 1500 metros, por el socavón que hemos dicho se dispuso para ese objeto.

Hacia la misma fecha, el número de obreros en los trabajos subterráneos, que era de 401, se descomponía en 278 barreneros, 96 zafros, 8 entibadores, 6 albañiles, 7 maquinistas y 6 fogoneros; los ocupados en el exterior sumaban 559, de los cuales se empleaban 69 en las construcciones, 116 en la calcinación de los minerales, 101 en la cementación, 65 en la fundición, 67 en los talleres de reparación de máquinas y herramientas, 71 en las vías y 50 en otros diversos ejercicios.

La maquinaria aplicada en la mina consistía en:

Una turbina para mover la máquina compresora de aire para las barrenas mecánicas y la máquina soplante.

Una máquina de vapor fija, de 45 caballos, para mover la soplante del horno de fundición.

Una locomóvil de 6 caballos para una bomba de desagüe en el interior de la mina.

Una fija de 6 caballos para la elevación de agua al horno de fundición por matas.

Dos fijas de á 8 caballos para extracción y desagüe en el interior.

Otra fija de 6 caballos para extracción.

Otra fija de 50 caballos para extracción.

Dos locomóviles para el movimiento de los escombros del relleno.

Una locomóvil de 8 caballos para los talleres.

Seis locomotoras de á 6 toneladas de peso para los arrastres en el interior y exterior dentro del radio de las minas.

Minas de La Lapilla.

En término de El Alosno, á tres kilómetros de esta villa y á la inmediación meridional de las minas de Tharsis, en el paraje, bastante llano y seco, denominado La Lapilla, que sólo dista 1800 metros

del ferrocarril de aquellas minas, yace, en el preciso contacto de las pizarras arcillosas del Culm, más ó menos metamorfoseadas, que forman el yacente, y los mimofiros estratiformes que constituyen el pendiente, un criadero de pirita ferro-cobrizada que no fué, por cierto, de los que menos atención merecieron de los mineros romanos, de cuya época se han hallado allí diferentes monedas y antiguallas. Puede, en efecto, calcularse con la grosera aproximación que permite el aprecio del volumen de los escoriales existentes en aquel paraje, y que principalmente se ofrecen junto á un socavón de la época dicha, que en ella se arrancaron del criadero de que hablamos más de 15000 toneladas de menas ferro-cupríferas.

Demarcadas sobre este criadero las concesiones denominadas *Lapilla primera* y *Lapilla segunda*, que se aumentaron más tarde con otras, sumando todas 11 pertenencias con una superficie de unas 54 hectáreas, se solicitaron como minas de hierro y no figuraron como productivas en la estadística del ramo hasta el año 1864, en el cual se les asignan 15 toneladas de pirita, sin que luego vuelvan á mencionarse hasta los años 1872, 1875 y 1874, en los que aparecen con un total para los tres de 25682 toneladas; pero, según nuestros informes, su producción en el período de 1865 á 1872 fué de más de 15500 toneladas de mineral que se exportó á Inglaterra.

Ese producto se extrajo de las labores que formando un piso, constituido por una galería central en la dirección del criadero y otras varias transversales que por sus respectivos extremos terminaban en los respaldos del yacimiento, se hallaban subordinadas al socavón antiguo que más arriba hemos citado.

Con ese piso se reconoció el criadero en una longitud de 120 metros poco más ó menos, á partir de su extremo oriental, ó sea hasta un paraje algo más al oeste del que ocupa el pozo á que se designa con el núm. 4 (véase la lám. 54); pero hacia esa parte, á consecuencia de la pendiente que se dió á la galería central, y á que desde luego se abrió á poca hondura por bajo de la superficie inferior del sombrero de hierro, tanto el techo de esa galería longitudinal como el de las transversales más occidentales fueron á dar con el estéril

ferruginoso, saliéndose, por lo tanto, de la masa de piritas, que por otros trabajos se ha visto continúa todavía hasta alcanzar 200 metros.

Muchas excavaciones atribuidas á los romanos por su forma sumamente irregular se descubrieron al laborear dicho primer piso, principalmente en un gran ensanche que el criadero forma hacia el yacente; pero como la masa que el conjunto de sus huecos representaba estaba muy distante de poder equipararse á la de las 15000 toneladas que hemos dicho suponen los escoriales de las inmediaciones, desde luego sospechamos cuando visitamos las minas, que más abajo se hallarían mayores huecos, lo cual se confirmó, en efecto, al establecer los pisos segundo y tercero en análoga disposición á la del primero.

En vista de las condiciones que ofrece este criadero, nosotros propusimos la labor á cielo abierto para la explotación de casi toda la parte que en el plano de la lámina 54 se representa cruzada por las galerías á que ya nos hemos referido, y la labor á través, con relleno procedente del desmonte, para la más occidental, donde la altura de la montera y menor espesor del depósito de piritas no podían sufragar los gastos de tan excesiva excavación de roca estéril; proyecto que no se llevó á cabo porque se deseaba un arranque inmediato de minerales.

Poco se avanzó, sin embargo, en las labores del tercero de esos dos pisos (véase la fig. 2.^a de la misma lámina), porque notándose mayor dureza, á la par que menor contenido de cobre, en los minerales de ese nivel, se creyó preferible atacar en parte las columnas que habían quedado en los superiores, las cuales se apuraron tanto que empezaron á falsear, promoviendo los hundimientos consiguientes; y así, después de haber dificultado grandemente la explotación ulterior de un criadero que pudo haberse disfrutado con más facilidad y economía que la que se consiguió, adoptando un plan diferente al emprendido, se suspendieron todos los trabajos en él establecidos, se cerraron las casas y algunos otros edificios que se habían levantado dentro del perímetro de las pertenencias, y aún continúa todo en ese estado.

El criadero de La Lapilla, que se extiende, en dirección media, de O. 2° S. á E. 2° N., con inclinación de unos 60° al N. 2° O., se indica al exterior por los asomos en que termina su sombrero de hierro, los cuales, ceñidos á una hondonada limitada por las rocas de la caja en forma de crestas agudas, determinan perfectamente la porción oriental del depósito metalífero. Esos mismos asomos no parecían dar indicaciones tan precisas en la parte del oeste, por cuyo rumbo siguen la vertiente de un cerro, porque se da la circunstancia de que por entre las rocas ferruginosas se halla ahí, comprendida entre los pozos números 4 y 5, una faja de pizarras idénticas á las que constituyen la caja del criadero por el sur, lo cual obligó á reconocimientos por medio de pozos, aprovechando también para ese objeto algunos abiertos en la antigüedad; habiendo resultado de esas investigaciones, y de algunas otras practicadas subterráneamente, que el depósito piritoso se bifurca por poniente en dos ramas que se mantienen separadas, aun cuando por un intermedio bastante estrecho, por lo menos hasta por bajo del nivel del segundo piso.

Los dibujos de la lámina 54, ya citada, dan idea de las principales condiciones del criadero, y señalan además la particularidad acabada de mencionar, poniendo á la vista la forma lenticular que aquél afecta al nivel del repetido piso primero, resultando precisamente de esa forma los ensanches que, sobre todo por el yacente, acusan las labores de explotación.

Demuestran éstas asimismo que el espesor máximo, en la hondura alcanzada, de la porción oriental del criadero, que es la que mejor se conoce, hallándose la otra apenas explorada, mide 45 metros, y que en longitud avanzan las menas hacia levante, del primero al tercer piso, ofreciendo la terminación del depósito una forma semejante á la del espolón de un buque.

Finalmente, apareciendo sensiblemente horizontal la superficie de contacto entre la mena piritosa y el sombrero de hierro, donde abunda la roca terrosa de color rojo intenso, la altura de éste varía entre 25 y 48 metros en la parte reconocida.

La mena infrayacente á la montera consiste en una pirita de hie-

rro en la que, aparte de una pequeñísima porción de cuarzo y de algunas substancias metalíferas cuyo escaso valor y exigua cantidad no permiten su aprovechamiento, las menas de cobre, principalmente la chalcopirita, aparecen diseminadas, de la manera irregular que tantas veces hemos descrito para otros yacimientos. Diferentes ensayos practicados con los minerales arrancados del primer piso dieron por resultado que, por término medio, podía considerarse en ellos un contenido de 5 por 100 de cobre y 47,75 por 100 de azufre; pero la cantidad del metal resultaría hoy más baja, en razón al arranque que de las piritas más ricas se hizo en la última época de su explotación.

Sin perjuicio de la irregularidad en la distribución de las menas cobrizas, se ha visto que la cantidad de éstas aumentaba en los ensanches y hacia los respaldos del criadero, así como el que, según ya hemos dicho, disminuía en profundidad á la vez que aumentaba la dureza de la masa piritosa; de manera que, si esta circunstancia continuara todavía confirmándose á mayor hondura que la alcanzada, el criadero de La Lapilla corroboraría la idea que ya se tiene en el país acerca de que en la comarca de El Alosno la ley de cobre de los depósitos piritosos disminuye con la profundidad hasta el punto de que desde cierta hondura predomina sobremanera la pirita de hierro pura, compacta y de extraordinaria dureza, cuyo principal aprovechamiento en lo sucesivo deberá consistir en el del azufre y del hierro que contienen.

En cuanto al beneficio de la pirita ferro-cobrizas en la localidad, puede decirse que únicamente se redujo á algunos ensayos, puesto que fué muy poco el mineral que se calcinó con ese objeto. Se obtuvieron, sin embargo, algunas cantidades de cemento de cobre de las aguas procedentes del interior de las minas.

Mina Almagrera (hoy Triunfo).

Sobre una lomita situada á 250 metros al noroeste del criadero de La Lapilla, (V. lám. 55), asoman, en una hondonada estrecha y larga, unos crestones rojos semejantes á los de aquél, anunciando la

existencia de otro yacimiento sobre el cual se demarcó años atrás una mina que se denominó *Almagrera*, transformándose después en la que hoy se llama *Triunfo*, la cual cuenta 12 pertenencias que suman 12 hectáreas de superficie horizontal. Existe además otra colindante con ocho pertenencias de una hectárea cada una.

Á juzgar por los crestones mencionados, que en dirección de O. 8° N. á E. 8° S. se extienden en longitud de unos 125 metros, dibujando una masa alargada, cuya anchura media es de 19 metros, la montera ferruginosa indica inclinación al N. 6° E., y en algún punto se ha visto mide hasta 50 metros de altura. Se halla, por lo tanto, dispuesto el criadero casi paralelamente al de La Lapilla, y puede ser semejante á éste; pero aun cuando sobre él se establecieron dos pozos y algunas labores subterráneas en comunicación con ellos, hundido el que se llamaba maestro, á consecuencia de un incendio, se abandonaron todos los trabajos de investigación, sin que los practicados fueran suficientes para reconocer la extensión que ocupen las menas ferro-cupríferas. Pórfidos y mimofiros de estructura pizarrea forman la caja de este criadero.

Mina Vulcano.

La mina *Vulcano* (V. lám. 55), con tres pertenencias que abarcan una superficie horizontal de algo más de 12 hectáreas, se halla á la inmediación del criadero *del Sur* de los de Tharsis, en el camino que de este establecimiento conduce á El Alosno.

El criadero de pirita de hierro cuprífera de esta mina arma en pizarras metamorfoseadas; pero á muy corta distancia del mismo se hallan las diabasas y pórfidos de que hemos hablado en la Estratigrafía. Consiste en una masa muy somera y de exiguas dimensiones, puesta á la vista por una excavación á cielo abierto de unos 15 metros de largo por 12 de anchura, en comunicación con un estrecho socavón de desagüe, abierto por los romanos, así como algunos pozos allí reconocidos.

Mineral completamente igual al que en la mencionada excavación

se ofrece se encontró, á unos 100 metros al oeste de ella, en la caldera de un pozo de investigación; pero como no existen en el intermedio otras labores, y los asomos ferruginosos únicamente se muestran en pequeñas porciones discontinuas en medio de la capa de tierra vegetal trabajada allí para huerta, no es fácil afirmar si las menas de uno y otro paraje corresponden á un mismo criadero ó á dos diferentes.

Los trabajos se hallan paralizados en esta concesión desde que se disolvió la *Sociedad de Minas de España*, á quien perteneció, y, en consecuencia, algunos edificios que se levantaron dentro del perímetro de sus pertenencias se hallan en muy mal estado.

Minas de El Prado Vicioso.

Al sudeste de las minas de Tharsis se hallan las que constituyen el grupo de las de El Prado Vicioso, con 12 pertenencias que comprenden una superficie horizontal de 52 hectáreas.

Los crestones ferruginosos que se encuentran en tres sitios próximos entre sí, parecen denotar la existencia de otros tantos yacimientos de piritas, pero nada ha llegado á comprobarse en dos de ellos, y poca cosa podemos decir con respecto al tercero.

La existencia de varios pozos antiguos junto á los crestones mencionados y las condiciones de esos mismos pozos indican que ya fueron objeto de investigaciones por parte de los romanos.

En la época moderna, hace más de veinte años que se hicieron algunos sondeos en los asomos que siguen el valle Prado Vicioso, habiéndose logrado descubrir una masa de piritas de composición semejante á las de otras minas de aquella región. Sobre esa masa se practicó un pozo donde se estableció una bomba para desagüe y un torno de extracción, y desde el mismo pozo se excavó en mineral una galería de algunos metros de longitud; pero ni estas labores, ni algunas otras que se ejecutaron, alcanzaron por ningún lado los respaldos del criadero, ignorándose, por lo tanto, las dimensiones que éste pueda tener.

Al oeste del valle que da nombre á las minas sobresale otra de las tres líneas de crestones donde más recientemente (en el año 1885) se intentaron reconocimientos con sondeos en busca del criadero que parecen anunciar; pero no sabemos que se consiguieran resultados satisfactorios, á pesar de que una serie de pozos antiguos sigue la dirección de las rocas ferruginosas que constituyen aquellos asomos.

En cuanto á la línea tercera de los crestones dichos, que es la que se encuentra en la concesión más septentrional, llamada *Odiel*, no se han hecho tampoco trabajos formales para que pueda asegurarse si en profundidad le corresponde algún criadero piritoso y cuál sea su importancia, dado el caso de que realmente exista.

Resulta, pues, que en estas minas todo está por hacer, no debiendo aventurarse juicio alguno acerca de ellas mientras no se lleve á cabo un buen plan de trabajos de investigación.

Minas de El Lagunazo.

Se hallan en el lindero noroeste del término de la villa El Alosno, de la cual distan 12 kilómetros, 6 del establecimiento minero de Tharsis y unos 9 de La Puebla de Guzmán. La propiedad minera consta de 267 pertenencias y 6 demasías, con superficie total de 555 hectáreas, siendo mucho más extensa la de los terrenos adquiridos después por la empresa.

El suelo en que radican es bastante llano y tan seco que sólo puede mencionarse en él el arroyo Amarguillo, que, cruzando las pertenencias mineras más meridionales, sólo lleva aguas en los períodos de lluvia, á pesar de lo cual es uno de los principales afluentes de la rivera Cubica.

Las escorias que en los alrededores del criadero de El Lagunazo yacen desparramadas ó en montones de poca altura, y las labores que en una gran parte de su longitud practicaron los romanos, y acaso también los fenicios, son pruebas irrecusables de que en la antigüedad no pasó desapercibido.

De esas labores se han reparado algunas que, por su situación y estado, convenía aprovechar para la explotación que actualmente se sigue, entre las cuales merece mencionarse un tortuoso y angosto socavón provisto de lumbreras, el cual, como todos los que los romanos abrieron, no sigue el camino más corto para llegar al mineral. Hállase ese socavón en la parte oriental del criadero, al que encuentra, después de un recorrido de 850 metros, á una profundidad de 6 metros por bajo de la superficie de separación entre la masa piritosa y el sombrero de hierro, ó sea á 21 metros de la boca superior del pozo llamado *de Los Ladrillos*.

De los diversos pozos antiguos que aún se conservan, unos se hallan dentro y otros fuera del depósito piritoso, observándose en la disposición de las labores de disfrute la misma irregularidad que en las de igual época de otras minas, en relación con la desigual repartición de las menas ricas en cobre entre las pobres, que para los primitivos explotadores eran completamente inaprovechables. En los dibujos de la lámina 55 pueden apreciarse estas circunstancias.

La reparación del socavón há poco mencionado se emprendió, así como otros trabajos, entre éstos la construcción de algunos hornos para calcinar las menas, el año 1859, en que se formó una empresa representada por M. Bethel, la cual, adquiriendo algunas pertenencias, se proponía fabricar sulfato de cobre con destino á la inyección de traviesas para ferrocarriles, por un procedimiento inventado por aquel mismo señor; pero pronto sucedió á esa compañía otra que, llevando por objeto la exportación de los minerales, continuó desatrampando el mismo socavón hasta llegar á la parte ancha del criadero, sobre la cual comenzó una excavación á cielo abierto que puso á la vista una pequeña parte de la masa piritosa, al mismo tiempo que, con otras labores subterráneas, se arrancaron algunos minerales de la zona en que los romanos parece que habían reconcentrado su explotación.

Esos minerales se transportaron efectivamente á Huelva para embarcarlos; mas, reconociendo la nueva empresa que el negocio no era

lucrativo dentro de los estrechos límites en que sus recursos la obligaron á ceñirse, tuvo que abandonarlo también.

Así las cosas, se constituyó en Paris, el 5 de Julio de 1880, la *Sociedad anónima de Minas de cobre de El Alosno*, provista de un capital de cinco millones de pesetas en acciones y otro tanto en obligaciones, con destino á la explotación, beneficio y transporte de minerales, cuya sociedad nombró director ejecutivo y técnico al individuo de su Consejo de Administración D. Ernesto Deligny, que años antes había digirido, como ya sabemos, las minas de Tharsis.

Considerando el mencionado Consejo que lo esencial era arrancar mucho mineral, y, sobre todo, transportarlo con la mayor economía posible, no bien adquirió la propiedad minera, cuyo terreno se amplió más tarde con la compra de otras fincas, hasta reunir unas 1159 hectáreas de superficie, dispuso el estudio de un ferrocarril desde las minas hasta el Gadiana, cuyo proyecto abandonó, después de discutir en el mismo diferentes modificaciones, para sustituirlo por el de otro ferrocarril que, en sentido opuesto al del precedente estudio, fuera á enlazar con el de Zafra á Huelva; pero ulteriormente se desechó también este pensamiento, y sólo resultó en definitiva la merma de una parte no despreciable del capital social.

Mientras esos infructuosos trabajos se verificaban, se edificó en breve plazo y sin omitir ningún gasto una extensa y vistosa población, formada de diversos grupos de casas, y sucesivamente, siguiendo el plan del director técnico, que se proponía fundar un gran establecimiento modelo de los de su clase, aun cuando á nuestro entender no lo consiguiera, se levantaron diferentes construcciones para almacenes, talleres é instalación de máquinas, así como todo lo necesario para el beneficio de los minerales. Entre los aparatos destinados á este último objeto, figuraba una serie de hornos de calcinación que, en concepto de su instalador, habían de dar resultados incomparablemente mejores que los de las teleras usadas en todas las fábricas metalúrgicas de la provincia; pero su resultado fué tan poco satisfactorio que no tardaron en abandonarse.

No se olvidó, por de contado, relacionar entre sí todas las depen-

dencias del establecimiento con diferentes vías férreas de 0^m,61 de ancho, cuyo desarrollo total pasa de 15 kilómetros, y la necesidad hizo pensar en el modo de procurar, en aquel árido paraje, aguas para los diversos servicios. A este efecto se construyó el dique, ya mencionado en otro lugar ⁽¹⁾, que, cortando la corriente pluvial del arroyo Amarguillo, permite estancar medio millón de metros cúbicos del líquido, el cual se eleva, por medio de una máquina de vapor del sistema de Farcot, con fuerza de 55 caballos, y de una tubería de hierro, á un gran depósito establecido, á 60 metros de desnivel sobre el piso inferior del pantano, en el cerro más alto del territorio de las minas, de donde, por otras cañerías del mismo metal y menor diámetro, se distribuye á los puntos de consumo.

Faltaba también agua potable; pero afortunadamente, alumbrada por trabajos subterráneos á 2,5 kilómetros de distancia, se conduce á El Lagunazo por tubos de hierro enterrados en el suelo, y se eleva, por una máquina vertical de seis caballos, á otro depósito convenientemente establecido junto al acabado de citar, y de él parten varias cañerías que las conducen á las casas, fuentes, talleres, etc., etc.

No hemos de entrar ahora á escudriñar si todo lo reseñado, y otras obras de que prescindimos, estuvo bien hecho, sobre todo desde el punto de vista económico; pero no es fácil pasar en silencio que, por falta de un minucioso reconocimiento geológico del criadero, presidió tal desconcierto á la instalación de las excavaciones sobre el mismo, que se hizo forzoso introducir más tarde importantes modificaciones, imprimiéndola una nueva marcha después del mes de Agosto de 1882.

El criadero de El Lagunazo que consiste esencialmente, como todos los de que venimos hablando, en pirita de hierro más ó menos mezclada de minerales de cobre y de menor cantidad de algunas otras substancias metalíferas, así como también de cierta porción de sílice, arma en pizarras arcillosas, en las cuales se ofrecen lentejones de cuarcita, filoncillos de cuarzo blanco y masas de pórfido cuarzos.

(1) Tomo I, pág. 489.

Dichas pizarras, más ó menos metamorfoseadas á las inmediaciones del criadero, presentan diversidad de colores, blanco, morado, azul verdoso ó negruzco, ó se hallan teñidas en amarillo ó en rojo por los óxidos de hierro; aun cuando de textura compacta, son por lo general de poca dureza, y, como ya hemos repetido para los de otros yacimientos, aparecen cruzadas por litoclasas, oblicuas á la estratificación, que las dividen en trozos prismáticos.

A corta distancia del pendiente del criadero es donde principalmente asoman unos pórfidos verdes cuyos derrubios produjeron diversos canchales, siendo en uno de éstos donde se hicieron los desmontes que, á la altitud de 190 metros, ocupa la población del establecimiento. Esos pórfidos, muy semejantes á los cuarzosos de las inmediaciones de casi todos los criaderos piritosos de la provincia, son, según M. Sevoz, muy duros y flexibles en los bordes, tienen la densidad de 2,7 y dan ligera efervescencia con los ácidos. El color de su pasta es verde oscuro; pero como van implantados en ella granos de cuarzo y cristales de feldespato blancos, resulta para la roca una coloración verde clara.

Al análisis químico dan:

Agua.....	0,023
Acido carbónico.....	0,002
Sílice.....	0,579
Alúmina.....	0,449
Oxido ferroso.....	0,425
Magnesia.....	0,417
Potasa (por diferencia).....	0,005
TOTAL.....	<u>1,000</u>

Los asomos del criadero, que, en dirección media de O. 19° N. á E. 19° S., se marcan en longitud de unos 500 metros, con anchura muy variable, se caracterizan por la circunstancia de predominar en su composición los óxidos de hierro.

Si en lugar de tomar la dirección media del eje longitudinal del criadero, se apreciase la de los respaldos en diferentes trechos, se vería que éstos siguen con más ó menos precisión las ondulaciones, por otra parte bastante notables, de las pizarras que forman la caja,

á cuyas inflexiones, tanto en el sentido de la dirección como en el de la inclinación, que por lo general es muy fuerte, simula amoldarse el depósito metalífero.

De esas pizarras, son negras y se hallan á veces impregnadas de pirita de hierro las que forman una estrecha faja en contacto del respaldo septentrional del criadero, mientras que, por el contrario, en contacto con el respaldo del sur hay otra zona donde las pizarras son blancas y contienen venillas de cuarzo, produciendo su descomposición una arcilla blanca muy apreciada como tierra de enjalbegar. Junto al pozo núm. 3, llamado de *Los Ladrillos* ó de *Levante* (V. la lám. 55), esas pizarras blancas están sembradas de cristallitos cúbicos de pirita de hierro de algunos milímetros de lado.

Finalmente, tanto al norte como al sur del criadero, hemos visto filadíos semejantes á los que, atravesados por un pozo abierto junto al yacimiento piritoso de Santo Domingo (Portugal), contienen allí el *Nereites Cambrensis*, que, como dijimos al tratar de la Estratigrafía, corresponde al tramo Siluriano superior.

En la parte occidental del criadero el pórfido se aproxima mucho al mineral, y las pizarras se hallan tan alteradas que constituyen verdaderas arcillas plásticas. También en los dos socavones excavados en rampa de distinta pendiente por la actual empresa, para hacer la extracción de las menas arrancadas en la labor á cielo abierto, aparece el pórfido en grado tan avanzado de descomposición que al exponerlo al aire da lugar á caídas de grandes lanchones, siendo precisa la fortificación inmediata de las galerías practicadas en esa roca si se quieren contrarrestar los formidables empujes que ocurren al poco tiempo de excavarlas.

Á juzgar por la disposición de los crestones y por la sección horizontal del criadero, trazada según los datos que suministran las numerosas labores establecidas al nivel de la boca del socavón romano de desagüe, ya más arriba citado, y á 10 metros de altura por cima de ese nivel, desde donde las aguas corren por su propio peso, dicho criadero representa una forma muy irregular, como irregular es también la distribución de las menas que entran á constituirlo.

En la longitud de 500 metros poco más ó menos que en la superficie mide, puede considerarse este depósito dividido en tres partes consecutivas, de las cuales alcanza gran anchura la del centro, siendo más aplastadas las de los extremos. Esas tres partes están unidas entre sí por otras más estrechas, y á la más oriental sigue, después de una pequeña solución de continuidad, una larga cola de poca anchura á la manera de un filón de contacto.

La primera ó más occidental de esas porciones mide, al nivel de que hablamos, una longitud de 30 metros, y principiando con dos ramas por efecto de una cuña de pizarras que se interpone, se extiende en dirección de O. 15° N. á E. 15° S., con inclinación de unos 70° al N. 15° E., ensanchando de O.NO. á E.SE. hasta alcanzar su máxima anchura de 16 metros cerca de su extremo del este-sudeste, donde los respaldos se aproximan bruscamente, dejando únicamente la corta angostura que se ve en la figura 1.^a y que une la porción de que hablamos con la inmediata ó más importante del criadero.

Es la que venimos considerando la menor de las tres principales del yacimiento y en ella los minerales son muy duros y de escasa ley en cobre, abundando entre los mismos la blenda dispuesta en zonitas discontinuas en la dirección de la del criadero, que dan al conjunto un aspecto fajeado por el contraste que forma el color morado de aquéllas con el verde obscuro de la pirita ferro-cobrizada con que alternan. La galena salpica también de partículas pequeñas á la pirita en ciertos sitios, y los ensayos suelen acusar además alguna plata en la variedad que contiene plomo y zinc.

Sobre esta porción de la masa piritosa descansa un macizo, de 15 á 24 metros de altura, constituido por pizarras que á veces penetran á manera de cuñas en el interior del criadero, hallándose también en los respaldos una roca metamórfica cristalina, y además en el septentrional, especialmente en el extremo del oeste-noroeste, un pórfido bastante alterado y de aspecto brechiforme.

La porción que sigue á la precedente, después de la angostura que hemos señalado, es con mucho la más considerable, tanto por su anchura de 56^m,50, por término medio, en la sección correspondiente

al nivel repetido, como por la longitud de 148 metros que mide en la misma sección. La dirección del eje de esta parte continúa siendo de O. 15° N. á E. 15° S. y la masa muestra una pendiente de 65° á 75° al N. 15° E. Puede decirse que esa porción, que puede llamarse central, empieza junto á la repetida angostura con un ancho de 5 metros, que rápidamente va aumentando hasta llegar al máximo de 48 al terminar la corrida de 50; desde cuyo paraje va decreciendo suave y regularmente en los 118 metros que quedan de largo, á la terminación de los cuales, dejando atrás la zona donde se halla una galería que se llama *de San Carlos*, forma el criadero entre las rocas estériles, ahí muy quebrantadas, diferentes ramificaciones y una cuña angosta que se enlaza con la tercera porción ó más oriental del mismo criadero.

Entremos ya á detallar las particularidades de la central en la profundidad que nos es conocida, ó sea hasta la que alcanza el desagüe natural, no siendo de omitir entre aquéllas que el eje longitudinal de la sección lo es al mismo tiempo de simetría, y la circunstancia de que, hacia el término de las cinco sextas partes de la correspondiente masa piritosa, las pizarras del respaldo meridional penetran en estrecha faja dentro de aquélla, formando una larga cuña que va á cortar la parte más ancha aproximándose al respaldo septentrional, según se indica en la figura 1.ª de la lámina mencionada.

Descubierta la parte de que hablamos por una gran excavación á cielo abierto, que, aun cuando iniciada con anterioridad á la adquisición de las concesiones por la *Sociedad anónima de Minas de cobre de El Alosno*, sólo se prosiguió con actividad mucho más tarde, desmontando al efecto la gran montera ferruginosa, que medía una altura variable entre 7 y 22 metros, pudo observarse que en la superficie superior de la masa ferro-cobrizada las piritas de poca dureza y relativamente ricas en cobre formaban venas entre las pobres, siendo mucho más abundantes esas venas en el extremo noroeste y al norte de la mencionada cuña de pizarra que en todo lo demás de la porción del criadero, y que, á nivel más bajo, permanecía sin variación notable la ley en cobre de las menas al norte de aquella cuña, ó sea hacia

el pendiente; ley que se aproximaba á la del 5 por 100, mientras que empobrecían las del lado opuesto, al propio tiempo que en el centro resultaban muy frecuentes la blenda y la galena y, en consecuencia, mayor cantidad de plata que en cualquiera otra faja. Asimismo se ven al sur de la repetida cuña, más que al norte, granos y vetillas de cuarzo hialino, y algunas veces nódulos aislados de la pirita de cobre, si bien de poca importancia por su reducido tamaño.

En resumen, la composición media de las menas en esta parte central de que hablamos es la siguiente, según los análisis de muchas muestras:

Cobre.....	0,82	por 100.
Azufre.....	40,35	—
Hierro.....	28,50	—
Zinc.....	15,00	—
Plomo.....	6,00	—
Silice.....	6,08	—
Arsénico y antimonio.....	0,90	—
Agua, pérdida y oxígeno.....	4,63	—
Plata, 160 gramos por tonelada de mineral (1).		

La tercera porción ó ensanche oriental del criadero ofrece una inclinación de 60° poco más ó menos al N. 49° E.; su ancho máximo de 26 metros se mide en el promedio de su longitud, que es de 97 metros, y sus respaldos afectan gran irregularidad á consecuencia de que las pizarras de la caja penetran diferentes veces, sobre todo hacia los extremos, en la masa piritosa. La altura de la parte de la montera de hierro que le corresponde varía entre 22 y 55 metros.

Para dejar sentado que este ensanche es el que más cobre ha debido ofrecer, basta decir que, aparte de algunas labores modernas, las más extensas de las atribuidas á los romanos se reparten en ella, y por cierto que, á juzgar por la situación, en el paraje llamado *del Calor*, de los restos de ruedas hidráulicas, semejantes á las descubiertas en Tharsis y otras minas halladas en él, debe deducirse que por bajo de la zona hasta hoy alcanzada deben existir otras excavaciones antiguas.

(1) Debemos advertir que el contenido de plata en estas menas es muy variable, y que la cifra que aparece en el análisis transcrito, más bien que representar el término medio de aquel contenido, se aproxima al máximo.

Es, pues, presumible que esta parte del criadero esté ya muy explotada; pero, á pesar de ello y de las ruínas que hacen impracticables el mayor número de dichas labores primitivas, dispuestas de preferencia hacia el pendiente, lo cual corrobora lo que dejamos dicho respecto á la distribución de las menas ricas en cobre, todavía, con una buena excavación á través y con relleno del exterior, podrá tener un beneficioso aprovechamiento.

La cola en que se prolonga el criadero á continuación del ensanche oriental que acabamos de considerar, mide, en dirección al S. 41° 50' E., más de 200 metros de longitud ⁽¹⁾; pero no sólo su anchura total resulta siempre muy reducida en los diversos trabajos sobre ella establecidos, sino que aparece subdividida con irregularidad en diversas y variables porciones por otras tantas cuñas de pizarras metamorfoseadas, dentro de las cuales aparecen á su vez vetillas piritosas, ya muy pobres, ya, por el contrario, bastante ricas en cobre, análogamente á lo que se verifica en el conjunto de la masa.

Así, por ejemplo, entre los minerales extraídos del nivel del socavón romano de desagüe junto al pozo núm. 10, ó sea el segundo al noroeste del de *Los Ladrillos*, que es el 8.º, abundaba la chalcosina lo suficiente para dar menas con 7 al 14 por 100 de cobre; lo mismo se verificó con las que proporcionaron hacia esa parte los filoncillos más occidentales comprendidos entre las cuñas pizarrosas, y mientras que poco más al sudeste, al norte del pozo de *Los Ladrillos* y á 13 metros por bajo del repetido desagüe, se cortó una veta con algunos centímetros de espesor de pirita que acusaba una ley en cobre de más de 13 por 100, otros seis metros más al norte se tropezó con el núcleo del criadero, que ahí contaba 7^m,50 de grueso y una pendiente de 63° al N. 27° E. y estaba constituido por una pirita muy dura, cuya ley en cobre no llegaba al 1 por 100, siendo de notar que el referido filoncillo encajaba en las rocas metamórficas.

(1) Por las longitudes que resultan en las porciones que acabamos de considerar del criadero, se ve que, á la profundidad considerada, la masa metalífera tiene más longitud que en los asomos, de lo cual hemos citado también ejemplos en los criaderos del Tharsis.

Según la estadística oficial, la producción de las minas del Lagunazo en el periodo de 1865 á 1888, ha sido la siguiente:

AÑOS.	Toneladas.
1863.....	829
1864.....	»
1865.....	1059
1866.....	6912
1882.....	24000
1883.....	52029
1884.....	75563
1885.....	93984
1886.....	100349
1887.....	106581
1888.....	51339
TOTAL.....	461303

Minas de Las Cabezas de Los Pastos.

Las concesiones mineras que constituyen el grupo conocido en el país con los nombres de Las Cabezas del Pasto ó de los Pastos, que son los de la sierra en que en parte se hallan, se componen de 72 pertenencias con superficie de 72 hectáreas, la cual comprende una buena porción de las laderas septentrionales de aquella montaña, quedando en el centro del grupo minero una pequeña loma que se encuentra, por el norte, al pie de la misma sierra.

Llama la atención en aquellos parajes el número extraordinario de parejas de pozos, que, sobre todo en la loma acabada de indicar, materialmente acribillan el suelo, habiéndose podido contar más de 500; y es que allí asoman varias vetas discontinuas de requemones, y en mayor cantidad las rocas terrosas y compactas de los sombreros de hierro. Estas últimas se ofrecen localizadas en la loma repetida, mientras que los requemones aparecen principalmente en las laderas de la sierra, entre los estratos de las rocas pizarreñas.

No está, sin embargo, en relación tan prodigioso número de labores con las exiguas cantidades de escorias descubiertas en aquellos parajes, las cuales apenas pueden estimarse en unas 100 toneladas, ni con las escasas excavaciones antiguas de disfrute halladas con los

trabajos modernos, demostrando todo esto cuán infructuosamente se abrieron la mayoría de aquellos pozos. De la situación sistemática de éstos puede formarse idea por el plano que de la parte más importante de aquellos sitios se representa en la lámina 56: según aparece en el dibujo, las hileras de pozos comprenden una gran extensión por fuera de los límites de los crestones ferruginosos, sea porque, conceptuándose erróneamente que el yacimiento de piritas pudiera medir un gran volumen, á la manera de lo que tiene lugar en otros criaderos de la provincia, se buscaba el multiplicar los puntos de ataque, sea porque, cansados los mineros de profundizar en muchos de ellos, sin llegar al límite apetecido, cambiaban de lugar en la esperanza de conseguirlo.

Las Cabezas de los Pastos constituyen el principal relieve orográfico de los alrededores del terreno ocupado por las pertenencias mineras: dicha sierra se deprime rápidamente por el oeste para terminar con acantiladas laderas en un estrecho paso por donde la rivera Viguera atraviesa la cadena de que forma parte, y por el este se prolonga en ligero declive para enlazarse, á 10 kilómetros de distancia, con los derrames de los escarpados cerros de las cercanías de La Puebla de Guzmán, á cuyo término pertenece el suelo ocupado por las minas. Este se halla surcado por barrancos de poquisima importancia que constituyen el régimen hidrográfico, pasando por las inmediaciones de los yacimientos metalíferos los titulados de Los Llanos, del Majadal de los Linos, de los Hornos de Cal, de los Silos y el del Palancar, discurriendo además hacia el norte el regajo del Pozo.

Ese mismo suelo está formado por pizarras y grauwaekas más ó menos metamorfosadas del sistema Siluriano, con interposición de bancos discontinuos de cuarcita, sobre todo al sur de los criaderos, hallándose á corta distancia de éstos, por el oeste, varias capas de caliza con que se fabrica cal en la misma localidad, y por el lado del norte algunos asomos de diabasas.

Los depósitos metalíferos aparecen entre las pizarras, quedando en gran parte cubiertos los asomos ferruginosos por un manto detrítico debido á la desagregación de las diferentes rocas sedimenta-

rias, á través del cual sólo sobresalen los crestones más altos, y debe también indicarse que las aguas que salieron de las antiguas excavaciones por la galería que se marca en la lámina 56, la cual gana un desnivel de 40 metros en el criadero más occidental de los reconocidos, formaron en las márgenes del arroyo de Los Llanos, donde aquella desemboca, una capa de toba ferruginosa semejante á la que existe en las vaguadas de los antiguos desagües de Río-Tinto, La Coronada y otras minas ya descritas.

Por los años 1860 al 1865 se otorgaron en la comarca que consideramos una porción de concesiones mineras y se establecieron en ellas varios sondeos para la investigación de los criaderos; pero, como el espesor que acusaban resultó muy inferior al de los otros yacimientos de piritas que en aquella fecha se explotaban dentro y fuera de la provincia, se les consideró de poca importancia para intentar su disfrute y los trabajos no pasaron adelante, abandonándose las concesiones.

Unos cuantos años después se demarcaron las hoy existentes y, arrendadas hacia el año 1884 por su propietario D. Jorge Rieken á la empresa inglesa *The Bede Metal*, se comenzaron los trabajos bajo la dirección del inteligente ingeniero alemán Sr. Ruppell, observándose bien pronto que las menas que se buscaban forman dos criaderos distintos, separados entre sí por un macizo de pizarras de 60 metros de espesor, á los cuales se denominaron por su situación topográfica *de Levante* y *de Poniente*. Se observó además que si bien las dimensiones de esos criaderos no son muy grandes, son en cambio sus menas más ricas en cobre que la mayor parte de las que proceden de otros yacimientos piritosos, lo cual compensa ventajosamente aquella circunstancia.

Á la par que se construyeron los edificios necesarios para oficinas, almacenes y otras dependencias, así como también algunas casas para los obreros ⁽¹⁾ que, excepcionalmente, no prefieren marchar después de su trabajo á sus domicilios en La Puebla de Guzmán, que

(1) El número de operarios que diariamente se ocuparon en estas minas durante el mes de Enero de 1888, fué de 288.

sólo dista de la mina 8 kilómetros por un buen camino carretero, se siguieron las labores de investigación y preparatorias, que por de pronto fueron poco productivas como es consiguiente; pero que, proseguidas después con actividad, dieron por resultado un ordenado sistema de laboreo, llegando las galerías longitudinales establecidas en uno y otro de los dos criaderos á un gran pozo maestro de 80 metros de profundidad, en el cual se halla establecida una máquina de vapor con fuerza de 20 caballos, destinada para el desagüe de la mina; comunicando además con la superficie los trabajos subterráneos por otros varios pozos convenientemente situados para facilitar la ventilación y extracción de los minerales, alcanzando ya las galerías en el criadero *de Levante*, que es donde la explotación está más adelantada, toda la profundidad del pozo antes mencionado.

La poca consistencia del terreno exige bastante entibación en las excavaciones de esta mina; pero ni las condiciones de los criaderos, ni la altura de la montera ferruginosa, que puede considerarse enorme con relación al espesor de los mismos, permitan establecer con provecho los grandes desmontes necesarios para una labor á cielo abierto.

Los minerales que se obtienen se exportan en carros al puerto de La Laja, en el Guadiana ⁽¹⁾, en el cual se embarcan con destino á las fábricas de Insoich, cerca de Londres, donde se extrae el azufre de las piritas, y luego las menas desulfuradas, á que llaman *residuos*, se las lleva á otra fábrica metalúrgica que la compañía arrendataria de las minas posee en Jaron, junto al río Tyne, cerca de Newcastle.

Las cantidades de piritas arrancadas y exportadas en el periodo de 1881 á 1888 fueron:

(1) En el año 1888 se comenzó un tranvía sumamente estrecho en combinación con cables aéreos en ciertos puntos, por el cual deben hacerse los transportes tan luego como se termine.

AÑOS.	Toneladas.
1881.....	325
1882.....	8796
1883.....	22273
1884.....	27052
1885.....	»
1886.....	48600
1887.....	20548
1888.....	27866
TOTAL.....	123430

Examinemos ahora las condiciones que han podido apreciarse en los criaderos con las labores en ellos practicadas:

En el *de Levante* se ha reconocido una longitud de 165 metros, observándose en el extremo del este una bifurcación en dos ramas cortas y de poco espesor que se extinguen bruscamente entre las pizarras de la caja. Desde el punto en que la bifurcación se verifica sigue el criadero con bastante regularidad con dirección media al E. $9\frac{1}{2}^{\circ}$ N. á O. $9\frac{1}{2}^{\circ}$ S. con muy fuerte inclinación hacia el NO., conservando un espesor que á la profundidad de 40 metros, contados desde la superficie del suelo, oscila entre tres y seis metros, según se representa en la figura 2.ª de la lámina 57; pero al llegar al último tercio occidental se ramifica por entre unas pizarras negro-azuladas, muy cupríferas en algunos puntos, en varias vetas que á su vez vuelven á subdividirse en otros apéndices, cuyo conjunto, representado también en la figura acabada de citar, que corresponde al plano del segundo piso, abraza un espacio cuya anchura máxima es de 50 metros. De la rama más meridional de las cuatro que se cuentan un poco al sudoeste de la línea *ef*, derivan otras dos, que se cortaron con galerías transversales al criadero. De estas dos últimas hay una que, distante unos 10 metros de la veta principal, es paralela á ésta y se extiende en longitud de 60 metros, poco más ó menos, con espesores que varían desde algunos centímetros hasta uno ó dos metros, extinguiéndose á manera de cuchillo á poco más de 40 metros de hondura, como se ve en el corte IV, verificándose en ella lo inverso que en la principal, puesto que en las labores de un nivel superior la pri-

mera presenta mayor ancho, mientras que en la segunda se advierte aumento de espesor á contar de arriba para abajo.

En el corte III, trazado á los 40 metros de profundidad, una de las ramificaciones reconocidas queda perdida á los 22 metros de hondura; pero las otras cuatro conservan el mismo espesor arriba y abajo de esos dos niveles.

Hacia el extremo oriental la altura de la montera de hierro del criadero varía para una ú otra veta, siendo en la más septentrional de unos 20 metros; y aunque en la occidental la parte no oxidada está algo más alta, aquella montera excede un poco de los 22 metros por causa del desnivel del suelo. En la parte superior y occidental del criadero, las rocas ferruginosas ocupan mayor espacio que en su contacto con las piritas, observándose en el corte IV que la forma de cuña que afecta el relleno de piritas en la veta meridional se continúa en la parte oxidada hacia arriba, hasta el punto de presentarse casi unida con la de la principal en la superficie del suelo, donde presenta ésta el minimum de anchura para aumentar paulatinamente con la profundidad, adquiriendo el mayor espesor en el contacto con las menas piritosas.

En la parte oriental, las rocas ferruginosas correspondientes á las distintas ramificaciones no salen todas á la superficie, según se indica en el corte III, por más que faltan datos para precisar la disposición del sombrero de hierro en las dos ramas más septentrionales, porque no habían llegado á ellas los trabajos en los niveles superiores cuando se trazó el corte.

Todo esto indica que las presiones laterales sufridas por las pizarras de la caja del criadero no originaron una sola grieta, como de ordinario sucede para otros de la misma especie, sino varias, por la separación de los estratos en el sentido de los lechos, principalmente relacionados entre sí por los sitios donde ocurrió la fractura de los mismos, no siendo de extrañar el que en tales circunstancias las porciones de capas interpuestas en el relleno de piritas se penetraran fácilmente de las aguas mineralizadas, dando por resultado la metalización de las mismas.

Aunque se encuentra bastante adelantada la explotación del criadero en las dos series de galerías que se indican en los cortes, en la más alta es donde únicamente los trabajos de disfrute se hallan ya extendidos por todo el criadero, estándolo menos en la de la segunda, por bajo de la cual se están labrando también pozos y galerías preparatorias.

El criadero *de Poniente* es de forma de filón, según indica la sección dibujada en la figura 1.ª de la lámina 57 y los cortes transversales I y II, é irregular en el sentido de la dirección. La mitad oriental de este criadero se arrumba de E. á O., mientras que la occidental lo verifica de E.NO. á O.SO., marcándose varias inflexiones en los respaldos.

Las rocas ferruginosas de la montera tienen muy poco espesor, y en cuanto al del relleno de las piritas, á la profundidad de 40 metros, contados desde la superficie del suelo, se ha visto que varía entre 1,5 y 5 metros en la longitud de 47; pero más abajo experimenta un rápido ensanche hasta alcanzar más de 11 metros que conserva todavía á la hondura de los 80, según se figura en el corte II, circunstancia que es probable se verifique también en el paraje del corte I, dada su proximidad; pero, no habiendo labores que lo comprueben, no podemos determinar la disposición del criadero á mayores profundidades que las representadas en esas dos secciones. Según se indica en el corte I, á corta distancia del depósito principal se encontró, al norte del mismo, una masa de muy poca amplitud, cuyo sombrero de hierro no sale á la superficie, ni la pirita llega á la profundidad de 40 metros en la porción á que alcanzan las labores, desarrolladas principalmente en la parte más occidental.

La repartición de la mena de cobre en ambos criaderos es tan variable, que, recogiendo en algunos puntos ejemplares de pirita de hierro puro, acusan otros un contenido hasta de 50 y más por 100 de cobre.

En el criadero *de Levante* el citado metal se ofrece de preferencia hacia los respaldos donde se halla la pizarra negro-azufada, siendo la porción oriental más rica en cobre que la occidental. Por término



medio los minerales procedentes de la primera de esas dos porciones dan una ley hasta de 5 por 100, debiendo indicarse que á veces entre las vetillas de cuarzo que en ella destacan dentro del criadero, aparece el cobre gris acompañado de pirita de hierro, contribuyendo aquella especie á la mayor riqueza de la zona. Hacia la parte central no son raras las concentraciones de chalcosina y filipsita, siendo en cambio el cuarzo muy escaso. En el extremo occidental la mena es más pobre, descendiendo hasta el 1 por 100 de cobre; sin embargo, si se prescinde de algunas de las ramificaciones del relleno donde la pirita de hierro no aconseja su explotación en el concepto de mena á la par cobriza y de azufre, que es lo que hoy solamente se aprovecha, puede asignarse al conjunto de aquél un contenido de 4 por 100 en dicho metal y 49 por 100 del metaloide, siempre por término medio, en lo que hay descubierto hasta las profundidades de que hemos hablado en los párrafos anteriores.

En la rama ó veta que se ve al sur de la principal en el corte IV, la pirita es bastante cuprosa, acusando los ensayos, como término medio, una riqueza en cobre de 6 por 100.

Hemos dicho que las pizarras en que se interponen las ramificaciones del lado oriental del criadero de que tratamos son muy cupríferas en algunos puntos; pero esa circunstancia no es peculiar á esa parte de la caja, sino que se extiende también á otros parajes de los que limitan el respaldo septentrional, acusando á veces hasta 17,5 por 100 y aún más de cobre, con la circunstancia de que ese metal aparece en las pizarras desde un nivel superior al de la superficie de contacto de la mena piritosa con su sombrero de hierro, cuya circunstancia se comprueba también en el macizo de pizarras negroazuladas, que separa el criadero de que hablamos del *de Poniente*, por más que en todos esos puntos la distribución del metal sea muy variable, habiendo estratos sumamente pobres y aun estériles entre otros que acusan al ensayo del 1,5 al 2 por 100 de cobre, según los datos que, con los dibujos de la lámina, debemos al Sr. Repell.

El criadero *de Poniente* es, en general, más pobre que el *de Levan-*

te, con respecto al cobre, hasta la profundidad de 40 metros, puesto que aun prescindiendo de una zona cuarzosa teñida de óxido de hierro que ocupa gran parte de la porción oriental, la ley media en cobre no pasa del 2 por 100; y si bien á la profundidad de 32 metros esa ley sube hasta el 4 por 100 en una faja central, ésta se halla en contacto con otra casi exenta de mena cobriza, extendiéndose luego hasta el respaldo del norte.

Agregaremos á lo expuesto que para el aprovechamiento de las piritas pobres en cobre, se ha establecido recientemente, en la misma mina, el beneficio del metal por el sistema de cementación, previa la calcinación espontánea y lavado de las piritas, á cuyo efecto se las dispone en montones de poca altura que se riegan en la medida que lo permite la sulfatización de las mismas, obteniéndose ya por este procedimiento cantidades importantes de cáscara ó cemento de cobre que sucesivamente van aumentando con la cantidad de las menas beneficiables.

Minas del barranco de Aguas Teñidas y de Herreritos.

Otro ejemplo de criaderos de gran longitud y poca anchura se nos presenta en las pizarras arcillosas metamorfoseadas, que, con algunos asomos de pórfido, constituyen las márgenes del barranco de Aguas Teñidas, afluente de la rivera Olivargas. Arman allí, dentro de una faja del suelo que mide 5 kilómetros próximamente de largo por 240 metros de ancho, cuatro indicaciones de criaderos de mena de cobre, cuya existencia más bien pudo sospecharse por la de unos cuantos pozos antiguos, algunos de ellos completamente atorados, y por algunos escoriales descubiertos á la inmediación de los mismos, que confirmarse porque los tales criaderos asomaron á la superficie de una manera bien perceptible, como es lo general. Lejos de esto, en vez de verdaderos crestones, lo que en aquel paraje se nota son unas hondonadas largas y estrechas en el sentido de la estratificación, ó sea arrumbadas del O. 20° N. al E. 20° S., en las cuales pre-

sentan las pizarras, más deleznable que sus inmediatas, una coloración rojiza. Á trechos, sin embargo, se presentan en la prolongación de esas hondonadas diferentes vetas de cuarzo más ó menos impregnadas de óxidos de hierro, cruzadas á modo de red.

Diferentes restos de entibaciones halladas en algunas de las labores antiguas, probablemente romanas, practicadas sobre esos criaderos, atestiguan una explotación esmerada, al mismo tiempo que las muestras de chalcosina que en ellas se recogieron parecían demostrar que el objeto de esa explotación debió ser el de menas ricas en cobre; pero á pesar de estos indicios y de haberse arrancado algunos minerales, no tomaron gran incremento las investigaciones que á mediados del siglo actual se emprendieron en la localidad, después de haberse obtenido la concesión de un grupo de 94 pertenencias mineras con 2 demasías, sumando el conjunto una superficie horizontal de poco más de 95 hectáreas, y considerándose, sin más antecedentes, que el yacimiento era poco importante, se abandonó todo.

En Agosto de 1885, el ingeniero M. Pernolet dirigió al Sr. D. Hilarión Rus, Marqués de Escombreras, una Memoria acerca de las minas de Aguas Teñidas, y en vista de ella se constituyó una sociedad francesa para la explotación de los criaderos de que hablamos, la cual emprendió desde luego algunos trabajos auxiliados con cuatro máquinas de vapor pequeñas y móviles que, con sus correspondientes tornos y bombas, los facilitaban; mas, como los resultados obtenidos no respondieron á las esperanzas, se volvió á desistir de las exploraciones, aun cuando esta vez después de adquirir mejor grado de certeza respecto á la escasísima importancia que aquellos criaderos ofrecen.

De los cuatro que hemos dicho se señalan en el barranco de Aguas Teñidas, es el más conocido y el que alcanza mayor amplitud el más septentrional, que llamaremos *Número 1*. En él es donde se hallan los principales trabajos antiguos y modernos, debiéndose citar entre los primeros un pozo inclinado que, al descubrirlo, conservaba todavía en bastante buen estado la entibación con que se fortificó.

Este criadero, así como los otros, presenta una inclinación de 60 á 80° al S. 20° O.

Hacia su extremo oriental hay practicado un pozo denominado *De los nueve metros*; en el extremo opuesto, á más de dos kilómetros de distancia, otro que se llama *Primero de Poniente*, y á partir de éste hacia levante existen otros tres que entre sí y con aquél distan 500 metros por término medio, y que respectivamente se denominan *Inclinado*, que es al que há poco hemos aludido, *de Desagüe* y *Antiguo*.

Á la profundidad de 17 metros alcanzada por el pozo más oriental, la zona mineralizada acusa un espesor de 1^m,40; pero, aun cuando con oscilaciones, ese espesor llega hasta seis metros en la porción occidental, que es donde se han descubierto la mayor parte de los trabajos antiguos.

Según cuatro ensayos verificados por M. Pernolet con muestras tomadas á la inmediación de los pozos *Inclinado*, *de Desagüe* y *Antiguo*, el criadero en cuestión da 7,82 por 100 de cobre, con 179 gramos de plata y 2 de oro por tonelada de mineral, á cuyas sustancias acompaña, además de la pirita de hierro, alguna sílice, por lo general inapreciable á la vista, y una pequeña porción de blenda; pero no creemos que tan corto número de ensayos, referentes además á un espacio muy exiguo del criadero, basten para juzgar de la riqueza de éste.

En la parte que del mismo se ha reconocido, es lo más general que la pirita común afecte una estructura listada, apareciendo entre las fajitas de la esperquisa algunas discontinuas de chalcopirita y á veces otras de blenda; notándose que la mena de cobre se concentra de preferencia hacia el pendiente y también hacia el yacente en los parajes en que el venero experimenta ensanches.

Á unos 28 metros al sur del criadero *Número 1* se señalan, en menos longitud que la que á los de éste corresponden, los asomos del que denominaremos *Número 2*, para cuyo reconocimiento se esperaba aprovechar algunas de las labores practicadas en el primero, y sucesivamente después, cada vez más al sur, los de los criaderos *Número 3* y *Número 4*, cuyas respectivas longitudes decrecen de un

modo rápido; pero el abandono de la mina se verificó antes de realizarse tales proyectos.

En el paraje en que con más claridad se muestran los asomos del criadero *Número 3* se halla un pozo antiguo, atorado en gran parte, cuyos hastiales los forma una pizarra penetrada de cuarzo y con manchas de pirita de cobre, y otro pozo, practicado á unos 590 metros á poniente del acabado de citar, encontró, á los 10^m,50 de hondura, análoga roca impregnada de gran cantidad de cuarzo y de pirita de hierro con manchitas de la de cobre.

Sobre la parte de levante del criadero más meridional ó *Número 4*, que, como queda dicho, es el de menor longitud, se hallan tres pozos antiguos y algunas excavaciones someras, de las cuales parece haberse extraído en otros tiempos piritas ricas en cobre.

Á poniente del grupo minero que acabamos de considerar se hallan los criaderos de Herreritos, donde, por cuenta de una sociedad de vecinos del país, se practicaron labores de alguna importancia, consistentes en diferentes pozos y galerías. Se beneficiaron también algunos minerales; pero no nos atrevemos á responder si en su mayor parte, como se ha asegurado por el vulgo, procedían de otras minas, lo cual bien pudiera haber sucedido, siquiera no se tratara sino de practicar ensayos antes de decidir el tratamiento que conviniere á los de la localidad. De todos modos, éstos parecen muy exigüos y pobres en cobre, si es que contienen alguna cantidad de ese metal, y su explotación no tardó en paralizarse de hecho.

Mina de la cumbre de Las Herrerías en La Puebla de Guzmán.

Á unos cuatro kilómetros al oeste de La Puebla de Guzmán, se ven sobre la cumbre de Las Herrerías, que es una alturita que destaca en la dehesa de Los Bueyes, algunos escoriales á que sin duda debe su nombre aquel relieve, y, análogamente á lo que ocurre en Las Cabezas de los Pastos, muchos vestigios de pozos cuya apertura debe atribuirse á los romanos, ya que su disposición y su forma son

idénticos á las de los que en otras minas han proporcionado monedas de aquella época; indicando todo esto, y sobre todo la presencia en el paraje á que nos referimos de asomos de óxidos de hierro semejantes á los que por lo general anuncian la existencia de criaderos piritosos, que allí en efecto se ofrece alguno de esta naturaleza.

Las rocas que constituyen la cumbre mencionada consisten en pizarras y grauwaekas con algunas cuarcitas interstratificadas, asomando también entre ellas rocas porfídicas y diabásicas.

Los asomos ferruginosos, que forman dos manchas separadas entre sí por una faja del suelo de más de 200 metros de anchura, se extienden principalmente en el sentido de la dirección de los estratos sedimentarios, á los cuales convierten en muchos sitios en característicos requemones, que, con su color negro ó pardo muy oscuro y brillo metálico, sobresalen en crestas entre lo más terroso y de color rojo más ó menos vivo de los mismos afloramientos.

En diferentes ocasiones se han registrado concesiones mineras sobre esos asomos, siendo 58 pertenencias con base de una hectárea cada una de ellas las demarcadas últimamente en el terreno que, en escala muy reducida, se representa en la figura 1.^a de la lámina 58, y no hace mucho que la compañía *The Bede Metal*, más de una vez mencionada en las páginas precedentes, ha practicado algunas labores importantes para el reconocimiento de los criaderos que allí existen; pero sus investigaciones se han limitado á la más occidental de las dos mencionadas manchas ferruginosas, que es también en las que más abundan las señales de trabajos antiguos.

Esas investigaciones descubrieron una masa alargada y estrecha de pirita ferro-cobrizada compacta, comprendida entre los dos pozos que bajo la forma de dos rectángulos negros aparecen en la figura 1.^a ya mencionada, uno sobre la línea *AB* y el otro á unos 100 metros á levante, que es también la longitud que próximamente mide aquella masa; y separada de ella, aun cuando dispuesta en la prolongación de la misma, una galería que, arrumbada de S.SE. á N.NO., parte del más oriental de los dos mencionados pozos, cortó una se-

gunda masa, así como se halló otra tercera al norte de la porción oriental de la primera y paralela á ésta. Todo ello quiere decir que el macizo sedimentario que forma la caja de estas masas, se grieteó en diferentes parajes; pero los trabajos practicados hasta ahora no bastan para poder apreciar cuántas fueran las grietas que se establecieron y cuál su mayor ó menor importancia.

Esos trabajos han mostrado, sin embargo, algunas circunstancias bien notables que hemos tratado de resumir gráficamente en la figura 2.^a de la misma lámina 58, figura que representa un corte transversal trazado siguiendo el plano *AB* de la 1.^a Como se ve en aquella, la parte superior del pozo á que interesa el corte *AB* atravesó las rocas de la montera ferruginosa, penetrando después en las pizarras y grauwackas que forman aquel suelo, pero descubriendo á cierta hondura una masa de rocas porfídicas, que en algún trecho le forman el hastial del sur; mientras que las galerías longitudinales y transversales, establecidas á tres niveles diferentes, demostraron, aparte de los hechos ya referidos, la existencia de las tres zonas de rocas metamorfoseadas que en el dibujo se señalan, separadas entre sí por intermedios en que las pizarras y grauwackas se hallan en su estado normal. Las rocas de esas zonas metamorfoseadas no sólo están penetradas por las menas ferro-cupríferas de los criaderos piritosos, sino que además ofrecen cobre nativo y óxidos de este metal, cuyas especies se descubrieron principalmente, por cierto acompañadas de gran cantidad de cuarzo, hacia el pendiente de la más meridional de aquellas fajas, donde á trechos toma la roca estratificada aspecto de vitrificación, con color amarillo, rojizo ó negro, mostrándose á veces muy silíceo. Finalmente, en inmediato contacto del pendiente de la más septentrional de esas mismas zonas metamorfoseadas sigue otra, cuyo espesor total no se conoce todavía, en la cual las pizarras que la forman, aun cuando mucho menos transformadas que las de las precedentes, son también más ó menos cupríferas.

Nada más podemos decir respecto á los yacimientos correspondientes al manchón ferruginoso á que nos hemos contraído, sobre

los cuales no pasaban de 40 metros de hondura las investigaciones en la época en que los visitamos, y nos es del todo desconocido lo que pueda ocurrir en los del otro manchón más oriental, hasta ahora inexplorados.

Minas de la loma de Las Mesas.

Tanto en la cumbre como hacia el promedio de la ladera occidental de la loma de Las Mesas, en término de Galaroza, que con gran pendiente se eleva al norte de la aldea Las Chinas, asoman, entre las pizarras talco-sericiticas del sistema Estrato-cristalino, algunos crestones de óxidos de hierro á la inmediación de otros formados por rocas diabásicas.

Aunque en diversos períodos se han demarcado en ese paraje diferentes concesiones mineras, y á pesar de la actividad con que al presente parece que se investiga, por medio de pozos y galerías, la zona metalífera á que los mencionados crestones ferruginosos corresponden, no se ha conseguido todavía descubrir un criadero de dimensiones suficientes para poder establecer sobre él un sistema formal de labores de disfrute, y únicamente se ha visto hasta ahora que, grietada aquella zona y á trechos hendidas por litoclasas las hieladas de las rocas que la constituyen, las cuales aparecen además bastante porosas en algunos puntos, las substancias metalíferas se limitan á formar vetillas aisladas y casi exentas de gangas pétreas en los parajes en que las grietas son más amplias; venas que se entrecruzan á modo de stockwerk en los espacios en que las litoclasas abundan, y manchas que resultan de la impregnación de las porciones porosas. Por lo demás, aun cuando en esas substancias metalíferas predomina la pirita ferro-cobrizo, no son raros los óxidos, carbonatos y sulfuros de cobre, accidentalmente acompañados de otros compuestos metálicos.

Resulta, en resumen, que, á no variar en profundidad las condiciones del yacimiento, éste se reduce á un macizo de rocas estratificadas más ó menos cristalinas y metalizadas en parte por impregnación, ó porque se hallen surcadas de venillas metalíferas, cuyas subs-

tancias se aislan también á veces en otras venas más gruesas, y que aquel macizo sea ó no aprovechable dependerá naturalmente de la ley que acuse en esas mismas substancias.

Minas de Las Herrerías en Niebla.

Entre El Pabón y la sierra de Rite, en término de Niebla, se halla un manchón pequeño de rocas ferruginosas entre las pizarras silurianas y en él varias excavaciones y algunas escorias, de cuya última circunstancia procede sin duda el nombre de Las Herrerías que se da al paraje de que tratamos, lo mismo que sucede con otros de la provincia, como ya hemos visto.

Desde mediados del siglo se han demarcado minas en ese sitio por diferentes veces, pero en ninguna de ellas se han practicado labores; de modo que á esta fecha nada se sabe acerca de la importancia que pueda tener el yacimiento piritoso, si es que existe. La escasa superficie en que se extienden las rocas ferruginosas no promete mucho; pero como no serian demasiado costosas algunas excavaciones de investigación, merecería la pena el emprenderlas.

CRIADEROS DE MENAS DE MANGANESO.

NOTICIAS HISTÓRICAS.

En el resumen histórico de la minería de esta provincia nos hemos concretado á manifestar el origen reciente del descubrimiento y explotación de las minas de manganeso. Dejamos los detalles para este lugar; y si consideramos que las alternativas y vicisitudes porque ha pasado este ramo de la industria minera han sido las mismas en las diferentes minas, sin que en la historia de cada una se observen diferencias notables, podemos abrazar en conjunto los diversos hechos ocurridos mientras han permanecido abiertas, haciéndonos cargo al mismo tiempo de las circunstancias que han influido en el mayor ó menor grado de actividad que se ha notado en las explotaciones, y, por fin, en el abandono del mayor número de las registradas y paralización de los trabajos de todas antes del año 1885.

Ciertamente que el descubrimiento y explotación de los minerales de manganeso de la provincia de Huelva forma época en la historia de la misma, porque esa circunstancia contribuyó grandemente á que una parte del mundo industrial y financiero fijase su atención en ella y alimentase el activo comercio que ha contribuido en primer término á la prosperidad que después ha disfrutado.

Á nuestro distinguido amigo el ingeniero M. V. Sevoz, que fué el primero á quien llamaron la atención las excelentes condiciones de las manganesas de esta región metalífera, cupo la gloria de iniciar en la provincia, hacia el año 1858, la explotación de aquellas menas, emprendiendo la de dos criaderos situados en el término de Villanueva de los Castillejos ⁽¹⁾, siguiendo inmediatamente las que el Barón de Bache estableció en el mismo término y en el inmediato de El Alosno; y como muy pronto esos trabajos ó, por mejor decir, sus halagüeños resultados despertaron la codicia de los naturales de la comarca, no se hicieron esperar en ella centenares de registros de minas que se continuaron en otras muchas localidades de la provincia.

Sucedió, en efecto, que exportadas á las fábricas de productos químicos de Francia las primeras manganesas arrancadas en Huelva y acrecentadas las demandas de esa materia, en vista de su exquisita calidad, no sólo por parte de aquellas mismas fábricas, sino que también de otras alemanas é inglesas, no tardaron en presentarse en el país los agentes de las mismas, los cuales, recorriendo las sierras, indujeron á que en poco tiempo se viesen poblados de rebuscadores todos los puntos donde el suelo revelaba la existencia del codiciado mineral.

En Calañas, El Cerro, Zalamea la Real, Valverde del Camino, El Alosno y otros pueblos de la provincia se registraron, en consecuencia, multitud de minas, y no por sociedades ricas ó por acaudalados especuladores, sino por simples particulares y principalmente por

(1) Hay quien cree que el primer descubridor de las manganesas en la provincia fué D. Enrique Sergant, que las halló en la mina *Segura*, situada en el cabezo del Obispo, en término de Villanueva de los Castillejos.

labriegos y pastores; porque no siendo ajeno á ninguno de éstos el ejercicio de la minería, en razón á las explotaciones de piritas que desde antiguo se sostenían en alguna localidad y que á la fecha de que hablamos se habian extendido por muchas, bastábales, para convertirse en verdaderos explotadores, contar con la insignificante cantidad necesaria para incoar un expediente de concesión minera, ya que también se daba la circunstancia de que las condiciones de yacimiento de las menas deseadas eran tales que únicamente se necesitaba disponer de unas cuantas herramientas y de aptitud para el trabajo para que éste resultara desde luego remunerativo.

Emprendido el arranque de las manganesas bajo esos humildes auspicios, por regla general las menas se vendían á los comisionistas extranjeros al pie de las excavaciones, siendo de cuenta de éstos el transportarlas hasta los almacenes y embarcaderos que se improvisaron en varios puntos, tales como la venta de Eligio (camino de Valverde á Huelva), orillas del río Guadiana, de la ría de Huelva y el río Tinto, junto á San Juan del Puerto; mas fué tal la abundancia del mineral, tan puro, por otra parte, que apenas exigía ninguna clasificación, y tan fácil y económico su laboreo en un principio, que del lucro que aquellos mineros explotadores obtuvieron, puede juzgarse por el exiguo precio que alcanzaba la mercancía.

Éste se fijó en 1,70 pesetas por quintal métrico; y como los transportes tuvieron que hacerse á lomo de interminables recuas que atravesaban las sierras por estrechos y tortuosos senderos, aun cuando el tipo corriente fué de 0,50 de peseta por legua y quintal métrico, las distancias á los embarcaderos hicieron que el costo total del transporte de la repetida unidad de peso resultara comprendido entre 7 y 15 pesetas, es decir que costaba mucho más transportar la mena que comprarla á boca-mina.

Mas, no obstante esas malas condiciones de los transportes, era tanta la abundancia de manganesas arrancadas de los yacimientos onubenses, que en breve tiempo, después de cubrir cumplidamente los continuos pedidos de las fábricas, llegaron á inundar todos los

mercados, desterrando de la industria las procedentes del Condado de Nassau, en Alemania, y de Romanche, en Francia.

Semejante exceso de producción no dejó de traer sus naturales consecuencias, porque, como no se limitó á neutralizar la competencia que á las manganesas de Huelva hicieran las de otros países, vino inmediatamente á redundar en su propio perjuicio, resultando que, acumuladas en todas partes en cantidades que superaban en mucho á las necesarias para el consumo, no sólo llegó el caso, el año 1862, de que, por falta de demanda, sólo se exportaban 5600 toneladas, según la estadística oficial, sino que los consumidores se fueron manifestando más y más exigentes, y en lugar de contentarse, como lo habían hecho, con minerales que acusaran 58° clorométricos, rechazaban los que no dieran 70° por lo menos.

Nada, pues, más natural sino que á ese periodo de actividad vertiginosa en la explotación de los criaderos á que nos contraemos, siguiera otro, siquiera fuese más corto, en el que aquella se paralizara y se abandonaran muchas minas, como efectivamente sucedió, hasta que, consumidas las existencias en el mercado, volvieron á formularse nuevos pedidos, aun cuando con la condición indispensable de que la riqueza de las menas no había de ser inferior á la de los 70° clorométricos ya mencionados, ocurriendo entonces que varios especuladores, unos del país y extranjeros otros, arrendaron las minas de todos aquellos concesionarios á quienes amedrentaron las contingencias del mercado ó de la explotación.

La base de esos contratos de arriendo fué, en los primeros que se establecieron, la de que el arrendador pagaría al propietario 0,75 á 1,25 pesetas por cada quintal métrico de menas que el primero arrancase, debiendo abonar desde luego, como mínimo, el importe correspondiente á una cantidad alzada de quintales, se arrancasen ó no; pero inmediatamente el tipo mínimo se elevó al de una peseta, conservándose, por de contado, la otra condición.

Por este medio, las principales minas de manganeso de la provincia vinieron poco á poco á recaer en pocas manos, y desde entonces el tipo de 1,70 pesetas por quintal, establecido en los albores de la

explotación de las manganesas para la venta de las mismas al pie de las excavaciones, fué subiendo hasta llegar á los de 4 y 5 pesetas. El de los transportes se mantuvo siempre próximamente igual al que más arriba hemos indicado, aunque con algunas variaciones, y en los mercados extranjeros se pagaba la tonelada de mineral, puesta en los mismos, á 150 pesetas, con ligeras oscilaciones, si no pasaban del tipo de los 70° clorométricos que ya venia fijándose para las contrataciones. Si las menas excedían de esa ley, se abonaba en tonelada 2 pesetas más por cada grado que sobre los 70 tuviesen hasta 75; y si todavía excedían de éstos, pues hay que advertir que llegaron á exportarse minerales con más de 80°, recibían un premio de hasta 4 y 5 pesetas por cada uno de ellos.

Más de 18000 toneladas se exportaron durante el año 1863, y, como los pedidos no cesaban, el registro de minas de manganeso tomó nuevo incremento con gran provecho para la provincia.

No fué menor la cantidad exportada en 1864; pero, sin embargo, no habria sido así si las existencias del mineral arrancado no hubieran en cierto modo obligado á ello, pues de otro modo la exportación hubiera tenido gran baja, porque, paralizada en Inglaterra la importación de algodón á causa de la guerra de los Estados Unidos del Norte de América, la industria de los tejidos, que tanta manganesa consume, sufrió grave contratiempo, el precio de las repetidas menas descendió notablemente, y, en consecuencia, decreció también la actividad de su explotación en nuestra provincia; mas, no bien terminó aquella lucha, los precios de la substancia de que hablamos volvieron á elevarse dando nuevo incremento á aquella misma explotación, hasta el punto de que durante el año 1865 fueron 24292 las toneladas de manganesas que se exportaron, de las cuales salieron con destino á los mercados ingleses 1769, 5591 para Francia, 616 para Bélgica y 400 con destino á Alemania.

En ese mismo año 1865 se descubrieron importantes yacimientos del mineral á que venimos refiriéndonos en el término de Almonaster la Real, aumentándose, por consiguiente, de un modo considerable el número de minas que se trabajaron; con la circunstancia de

que, si bien esas nuevas concesiones distaban más de los puntos de embarque que las que venían disfrutándose, y sus menas no eran tan ricas en grados clorométricos como las de éstas, las facilidades que presentaban para el arranque compensaban esas desventajas.

En esas buenas condiciones entra el año 1866, que fué uno de los en que, á causa de aumentar más y más las cantidades pedidas desde el extranjero, mayor actividad se desplegó en el arranque, de tal modo que, además de proporcionar las 51571 toneladas que durante el mismo se enviaron á los mercados, quedó un gran remanente que contribuyó á la mayor exportación del año siguiente, en el cual esa alcanzó la cifra de 41050 toneladas, que es la mayor anual que se registra en todo el periodo abarcado por la explotación de las manganesas en el país. Hay que advertir, sin embargo, que el incremento en la producción durante los dos años 1866 y 1867 acaso no se hubiera alcanzado si no hubiera concurrido para el efecto la circunstancia de haber sido mayor el número de minas que se laborearon, pues ya en esa fecha iba dificultándose y haciéndose más costosa, en las concedidas con anterioridad, la explotación de que eran objeto, en la cual no se atendió á otras reglas que á las de arrancar mucho, pronto y económicamente, sin cuidarse para nada de lo que más adelante pudiera ocurrir. Además de esta circunstancia, contribuyó también al mismo resultado la de que los consumidores que, sacando partido de la gran oferta ocurrida cuando las menas de Huelva invadieron los mercados, se mostraron tan exigentes que sólo aceptaban minerales que contaran de 70° clorométricos para arriba, admitieron en esos últimos años menas de menor riqueza en oxígeno; de modo que, si efectivamente las cantidades de ellas transportadas durante los mismos excedieron á las vendidas en los precedentes, no aumentó en igual razón la cantidad del metaloide citado que esas mismas menas contenían.

Pero, llegado el año 1868, las fábricas de productos químicos de Inglaterra, que siempre han sido las que mayores cantidades de manganesa han consumido, con gran exceso respecto á las de Francia, Bélgica y Alemania, á las que también se llevaba aquel produc-

to, bajaron el precio de éste á 151 pesetas la tonelada del que contuviera 70° clorométricos, precio que todavía descendió más en los dos años inmediatos, hasta llegar á 118 pesetas en los puntos de consumo; y en consecuencia muchas minas disminuyeron ó pararon del todo sus trabajos, no siendo pocas las que definitivamente se abandonaron, prescindiendo de las que ya se podían considerar como agotadas, porque realmente lo estuvieran ó porque su disfrute hubiese llegado á ser demasiado costoso, y el movimiento, en las oficinas del Estado, de expedientes de concesiones mineras sobre la misma substancia descendió de tal modo que sólo se tramitaron una mitad de los que en años anteriores habían estado en curso. Claro es, pues, que la exportación debió disminuir considerablemente, y si esto no se verificó en proporción á lo que la actividad en la explotación había cedido, puesto que en 1870 se exportaron 17102 toneladas, 20646 en 1869, y nada menos que 54506 en 1868, ó sea en este año una cantidad todavía mayor que la correspondiente al 1866, ese hecho, contradictorio al primer golpe de vista, se explica satisfactoriamente por el de que, por regla general, los contratos que los comisionistas hacían con los explotadores abarcaban un período más ó menos largo, y de ninguna manera la mena que se exportaba cada año se había arrancado precisamente en él, sino que iban quedando existencias para los sucesivos.

Otra vez aumentan los pedidos en 1871 y sube el precio de las manganesas hasta 167,50 pesetas las de 70° clorométricos, al pie de las fábricas consumidoras; en Huelva, varios de los contratos con los concesionarios mineros se hacen con la obligación de comprarles los productos admisibles que obtengan hasta el año 1874, y, por consiguiente, nuevamente se reanima el disfrute de esa materia y de nuevo se registran también muchas de las minas que ya se habían abandonado. Pero desgraciadamente las condiciones de los criaderos manganesíferos en explotación habían cambiado mucho y no era posible arrancar de ellos las cantidades que se demandaban: entonces se recurrió, como gran remedio, á aprovechar lo que antes se había abandonado en los vaciaderos, porque su clasificación exigía cierto

gasto, y reunidas las manganesas de una y otra procedencia pudieron exportarse 24297 toneladas durante el mismo año 1871 y 27055 en el 1872.

Mientras tanto, muchas minas se agotaron, demostrando que los criaderos de manganeso de la provincia no profundizan hasta grandes honduras; otras se consideraron como agotadas, no porque en el riguroso sentido de la palabra lo estuvieran realmente, puesto que todavía quedaban en ellas porciones más ó menos considerables de la mena, sino porque el arranque de ésta resultaba demasíadamente costoso, y así fué que, durante el año 1875, únicamente se laborearon 52 concesiones, ó sea la mitad que en el precedente.

En ese año sólo exportaron 15540 toneladas; pero las producidas por el arranque y por la preparación mecánica establecida sobre los grandes vaciaderos debieron ser muchas más, que quedaron almacenadas, puesto que, no habiéndose arrancado durante el año 1874 más que 8765 toneladas, la exportación en el mismo ascendió á 25588.

En esa fecha, establecidas ya en Inglaterra algunas fábricas para la regeneración, por el procedimiento de Weldon, de las manganesas empleadas en la industria, escasearon los pedidos de las de Huelva; los precios que se les asignaba bajaron mucho, al mismo tiempo que la obtención de la materia iba siendo más costosa, y la mayoría de las minas de la provincia, que hasta entonces habían sostenido sus labores con más ó menos ventajas, tuvieron que irlas suspendiendo, resultando de todo que la exportación en cada uno de los años 1875, 1876 y 1877 sólo fuera respectivamente de 15550, 6975 y 7295 toneladas; es decir, en resumen, que, adoptado el procedimiento de Weldon, nuestras manganesas, á causa del precio bajo que se les asignaba, no pudieron sostener por más tiempo la concurrencia con las procedentes de otras regiones mejor situadas.

Todo indicaba, pues, que había llegado el término fatal de la industria minero-manganesera de la provincia, cuando pudo creerse por un momento, en 1878, que se le abrían nuevos horizontes que reanimaran las esperanzas perdidas y confortaran la codicia del aba-

tido minero. La fabricación del acero empezó, en efecto, á emplear grandes cantidades de mineral de manganeso, con la circunstancia de que, al contrario de lo que se verificaba en las industrias químicas, exigía que las menas fuesen muy ricas en el metal, aunque la proporción de oxígeno que contuvieran fuese poca; y como precisamente en el territorio de que hablamos existían muchas minas que hasta entonces ó no se habían explotado porque sus minerales eran muy pobres en grados clorométricos, ó si se hizo sólo fué en escala muy reducida, resultaba que se disponía de una porción de criaderos vírgenes, por decirlo así, y en condiciones sumamente favorables para un arranque abundante y poco costoso. Nada tuvo por lo tanto de extraño que durante el mencionado año 1878 la exportación de las menas de manganeso ascendiera á 36475 toneladas, habiéndose enviado cargamentos con una ley en el metal que se elevaba á la del 55 por 100 (1); pero esta nueva faz de la explotación en Huelva duró poco: los metalurgistas opusieron dificultades á la compra de la materia que se les remitía, fundados en que contenía demasiada sílice y fósforo, y sobre todo en que su costo resultaba demasiado alto para poderla emplear en la siderurgia, cuyos productos iban depreciándose á causa de la gran concurrencia de los mismos, y de ahí que al año inmediato la exportación de las menas manganosíferas de nuestra provincia sólo fuera de 4750 toneladas, y que pueda decirse que desde 1880, último en que aquélla fué de importancia (27572 toneladas), todas las minas que la proporcionaban se hallan inactivas, puesto que desde esa fecha sólo de tarde en tarde se expide al extranjero alguna partida aislada, procedente por lo regular de las anteriores explotaciones, y á precios que apenas compensan los gastos de transporte. En Francia, por ejemplo, sólo se pagaba á 1,80 pesetas la unidad de metal á principios de 1884.

En resumen, las cantidades de menas de manganeso exportadas en los veinticinco años comprendidos desde el 1859, en que empezó la

(1) El precio por unidad de metal fué al principio de 2,50 pesetas, lo cual equivale á decir que el valor de una tonelada cuya ley fuese de 50 por 100, por ejemplo, sería de 125 pesetas.

explotación de dicha substancia, hasta el 1885, fueron las siguientes:

AÑOS.	Toneladas.
1859.....	27398
1860.....	4102
1861.....	6400
1862.....	48266
1863.....	20690
1864.....	24292
1865.....	31374
1866.....	44050
1867.....	35306
1868.....	20646
1869.....	17102
1870.....	24297
1871.....	27055
1872.....	15519
1873.....	25588
1874.....	13350
1875.....	6973
1876.....	7295
1877.....	36475
1878.....	4750
1879.....	27572
1880.....	4823
1881.....	»
1882.....	4020
1883.....	
TOTAL.....	441344

No ha de creerse, á pesar de todo, que la paralización de las minas de manganeso de Huelva, desde el año 1881, proceda de que ya aquella substancia no se emplee ó de que su consumo haya disminuido en escala considerable, pues si bien el procedimiento de Weldon la economiza efectivamente en muchas fábricas de productos químicos, no por eso dejan éstas de necesitarla, y el gasto que de la misma continúa haciendo la siderurgia compensa aquella diferencia: lo acaecido es que se han descubierto en otros países grandes criaderos que permiten una explotación muy económica, y que, transportándose la mena en buques que la llevan como lastre, se ofrece ésta en los mercados á precios tan reducidos, que los yacimientos de nuestra provincia, que abastecieron en algunos años el total consumo de Europa y en otros las dos terceras partes ó la mitad del mismo, ya no pueden de ninguna manera competir con aquéllos. Portugal fué

uno de los países que más concurrencia hicieron á las manganesas de Huelva cuando, haciéndose ya costosa la explotación de éstas, allí las hallaron en abundancia y en condiciones muy favorables para su transporte, y, sin embargo, tampoco, al muy poco tiempo, pudieron las de ese reino competir con las procedentes del Cáucaso y de otras regiones.

La estadística demuestra esos asertos, y al efecto examinemos desde luego el cuadro siguiente del

Consumo de manganesas el año de 1881.

PROCEDENCIA.	SU DESTINO.				TOTAL.
	Inglaterra.	Francia.	Bélgica.	Alemania.	
Provincia de Huelva.	17351	300	140	9781	27572
Norte de España.	»	»	»	1354	1354
Portugal.	3643	1215	»	1974	5832
Suecia.	10	»	»	162	172
Asia Menor.	300	340	»	15	625
Cáucaso.	1000	50	»	»	1050
Nueva Zelanda.	499	424	338	821	2082
Canadá.	44	325	»	1132	1501
Estados Unidos.	3282	66	81	803	4232
Cabo de Buena Esperanza.	125	36	24	20	205
América del Sur.	20	»	»	»	20
(?)	738	»	»	»	738
SUMA.	27012	2726	583	46062	46383

En ese cuadro se observa que Huelva remitió casi las dos terceras partes del total de minerales de manganesa y que, después de España, Portugal fué el país que contribuyó con mayor contingente del producto; y que, aun cuando aquel consumo disminuyó algo en el año 1881, esa baja no estuvo en relación con la que experimentó la exportación española, lo demuestran las cifras de la importación durante el mismo á los mercados extranjeros, que fueron las siguientes:

De España.	6569 toneladas(1).
Portugal.	8897 »
Suecia.	255 »
Austria.	1130 »
Turquia.	507 »
Cáucaso.	8910 »
América.	5818 »
Nueva Zelanda.	2180 »
Otras procedencias.	428 »
TOTAL.	<u>34694</u> »

El año 1882 nada se exportó de Huelva, y, sin embargo, ciñéndonos nada más que á las cantidades que adquirieron en Marsella las fábricas siderúrgicas, aquéllas fueron las que siguen:

De Italia.	145 toneladas.
Austria.	469 »
Portugal.	485 »
Turquia.	393 »
Malta.	70 »
Cáucaso.	8091 »
TOTAL.	<u>9653</u> »

Finalmente, sólo fueron, como queda dicho, 4020 toneladas las que de las menas que consideramos se exportaron de Huelva el año 1885, y, sin embargo, la importación en ese año fué la siguiente:

En Inglaterra { para productos químicos.	5694 toneladas.
{ para la siderurgia.	20565 »
Alemania; para la siderurgia.	4750 »
Marsella; para id. id.	8000 »
Alemania, Bélgica y Francia; para productos químicos.	<u>2600</u> »
TOTAL.	<u>38609</u> »

Difícil ha de ser, como más adelante deduciremos, que la explotación de las menas de manganeso vuelva á reanimarse en nuestra provincia, y esto es tanto más sensible cuanto que en aquella explotación, mientras duró, encontraron su bienestar una multitud de los moradores del territorio: no sólo, en efecto, los hombres se ocupaban en el arranque de las menas y otros ejercicios que exigían ener-

(1) De ellas, 4826 procedieron de Huelva.

gía, sino que las mujeres y los niños se empleaban en la clasificación y otras faenas adecuadas á su fuerza muscular; y no sólo los arrieros de oficio se dedicaban de continuo á los transportes, sino que lo mismo hacían cuantos labradores disponían de bestias de carga, cuando se lo permitían las atenciones agrícolas. Baste decir, para poner á la vista la riqueza importada á la provincia en los veinticinco años á que nos hemos referido, que, pudiendo admitirse, sin temor de incurrir en exageración, que la exportación de las menas de que hablamos no bajaría, en todo ese periodo, de 500000 toneladas, por más que no llegue á esta cifra la que resulta de los datos estadísticos más arriba estampados, y pudiendo también suponerse que cada una de esas toneladas dejaría por todos conceptos, con inclusión de las utilidades reportadas á los dueños de las concesiones y de las de los especuladores, que en su mayor parte permanecían en el país, un producto que no se separaría mucho del de 80 pesetas, la riqueza dicha ascendería próximamente á 40 millones de esa moneda.

SITUACIÓN Y CIRCUNSTANCIAS GENERALES DE LOS CRIADEROS.

La mayor parte de las minas de manganeso de la provincia de Huelva se agrupan en la misma zona central en que se hallan las masas de piritas ferro-cobrizas, ofreciéndose además algunos yacimientos de aquella substancia hacia el sur de la porción occidental de esa zona.

La cuenca hidrográfica del río Odiel en la región de la serranía aparece materialmente acribillada de criaderos de manganeso en muchos parajes de los términos de Villanueva de Los Castillejos, Cabezas Rubias, Villanueva de Las Cruces, El Alosno, Almonaster, El Cerro, Calañas, Valverde del Camino, Zalamea, Aracena y Campofrío, formando á veces agrupaciones muy importantes, de algunas de las cuales hablaremos más adelante; y no escaseando tampoco al oeste de esa cuenca en porciones de los mismos términos de Villanueva de Los Castillejos y Cabezas Rubias, ya citados, correspondientes á la del Guadiana, así como en los de San Bartolomé de La

Torre, El Almendro y El Granado, en cuyo último se halla uno de los grupos más interesantes de la provincia, son ya bastante raros en el territorio de Sanlúcar del Guadiana, donde se ofrecen los más meridionales de todos los conocidos hasta ahora. Asimismo, se hallan algunos criaderos de manganeso en la cuenca del río Tinto, en términos de Campofrío, La Granada y Nerva, y más al sudeste en los campos de Niebla y de La Palma; pero estos últimos son, en general, de muy poca importancia.

Puede juzgarse de la distribución de los yacimientos de que hablamos examinando la lámina 41, ó también considerando que las 500 concesiones que existían á principios del año 1870 (no todas ellas en actividad), en cuya fecha ya se conocían todos ó casi la totalidad de los de la provincia, se repartían del modo siguiente:

	Concesiones
En término de Paymogo.....	1
— El Granado.....	17
— Sanlúcar del Guadiana.....	2
— La Puebla de Guzmán.....	24
— El Almendro.....	13
— Villanueva de Los Castillejos....	17
— Cabezas Rubias.....	2
— Villanueva de Las Cruces.....	7
— El Alosno.....	29
— Almonaster.....	24
— El Cerro.....	11
— Calañas.....	13
— Zalamea y Nerva.....	55
— Valverde del Camino.....	24
— Aracena.....	1
— Campofrío.....	3
— La Granada.....	2
	300

Estos criaderos se ofrecen unas veces enclavados en el tramo del Culm y otras en el Siluriano superior; pero, lo mismo que se observa en los de Nassau, en Alemania, las rocas que les forman la caja son siempre pizarras más ó menos metamorfoseadas, destacando, por regla general, al contacto ó á la inmediación de los mismos yacimientos, asomos de rocas hipogénicas, cuya presencia parece en íntima relación con la de las menas manganosas y con la metamorfosis de las pizarras que las comprenden. Esa metamorfosis se halla

tan avanzada en los sitios de los criaderos, que casi constantemente las pizarras pasan en ellos á constituir verdaderos jaspes rojos, con la particularidad de que, si en algunos parajes puede apreciarse el tránsito gradual desde las pizarras normales, simplemente teñidas por los óxidos de hierro, hasta el límite de la transformación, tránsito que demuestra las sucesivas modificaciones de aquellas rocas, es más general que el cambio aparezca brusco, aun cuando siempre con interposición entre las pizarras y los jaspes de algunas capas de arcilla blanca ó roja, á veces verdosa si, por hallarse á la inmediación asomos diabásicos ó porfídicos, contiene productos cloriticos.

Resulta, pues, que ya, según es lo más común, formen las menas de manganeso capas ó bolsas, que profundizan más ó menos entre las pizarras y los jaspes, ya se limiten, lo cual es también frecuente, á rellenar ó tapizar las grietas y oquedades de mayores ó menores dimensiones abiertas en los últimos, es regla general que éstos sean un verdadero acompañante de aquellas menas; siendo realmente excepcionales los casos en que, faltando los jaspes, los reemplazan unas porcelanitas que acusan menor grado de transformación en las pizarras.

Esa circunstancia de acompañar con constancia los jaspes á las manganesas facilita mucho la indagación de los puntos en que éstas se hallen, porque, siendo aquéllos duros y resistentes á la desagregación por las influencias atmosféricas, sobresalen en el suelo de entre las demás rocas, formando crestas, que á veces simulan grandes peñascales, los cuales se divisan desde grandes distancias.

Pero si es regla general, en la comarca metalífera de que hablamos, el que donde hay minerales de manganeso se hallen jaspes, ya no se verifica la recíproca, es decir que no siempre donde hay jaspes se ofrecen aquellas menas; y como, por consiguiente, importa señalar los caracteres que indiquen cuándo esas rocas son ó no manganesíferas, con tanto más motivo cuanto que las condiciones de yacimiento aparecen idénticas en los dos casos, indicaremos que en el primero la masa de los jaspes aparece en sus asomos no sólo corroida y hendida por numerosas grietas que facilitan su arranque, sino

más ó menos sembrada de manchas, geodas y venillas de manganesa ó de arcillas ferruginosas, que deslucen la belleza de la roca; mientras que en el segundo ésta se ofrece compacta y susceptible de producir hermosos trozos de grandes dimensiones, sin pelos ni fisuras.

La observación de las mencionadas manchas y venillas de manganesa ó de arcillas ferruginosas, ya en la misma pasta de los jaspes, ya en su contacto, es de gran interés porque generalmente se acentúan y abundan más á la inmediación de las oquedades de cualquiera forma donde se verificó el depósito de las menas beneficiables, relacionando muchas veces entre sí las que se hallan próximas, como si en conjunto formaran un gran stockwerk, y constituyen, por consiguiente, guías que señalan los parajes en que deben disponerse las labores de investigación para llegar á aquellos depósitos.

Sin que tratemos de reproducir aquí lo que ya hemos expuesto en las páginas 225 y siguientes, respecto á la manera de presentarse las manganesas revistiendo las oquedades ó sopladados de los jaspes, y á la presencia del cuarzo en esas menas, no repetiremos tampoco que la riqueza de las de nuestros criaderos está en razón directa al grado de transformación en que se halla su roca matriz (pág. 250), hasta el punto de que cuando los jaspes se hallan reemplazados por porcelanitas, según sucede en la loma de Pipero (sierra de Tejada), en término de La Palma, aquéllas son tan pobres que no tienen ningún aprovechamiento; pero, aun cuando algo hemos indicado también acerca de la profundidad que alcanzan sus depósitos (pág. 221), hemos de detenernos un poco en este punto.

La favorable circunstancia de hallarse las menas de manganeso unas veces entre los mismos crestones de jaspe que se elevan sobre el suelo y otras en contacto inmediato de la capa de tierra vegetal, hizo que las primeras explotaciones, de verdadera rapiña, muy someras y á cielo abierto, resultaran sumamente económicas, y de ahí el que, como ya hemos dicho, se vendiesen entonces los minerales á precios muy bajos; pero pronto se vió que las bolsas ó depósitos que se ofrecían en la superficie misma del suelo no tenían raíces tan hondas como se creyera, sino que, por el contrario, desaparecían á los

pocos metros de profundidad, ya se hallen comprendidos entre los mismos jaspes, ya separando éstos de las pizarras.

Muchos son, en efecto, los depósitos manganesíferos que no han pasado de la hondura de 10 á 20 metros, y son muy pocos los que, debiendo contarse entre los más importantes, han alcanzado profundidad de 60 á 80 metros, no conociéndose más que uno, el de la mina *Santa Catalina*, en El Granado, en el que se haya arrancado manganesa á 100 metros por bajo del nivel de los crestones, resultando de todo cuanto se ha observado sobre este particular que el límite inferior más general para nuestros criaderos manganosos de cierta importancia oscila alrededor de los 40 metros de hondura.

Pero, cualquiera que sea la que midan los puntos á que lleguen las menas que consideramos, lo más notable es que no sólo son éstas las que desaparecen en ellos, sino que, por regla general, también los jaspes, según se ha comprobado en diversos yacimientos que, por medio de muchas labores, se han reconocido en todos sentidos; con la particularidad de que, si en algunos casos esos mismos jaspes descienden por bajo del límite en que las manganesas se han agotado, sus caracteres se han ido modificando, pasando de cavernosos y manchados por la mena á compactos y puros, de color rojo sanguíneo muy vivo, surcados de vetillas de cuarzo blanco que les dan un aspecto muy bello y á propósito para rocas de ornato. En una palabra, si los jaspes continúan por bajo del límite inferior de las manganesas á que acompañan, van cambiando sus caracteres, y cuando aquéllas han desaparecido aparecen con los que son propios á los que no son manganesíferos, habiendo demostrado la experiencia que cuando llega á verificarse esa transformación, es ya de todo punto inútil continuar investigando el mineral beneficiable á niveles más hondos.

Además, aun cuando á veces continúen los jaspes por bajo de las manganesas, modificándose del modo dicho, no tardan en desaparecer también, terminándose hacia abajo en formas de cuña ó cuchillo, cual, por ejemplo, se ha visto en la mina *Geraldo*, de Valverde del Camino, y en los yacimientos de la Peña Gorda, el Peñasquillo y el

cerro Morante, todos ellos del término de Calañas, en los cuales, si bien los jaspes median en la superficie superior de los crestones un ancho de hasta 50 á 40 metros, desaparecieron á profundidades comprendidas entre los 18 y 50; de modo que, como á nada conduciría multiplicar más los ejemplos, terminaremos asentando que en la provincia de Huelva no sólo son someros los criaderos de manganeso, sino que también los jaspes que los acompañan.

Ocurre también en ocasiones que, al extinguirse las manganesas en profundidad, el jaspe deja su lugar á una roca verde sumamente silicea ó á un verdadero cuarzo compacto y blanco. Así, entre otros casos, se ha visto en las minas *Las Sierpes* y *Santiago*, de Calañas, y las *San Rafael* y *La Isabel*, de El Almendro, con la circunstancia de que nunca las labores practicadas en esa zona cuarzosa han acusado el menor vestigio de aquellas menas.

Finalmente, siquiera sea con poca frecuencia, se ha visto alguna vez que sobre el pendiente de los criaderos de pirita de hierro cobriza se hallan depósitos de manganesa de alguna importancia, cuyo hecho hemos comprobado nosotros mismos en las minas de El Tinto (*Zalamea*), apreciando que las condiciones de dirección é inclinación de las dos clases de mena eran idénticas; y es de recordar con este motivo que en El Granado se empezó la explotación de un criadero de mineral de manganeso que se transformó después en piritoso cobrizo.

Las menas de manganeso de la provincia de Huelva consisten por lo regular, aun cuando en muchos casos predomina la pirolusita y en otros, acaso más frecuentes, la psilomelana ó peróxido baritifero, en diferentes mezclas de esas dos substancias, ó de ellas acompañadas del peróxido hidratado del mismo metal, ó de la acerdesa, ó de estas dos especies, siendo también casi constante que á esas mezclas se asocien cantidades más ó menos importantes, á veces grandes, de óxidos de hierro. En algunos ejemplares los análisis acusan la presencia del azufre y del fósforo, y con más frecuencia la de la barita, sin duda porque entonces entra la psilomelana en la composición de la muestra. El cuarzo y las arcillas ferruginosas constituyen sus prin-

cipales gangas, en proporción ya insignificante, ya, por el contrario, demasiado crecida.

Las comarcas cuyas manganesas son más ricas en oxígeno, hablando en términos generales, son las de El Alosno, Calañas, Valverde del Camino y Zalamea, ó sean las del centro de la gran zona manganesífera de la provincia. Las de Almonaster, El Cerro, La Puebla y El Granada, al norte y á poniente de las primeras, así como las de Campofrío, Nerva, Aracena y La Granada, por el nordeste, suelen ser más pobres en grados clorométricos, es decir, en otros términos, que á partir del centro mencionado, donde los depósitos son más frecuentes y de mejor calidad bajo el punto de vista del oxígeno que contienen, esta riqueza va disminuyendo en la faja que se interna en la provincia de Sevilla, así como en la porción de la zona que penetra en Portugal, por más de que en esta última los yacimientos son bastante numerosos; pero de ningún modo queremos significar con esto que no se hallen en las cuatro comarcas mencionadas en primer término criaderos con menas de análoga ley á las de las otras, pues si en muchas minas de El Alosno, Calañas y Zalamea se han obtenido cantidades importantes de manganesas con 91° clorométricos y hasta con 97°, que corresponden á los minerales más puros y cristalizados, siendo, sin embargo, más frecuentes las de una ley de 70° á 75°, de la cual no han solido pasar las procedentes de los términos de El Cerro y Valverde del Camino, ni de 65° las de El Granada y otros puntos, por todas partes se han ofrecido las de este último tipo; ni ha de creerse tampoco que la abundancia de menas en un criadero dado esté de ninguna manera en razón directa ó inversa con la calidad de las mismas.

El mineral cristalizado es siempre en Huelva el más rico en oxígeno, es decir, que corresponde á la pirolusita; pero, industrialmente considerado, sólo es accidental, puesto que únicamente se presenta en las vetillas que surcan los jaspes, en las geodas abiertas en la misma roca, entre las grietas que aparecen en las variedades compactas y en las concrecionadas, ó cubriendo á veces á estas últimas, y con más rareza á las compactas, á modo de una capita muy delga-

da de barniz. En todos esos casos, los cristales de pirolusita aparecen en agrupaciones de prismas de 4 á 8 caras, sumamente cortos y delgados, siendo por lo general preciso el auxilio de la lente para reconocer que con frecuencia terminan en bisel y para apreciar que no son raras en ellos las maclas ó hemitropias. En todos esos casos están implantados normalmente á los lechos ó superficies en que se ofrecen.

El análisis de una muestra de las más puras, y esencialmente constituida por los cristalitos de que hablamos, dió á los Sres. Sevoz y Breuils, á quienes corresponden también otros que luego transcribiremos, el resultado siguiente (1):

Agua higroscópica.....	4,00		
Peróxido de manganeso.....	97,90	} Manganeso.....	61,899
» de hierro.....	0,50		
Pérdidas.....	0,60		
	100,00		

Esa composición se aproxima mucho á la típica de la pirolusita, cuya fórmula es MnO^2 , y la composición:

Manganeso.....	61,80
Oxígeno.....	35,40
Agua.....	1,50
	98,70

Más frecuentes que los cristales son las masas bacilares y radiadas, ó en agujas unidas unas á otras, en cuyo último caso resultan frágiles y porosas, hasta el punto de afectar estructura de esponja ó escoria; pero las que verdaderamente abundan, son las variedades compactas y las concrecionadas, sin que falten las terrosas.

En las variedades compactas las diferencias son muy grandes, según las localidades de que procedan, y aun entre las de un mismo yacimiento siempre son mucho más ricas en grados clorométricos

(1) *Bulletin de la Société de l'industrie minérale*, tomo IV, 1860 á 1861.

las que se obtienen en las bolsas comprendidas en el espesor de los jaspes que las que se hallan entre éstos y las pizarras.

Realmente las de pirolusita, con poca mezcla de otros óxidos, no son muy frecuentes, y por lo común, cuando se presentan, irradian alrededor de un eje: suelen ser muy duras, á causa de la sílice interpuesta, y dan un polvo de color negro azulado, semimetálico, pero otras veces su textura es de grano muy fino, y entonces manchan mucho los dedos, su dureza, en relación con la densidad, es escasa, y el polvo de brillo más metálico que en las otras.

Una muestra dura, con 4,84 de densidad, analizada por los señores Sevoz y Breuils, dió;

Agua higroscópica.....	0,50		
Pirolusita.....	96,90	{	
		Manganeso.....	61,258
		Oxígeno.....	35,641
			<hr/>
			96,899
Óxido férrico.....	4,00		
Sílice.....	4,00		
Pérdidas.....	0,60		
	<hr/>		
	100,00		

Entre las variedades compactas, hay que hacer especial mención de las que corresponden á la psilomelana. Su color es negro, apenas azulado; el polvo mate un poco pardo, y la fractura concoidea, presentando muy rara vez superficies aterciopeladas. La dureza resulta muy grande por la unión de la sílice con la mena, de manera que rayan fácilmente al vidrio y dan chispas con el eslabón. El aspecto es metaloide. Son las más comunes, y han constituido gran parte de los minerales explotados en diversas minas, pudiendo decirse que en muchas han sido las únicas que se encontraron en abundancia. Las muestras compactas de aspecto metaloide, muy ferríferas y con sílice en mezcla íntima, ó formando granos en la masa, corresponden precisamente á esta variedad que, repetimos, abunda mucho en la mayoría de las minas de El Cerro, La Puebla de Guzmán y Almonaster, y en muchas de Calañas, Zalamea, Nerva, Valverde, El Granado, El Almendro y Campofrío. Las de Cobullos, las de la Cuesta del Perro, las de Las Serpes y la *Santa Catalina* en El Granado,

dieron grandes cantidades. Analizados por los Sres. Sevoz y Breuils diferentes ejemplares, cuya densidad variaba entre 4,08 y 4,10, obtuvieron la composición siguiente:

Agua higroscópica y combinada.....	3,00
Peróxido de manganeso.....	72,90
» de hierro.....	4,00
Sílice.....	9,00
Barita.....	8,60
Pérdidas.....	2,50
	<hr/>
	100,00

Al verificar la disolución en ácido clorohídrico, quedaba un residuo que demostraba la mezcla íntima de jaspe rojo en los ejemplares.

Deben mencionarse también en estas variedades las mezclas de psilomelana y cuarzo blanco ó jaspe rojo, muy abundantes en las minas *Pancho* y *Santiago*, de Calañas, y en las del grupo de Los Postereros, en Zalamea. Constituyen una masa homogénea compuesta generalmente de granos y hojuelas muy silíceas, con la dureza del cuarzo; el polvo de su raya es de color gris más ó menos negruzco, y son tan difíciles de disolver que para conseguirlo es necesaria una porfirización perfecta. Siempre dejan como residuo de la disolución un polvo de cuarzo y jaspe. Á veces estas mezclas constituyen verdaderas brechas con el cuarzo. El análisis siguiente, debido también á los Sres. Sevoz y Breuils, se refiere á muestras de mineral compacto, de grano muy fino y color gris negruzco:

Agua higroscópica y combinada.....	2,40
Peróxido de manganeso.....	29,00
» de hierro.....	1,50
Sílice.....	63,00
Barita.....	3,00
Pérdidas.....	4,40
	<hr/>
	100,00

Otras muestras de minerales compactos, duros, con fractura desigual ó concoidea, con color gris azulado, pobres en grados clorométricos y más ó menos ferríferos, han acusado al análisis resultados muy diversos, como es consiguiente á la variabilidad de las mezclas

que entraban en ellas. Así, por ejemplo, algunos de los minerales de la Cuesta del Perro (El Cerro) han dado:

Pirolusita.....	44,90	{ Manganeseo.....	27,816
Manganeseo.....	62	{ Oxígeno.....	16,183

Es decir, que del total de manganeseo (62 por 100) contenido en ellos, sólo podían entrar á formar pirolusita 27,816 partes, debiendo constituir las demás otros compuestos menos oxigenados.

Pero todavía eran más pobres en manganeseo (metal), y por de contado en grados clorométricos, al paso que más ferríferas, las menas que únicamente pudieron explotarse cuando se destinaban á las fábricas siderúrgicas. Los ensayos de un par de ellas demuestran lo variable de su composición. En una se obtuvo:

Materias insolubles.....	17,450	por 100.
Manganeseo.....	17,300	»
Hierro.....	32,000	»
Azufre.....	0,403	»
Fósforo.....	0,060	»

En otra:

Materias insolubles.....	4,800	por 100.
Manganeseo.....	50,333	»
Hierro.....	6,207	»
Azufre y fósforo.....	0,269	»

Sin embargo, los cargamentos exportados ofrecían una ley media en manganeseo bastante uniforme, según demuestran los datos siguientes, que se refieren á los minerales, de las procedencias que se expresan, embarcados en el puerto de Huelva durante los años 1880, 1881 y 1882:

	Manganeseo.	Silice.
Minerales de La Granada.....	41 por 100.	8 por 100.
— de la mina La Grulla (Almonaster)..	49 »	14 »
— de la mina Joya (Almonaster).....	46 »	16 »
— de Valderreina (Calañas).....	50 »	8 »
— del cerro Juré (El Alosuo).....	44 »	12 »

Las variedades terrosas, menos frecuentes que las compactas, varían aún más que éstas en sus caracteres, siendo muy difícil referirlas á una especie mineralógica determinada. Son, en efecto, una mezcla, en proporciones muy variables, de pirolusita y de peróxido

de manganeseo hidratado, y probablemente también de acerdesa; su dureza, y sobre todo su densidad, oscilan entre límites bastante extensos; su color se inclina de preferencia al negro ó al pardo de chocolate, según que en la mezcla domine la pirolusita ó el peróxido hidratado, y no es raro que, á consecuencia de su estructura porosa, floten hasta que se embeban de agua. Á veces se ofrecen al estado de polvo impalpable, pudiéndose entonces reconocer si ese polvo está constituido por la mezcla de peróxido anhidro y peróxido hidratado en que, expuesto al aire, el primero permanece negro y el segundo toma un color pardo.

Pero de todas las menas de que hablamos las más notables son las concrecionadas, porque, rarisimas en los depósitos que forman el contacto de las pizarras con los jaspes, son las predominantes en las bolsas comprendidas en esos últimos. Á ellas corresponden esa infinidad de figuras en tubos, riñones, estalactitas y bolas de todo género, á las cuales corresponden la generalidad de los minerales más ricos en grados clorométricos. Pocas veces formadas por la pirolusita pura, unas son hidratadas, por estar compuestas de esa especie asociada con la acerdesa, y otras corresponden á la psilomelana, no siendo fácil decidir cuáles son las más abundantes, aun cuando nos inclinamos á creer que las últimas. En éstas la estructura nunca es fibrosa y pocas veces testácea, sino compacta; en las otras, esos tres modos de presentarse son igualmente frecuentes. Cualquiera que sea la especie á que correspondan, su superficie se halla, por lo común, cubierta de una película de color negro brillante aterciopelado de pirolusita, en la que muchas veces se reconocen pequenísimos cristales con el auxilio de la lente, ó ya en esa especie de barniz la misma pirolusita forma pequenísimos glóbulos con bellas irisaciones de colores rojo, azul, amarillo ó verde, de distintos grados de intensidad. Cuando son testáceas ú ofrecen grietas, un polvo muy tenue, negro aterciopelado, del peróxido anhidro, llena esos intersticios ó los que dejan entre sí las capas concéntricas, si no están ocupados por cristaltos de la misma substancia, y, aparte de la silice y de los óxidos de hierro que en más ó menos abundancia se unen íntima-

mente con la mena de manganeso, modificando su dureza, su densidad y aun su coloración propia, suelen también mezclarse tierras arcillosas, en cuyo caso pasan las muestras fácilmente al estado terroso por la acción de las influencias atmosféricas.

Unas muestras concrecionadas-testáceas, de color negro mate, de poca dureza y de densidad 5 á 5,5, dió á los Sres. Sevoz y Breuils el resultado siguiente:

Agua higroscópica.....	4,00		
» combinada.....	9,40		
Peróxido de manganeso.....	84,20	Manganeso.....	33,229
» de hierro.....	1,70	Oxígeno.....	30,970
Silice.....	Indicios.		
Pérdidas.....	0,70		
	<hr/>		
	100,00		

Finalmente, otras de psilomelana en forma de riñones compactos de color gris de acero un poco mate y polvo negro parduzco, con dureza superior á la del espatofluor y densidad que variaba entre 4,15 y 4,22, las cuales muestras son de las más comunes, dieron á los repetidos señores:

Agua higroscópica y combinada.....	4,00
Peróxido de manganeso.....	77,40
» de hierro.....	3,50
Silice.....	3,00
Barita.....	10,40
Pérdidas.....	1,30
	<hr/>
	99,60

DATOS PARCIALES.

Demasiado prolijo sería el ir enumerando ahora y describiendo, á la manera de lo que hemos hecho con los de pirita, todos los criaderos de manganeso de la provincia ⁽¹⁾; y como además habría de amminorar mucho el interés de esas descripciones la relativa exigüidad de los diferentes depósitos, las analogías, por no decir identidad, de

(1) Véase la lámina 41, y mejor todavía nuestra Carta geográfico-minera de la provincia de Huelva, publicada en Sevilla el año 1870.

muchos de ellos, y la circunstancia de que en gran parte se hallan agotados, nos limitaremos á recorrer la zona manganesífera de poniente á levante y, á la vez, de norte á sur, deteniéndonos, cuando así lo creamos oportuno, en algunos detalles, por regla general referentes á las minas de más importancia, que completen las ideas ya expuestas.

Minas de El Granado.

Á muy poco tiempo de haberse descubierto en nuestra provincia las menas de manganeso, en el término de Villanueva de los Castillejos, se investigaron en el de El Granado los criaderos que se llaman de *Santa Catalina* por haberse demarcado sobre ellos la mina de ese mismo nombre y otra que se denominó *Luisa*; y habiéndose comenzado la explotación de este grupo en 1.º de Febrero de 1859, desde cuya fecha hasta la del 29 de Abril del año siguiente se extrajeron del mismo nada menos que 12442 toneladas de mena, continuó después durante otros muchos á la cabeza de la producción en la estadística oficial, pudiendo asegurarse, sin temor de incurrir en exageraciones, que pasan de 100000 las toneladas extraídas de estas concesiones.

Los criaderos de *Santa Catalina* son el mejor ejemplo de grandes lechos de manganesas interpuestas entre los jaspes y, todavía en más abundancia, entre éstos y las pizarras arcillosas del Culm con posidonomias, que son las rocas que les forman la caja. Dichos lechos manganesíferos se extendían, aun cuando con algunas interrupciones, en longitud de más de un kilómetro, conservando siempre la dirección y la inclinación de los estratos que los comprendían, y su espesor era tal, sobre todo en las capas que separaban las pizarras de los jaspes, que permitió el establecimiento de un sistema de laboreo regular y ordenado por medio de galerías longitudinales dispuestas en diversos pisos sucesivos, por las cuales se hacían cómodamente en carretillas los transportes del mineral hasta los pozos de extracción, convenientemente instalados. Ya hemos dicho más arriba que éstas son también las minas donde se han reconocido las man-

ganesas á profundidad mayor, puesto que se han extraído hasta de la de 100 metros por bajo del nivel de los crestones de jaspe.

Fueron, pues, estos yacimientos los más abundantes de todos los de su especie en el territorio onuvense, y además los que se hallaban mejor situados para el transporte de sus productos, pues sólo dista aquel paraje algunos cientos de metros del embarcadero del puerto de La Laja en el Guadiana; debiéndose precisamente á estas favorables circunstancias el que pudieran competir con los de Calañas, Zalamea, El Alosno y Valverde, de menas mucho más puras y ricas en grados clorométricos que las suyas. Éstas rara vez se ofrecían al estado cristalino y no eran tampoco frecuentes las concrecionadas, de modo que predominaban las variedades compactas acompañadas de cuarzo, jaspe y arcillas más ó menos ferruginosas.

Minas de La Puebla de Guzmán.

De todas las de este término la principal fué la denominada *Codiada*, que en 1863 produjo unas 500 toneladas de manganesas con ley media de 70° clorométricos.

Minas de El Almendro.

La calidad de las manganesas y las condiciones de yacimiento en los criaderos del término de El Almendro, son muy semejantes á las observadas en los de Villanueva de Los Castillejos, de que inmediatamente vamos á hablar, aunque se explotaron, sin embargo, algunos, como los de Los Barros de La Membrilla, que fueron mucho más abundantes en mineral que aquéllos con que los comparamos.

La mina *La Isabel*, en el Sauzal, fué también una de las más importantes: situada en suelo bastante llano, los jaspes sobresalian poco del nivel general, y á la profundidad de 22 metros, en que también las menas se agotaron, dejaron su lugar á un cuarzo blanco, el cual acompaña como elemento accesorio á las pizarras de la caja.

Minas de Villanueva de Los Castillejos.

La mayor parte de los depósitos de manganeso de este término se hallan al pie meridional de las sierras que desde la cabecera del mismo se extienden por el este y el oeste, formando una serie discontinua que abarca unos 18 kilómetros de longitud, más al norte de la cual se ofrecen también algunos otros criaderos dispuestos paralelamente á los primeros. Todos ellos se ofrecen á la inmediación de masas hipogénicas; la hondura que alcanzan es poco considerable, y, en general, la ley de grados clorométricos que dan sus menas es bastante baja.

En el cerro de El Obispo, correspondiente á esta comarca, radicó la mina *Segura* que, por ser una de las primeras en que llamaron la atención los minerales de manganeso de la provincia, merece algunas palabras. El depósito ó criadero se indicaba en la superficie del suelo por unos crestones de jaspes rojos, más ó menos cavernosos, que desde luego ponían á la vista diversas venas, manchas y geodas manganesíferas, siendo tales las cantidades de mineral en algunos parajes que, para disfrutarlo, se arrancaron más tarde y se quebrantaron grandes porciones de aquellas crestas. Sin embargo, la parte principal del criadero consistió en un gran lentejón interpuesto entre las pizarras y los jaspes, el cual, sin pasar de unos 12 metros de profundidad, casi asomaba á flor de tierra, por lo que, con gran facilidad y economía, se explotó á cielo abierto. Esta explotación produjo próximamente 5500 toneladas de manganesa, que se exportaron á Francia y originaron la multitud de registros sobre minerales de igual género que sucesivamente se hicieron en la región metalífera de Huelva. En los primeros años únicamente se exportó el mineral más rico en oxígeno, pero después se echó mano de todo lo que había quedado dentro y fuera de las excavaciones y era susceptible de dar productos con 70° clorométricos, poco más ó menos, mediante una clasificación previa.

Minas de Cabezas Rubias y El Cerro.

Los criaderos reconocidos en los territorios de Cabezas Rubias y El Cerro produjeron minerales semejantes á los de los de La Puebla, El Granado y El Almendro, es decir con una ley en grados clorométricos que, en general, no era suficiente en los períodos de depreciación de las manganesas para sufragar los largos transportes que tenían que sufrir, teniendo en consecuencia que suspenderse las explotaciones durante esos períodos; y así sucedió que cuando principalmente se exportaron sus productos fué cuando se demandaron para la siderurgia, remitiéndose entonces minerales de manganeso ferríferos que daban 44 por 100 de aquel metal, para cuya explotación se aprovecharon algunos criaderos importantes que, cual los de la cuesta del Perro en el Cerro, no podían disfrutarse como de menas ricas en oxígeno.

Existió, sin embargo, en el mismo término de El Cerro una mina denominada *La Juana*, que, con alguna otra, hizo excepción á las del territorio á que nos referimos, produciendo, durante el período de doce años, 1500 toneladas anuales, por término medio, de menas con 75° y aun 80° clorométricos en la mayor parte de los cargamentos.

Esa mina estaba situada en un cerrejón á levante de los yacimientos piritosos de Tharsis, después de la faja porfídica que comprende la cumbre de Los Gatos. Allí, arrumbados en el mismo sentido que las pizarras arcillosas que los comprenden y con inclinación hacia el E., se extienden unos crestones de jaspe que ocupan toda la parte alta del cerro, entre los cuales, y más todavía entre los mismos y las pizarras, se ofrecieron diversas bolsas de manganesa. Las intercaladas entre los jaspes y las pizarras, que eran las de mayor volumen, tenían por yacente hacia el sudeste á las primeras de esas rocas y por pendiente las pizarras; pero, considerando el conjunto del yacimiento, puede decirse que éstas, bastante alteradas, encerraban una masa lenticular compuesta de jaspes y manganesas, que

llegaba á la profundidad de 40 metros, en la cual se ha visto en algunos puntos que se extinguen las menas y que los jaspes terminan en cuña.

Los minerales de la concesión *La Juana* no llevaban ninguna ganga y, por consiguiente, su preparación mecánica se reducía á quebrantar los trozos demasiado grandes extraídos de las excavaciones. Aparte de la pirolusita cristalizada, que formaba vetillas en los jaspes ó tapizaba las geodas abiertas en los mismos, las variedades compactas y concrecionadas de esa especie mineralógica fueron las más abundantes en las bolsas ó sopladados hasta la hondura de 50 metros; pero pasada esta profundidad, al paso que los jaspes manifestaban ya su tendencia á terminar en cuña, las manganesas pasaban de compactas y negras ó de gris de acero á terrosas de color de chocolate, perdiendo mucho en grados clorométricos.

Minas de El Alosno.

Entran ya los criaderos manganesíferos del término de El Alosno á formar parte de los que constituyen la porción central y más rica de la zona en que se hallan todos los de la provincia; pero entre aquellos los hay y hubo cuyas menas no eran de las que acusaban mayor contenido de oxígeno. Á pesar de ser muchas las minas de este territorio, nos limitamos á señalar las de la loma de Las Culebras, y las de Risco-Baco y el Curanderillo.

La loma de Las Culebras, al norte de la porfídica de El Madroñal, se extiende paralelamente á ésta, que á su vez se halla á la inmediación septentrional de la de Tharsis, á la cual es también paralela. En la dicha loma de Las Culebras destacan importantes crestones de jaspe rojo sobre los que se demarcaron las minas *Culebrina* y *Virgen del Carmen*, que fueron de las primeras que se concedieron en la comarca y de las pocas en que se empleó fuerza de vapor para el desagüe y extracción; pero las cantidades de mena descubiertas y arrancadas no correspondieron ni con mucho á lo que hacían esperar las apariencias de aquellos jaspes, los cuales eran ya compactos y no

contenían manganesas á los 55 metros de profundidad, siendo reemplazados poco después por una roca verde muy silicea y al parecer metamórfica.

En Risco-Baco, que es un cerro de ancha cima que se eleva á la inmediación septentrional de El Alosno, sobresalen numerosas crestas de un jaspe cavernoso de color rojo sucio bastante obscuro, y ese jaspe está surcado de venas de cuarzo esponjoso y teñido de amarillo por la limonita, mostrando también aquella roca abundantes manchas de manganesas. Como en la generalidad de los criaderos que nos ocupan, las mayores porciones de mena se encontraron en la separación de los jaspes y las pizarras; pero tanto esas, como las que de alguna importancia aparecieron á cierta profundidad entre los mismos jaspes, resultaban por lo general mezcladas de bastante cantidad de cuarzo y de arcillas ferruginosas, que las impurificaban de tal manera, que esa circunstancia, unida á la de que el conjunto de los minerales no resultaba de mucha ley en grados clorométricos, obligó á plantear una prolija preparación mecánica con aparatos movidos por fuerza de vapor; y como al mismo tiempo la explotación de las menas se hizo también con todo el orden que permitía la irregularidad de su yacimiento, resultó de todo que las minas de Risco-Baco figuraron durante muchos años entre las más productivas y de mejores minerales, por lo cual no sólo éstos llamaron justamente la atención en la Exposición de París del año 1867, donde se presentaron clasificados por tamaños y riqueza en oxígeno, sino que nunca desmerecieron en los mercados. Desgraciadamente se extinguieron á los 50 metros de profundidad, en la cual los jaspes cedieron también su lugar á una roca verde silicea semejante á la que hemos citado en las minas de Las Culebras.

Situado á levante de La Lapilla el paraje que llaman Curanderillo, en el cual, á pesar de ser llano, destacan unos potentes crestones de jaspe interestratificados en pizarras arcillosas metamorfoseadas que se inclinan al NE., fué uno de los en que primero se descubrieron manganesas, pues ya el año 1860 se extrajeron de la mina *Nuestra Señora del Pilar*, en él demarcada, 1981 toneladas de mena. Ésta se

halló principalmente formando una bolsa entre los jaspes que ocupaban el yacente, seguidos de unas pizarras tan deleznable que más bien son arcillas cruzadas de numerosas vetillas de cuarzo blanco, la cual se ofreció tan somera que desde luego se explotó por completo á cielo abierto. Á los 25 metros de profundidad se agotaron las menas, y á los jaspes rojos de los crestones substituyó un cuarzo blanco.

Minas de Calañas.

Aunque el foco, por decirlo así, de la producción manganesa de la provincia fué Calañas, tampoco señalaremos aquí más que algunos de los criaderos que en su término se explotaron.

Merecen citarse entre ellos los de la Sepultura del Moro, á poniente de la villa nombrada, sobre los que se demarcaron varias minas, siendo las principales las que se denominaron *Santiago* y *Pancho*. En ese paraje sobresalen, entre las pizarras arcillosas que, en grado muy avanzado de descomposición, forman el suelo, diferentes crestones de jaspe con inclinación al NE. y espesor variable, por bajo de los cuales aparecieron gruesos bancos de manganesas compactas ó terrosas, con algunas raras porciones cristalinas, y ya negras, ya parduzcas, según eran menos ó más ferruginosas, á las que constantemente acompañaban en gran cantidad gangas cuarzosas y arcillosas que, como de ordinario, dificultaban y encarecían su preparación y clasificación mecánica. El jaspe se ofrecía cavernoso y como corroído en el contacto de las manganesas, dando origen en algunos puntos, mediante la asociación con él de los óxidos de hierro y de manganeso, á una especie de brecha; y á veces, como sucedía en la mina *Pancho*, situada en la parte occidental del yacimiento, la pizarra arcillosa de la caja, muy metamorfoseada y surcada en todos sentidos por multitud de vetillas de cuarzo, contiene también manganesa en cierta faja que resulta borrascosa é inaprovechable.—Los minerales de manganeso de la Sepultura del Moro terminaron en cuña á la profundidad escasa en que los jaspes degeneraron en una roca blanquecina muy cuarzosas y completamente estéril, según se vió en cuan-

tos trabajos se practicaron en su espesor en la mina *Santiago*, siendo de creer suceda lo mismo en la colindante *Pancho*, en la que las aguas impidieron ahondar lo suficiente para penetrarla.—Aunque las menas de este yacimiento no alcanzaban la ley en grados clorométricos que las de otros de los alrededores de Calañas, seguramente que se extrajeron del mismo más de 10000 toneladas de ellas, gran parte de las cuales se exportaron al estado de menudos á que hubo que reducir las en la preparación mecánica para limpiarlas de sus gangas.

Levántase cerca de la villa mencionada un cerro que se llama Peñasquillo, sin duda porque en su cima destacaban mucho unos crestones de jaspes rojos, á cuya inmediación oriental siguen otros aislados, y en general más pequeños, arrumbados en el sentido de la dirección de las pizarras que los contienen, que es de O.NO. á E.SE. (V. lámina 59.) Todos ellos se comprendieron en las concesiones mineras denominadas *San Diego* y *San Joaquín*.

El mayor de los crestones del Peñasquillo formaba, con superficie muy irregular, el pendiente de una gran bolsa de manganesas, que después se vió media un ancho de 4 á 6 metros, á la cual cubría, y cuyo yacente lo constituían pizarras arcillosas bastante metamorfoseadas, sobre todo en su coloración, y más terrosas que las normales. Incitando las condiciones del yacimiento á establecer un arranque á cielo abierto, así se emprendió desde luego, dándose comienzo por la parte del sur; pero después siguieron otros trabajos subterráneos, con los cuales se dió vuelta completa al peñón de jaspe, saliendo con ellos á la superficie del suelo por la parte del norte. Agotada esa bolsa, y habiendo resultado de diferentes reconocimientos que los mismos jaspes contenían, en filoncillos y rellenando huecos irregulares, cantidades importantes de la mena, se decidió el quebrantamiento y arranque de aquella mole que, con sus 40 metros de espesor, había quedado casi colgada á consecuencia de las excavaciones practicadas á su contacto; y en efecto, todo se explotó hasta la profundidad de 20 metros en que los jaspes terminaron en forma de cuña (corte *AB* en la lámina citada), sin que las investigaciones que todavía se hicieron en las pizarras que seguían abajo descubrieran otras

substancias. En resumen, el criadero de la cumbre del Peñasquillo fué muy somero y en totalidad no produjo más que unas 9000 toneladas de manganesas. Éstas fueron en general ricas en oxígeno; la variedad compacta con color negro y fractura desigual, á veces concoidea, á cuya masa atravesaban venillas de cuarzo, la más abundante, ofreciéndose la terrosa y parda, con muy escaso acompañamiento de cuarzo, en algunos puntos del contacto de las menas con las pizarras; pero las de ley más alta en grados clorométricos fueron las que yacían entre los jaspes, de manera que aunque en éstos su cantidad era relativamente menor á la de las que llenaban la bolsa dicha y su disfrute mucho más costoso á consecuencia de la dureza de la roca matriz, la calidad del producto compensaba esas desventajas. La presencia del cuarzo en la mayor parte de todas las menas del Peñasquillo dificultó grandemente la preparación mecánica de los menudos; pero, á pesar de todo, siempre se dispusieron los cargamentos del conjunto con una ley media de 75 á 75 grados clorométricos.

En las otras crestas de jaspe situadas á levante de las que acabamos de considerar, se practicaron también algunas labores, hallándose en la más inmediata al Peñasquillo vetas y riñones de manganesa, tan irregularmente dispuestos que fué preciso triturar la roca para obtener el mineral, muy rico por otra parte y más ó menos abundante en cristales, aun cuando con el inconveniente de que le acompañaba gran cantidad de ganga silícea.

Más á levante todavía, en el crestón denominado Peña Gorda (lámina 59), los jaspes apenas penetraban por bajo de la superficie del suelo, y á su contacto las manganesas llenaban á modo de filón, con inclinación al N., 1 á 2 metros de espesor y hondura de sólo 18 á 20, una grieta en las pizarras metamorfoseadas (corte *CD* en la lámina). El mineral era compacto y con menos ganga cuarzosa que en el Peñasquillo.

Resulta, pues, que todos los criaderos comprendidos en las dos mencionadas concesiones eran muy someros, y, agotados por completo, sólo quedan hoy como testigos de su pasada existencia monto-

nes de escombros y tan grandes huecos que han cambiado la topografía del paraje.

En la parte septentrional junto á la misma villa se halla el cerro que llaman El Peñasco, cuya cumbre y parte de las laderas están ocupadas por un macizo lenticular de jaspes interestratificados en pizarras, al cual siguen por levante diversas crestas más pequeñas y aisladas de la dicha roca silicea. Ocupó la porción occidental de ese cerro la concesión de manganeso titulada *Venus* (V. lám. 59), mientras que se asignó la oriental á la colindante *Apolo*, así como los crestones que quedan más al este, fuera de la demarcación de esta última, se abarcaron en otra tercera, colindante también con ella.

Todos esos asomos de jaspe ofrecían manchas, geodas y filoncillos de manganesa; ninguna diferencia esencial podía señalarse en ellos, y, sin embargo, ni en los comprendidos para la mina *Venus*, en la cual se practicaron muchas é importantes labores en distintos puntos y profundidades, ni en los correspondientes á lo más oriental de las tres concesiones mineras, se llegó á encontrar otra cosa que vetas y geodas que efectivamente estaban constituidas por un mineral muy rico, pero cuya cantidad era demasiado exigua para intentar su explotación. En la mina *Apolo*, por el contrario, como si la metalización se hubiera concentrado en ella, las guías manganésíferas, ó mejor las rendijas de los jaspes en que se acomodaban, dirigieron á los mineros al descubrimiento de grandes sopladados ó verdaderas cavernas, cuyas paredes estaban cubiertas, en espesor de algunos metros, de gruesas costras de pirolusita concrecionada-compacta, concrecionada-testácea y concrecionada-fibrosa, á veces cubierta de cristalitos de la misma substancia, que no dejaba de mostrarse también estaláctica; recordando su disposición las caprichosas formas que tanto admiran en los depósitos calcáreos de las grietas calizas, de los cuales variaban esencialmente, dejando aparte su naturaleza, por el color negro mate ó metaloide que les es propio. Generalmente esos sopladados dejaban hacia su centro un hueco suficiente para la entrada del minero (*aa* en el corte *EF* de la lámina), que desde luego emprendía el arranque de las costras, pudiendo asegurarse que en se-

mejantes casos lo más caro de la explotación consistía en la extracción de la mena hasta la superficie. Daremos idea de las dimensiones de esas cavernas, diciendo que para descender al fondo de una de dos, ya agotadas, en que pudimos penetrar, hubo que bajar por dos escalas que en conjunto medían unos 14 metros, siendo después preciso caminar con los candiles en diversos sentidos para lograr ver las descarnadas paredes del jaspe.

Practicáronse también en el contacto de esta roca con las pizarras más ó menos metamorfoseadas de la caja diferentes excavaciones á cielo abierto, tanto por la parte del yacente como por la del pendiente de los jaspes, y con ellas se hallaron casi á flor de tierra y siempre dentro de la circunscripción de la mina *Apolo*, diversos depósitos, muy irregulares en su forma, á veces con la de filón (corte *EF*), de unas manganesas compactas muy poco ferríferas y sólo con alguna mezcla de cuarzo en determinados sitios, que, si no eran tan ricas en grados clorométricos como las procedentes de las bolsas ó sopladados comprendidos en los jaspes, no bajaban generalmente de una ley de 70 de esos grados.

Ha sido, pues, la mina *Apolo* una de las de manganeso más importantes de la comarca: en ella no ha dejado de trabajarse con actividad en un periodo de más de diez y ocho años, produciendo un total de 12000 toneladas de mena, poco más ó menos; y si el deprecio de ésta y el agua acumulada en abundancia en sus excavaciones hicieron que se suspendiera su explotación, quedan todavía en ella minerales ricos á la profundidad de 50 metros alcanzada con las labores, sin que en esa hondura, mucho mayor que á la que llegan los jaspes del Peñasquillo, indiquen los del Peñasco que su extinción se halle inmediata.

Otro criadero muy notable, por sus condiciones especiales y por la gran cantidad de manganesas de alta ley en oxígeno que ha producido, es el de Peñas Campanas, cuyo paraje se halla al sudoeste de la consabida villa. En él los jaspes, arrumbados en el mismo sentido que los del Peñasco y Peñasquillo y separados de éstos por una faja de rocas hipogénicas, dirigida de E. á O., que no se pierde has-

ta la Sepultura del Moro, se levantan en crestas agudas y dentelladas, que desde luego mostraron bolsas más ó menos grandes de mena que se explotaron á cielo abierto. Pero fué lo más notable que, siguiendo hacia el interior la dirección que marcaban unas vetas de arcillas ferruginosas rojas y amarillas, se llegó, á los pocos metros de la superficie del suelo, á una gran gruta, de más de 60 metros de largo, con un ancho muy variable, según los parajes de su sinuosísimo contorno, pero que, por término medio, puede estimarse en 5 metros, y 10 de hondura, más abajo de la cual, á muy poca distancia del fondo de esa cavidad, ó lo que es igual, á 50 metros de la parte superior de los crestones, los jaspes cavernosos y teñidos de negro en cierto espesor, en que aquella se abre, terminan en cuña entre las pizarras. Esa gran oquedad, que nosotros recorrimos cuando ya estaba agotada, se halló rellena de manganesas muy puras y ricas en oxígeno, compactas y concrecionadas, negras ó de color gris de acero, que apenas exigieron otra preparación que el requiebro de los trozos que en el arranque resultaron demasiado grandes.

Entre esos mismos jaspes y las pizarras, por lo general descompuestas, se explotaron también, por otras tantas labores á cielo abierto, que en su mayor parte se hundieron inmediatamente, una porción de bolsas irregulares de manganesas que, aun cuando todavía de buena calidad, no acusaban tantos grados clorométricos como las contenidas en las primeras de aquellas rocas.

Á levante de Calañas destaca una loma cuya cumbre está formada de riscos de jaspe que, también con el mismo arrumbamiento de los que en este término llevamos mencionados, se elevan tanto más cuanto que su posición es más oriental, alcanzando la máxima altura los que se denominan Casa de la Reina y El Morante, donde se demarcaron varias minas de manganeso, porque, en efecto, no sólo en ningún otro paraje de la comarca los jaspes, con inclinación al NE. y extendidos en unos dos kilómetros de longitud, aparecen con tanta amplitud, midiendo en muchos puntos más de 100 metros de espesor, en altitud suficiente para que puedan divisarse desde Huelva, sino que mostraban manchas más ó menos abundantes de la me-

na manganesífera, y se sabía además que en los alrededores, y cual si aquellos crestones constituyeran el centro de la producción, otros de amplitud mucho menor habían dado origen á ricas explotaciones.

Sin embargo, todas las esperanzas que semejantes augurios hicieron concebir, quedaron defraudadas: practicadas en diversas ocasiones muchas é importantes labores de investigación, no dejaron de encontrarse en muchos puntos, en el espesor de los mismos jaspes, filoncillos, manchas y geodas de pirolusita, en su mayor parte formada por la aglomeración de menudos cristales; pero su cantidad era demasiado exigua para que hubiera podido sufragar los gastos de su arranque y preparación mecánica, aunque se hubiera tratado de una roca matriz más fácil de excavar que la que la contenía; y aun cuando en la parte occidental de la cumbre, abarcada por la mina *Escipión*, aparecieron porciones algo más abundantes de minerales cristalinos en iguales disposiciones y sobre todo de la variedad compacta que llenaba bolsas pequeñas é irregulares entre los jaspes, que les formaban el pendiente por el norte y las pizarras metamorfoseadas que por el sur constituían el yacente, tampoco eran suficientes para sostener su disfrute, y esto con tanta mayor razón cuanto que las menas cristalinas resultaban tan adheridas á la roca silíceica que se ofrecían, que era preciso triturar ésta para concentrar después la substancia metalífera en cribas de palanca, y á las compactas acompañaba también demasiada ganga de cuarzo y sobre todo de arcilla ferruginosa, muy difícil de separar por el lavado.

El resultado de las investigaciones en El Morante fué, pues, desastroso desde el punto de vista económico é industrial, pero no dejó de tener importancia geológica: aquellas grandes moles de jaspe, al parecer las mayores del territorio á que nos referimos, desaparecen á profundidad pequeña, puesto que una galería, que en sentido transversal á la dirección de las pizarras se practicó en éstas por la parte de levante, demostró que en ese paraje no pasan aquéllos de los 18 metros de hondura.

Otro ejemplo notable de criaderos de manganeso son los que forman el grupo de los de Valderreina, á unos nueve kilómetros al sur

de Calañas. Los jaspes forman en ese paraje un cerro abrupto que se prolonga en declive de O. á E., y en él se demarcaron una porción de concesiones. En la *Virgen de Piedras Albas*, que es la que comprende los crestones mayores y más altos de aquella roca, las manganesas se encontraron principalmente entre esta misma, que, con inclinación al N., formaba el pendiente, y las pizarras. En ella, que ha sido una de las que más productos ha dado (6000 toneladas con 75 á 80 grados clorométricos), se explotó por completo á cielo abierto una bolsa que llegó hasta los 10 metros de hondura, profundidad en la cual, al extinguirse la mena, el jaspe terminó también, reemplazándole una roca verde semejante á la que, en análoga situación, hemos señalado en Risco Baco y la loma de Las Culebras (El Alosno).

Del mismo modo que hemos dicho ocurrió en Peñas Campanas, las vetas de arcillas ferruginosas intercaladas en los jaspes de Valderreina condujeron, como verdaderas guías, al descubrimiento en el espesor de los mismos de oquedades más ó menos grandes llenas de mena explotable.

Minas de Almonaster y Campofrío.

Casi todos los criaderos de manganeso de los términos de Almonaster y Campofrío contienen menas más pobres en oxígeno que los de Calañas y de una preparación mecánica muy costosa, á consecuencia de la gran cantidad de gangas cuarzosas y arcillosas que generalmente las acompañan en íntima mezcla.

Las minas que se agruparon en el paraje llamado La Grulla (á unos cinco kilómetros al sudsudoeste de la aldea El Patrás en término de Almonaster) fueron las más productivas, habiéndose observado que la situada en el extremo occidental del grupo, la cual llevó el mismo nombre del sitio en que radicaban, presentaba manganesas de mejor calidad que las procedentes de la concesión *Joya*, que ocupaba el extremo opuesto ó de levante, cuyos minerales no sólo eran más ferruginosos, sino que á veces la sílice se hallaba en ellos tan íntimamente unida que era muy difícil su separación.

La producción de la mina *La Grulla*, que era la mejor del grupo, excedió en el año 1866 de 5800 toneladas.

Minas de Zalamea.

El territorio perteneciente á Zalamea es uno de los en que mayor número de minas de manganeso se registraron, contándose entre ellas algunas muy importantes, tanto por la abundancia como por la excelente calidad de sus menas. Los jaspes que las acompañan sobresalen del nivel general del suelo en crestones aislados, gruesos y de gran altura, dispuestos en series, por lo regular paralelas, al contacto ó á la inmediación de asomos hipogénicos.

Al norte del criadero de piritas ferro-cobrizas de El Buitrón, se ofrece una de esas series que se extiende desde la margen derecha de la rivera de Los Aldeanos hasta el río Odiel, comprendiendo el paraje denominado La Morita en que se demarcaron nueve minas de manganeso, siendo la más notable de ellas la que tomó el nombre del mismo paraje. Los depósitos del mineral de manganeso consistían en bolsas irregulares intercaladas entre las pizarras y los jaspes, que enviaban á éstos ramillas ó vetas de mena de mejor ley en oxígeno, presentándose también algunas capas ó bancos que alternaban con los de jaspe y que, contrariamente á la regla que hemos dicho ser general, eran los de mena más pobre en grados clorométricos. En la mina *Morita*, cuyos trabajos no pasaron de 10 metros de profundidad, á pesar de ser la más importante del grupo, se presentaron bien patentes esas circunstancias, puesto que, arrumbado en ella el yacimiento manganesífero de O.NO. á E.SE., los minerales de la parte oriental, dispuestos en alternación con los jaspes rojos y compactos, eran muy pobres en oxígeno, aunque ricos en manganeso y hierro, mientras que en el extremo opuesto, en el cual los jaspes cavernosos formaban el yacente del depósito manganesífero y las pizarras el pendiente, los minerales, que eran ya más ricos en grados clorométricos, penetraban á veces en filoncillos de algunos milímetros de grueso de pirolusita cristalizada en el espesor de los jaspes, ó formaban

cerca del contacto geodas tapizadas de cristalitos, rellenando también de concreciones algunos huecos.

En la margen izquierda del barranco de Palancos se halla otra de las mencionadas series de crestones de jaspe, siendo los más notables de éstos los que forman el cerro llamado Castillo de Palancos, sin duda porque efectivamente existió sobre ellos una antigua fortaleza, de la que todavía se conservan restos de un aljibe y otros vestigios.

Dichos crestones, que se divisan desde largas distancias, se extienden de O.NO. á E.SE. en longitud de 157 metros, con ancho máximo de 46 que va disminuyendo en profundidad, donde sin duda alguna terminan en cuña poco más abajo de la hondura máxima de 74 metros, contados desde la cúspide, á que han alcanzado las labores de la mina *El Castillo* allí demarcada; de modo que, á pesar de la magnitud de los afloramientos, los jaspes forman un macizo lenticular comprendido entre pizarras metamorfoseadas. Á poca distancia asoman diabasas, tanto por el norte como por el sur.

La mencionada mina, que desde 1861 ha figurado entre las productivas y que por sí sola ha suministrado más de 15000 toneladas de mena con una ley media de 75° clorométricos, habiéndose extraído grandes cantidades con una ley de más de 80°, ha sido una de las de manganeso que se han laboreado en la provincia con más orden y constancia, y una también de las en que los minerales de la sustancia dicha han alcanzado mayor profundidad.

Como las menas se presentaron casi á flor de tierra interpuestas entre el jaspe que por el sur formaba el pendiente y las pizarras metamorfoseadas que, por el norte, constituían el yacente, la explotación comenzó á cielo abierto, siguiendo la dirección del depósito manganesífero que se extendía, con anchuras variables, á lo largo de los jaspes, ofreciendo con frecuencia masas compactas y sin ganga de cinco á seis metros de espesor; pero la altura excesiva que llegaron á tomar los taludes de la *corta* obligaron más tarde á establecer labores subterráneas y un socavón de desagüe, de todo lo cual da idea el plano y cortes dibujados en la lámina 40.

Todas esas labores se hicieron de preferencia para disfrutar el cria-

dero interpuesto, como hemos dicho, entre las pizarras y el jaspe, el cual formaba una capa irregular constituida principalmente por menas compactas de un color gris de hierro y poca ganga, ricas en oxígeno, que aumentaba en los puntos en que á la masa atravesaban venillas de pirolusita cristalizada; pero no faltaban otras más pobres, terrosas, de color pardo de chocolate, á las que aún empobrecía más el cuarzo y arcillas ferruginosas que las acompañaban, por lo cual se las concentraba sometiéndolas á un lavado en cribas de palanca, despues de clasificadas por tamaños.

En el contacto de los jaspes y en las oquedades de éste era donde, en concreciones de figuras tan variadas como caprichosas, se ofrecían las variedades más ricas en grados clorométricos, no siendo raro que la superficie de las muestras apareciese cubierta de una costra delgada de la pirolusita negra aterciopelada ó brillante, y aun alguna vez con irisaciones de colores vivos; pero en realidad no se hallaron cantidades de consideración en el espesor de los jaspes, ni tampoco se avanzó nunca mucho en las labores que en esa durísima roca se intentaron, por lo cual el laboreo de la misma resultó bastante económico.

DEDUCCIONES.

Resulta de lo expuesto que la importancia de los criaderos de manganeso de la provincia de Huelva, más bien que á la amplitud de cada uno de ellos, se debió á la multiplicidad de los yacimientos, á las circunstancias favorables que para su explotación ofrecieron, á las buenas condiciones de posición respecto á los puntos de embarque de las menas en que muchos de ellos se hallaban situados y á la calidad de esas mismas menas. No todos, sin embargo, reunían estas dos últimas ventajas, y de ahí el que mientras la mina *Santa Catalina*, por ejemplo, debió á su situación junto al Guadiana el desarrollo de los trabajos en ella ejecutados y el haberse podido sostener su explotación aun en los periodos en que se depreciaron las manganesas, los criaderos de Almonaster y otros de la faja septentrional de la zona manganesífera no permitían sino el disfrute de

sus minerales más ricos, por ser los únicos que soportaban los crecidos gastos del transporte.

Que no en todas partes las menas eran de igual calidad, tanto por variaciones en su composición, como porque á veces las gangas cuarzosas y arcillo-ferruginosas que las acompañan son abundantes y de costosa y difícil separación, no hay para qué repetirlo, así como tampoco hemos de insistir en las vicisitudes porque su explotación ha pasado. Ésta, mejor ó peor llevada, agotó por completo los yacimientos más superficiales de minerales ricos en grados clorométricos, y en otros de dimensiones más grandes exportó de preferencia la parte que dejaba más lucro; pero la verdad es que en muchos de esos yacimientos, aparte de las menas relativamente pobres que, abandonadas como escombros, obstruyen las labores y las ruinas causadas en ellas á consecuencia de un disfrute codicioso, quedan todavía por arrancar cantidades importantes. Lo difícil es que llegue día en que sea remunerativo ese arranque y el aprovechamiento, mediante la adecuada preparación mecánica, de aquellos residuos. Para ello sería preciso que, cesando la competencia en los mercados de los minerales de otras procedencias, en los de Inglaterra se pagara por lo menos á 122 pesetas la tonelada, con ley á lo sumo de 68° clorométricos.

CRIADEROS METAMORFOSEADOS.

Comprendemos en esta categoría, según hemos dicho en la página 251, los que, formados de cualquiera manera, deben sus caracteres actuales á transformaciones profundas que en el transcurso del tiempo hayan sufrido sus componentes en el mismo sitio en que se hallan, y en tal concepto son sus mejores ejemplos las porciones que en los yacimientos de las sustancias metalíferas forman el correspondiente *sombrero* ó *montera de hierro*.

En nuestra provincia son frecuentes; pero industrialmente considerados sólo merecen atención los que corresponden á los yacimientos piritosos, y aun entre éstos únicamente han sido objeto de alguna

explotación los de los criaderos de Río-Tinto, Tharsis y Las Herreras de Los Confesonarios, siendo probable que en esas dos últimas localidades ya no vuelva á explotarse más, porque quedaron pocas menas y éstas pobres en hierro.

Según la estadística oficial, las minas de Las Herreras de Los Confesonarios produjeron, en 1887, 40000 toneladas de mena de hierro que se exportaron al extranjero; no sabemos la producción conseguida en Tharsis, y tampoco podemos precisar la procedente de las monteras ferruginosas de los criaderos piritosos *de Salomón* y *de La Cueva del Lago*, en Río-Tinto, porque se exportaron juntamente con la obtenida en el criadero sedimentario de la mesa de Los Pinos de que hablaremos pronto.

Para dar idea de la composición de estas menas, transcribiremos el resultado que dieron varias muestras tomadas de los depósitos de Tharsis. Fué el siguiente:

Agua.....	6,06
Cobre.....	Indicios.
Hierro.....	53,03
Azufre.....	1,40
Oxígeno.....	22,71
Silice.....	16,74
TOTAL.....	<u>99,94</u>

CRIADEROS SEDIMENTARIOS.

Ya sabemos (véase la pág. 255) que entre los depósitos ferruginosos superficiales inmediatos á los criaderos piritosos y formados por sedimentación, de la manera que hemos explicado, únicamente ha ofrecido algún interés el que cubre la mesa de Los Pinos acabada de recordar. Esa planicie, situada en la proximidad meridional de los criaderos de piritas de *Nerva* y *San Dionisio*, presenta una forma alargada de nornoroeste á sudsudeste con longitud de un kilómetro y ancho medio de 150 metros; pero sus contornos son muy irregulares, marcándose en ellos las inflexiones de los barranquillos que afluyen al río Agrio y al barranco de El Valle que limitan el ligero relieve

que le sirve de base, estrechándose por consiguiente considerablemente hacia el punto de unión de esas dos corrientes, al cual ya no llega.

Al formarse el depósito ferruginoso de la mesa repetida, sin duda alcanzó una extensión próximamente seis veces mayor que la en que hoy aparece, puesto que, hallándose, como testigos de la parte que la denudación ha barrido, algunas manchas del mismo en la cumbre del cerro de Las Vacas, situada casi al mismo nivel y á corta distancia á levante de la de Los Pinos, y más lejos y á nivel más bajo en la inmediación del cauce del río Tinto, nada más natural sino suponer que las aguas que arrastraron aquellos materiales se extenderían formando un lago en la hondonada que limitan las alturas que por todas partes rodean al paraje que consideramos; cuya hipótesis se confirma observando que el mismo depósito ferruginoso presenta un ligero declive hacia la vaguada del río Tinto, comenzada por aquellas mismas aguas al procurarse salida. Por otra parte, que los efectos de la denudación han sido enérgicos con posterioridad á la formación del depósito de que hablamos, lo comprueba esa misma vaguada y todavía mejor el profundo barranco por donde corre el río Agrío, el cual lo desgarró dejando en su margen derecha la mesa en que se apoya, y en la izquierda el escueto cerro de Las Vacas, así como el barranco de El Valle que por el oeste y el sur aísla aquella mesa. De estos barrancos nada tiene de particular que el del río Agrío sea mucho más profundo que el de El Valle, pues mientras que éste se abre en pórvido cuarzos, á no ser en su porción meridional, que aprovecha el contacto de esa roca con las pizarras, ahondando, por consiguiente, más en esa parte, aquél únicamente atraviesa pizarras arcillosas. Entre las cumbres de la mesa de Los Pinos ó del cerro de Las Vacas y el fondo del río Agrío se mide un desnivel de 68 metros, de los cuales corresponden 60 á las pizarras.

Los óxidos de hierro de la mesa de Los Pinos, en su mayor parte hidratados, contienen gran cantidad de arcilla y pequeños cantos angulosos de cuarzo amorfo, con los que á veces forman verdaderas brechas, observándose también en algunos ejemplares cristalitas imper-

fectos de cuarzo de origen más reciente que el de las menas. Al depositarse llenaron las desigualdades del suelo en que lo efectuaron, y de ahí que el espesor de la capa que constituyen varíe entre 1 y 15 metros, no quedando, por otra parte, ninguna duda respecto á su modo de formación sedimentaria, porque, como ya hemos dicho en la ocasión á que remitimos más arriba, han conservado algunos de los restos orgánicos que envolvieron con su masa al precipitarse del agua que en disolución ó en suspensión los contenía. Entre esos restos, M. W. Carruthiers pudo reconocer hojas y frutos del *Quercus Ilex*, Linn.; una especie de pino de dos hojas, probablemente el *Pinus Pinea*, Linn.; frutos del *Equisetum arvense*, Linn.; una rama pequeña de una especie de *Erica*; una hoja de un vegetal dicotiledón que no pudo determinar; varias masas ásperas formadas por un musgo indeterminable, y porciones de un insecto coleóptero.

Todos esos organismos, al menos los que han permitido su determinación, son de especies que hoy viven en la localidad; de modo que la formación del depósito en que se hallan no puede remontarse sino á lo sumo á la época Terciaria, siendo lo más probable que la denudación de que hemos hablado ocurriera en la Cuaternaria.

Analizada por M. Phillips en su laboratorio de Londres una muestra de la mena de hierro más pura y compacta de la mesa de Los Pinos, obtuvo la composición siguiente:

Agua higrométrica.....	4,40
» combinada.....	11,85
Silice.....	4,53
Óxido de hierro.....	84,65
Alúmina.....	Indicios.
Ácido fosfórico anhidro.....	0,14
Azufre.....	0,23
	99,80

El resultado de otro análisis practicado por M. Cumenge con muestras de la misma procedencia, fué:

Hierro metálico.....	62,80
Sílice.....	4,00
Alúmina.....	Indicios.
Oxígeno combinado con el hierro....	26,00
Azufre.....	0,15
Fósforo.....	4,008
Pérdida al fuego.....	7,50
	<hr/>
	97,258

El Sr. Cumenge investigó con particular cuidado la presencia del manganeso y la cal en los ejemplares que analizó, pero no halló ni siquiera vestigios de esas substancias.

La actual empresa explotadora de las minas de Río-Tinto remitió á los Estados Unidos del Norte de América varios cargamentos de la mena que venimos considerando, con una ley media en hierro de 40 por 100, siendo las cantidades exportadas las siguientes ⁽¹⁾:

AÑOS.	Toneladas.
1880.....	9105
1881.....	7413
1882.....	14194
1883.....	5506
	<hr/>
TOTAL.....	36218

CRIADEROS DE IMPREGNACIÓN.

Al tratar de los criaderos metalíferos segregados, hemos colocado por distracción entre los de esa categoría el que, denominado de *La Esperanza* (véase pág. 245), se halla á unos 500 metros á levante del piritoso llamado *del Sur*, en el establecimiento minero de Tharsis, á que también corresponde aquél, siendo así que, como allí hemos expuesto, se reduce á la impregnación por mayor ó menor cantidad de substancias cobrizas de un macizo de pizarras arcillosas. Como quiera que sea, esas pizarras, con inclinación general de 75 á 80° al N.

(1) Una pequeña parte de esa exportación consistió en minerales arrancados á los sombreros de hierro de los criaderos de pirita de *La Cueva del Lago* y de *Salomón*.

56° E., y plegadas y fracturadas en diversos sentidos, lo cual quiere decir que han sufrido fuertes acciones dinámicas, presentan caracteres bastantes variables, sobre todo, en lo que respecta á su color y coherencia, resultando que los estratos de colores claros ó blanquinosos son más tiernos que los teñidos de rojo y éstos menos duros que los verdosos, que son siempre los más gruesos. En algunos parajes, principalmente en el talud meridional de un desmante que inmediatamente vamos á señalar, se ven pizarras negras en contacto de otras amarillentas ó rojizas, con las circunstancias de que las superficies de junta de unas á otras están llenas de estriás que acusan resbalamientos y los estratos hendididos por litoclasas, entre las cuales no es raro observar venillas discontinuas de cuarzo blanco.

Rara vez se veían en la superficie del suelo manchas cobrizas en esas pizarras, cuyos caracteres generales aparecían iguales á los de las inmediatas, y únicamente despertaron la atención algunos requemones que, aun cuando bastante someros, destacaban en ellas, los cuales originaron las investigaciones que demostraron que aquellas mismas pizarras se hallan efectivamente desde cierta profundidad y en alguna extensión impregnadas de minerales de cobre.

Esas investigaciones consistieron principalmente en la apertura del socavón que hemos citado en la pág. 589, del cual partieron á uno y otro lado las galerías que se señalan en la mencionada figura 3.ª, y resultando de esas labores, practicadas 9 metros por bajo de la superficie en que las pizarras empiezan á manifestarse cupríferas, que la sección de la zona mineralizada cuenta en aquel nivel 564 metros de longitud y un ancho medio de 97, ó sea una superficie de 55308 metros cuadrados, y deduciéndose además que las pizarras obtenidas en aquellas excavaciones eran susceptibles de buen aprovechamiento, se decidió disfrutarlas á cielo abierto, para lo cual se ejecutó sobre las estériles, que en altura de 12 á 20 metros, según los parajes, las cubrían, el gran desmante que, ocupado por líneas de trazos, se indica en el corte por *EF* representado en la lámina 15.

No sabemos cuál sea la profundidad á que alcance la impregnación cobriza, acerca de lo cual no dejaron de tomarse algunos datos

por sondeos; pero en realidad, conservándose las demás circunstancias que hoy se aprecian en las pizarras metalizadas, no se necesita que aquella llegue á 49 metros contados desde la superficie en que empieza la metalización para asegurar, como se asegura en la Memoria correspondiente al año 1881 leída en Glasgow á los accionistas de la *Tharsis Sulphur and Copper Company Limited*, que en el criadero de La Esperanza existían 50000 toneladas de cobre.

En efecto: aun cuando, como personalmente hemos podido apreciar, la riqueza en cobre de aquellas pizarras es muy variable, ofreciéndose junto á estratos de elevada ley otros muy pobres y hasta completamente estériles, aceptando como buenos los datos que nos ha suministrado el director de aquellos trabajos, M. Alexandre Allan, de los cuales resulta que dispuestas esas pizarras, cuya densidad es de 2,50, en montones al aire libre y regadas durante ocho meses con aguas ferruginosas procedentes del beneficio de las piritas, dieron 0,70 por 100 de cobre puro, deduciremos que para obtener las citadas 50000 toneladas del metal son necesarias 4.285714 de las pizarras, ó sea un volumen de 1.714285 metros cúbicos, el cual, si no varía la superficie de las sucesivas secciones horizontales, sólo exige una profundidad de 48,55 metros.

CRIADEROS DE SEGREGACIÓN.

Todos los de la provincia de Huelva, cualquiera que sea la naturaleza de las menas que contengan, se manifiestan al exterior del suelo por medio de asomos cuarzosos intercalados en las rocas que les forman la caja, los cuales, si bien algunas veces constituyen crestos abruptos de bastante espesor, como sucede en la mina de chalcopirita de Los Gollizos, en término de Alájar, es lo más frecuente que afecten la disposición de filoncillos discontinuos.

Aunque en ocasiones ese cuarzo es compacto, por lo común aparece más ó menos cavernoso y con sus oquedades rellenas por óxidos de hierro, siendo también bastante general que, en uno y otro caso, muestre alguna señal de los minerales que más abajo se encuentran,

tales como manchas de carbonatos de cobre cuando corresponde á criaderos cobrizos, ó pintas de galena ó de estibina si anuncia los de estas menas.

A todo rigor ese mismo cuarzo es el que constituye la esencia de estos criaderos, puesto que, aun cuando las menas no dejan de diseminarse en las rocas de la caja, se reconcentran de preferencia donde el cuarzo forma riñones ó vetas, ocupando los huecos que esta ganga le deja, sin que nunca la metalización de la misma sea grande, de manera que es regla general el haberse de someter los productos de la explotación á un escogido y trituración y concentración mecánicas antes de proceder á su beneficio ó exportación, y muy frecuente asimismo que los criaderos esterilicen en muchos puntos, sin que de sus menas quede otro vestigio que algunas pintas esparcidas en las grietecillas y geodas del cuarzo. Aparte de éste, abundan también como gangas las arcillas ferruginosas.

CRIADEROS DE MENAS DE COBRE.

Se hallan repartidos en la sierra Alta, en la comarca Central de la provincia y en las sierras de Tejada y de Rite.

Criaderos de la sierra Alta.

Muchos son los indicios de criaderos cobrizos que se hallan en la apartada comarca septentrional de nuestra provincia, y tan grande el afán minero en estos últimos tiempos que sólo en los términos de los pueblos de Encinasola, Aroche y Cumbres de San Bartolomé había, en 1.º de Enero de 1884, concedidas 952 pertenencias de minas de cobre con igual número de hectáreas.

Esos indicios, se vean ó no en el suelo los asomos cuarzosos de los criaderos, consisten en labores, por lo regular someras y á cielo abierto, siempre de poquísima importancia, esparcidas en zonas de muchos cientos de metros de longitud, pero con sólo el ancho de 50 centímetros á 5 metros. Esas labores corresponden á una época tan

remota que, al desatrampar algunas, se han recogido entre sus escombros numerosos ejemplares de las herramientas de piedra que se emplearon para ejecutarlas.

Se ha visto en los parajes en que ha podido comprobarse la existencia de menas que éstas consisten en sulfuros de cobre, tales como la chalcopirita, filipsita y chalcosina, las dos últimas con hermosas irisaciones, y óxidos, ofreciéndose también, aunque con más rareza, el metal nativo, y que esas substancias se hallan muy desigual é irregularmente distribuidas entre las gangas cuarzosas y arcillosas que las contienen, es decir que la metalización de éstas varía mucho de unos puntos á otros, al menos en la parte alcanzada por los trabajos modernos. Éstos, sin embargo, han sido hasta ahora tan poco extensos que, á pesar de haberse obtenido muestras con una ley en cobre de hasta 60 por 100, nada puede decirse todavía respecto á la importancia industrial de esos criaderos que, comprendidos unos entre las pizarras silurianas ⁽¹⁾, y otros, en menor número, entre las cambrianas ó las arcáicas, aparecen muy inclinados y arrumbados en direcciones que, según los casos, se aproximan ó desvían más ó menos de la NO. á SE.

La mayor parte de las concesiones sobre criaderos cobrizos de segregación de la sierra Alta se hallan al noroeste de la provincia, hacia los confines con Portugal, donde, aparte de algunas minas aisladas, forman cinco grupos.

Grupo de La Navancha y El Campillo.—Abarca parte del territorio comprendido entre los barrancos de Las Ánimas, de La Dehesilla, Valquemado y El Mojinal, correspondiente á los términos de Cumbres de San Bartolomé y de Encinasola, y consta de cuatro concesiones, de las cuales la titulada *Matilde*, que radica en la cuesta de La Morena, y las *Fortuna* y *Esmeralda*, demarcadas en el paraje denominado La Navancha, han comprendido dentro de sus respectivos

(1) Cuando los criaderos que nos ocupan se hallan entre las pizarras silurianas, sucede que en algunos parajes les forman salvanda unas arcillas negras procedentes de la descomposición de las ampelitas fosilíferas, entre las cuales suelen aparecer concreciones esferoidales de pirita de hierro.

perímetros algunas labores antiguas. Los filadidos, pizarras y grau-wackas silurianas, con algunas capas de ampelitas con graptolitos, forman el suelo de ese territorio, en el cual á las vetillas de cuarzo que, siguiendo la dirección de los estratos y, aunque con menos frecuencia, acomodadas en las litoclasas, forman á modo de una red, acompañan piritas, óxidos y carbonatos de cobre.

Grupo de Los Culeritos.—Demarcado en la Contienda de Moura, abarca la cumbre de su mismo nombre y terrenos inmediatos, en jurisdicciones de Aroche y de Encinasola, y consta de las concesiones *Primera, Segunda, Tercera y Cuarta Contienda*, en todas las cuales se ven vestigios de excavaciones antiguas siguiendo vetas de cuarzo.

Grupo de La Mojosa y El Cuervo.—Situado á la inmediación septentrional del precedente, en terrenos de las mismas jurisdicciones, le forman las concesiones *Sexta, Séptima, Octava y Novena Contienda*. En todas ellas se muestran calicatas y zanjas abiertas en remotísima fecha.

Quinta Contienda.—Por esta concesión, que se halla aislada entre los dos últimos grupos mencionados, pasa el arroyo de La Mojosa, y hacia la parte más occidental de sus pertenencias se ofrecen algunas excavaciones antiguas.

Grupo de la sierra de Santa Maria y El Campillo.—La más septentrional de las concesiones que le forman es la llamada *Santa Maria*, al sur del cual hay demarcadas dos ampliaciones anejas á la misma. Á la inmediación oriental de la segunda de esas ampliaciones se encuentra la mina *Segunda San José*, y al sur las tituladas *San Andrés* ⁽¹⁾ ~~y~~ *Segunda San Andrés*, situadas sobre la margen derecha del río Tortillo, siguiendo á éstas, siempre hacia el sur y colindantes, sobre la misma margen, las llamadas *Centro, San Guillermo* y *El Águila*, y, después de una estrecha faja de terreno franco, la titulada *El Triunfo*, cuya demarcación, así como las de las dos precedentes, está atravesada por el barranco de Las Ánimas. Más á levante se encuentra, en el paraje Valquemado y enfrente de

(1) Dentro del perímetro de esta concesión está la casilla de carabineros de El Hoyo.

la *San Guillermo*, la *San Luis*, demarcada de N. á S., y como colindantes con ella por el este *La Rata* y *La Trinidad*, cuyas mayores longitudes se orientan de O. á E., hallándose esta última al sur de la que le precede, con la que también linda. Casi tocan á los límites meridionales de las concesiones *San Luis* y *La Trinidad* los dos vértices septentrionales de la *San José*, á cuya inmediación oriental se encuentran las colindantes *El Telégrafo* y *Segundo Telégrafo*, y, por fin, á levante é inmediata á esta última se halla *La Macarena*. De todas esas concesiones únicamente se señalan trabajos antiguos en las *Santa Maria*, *Centro*, *El Águila*, *San Luis*, *La Trinidad* y *La Macarena*.

Grupo de Valquemado y Mojinal.—Comprende las concesiones *Rosa*, *Segunda Rosa* y *La Paloma*, enclavadas, lo mismo que la del grupo precedente, en terrenos de Cumbres de San Bartolomé y Encinasola, y de ellas muestran trabajos antiguos la primera y la tercera.

Además de todas las que llevamos nombradas, mencionaremos las concesiones *La Cueva de San Pedro* que, en el paraje de su mismo nombre, junto al río Sillo, mide, de NO. á SE., 1900 metros de longitud, con 100 de anchura en terrenos de Encinasola; *La Cueva de Lapa*, á que también da denominación el paraje en que radica y que contiene una excavación antigua situada entre la rivera Múrtiga y el arroyo Valquemado; las *Décima* y *Undécima Contienda*; *La Frontera* y la *Torrequemada* y su ampliación, donde existen trabajos antiguos, situadas todas estas últimas en territorio de la Contienda de Moura. Otra, llamada también *La Frontera*, que radica en el paraje denominado La Corte de Encinasola, junto á la rivera Múrtiga, tiene dos pozos gemelos al norte de la sierra Madrona; la titulada *La Tremedera*, que se halla en el sitio llamado Las Cumbres, cuenta en el barranco de La Boyera con un criadero de hierro espático con chalcopirita; *El Laurel*, concesión demarcada en el pinar de Valdelosajos, presenta un socavón antiguo en el barranco de La Jara; *La Capitana*, en el Estremoral de Encinasola, tiene un pozo de 14 metros de hondura y otro de 5; y, finalmente, llámase *San Andrés* una mina que, con su ampliación, se halla, al nordeste del repetido Encinasola, en La Fraga de la Loba y el barranco Cadaval.

Podríamos aumentar todavía esa larga lista de concesiones; pero no reportaría utilidad el hacerlo, porque como ningún trabajo se ha emprendido en ellas ni en las citadas, y como los antiguos que en algunas se ofrecen son por lo común someros, y además no permiten un reconocimiento inmediato, nada puede por ahora asegurarse respecto á la importancia industrial que puedan tener las vetas de cuarzo, acompañadas á veces de substancias metalíferas que asoman en el suelo demarcado para todas. Agregaremos, sin embargo, que en la mina *El Diamante*, en el paraje de Los Guijarros, junto á la rivera Múrtiga y término de Encinasola, es donde se encuentran mayor número de labores antiguas consistentes en varios pozos, algunos de los cuales se desatraparon hace pocos años, extrayéndose de ellos porciones de menas limpias de ganga, compuestas de sulfuros y óxidos de cobre que al ensayo dieron 70 por 100 del metal, así como también cierto número de martillos y otros objetos de piedra que demostraban el interés con que ese criadero se miró en la remota fecha á que esos utensilios corresponden.

Asimismo, en la mina *Victoria*, concedida en El Juncal, que es otro paraje inmediato á la misma rivera acabada de mencionar, se desatrapó una excavación abierta sobre un criadero al parecer de composición análoga al de la mina *El Diamante*, hallándose entre los escombros los martillos de piedra y punterolas de hierro de que hemos dado noticia en las páginas 19 y 20.

Debemos por fin indicar que en la sierra de La Castellana, del término de Cumbres de San Bartolomé, aparecen entre las pizarras silurianas, dentro de una faja de las mismas que sólo mide una anchura de 2 á 6 metros y un largo de poco más de 100 en el sentido de la dirección de los estratos, diversas vetas de cuarzo con hierro oligisto de estructura hojosa, las cuales, aun cuando de preferencia siguen la estratificación, se cruzan en algunos puntos formando red. Esas vetas parecen ser ramificaciones hacia la superficie de un filón de cuarzo con chalcopirita, cortado por un socavón antiguo, cuya boca se abre á poca altura de la rivera Múrtiga, allí inmediata; pero como, á pesar de haberse limpiado y ensanchado ese socavón en es-

tos últimos años y haberse tratado en distintas ocasiones de rehabilitar también algunos de los pozos que, practicados en remota fecha, se hallan sobre el mismo yacimiento, todos estos trabajos se han conducido perezosamente y con intermisiones, no se conoce todavía cuál pueda ser la importancia de aquel criadero.

Criaderos de la comarca Central.

No son muchos, que se sepa, los criaderos de la clase que venimos considerando que se hallan en esta parte del territorio onubense, y, por consiguiente, pocas las concesiones modernas que en ella radican; pero no faltan en la misma señales de antiquísimas excavaciones, debiéndose mencionar entre ellas las que se establecieron en un yacimiento situado en Monte Romero, que es uno de los Blancos en término de Almonaster la Real, en los escombros de las cuales se hallaron una porción de herramientas de piedra.

En ese criadero de exiguas dimensiones, y ya agotado por completo en la explotación moderna, el cobre nativo era la mena predominante, y á ésta seguían en importancia los carbonatos de ese metal y la chalcopirita, no teniendo, por consiguiente, nada de extraño que fuera uno de los que más llamaran la atención en los albores de la minería. Servíanle de caja unos pórfidos y mimofiros tan descompuestos que habían pasado al estado terroso, cuya circunstancia hizo que las labores subterráneas de disfrute resultaran muy difíciles y costosas, encontrándose también en ella la razón de que las excavaciones antiguas fueran muy someras, á pesar de la bondadosa calidad de los minerales que proporcionaban, y el criadero consistía en un espacio de la roca porfiróide metamórfica penetrada por el cuarzo y las menas que en ella formaban manchas, nódulos y vetillas.

Según la estadística oficial, este criadero suministró 53 toneladas de mineral durante el año 1876 y 72 toneladas el 1877.

Criaderos de la sierra de Rite.

En la parte occidental de la sierra de Rite, cuyo nombre lleva el terreno quebrado que, entre las riveras de Valverde y de El Manzano, se extiende desde las inmediaciones orientales de Valverde del Camino, por el oeste, hasta la margen derecha ú occidental del río Tinto, por levante, se conocen tres parajes, no muy distantes entre sí, en que aparecen, entre las rocas silurianas que forman el suelo, criaderos segregados de cobre.

Criadero de La Ratera.—Situado á unos 5 kilómetros al nordeste de Valverde del Camino, es el más occidental de todos; se ofrece tan levantado que apenas indica un buzamiento hacia el NE., y su espesor oscila alrededor de 2^m,50. En la parte superior acompañan á la ganga cuarzosa los óxidos de hierro y los carbonatos de cobre verde y azul; pero á estas substancias van reemplazando en profundidad los sulfuros de esos metales, de modo que á la hondura de 25 metros, á que se ha llegado con los trabajos modernos, casi no se encuentra en el cuarzo más que chalcopirita con alguna galena granuda. Sobre este criadero hay practicado un socavón que le sigue en 70 metros de longitud, cuya boca se abre junto á la rivera de Las Mateas.

Criaderos de la loma de El Segunderalejo.—Se hallan á cosa de un kilómetro al nordeste del de La Ratera; y aunque tanto por la disposición de las vetas de cuarzo, unas veces compacto y otras cavernoso, que los anuncian, como por la de los trabajos antiquísimos sobre ellos ejecutados, se deduce que son tres próximamente paralelos, mediando sólo 40 metros de distancia entre los dos más separados, no se han ejecutado todavía en los tiempos modernos excavaciones suficientes para decidir de su importancia, ni se sabe las modificaciones que podrán presentar tanto en longitud como en profundidad. En relación con el más occidental, hay un socavón, llamado *de La Esperanza*, abierto en 60 metros de longitud, con el cual se ha tratado de reconocer también el yacimiento más distante ú oriental; pero

donde sobre todo abundan las labores es en el que ocupa el espacio intermedio, contándose en él, aparte de las modernas y de las antiguas rehabilitadas, más de ocho pozos, también antiguos, reparados sobre una longitud de 150 metros. De los vestigios obtenidos en los vaciaderos y de las muestras procedentes de ese criadero central, se deduce que en la parte superior de estos yacimientos dominaban en la ganga cuarzosa los óxidos de cobre, que más abajo se reemplazaban por la chalcopirita. Algunos ejemplares de esta última mena, tomados en los vaciaderos, dieron hasta 48 por 100 de cobre, sin que se hubieran limpiado bien del cuarzo que los acompañaba, y el término medio de seis ensayos practicados el año 1879 sobre muestras escogidas de la misma substancia, arrancadas en las labores modernas, pasó de 50 por 100 del metal; pero repetimos que no se poseen aún bastantes datos para apreciar el interés industrial de los criaderos en cuestión.

Criaderos del grupo minero San Fernando.—Á 600 metros, poco más ó menos, á levante de los yacimientos últimamente considerados, existe un grupo minero, denominado *San Fernando*, compuesto de siete concesiones que miden una longitud de unos 4500 metros en la dirección de NO. á SE., que es el arrumbamiento en ese paraje de las pizarras silurianas del suelo, ahí muy levantadas. En el espacio que esas concesiones abarcan destacan diversas venas de cuarzo metalífero y óxidos de hierro en tres fajas de 2 á 6 metros de ancho cada una, las cuales, si bien en conjunto afectan la misma dirección general que acaba de expresarse, no puede decirse que sean paralelas, puesto que ya se aproximan hasta juntarse dos de ellas, ya se separan. Los óxidos y carbonatos de hierro y de cobre hacia la superficie del suelo, y á mayor hondura los sulfuros, principalmente la chalcopirita, acompañada á veces de galena granuda, se intercalan con gran irregularidad no sólo en el cuarzo de las mencionadas venas, sino también en las mismas pizarras de las fajas dichas y en las arcillas procedentes de su descomposición, formando en esas gangas con más ó menos frecuencia núcleos aislados ó vetillas discontinuas que, dispuestas en todos sentidos, dibujan un laberinto

semejante á los de los stockwerks. Sobre esos yacimientos existen también labores más ó menos antiguas, entre ellas dos socavones, y parece que á principios del siglo no sólo se debieron arrancar de ellos algunas menas, sino también beneficiarlas en la localidad. Por lo menos, á esa fecha se atribuyen algunas escorias y los restos de las paredes de un horno que se hallaron en aquel paraje.

Criaderos de la sierra de Tejada.

Lleva el nombre de sierra de Tejada la porción de nuestra provincia que, extendiéndose en más de 240 kilómetros cuadrados de superficie, se halla comprendida entre el río Tinto, que la separa de la sierra de Rite y de Los Campos de Niebla, la provincia de Sevilla y las formaciones terciarias de La Campiña. En esa extensión, hoy tan solitaria y cuyo nombre se deriva sin duda de la ciudad romana cuyas ruinas yacen en el valle terciario que se halla al sur de aquella, son innumerables los pozos y calicatas que, con algunas galerías, se abrieron en antigüedad tan remota que, al menos muchas de esas labores, acaso fueran los aborígenes quienes las abrieran, puesto que, lo mismo que hemos recordado hace poco respecto á las de las concesiones *Victoria* y *El Diamante*, en la sierra Alta, se han encontrado en muchas de ellas al tratar de rehabilitarlas, ó en sus inmediaciones, profusión de herramientas de piedra (V. págs. 20 y siguientes).

Situadas esas excavaciones en una comarca despoblada, nada tiene de extraño permanecieran ignoradas; pero en cuanto se emprendieron los trabajos del ferrocarril de Huelva á Sevilla comenzaron sobre ellas los registros que originaron una porción de concesiones, tales como *La Campana Nueva*, *El Esquilón*, *La Fortuna*, *La Juana*, *El Pilángano*, *Nueva Pilángano*, *Esperanza de los Laureles*, *Nuestra Señora de los Dolores*, *San Antonio*, *Santa Ana*, *Espiritu Santo*, *San José*, *Colón*, *Santa Isabel*, *La Purísima Concepción*, *La Santísima Trinidad*, *La Virgen María*, *San Nicolás*, *San Antonio*, *San Javier*, *San Guillermo*, *Esperanza*, *Plotina Pompeya*, *Santa Teresa* y

otras que, todas ellas con labores antiguas é indicaciones de menas de alta ley en cobre, se extienden por el norte desde las inmediaciones de la margen derecha del río Corumbel ⁽¹⁾ hasta el paralelo de El Cazullo, que es una casa situada al sur de Berrocal, á 5 kilómetros escasos de esa villa, junto á la cual casa se halla asimismo un grupo de minas, también con labores antiguas y otras modernas.

Considerable es, pues, el número de criaderos cobrizos existentes en esa comarca, y así resulta que si se marcha hacia el N. por la divisoria del barranco Abadejo, se encuentran, en el corto trayecto de seis kilómetros, por lo menos veinte de aquellos asomos, viéndose siempre junto á los mismos mayor ó menor número de vestigios de labores antiguas. Esos asomos consisten en crestas de cuarzo interestratificadas en las pizarras arcillosas silurianas que forman el suelo, de modo que, como esas pizarras se pliegan afectando direcciones que varían bastante en reducidos espacios, según hemos dicho en la Estratigrafía, y las vetas de cuarzo se acomodan á esas inflexiones, la dirección de éstas, lo mismo que la de aquéllas, es, por término medio, de E. 5° S. á O. 5° N.

Pero esas vetas de cuarzo, al penetrar en profundidad en forma de filones tan fuertemente inclinados hacia el N. que casi aparecen verticales, envían por todos rumbos numerosas venillas discontinuas, y como las menas que los acompañan con irregular repartición se diseminan aún más en cierta zona de las pizarras arcillosas á uno y otro lado de los mismos, ya impregnándolas en mayor ó menor número de puntos, ya aislándose en núcleos de diversos tamaños ó en venillas de diferentes gruesos que ora se interrumpen, ora se cruzan, bien puede decirse que esas zonas son otros tantos stockwerks, á cada uno de los cuales sirve de núcleo un filón cuarzoso. Por lo demás, las menas metalíferas consisten en óxidos de hierro y de cobre y carbonatos de este mismo metal hacia la parte superior de los yacimientos, y en sulfuros de cobre argentíferos á

(1) Pronto veremos que al sur de los criaderos cobrizos de la sierra de Tejada aparecen sobre las dos márgenes del río Corumbel, aun cuando más en la izquierda que en la derecha, diversos yacimientos de menas de plomo.

partir de cierta hondura, sin que, sin embargo, falten en ella los carbonatos y aun los óxidos. Alguna vez acompañan también á los sulfuros de cobre los de plomo y de zinc, pero siempre dominan los primeros en los criaderos á que nos referimos.

Si para entrar en algunos detalles nos detuviéramos ahora un momento en las concesiones que radican entre La Barcita, el barranco Abadejo y La Tallisca, nos encontraríamos con que en una faja del suelo que sólo mide 500 metros de anchura hay indicaciones de ocho yacimientos, todos ellos con labores antiguas, pero de extensión tan variable, á juzgar por sus asomos, que mientras alguno apenas alcanza 250 metros de corrida, otro pasa de 2 kilómetros. En efecto, el más meridional de esos criaderos se extiende en unos 500 metros de longitud; otro, situado entre La Tallisca y el barranco Abadejo, cuenta próximamente 250 metros; el de la mina *Santa Isabel*, que figura entre las concesiones hace poco mencionadas, corre por la umbria de La Barcita en más de 1200 metros; por el promedio de ese paraje asoman tres, uno con 350 metros de largo, otro de mayor longitud, y el tercero, correspondiente á la mina *Colón*, también mencionada más arriba, llega, en sus 300 metros de corrida, al paraje denominado Mancha de los Venados; por la solana de la misma La Barcita se extiende en 900 metros otro de los filones, y, finalmente, el último, con unos 800 metros, se halla en la cumbre de Las Navas.

He aquí ahora algunos ensayos que dan idea de la composición de las menas de estos criaderos.

Las muestras tomadas en el más meridional de esos ocho filones ofrecieron:

Cobre.....	10,00	por 100.
Plomo.....	20,00	
Plata.....	0,145	

Otras, procedentes del filón inmediato á La Tallisca y el barranco Abadejo, acusaron un contenido de:

Cobre.....	14,00	por 100.
Plomo.....	»	
Plata.....	0,08	

Varios ejemplares tomados en el filón de la mina *Santa Isabel* dieron:

Cobre.....	4,500 por 100.
Plata.....	0,012
Zinc.....	10,000
Plomo.....	Indicios.

Junto al respaldo septentrional del criadero de *Santa Isabel* aparece que los estratos de las pizarras arcillosas se hallan penetrados de una mena muy compleja y diferente de la que entra en la composición de ese criadero. Consiste en arseniuros que acusan al ensayo:

Arsénico.....	34,000 por 100.
Cobalto.....	1,300
Níquel.....	0,200
Plata.....	0,003
Cobre.....	Indicios.
Bismuto.....	Indicios.

El criadero de la mina *Colón*, que en su extensión varía de anchura entre las de 0^m,5 y 1^m,50, ha dado muestras con 49 por 100 de cobre y 0,11 de plata.

En la cueva del Monje se halla un filón de cuarzo con malaquita y chalcopirita, cuya riqueza media es de 4 por 100 de cobre en la faja metalizada, que cuenta un metro de espesor. Sobre ese filón, cuya dirección es E. 5° S. á O. 5° N. con inclinación de unos 75° al N. 5° E., hay practicadas algunas excavaciones someras, en los escombros de las cuales se encontraron algunos útiles de piedra.

Finalmente, en la concesión *Espiritu Santo*, situada al oeste-noroeste de la *Santa Isabel*, hay un criadero paralelo al de esa última mina. Su composición es análoga al de la Cueva del Monje, pero contiene además alguna pirita de hierro. Varias muestras han dado al ensayo hasta 24 por 100 de cobre.

Deficientes son todos esos datos para decidir de la importancia de los criaderos cobrizos de la sierra de Tejada, que antiguamente debieron beneficiarse en la localidad, á juzgar de algunas escorias que se ven en ciertos sitios, principalmente junto al barranco Abadejo y la Cueva del Monje, cerca de la cual se ha hallado también, en una labor antigua, un pedazo de ladrillo impregnado de cobre, que sin

duda procedía de un horno de fundición; pero son los únicos que se poseen, porque las escasísimas labores en ellos practicadas se han limitado hasta ahora á la limpia de algunas de las antiguas.

CRIADEROS DE MEZCLAS DE SULFUROS DE HIERRO, PLOMO, PLATA, ZINC Y COBRE.

Todos los criaderos de este género de que se tiene noticia en la provincia radican en la serranía del Andévalo, en los términos de Paymogo, La Puebla de Guzmán y Cabezas Rubias.

Uno de los más interesantes es el que, á poco más de ocho kilómetros al noroeste de La Puebla, en el cerrejón del Tamujoso, sobre la margen izquierda de la rivera Malagón, ha originado un grupo minero compuesto de 52 pertenencias con igual número de hectáreas. Arma en las pizarras silurianas metamorfosadas en porfiroides silíceos de colores claros, en los cuales se aísla el cuarzo en nódulos y venillas discontinuas, y á la inmediación del pendiente del yacimiento que, aun cuando casi vertical, señala inclinación al norte, asoman pórfidos cuarzosos. Las crestas de cuarzo que forman los asomos del criadero se extienden en unos dos kilómetros de longitud, en cuya corrida indican varios pozos y otras excavaciones superficiales, señaladas por hondonadas más ó menos grandes, que ya en época remota se establecieron en él algunas explotaciones.

Desatrampados en época reciente seis de esos pozos antiguos, cuyas profundidades oscilaban entre las de 18 y 24 metros, resultó en los más apartados que el espesor de la zona metalizada era de 1^m,25 á los 18 de hondura, y en todos se demostró que las menas consistían en una mezcla de combinaciones metálicas compuesta de 5 á 5 por 100 de sulfuros de cobre, 18 á 24 de galena y 27 á 52 de blenda, con 12 á 22 onzas de plata en tonelada y algún oro; y efectivamente, ensayadas en Londres diferentes muestras tomadas en diversos parajes del criadero, dieron para el conjunto, como término medio del de todas ellas, el resultado siguiente:

Cobre.....	4	por 100.
Plomo.....	19	
Zinc.....	31	
Plata.....	392	gramos por tonelada.
Oro.....	7	id. id.

Arrendadas las concesiones por la compañía *The Malagon Mines*, establecida en Londres con un capital de 200000 libras esterlinas, se arrancaron por su cuenta y se exportaron el año 1882 unas 500 toneladas del mineral, pero no continuaron después los trabajos.

Cerca de 5 kilómetros al nordeste de ese yacimiento se halla, sobre la margen derecha de la rivera mencionada, otro sobre el cual poseía una mina el mismo concesionario del grupo del Tamujoso, habiéndose verificado en ella alguna explotación hacia el año 1859; pero fué abandonada después y se volvió á registrar con el nombre de *Gloriosa* por su actual propietario. Las menas de ese criadero consisten en piritas ferro-cobrizas, carbonatos de cobre y cobres grises argentíferos.

Un criadero análogo al del cerrejón del Tamujoso se halla á tres kilómetros al sur del barranco Trimpancho, también en el término de La Puebla, y sobre él radica la mina *Duquesa*. Los asomos consisten en crestones de cuarzo blanco compacto y cavernoso, con algún óxido de hierro, y constituyen su caja rocas pizarreñas cristalinas de color pardo ahumado, en cuya masa destacan cristales bien perceptibles de feldespato blanco. La inclinación de esas rocas es tan fuerte al O.SO. que pudiera decirse son verticales.

El criadero consiste en un depósito de cuarzo y arcillas más ó menos ferruginosas, que profundiza á manera de filón con espesor de 2 á 5 metros; habiéndose observado que en la hondura de 50, á que alcanza el reconocimiento practicado por medio de un pozo maestro y diferentes galerías de dirección á uno y otro lado del mismo, existen en el interior de aquel depósito cuarzo-ferruginoso tres masas de forma de almendra dispuestas una tras otra en el sentido de la profundidad. Las que ocupan los tercios superior é inferior de la porción reconocida están compuestas principalmente por asociaciones de los sulfuros de hierro, zinc, plomo, cobre y plata, cuyas

especies mineralógicas no se reparten con uniformidad en ellas, sino que en los ejemplares dominan unas ú otras, según sean los puntos en que se tomen, y la abarcada en el tercio central está formada por la pirita de hierro, en estado más ó menos avanzado de oxidación, acompañada por sulfuro de plata, con exclusión casi absoluta de los de zinc, plomo y cobre, de modo que, aun cuando esa masa central tampoco lleva la plata repartida con uniformidad, resulta por término medio mucho más argentífera que las otras.

Procedentes de este criadero, en el que se hallan diferentes labores antiguas, en general someras y que no pasaron de la superior de las tres masas mencionadas, figuraron unos cuantos grupos de muestras en la Exposición de Minería verificada en Madrid el año 1885, á los cuales acompañaban los resultados de sus correspondientes ensayos, que eran los siguientes:

Grupos de muestras.	Cobre en 100 partes.	Onzas de plata en tonelada de mena.
1	50 á 60	5 á 10
2	35 á 45	
3	8 á 20	20 á 200
4	16 á 29	
5	50	
6	60	
7	43	
8	22	
9	43	1,5
10	3	28

Otro ensayo más completo de diferentes porciones, para apreciar el término medio de la composición de un cargamento exportado á Inglaterra, dió este resultado:

Cobre.....	4,25' por 100.
Plomo.....	18
Zinc.....	23
Azufre.....	35
Plata.....	3,60 gramos en tonelada.

La riqueza de los minerales es, por consiguiente, muy elevada; pero, á pesar de ello, sin duda por dificultades que ofrecen en su tratamiento metalúrgico, no se aceptaron en las fábricas de beneficio y hubo que suspenderse la explotación.

En la misma comarca que la mina *Duquesa* existe la denominada *Fernanda*, demarcada sobre un filón que en la superficie del suelo mostraba algunos trabajos antiguos, y que en parte se ha reconocido por medio de un pozo maestro y una galería subterránea. Las condiciones de yacimiento de ese filón son análogas á las del criadero de aquella otra mina, y análoga también la composición de sus minerales. Muchas muestras, ensayadas por cobre y plata, dieron, como término medio, 10 por 100 del primero de esos metales y 4 onzas del segundo en quintal de mena, y otras acusaron la composición siguiente:

Cobre	25 por 100.
Zinc	27
Plomo.....	46
Plata.....	16 onzas por tonelada de mineral.

Por último, en la mina denominada *Condesa de los Tres Amigos*, situada en el barranco Trimpancho, término de Paymogo, se han reconocido minerales bastante semejantes á los de las minas del crejón del Tamujoso.

CRIADEROS DE MENAS DE PLOMO.

Muchas son las minas que, diseminadas en una gran superficie de la provincia, se han registrado y concedido como de menas de plomo, algunas de ellas en terrenos que atestiguaban labores antiguas; pero puede decirse que realmente en ninguna se ha llegado á establecer en nuestros días trabajos de verdadera importancia.

Entre las que ocupan una posición más occidental en nuestro territorio pueden señalarse las que radican en Los Barros, paraje del término de El Almendro, en que también se han explotado criaderos de manganeso y que se halla unos 10 kilómetros al estenordeste del embarcadero de La Laja en el Guadiana, pero de ellas únicamente mencionamos la titulada *Doncella*. Su criadero se halla entre las calizas y pizarras arcillosas del Culm, á la inmediación de unos asomos porfídicos y dioríticos que se extienden en grandes fajas paralelas á los estratos de aquellas otras rocas. La galena de este cria-

dero, en cuya parte superior se muestra el carbonato de plomo, puro ó mezclado con las rocas de la caja, es generalmente de la que se llama pobre, aunque algunas muestras dan al ensayo de 2 á 5 onzas de plata por quintal métrico. Dicha mena forma nódulos y venas de espesor variable, ó se limita á impregnar las rocas de la caja, en cuyo caso se hace precisa una preparación mecánica bastante complicada para concentrarla convenientemente.

En 1873 se extrajeron, entre menas gruesas y menudas, 500 toneladas que se exportaron por el Guadiana; en 1879 el arranque no llegó á las 70 toneladas en que consistió el de los años 1880 y 1881; y aunque parecía que la explotación iba á tomar incremento, una vez que en 1882 se arrancaron 500 toneladas de mena, lejos de verificarse así, se pararon por completo los trabajos.

Á gran distancia al nordeste, en los términos de La Nava, Galaroza, Fuenteheridos y Aracena, son varios los criaderos de plomo que se conocen. Uno de éstos, situado entre el contacto del granito con las filitas de la orilla derecha del río Caliente, cerca de La Nava, consiste en galena acompañada de carbonato de hierro y de blenda, y, aunque se ha intentado varias veces, su explotación no ha dado resultados satisfactorios. Asimismo, en varios parajes del término de Galaroza y en las fajas de caliza cristalina interestratificadas en las pizarras talcosericíticas arcáicas de Las Urraleras de Fuenteheridos, se encuentran venillas y riñones de galena argentífera; pero la plata se halla tan desigualmente repartida en el mineral de plomo, que los ensayos de éste ya acusan únicamente indicios de aquel metal precioso, ya un contenido de hasta 7 onzas por quintal de mena. Finalmente, la sierra de Los Azores, en término de Aracena, muestra galenas antimoniales muy argentíferas. Los asomos del criadero consisten en arcillas ferruginosas y vetillas de cuarzo interestratificadas en las pizarras talcosericíticas, á lo largo de los cuales se muestran pozos y otros trabajos antiguos y modernos en toda la extensión del yacimiento, que pasa de un kilómetro de longitud. En él, la galena aparece en masas lenticulares pequeñas á muy poca profundidad; pero se hallan tan diseminadas en las pizarras, que

habiéndose intentado su explotación una porción de veces, otras tantas se ha abandonado.

No insistiremos ahora sobre la existencia de la galena en los criaderos de pirita ferro-cobrizo de Río-Tinto, en cuyas masas suele formar venillas de diverso grosor (V. págs. 252, 525, 551 y 542); y limitándonos á indicar que el año 1881 se obtuvieron allí 2765 toneladas de ese producto, indicaremos, para acabar, que el grupo más considerable de concesiones sobre yacimientos plomizos se halla en las márgenes del río Corumbel, en la parte meridional de la sierra de Tejada.

Hemos visto, en efecto, hace poco que en esa sierra se hallan una multitud de criaderos cobrizos que se reparten en el espacio comprendido entre las inmediaciones de la orilla derecha del Corumbel y el paralelo de El Cazullo; pero al sur de esa zona, que pudiéramos llamar cobriza, existe otra, atravesada por el río, la cual se extiende en longitud de unos 6 kilómetros desde la dehesa del Chaparral, donde comienza en término de Escacena hasta Los Campos de Niebla, pasando por territorios de Paterna, Villalva y La Palma, y se distingue por sus yacimientos de galena más ó menos argentífera y, por lo general, acompañada de mayor ó menor cantidad de blenda. Estos criaderos consisten en pequeñas masas aisladas y filoncillos discontinuos de composición muy variable, sobre todo por lo que respecta á la plata que contienen; y aunque sus asomos superficiales consisten en vetas de cuarzo que no sólo siguen, sino que á veces cruzan la estratificación de las pizarras que las contienen, se agrupan en series que siguen la dirección de las capas de esas rocas, que ahí se aproxima mucho á la de E. á O.

Esos yacimientos, así como las concesiones sobre ellos otorgadas, abundan más al sur que al norte del río mencionado, es decir que predominan sobre la margen izquierda del mismo, pudiendo citarse entre ellas *Las Completas*, *La Cabeza*, *La Corona*, *La Cola*, *Santa Gertrudis*, *Isabel la Católica*, *El Chapin*, *Isabelita*, *La Brújula*, *La Florida*, *El Desprecio*, *Nuevo Pedro María*, *Alejandrina*, *El Castillo*, *La Inglesa*, *Casa Blanca*, *Angustias*, *Pepita*, *Nuestra Señora*

del Amparo, *El Olvido* y *El Recuerdo*; pero únicamente se han verificado algunos trabajos en *Las Completas*, situada hacia el extremo occidental del grupo, que ha dado menas con 6 onzas de plata en quintal; en *Las Angustias*, que se halla en el promedio del mismo grupo, y en *Nuestra Señora del Amparo*, que, demarcada cerca del extremo de levante de aquél, ha dado minerales con una ley de hasta 20 onzas de plata en quintal de mena.

CRIADEROS DE MENAS DE ANTIMONIO.

Hasta ahora sólo se han registrado en la provincia minas de antimonio en los campos de San Benito, del término de El Cerro, y en la dehesa de El Aguijón, en el de Calañas.

En el primero de esos parajes radica, á cinco kilómetros al nordeste de las minas de Tharsis, el yacimiento más conocido de los que ahora hablamos, el cual, correspondiente á la mina *Nerón* sobre él concedida, consiste en una faja estrecha y con algunos cientos de metros de largo, que se señala entre las pizarras y grauwackas silurianas, muy dislocadas y levantadas, que la comprenden, porque dentro de ella asoma el cuarzo blanco, compacto ó cavernoso, y acompañado de algún óxido de antimonio, formando nódulos ó vetas que se cruzan en ángulos muy agudos, dibujando á modo de una red, cuyo eje longitudinal se arrumba en dirección que se aproxima á la línea E. á O., que es la de las rocas de la caja.

Grietada esa faja desde la superficie hasta una hondura desconocida, una vez que los trabajos en la mina mencionada, consistentes en varios pozos y algunas galerías de dirección y transversales, no pasan todavía de los 20 metros de profundidad, las hendiduras y oquedades parciales, más ó menos discontinuas y siempre de formas irregulares, se acomodan de preferencia en el sentido de la longitud, ó sea de la dirección de aquélla, en un espesor de la misma que varía de 1 á 5 metros; y como esos huecos ó intersticios están llenos ya de cuarzo, ya de sulfuro de antimonio, que es la mena aprovechable, ya de las dos substancias, en cuyo último caso es frecuente

que sea el cuarzo hialino el que en unión íntima se asocia á la estibina, resulta que la repartición de ésta en el yacimiento es muy irregular, pues ya se limita á constituir venas de diversos gruesos y largos ó concreciones de mayor ó menor tamaño, ya forma bolsas que á veces miden hasta 6 metros cúbicos de volumen, con la circunstancia de que, por regla general, cuanto mayores son las dimensiones de las porciones metalizadas tanto menor es la razón entre la mena y la ganga, lo cual obliga á verificar un requiebro y lavado para concentrar gran parte de los minerales arrancados, que no podrían aprovecharse sin esa preparación. Á ese regla hacen excepción las bolsas de gran volumen.

Contiguas é inmediatas á la mina *Nerón* se hallan las concesiones *Colón*, *San Julián*, *Cervantes*, *La Luz*, *La Potente*, *El Desprecio*, *Amalia*, *Esmeralda*, *Carmencita*, *Lavandera* y *San Benito*, que abarcan un espacio de unos 5 kilómetros de largo en el sentido de E. ó O.; pero nada diremos acerca de ellas porque, aun cuando en la faja del suelo que comprenden se muestran asomos análogos á los del yacimiento de aquella primera concesión, apareciendo desde luego la estibina, lo mismo que sucede en esa, casi á flor de tierra, ningún trabajo formal se ha emprendido que permita juzgar de lo que ocurra en profundidad.

Las condiciones de yacimiento del sulfuro de antimonio en la dehesa de El Aguijón son semejantes á las de los criaderos de los campos de San Benito, prescindiendo de la cantidad relativa de mena que en el término de Calañas parece ser menor, al menos en la porción que se ha reconocido, cuya explotación se abandonó por no considerarla lucrativa.

CRIADEROS DE SUBSTANCIAS PÉTREAS.

OCRES Y ALMAGRAS.

En varios puntos del mediodía de la provincia se hallan, entre el gran depósito cuaternario que cubre esa región, manchas de arcillas suficientemente teñidas por los óxidos de hierro para que puedan aplicarse á la pintura ordinaria, unas como ocre y otras como almagras.

De los aluviones de los alrededores de la capital suelen extraerse ambas sustancias, y al sur de Valverde del Camino, en un paraje que sin duda por esta causa se denomina Las Almagreras, las hay de grano muy fino, así como también se encuentran siguiendo la estrecha y larga zona que desde aquel punto se prolonga en dirección á San Bartolomé y la costa. Ya sabemos además que en los asomos de la mayor parte de los criaderos de pirita ferro-cobrizada se ofrecen arcillas ferruginosas más ó menos semejantes á las de esos otros yacimientos; pero ni á las unas ni á las otras se les da más aplicación que la de embadurnar con ellas las casas de los pueblos.

BARITA.

Existen en la provincia de Huelva algunos filones de contacto, bien determinados, de este mineral; pero generalmente se halla impurificado por limonita, que lo tñe de amarillo parduzco.

En término de San Lúcar del Guadiana hubo una concesión, en el cabezo de Vera Cruz, sobre un filón de espato pesado que sigue la

misma dirección é inclinación de las pizarras arcillosas del Culm, que le sirven de caja; pero únicamente se practicaron algunas calicatas, de las cuales se extrajo una cantidad pequeña del mineral, teñido por óxido de hierro hidratado.

En el cabezo de Doñalouso, del término de Lepe, se registró una mina sobre otro filón de barita semejante al de San Lúcar y, como éste, intercalado entre las pizarras arcillosas del Culm; mas tampoco se practicó sobre él sino una excavación muy irregular á cielo abierto, que se abandonó pronto.

Junto al cementerio de El Alosno asoma la barita en dos puntos, acompañada de pequeña cantidad de galena argentífera. Más bien para aprovechar esta mena, que no la ganga, á pesar de ser ésta más limpia que las de San Lúcar y Lepe, se han registrado concesiones en diferentes fechas y se han practicado excavaciones subterráneas que no hemos conseguido inspeccionar por hallarlas obstruidas y con agua. Por lo tanto, únicamente podemos indicar que, según referencias, esas labores consisten en varias galerías que comunican con los pozos cuyas bocas, aun cuando obturadas, se ven en la superficie del suelo.

AMIANTO Y ASBESTO.

Unas veces en las pizarras de los sistemas antiguos, principalmente en las arcáicas y en las que, más ó menos metamorfoseadas, forman los respaldos de los criaderos piritoso-cobrizos ó las zonas en que asoman las rocas hipogénicas, y otras en estas últimas, el amianto no deja de ser frecuente en el territorio de nuestro estudio; pero sólo excepcionalmente constituye masas de alguna importancia, limitándose por regla general á tapizar oquedades pequeñas ó rellenar más ó menos completamente grietas cuyo ancho, si bien en alguna ocasión alcanza á 2 ó 5 metros, no suele pasar de algunos centímetros.

La variedad fibrosa y blanca, que es mucho más frecuente que la laminar, aun cuando ésta no falta en la provincia, forma tránsitos al asbesto verdoso blanquecino ó de color verde manzana,

que casi constantemente se le asocia, así como es muy común, sobre todo en las grietas de las pizarras, que á esas especies, cuyos filamentos se presentan siempre normales á las superficies de las hendeduras que rellenan en todo ó en parte, acompañe el cuarzo blanco.

Ejemplos de yacimiento en rocas hipogénicas de las substancias de que hablamos son los que se presentan en los crestones de diabasas ú ofitonas de la sierra Pelada, en término de Hinojales, y los filoncillos de sólo algunos centímetros de espesor que surcan las diabasas terrosas de Los Ginebros, en territorio de El Almendro, en los cuales el amianto se presenta tan puro que los campesinos lo extraen para emplearlo como mecha en sus candiles; y de los que pudieran señalarse en las pizarras metamorfoseadas, aparte de los que hemos citado (pág. 464) en el pendiente del criadero piritoso de San Telmo, mencionaremos los siguientes:

Entre las pizarras talcosas arcáicas del término de Alájar aparecen en la aldea Los Calabocinos y en el camino de El Castaño indicios de los minerales que nos ocupan, los cuales han originado dos concesiones mineras en las que no se ha establecido todavía ninguna labor formal; dos minas se han registrado también al sudeste de Hinojales, en el Val de Gonzalo y en el collado del Peruétano, sobre el camino de El Cañaveral de León á Aracena; otras dos se han demarcado en el valle y arroyo de Los Templos, del término de Santa Olalla; y, finalmente, en el cabezo El Escamocho, del territorio de Valverde del Camino, se encuentra el amianto en alguna abundancia, acompañado de cuarzo. En ese sitio se ha concedido una mina; pero, lo mismo que en las otras, no sabemos que se hayan practicado en ella más que algunas calicatas de investigación, á pesar de que el consumo de la substancia á que nos referimos es bastante mayor que antes, en razón á emplearla, de preferencia á cualquiera otra, en las cajas de estopas de las máquinas de vapor.

ESTEATITA.

De entre las rocas que forman el suelo de la plaza de Santa Olla se extrajeron algunas muestras de esteatita blanca ó blanco-amarillenta y fractura astillosa, que dieron motivo á que en el mismo paraje se registrara y concediera una mina, en la cual no se ha establecido ninguna explotación.

JASPES.

Hemos visto más atrás que, á no ser en casos muy excepcionales, los criaderos de manganeso de la provincia se hallan en inmediata relación con jaspes, por lo general cavernosos y manchados por los óxidos de aquel metal, los cuales jaspes forman muchas veces crestones de gran amplitud superficial, aun cuando penetran poco en lo interior del suelo. Seguramente que en algunos de esos crestones pudieran escogerse porciones de buen aprovechamiento para roca de ornato; pero para este objeto son más á propósito los yacimientos de jaspes compactos y rojos independientes de los de manganeso, tales como los que se presentan en varios parajes del término de El Cerro, de El Morante (Calañas), en el cabezo de Los Zorros (Zalamea) y en el de Cobullos (Campofrío).

ALABASTRITES.

Únicamente conocemos esta substancia en término de Alájar, formando el depósito que hemos mencionado en la página 521 del tomo I de esta Memoria.

CALIZAS.

Las mejores de nuestro territorio para la obtención de cal son las que entran á componer el único manchón secundario de la provincia (pág. 548 del tomo I), porque, sobre todo la variedad denominada *parda*, resulta algún tanto hidráulica.

Con la caliza grosera miocena de Niebla se fabrica también cal, así como con las que se ofrecen interestratificadas en las pizarras y grauwackas paleozóicas de La Puebla de Guzmán, El Alosno, Calañas, Valverde del Camino y otras localidades, y lo mismo sucede respecto á las calizas arcáicas de la sierra Alta en las montañas de Aracena, El Cañaveral, etc.

Como piedra de construcción, la de Niebla tiene muy buen empleo en las ordinarias que no deban soportar grandes pesos, y así, por ejemplo, en las obras del puerto de Huelva, se consume alguna en los muros de contención que se establecen en la ría.

En muchos puntos de la sierra Alta existen capas de calizas compactas sacaroideas y cristalinas, susceptibles de dar buenos mármoles de un color blanco más ó menos limpio; y si hasta hace poco no se pensó en darlas esa aplicación, porque á ello se oponía la falta de medios de transporte, una vez establecido el ferrocarril de Zafra á Huelva, se ha abierto ya en término de Fuenteheridos una cantera para la explotación de aquéllas, á la cual, sin duda, seguirán otras. En esa cantera, que se trabaja con bastante actividad, no se hace con los cantos arrancados más preparación que la de desbastarlos dándoles forma prismática, y en ese estado se conducen en carretas hasta la estación de Cortegana, desde donde se llevan por el ferrocarril á una fábrica de aserrado y pulimento que se ha establecido en Piguerrillas (término de la capital).

ARCILLAS COMUNES Y REFRACTARIAS.

Las arcillas comunes abundan en muchos parajes ocupados por el sistema Plioceno; pero son frecuentes en ellas nódulos pequeños de caliza, por lo común debidos á seres organizados, que perjudican la fabricación de tejas y ladrillos á que se destinan, porque no someténdolas á ninguna preparación preliminar, esos nódulos hacen que en la cochura se formen y desprendan mayor ó menor número de caliches. Á pesar de todo, en la capital, Moguer, Palos, Aljaraque y Trigueros se producen tejas y ladrillos de buena calidad, y otras

obras de alfarería como cántaros, atadores, etc.; pero desde luego son mejores los que salen de dos fábricas montadas hace algunos años con arreglo á los adelantos modernos, situadas á cierta distancia de la capital, en los parajes denominados Cardeñas y la Cerca de la Vera abajo.

Para el mismo objeto se aprovechan en los pueblos de las sierras las arcillas que, procedentes de la descomposición de las pizarras y otras rocas, se acumulan en las cañadas ú otros puntos bajos del suelo que éstas forman.

Las arcillas refractarias que se hallan en la provincia son un producto de la descomposición de los pórfidos y euritas, y generalmente se las encuentra á la inmediación de los criaderos de pirita ferro-cobrizas, y á veces formando salvanda en porciones más ó menos considerables de algunos de esos mismos criaderos. En uno y otro caso, son siempre esas arcillas blancas, silíceas y magnesianas; y aun cuando los materiales que con ellas se preparan no pueden competir con los que se importan de Inglaterra, son muy aceptables para ciertos usos. Nosotros mismos hemos hecho fabricar en Río-Tinto con esas tierras ladrillos que dieron muy buen resultado en los hornos para la obtención de la esponja de hierro por el procedimiento de Cossío, y en determinados puntos de los reverberos para el afino del cobre.

APÉNDICE

À LA DESCRIPCION MINERA.

NOTA ACERCA DEL BENEFICIO DE LAS PIRITAS EN LA PROVINCIA DE HUELVA.

En la provincia cuyo estudio geológico y minero hemos expuesto, únicamente son objeto de beneficio una parte de las piritas ferro-cobrizas que en su territorio se explotan, de las cuales sólo se ha aprovechado hasta hace poco el cobre que contienen. No entra en el programa que nos trazamos al empezar la redacción de esta Memoria una descripción detallada de los procedimientos metalúrgicos que en la misma provincia se emplean para beneficiar aquellas menas; pero no creemos esté aquí fuera de lugar un compendio de esos procedimientos, con indicación de los inconvenientes que presenta el que se halla más extendido y de los medios que se han propuesto para minorarlos; y al efecto, recordaremos desde luego que en la Introducción á nuestra Descripción minera hemos resumido en un cuadro (V. pág. 14) la serie de operaciones y productos que se obtienen con las piritas, según que someten al beneficio del cobre por la vía seca, en la actualidad excepcional en la comarca, ó por la vía húmeda.

Entraremos, pues, en materia, aun cuando repitiendo antes, puesto que también lo hemos dicho en la mencionada Introducción, que en las menas arraucadas de los criaderos se hace por lo general, al menos en los establecimientos más importantes, un apartado, destinando á la exportación las que contienen por lo menos del 2 al 5 por

100 de cobrè, y dejando para el beneficio en la localidad, por vía húmeda, las de ley más baja en el metal, y que en Río-Tinto, pero sólo en este punto, se separan además, para obtener matas por fundición directa, las que contienen 6 ó más por 100 de cobre y ganga cuarzoza; á lo cual agregaremos que desde fecha muy reciente, hallándose en prensa este trabajo, se destina en ese mismo establecimiento una parte del mineral rico y sin cuarzo á una calcinación en hornos unidos á los aparatos conducentes á la fabricación de ácido sulfúrico.

BENEFICIO POR VÍA HÚMEDA.

Los escoriales antiguos que, como ya hemos dicho en otra parte, se hallan á la inmediación de casi todas las minas de alguna importancia de la provincia, demuestran palmariamente que los fenicios y romanos obtenían el cobre contenido en las piritas mediante la fundición de las mismas, ó sea por vía seca ⁽¹⁾, y es seguro también que ese mismo procedimiento metalúrgico se aplicó exclusivamente en Río-Tinto al restablecerse la explotación de sus criaderos á mediados del siglo XVIII. No tardó, sin embargo, en recurrirse á la cementación natural para aprovechar el cobre que llevaban en disolución las aguas procedentes de las excavaciones; y extendido poco después ese medio al beneficio de las tierras y menudos, calcinados espontánea ó artificialmente, á los cuales se sometía mecánicamente á disolución, y de ahí el nombre de cementación artificial, llegó, en vista de sus satisfactorios resultados, á ser el dominante, aplicándolo á todas, ó á casi la totalidad de las menas arrancadas.

El procedimiento por vía húmeda ó cementación comprende las operaciones siguientes:

CALCINACIÓN DE LAS MENAS.—Hasta el año 1859 esta operación, que tiene por objeto convertir en sulfatos los sulfuros de las menas, se verificaba en pequeños montones cónicos á que se daba el nombre de *hornos*; pero en esa fecha estableció Goyanes los de grandes di-

(1) Véanse las páginas 27 y 28, 36 á 46 y 53 á 57 de este tomo.

mensiones y de forma análoga á la de un tejado de cuatro vertientes sumamente inclinadas, ó sea de un prisma triangular achafanado en sus extremos de modo que resulte la disposición indicada, á los cuales denominó *teleras*, por la semejanza que ofrecen después de la calcinación con los objetos de ese nombre; entre éstos los de una clase de pan que se hace en Andalucía.

En la actualidad se llaman en la provincia teleras á todos los montones de calcinación al aire libre, ya sean de forma cónica, ya prismáticos: á las cónicas se les da un radio en la base de unos 4 metros y una altura de 2^m,25 á 5^m,25, necesitándose para componerlas de 110 á 200 toneladas de pirita, y las prismáticas tienen, por lo general, 14 metros de largo en la base, 5 de ancho y 1,90 de altura. Cada una de las de estas dimensiones contiene unas 260 toneladas de mineral; pero también se arman que contienen 500 y aun 800 toneladas, para lo cual, conservándose las otras dimensiones, se aumenta la longitud del montón todo lo que es necesario.

Para formar ó *armar* una telera, se empieza, cualquiera que sea la figura que haya de tener, por extender sobre el suelo, seco y convenientemente nivelado, lo que llaman el *asiento* ⁽¹⁾, que consiste en una capa, de unos 10 centímetros de espesor, de mineral menudo, crudo ó mal calcinado en operaciones anteriores, y sobre ella se disponen, perpendicularmente al perímetro de la misma y con las raíces hacia fuera, los haces de jara que han de servir para iniciar la combustión del azufre de las piritas. La cantidad de jara (*Cistus ladaniferus*, Lin.), que en algunas minas llaman *chasca*, necesaria para el objeto á que se destina, varía según es la mayor ó menor facilidad con que las piritas arden; generalmente puede fijarse en 14 ó 15 kilogramos por tonelada de mineral y como excepción en 20 ó 25.

Dispuesto el combustible vegetal, se coloca encima la mena, reducida á trozos del tamaño que luego indicaremos, con la cual se empieza por formar un cordón, según los bordes ó perímetro de la telera, y después se continúan vertiendo de fuera para dentro los *bar-*

(1) Á veces ese *asiento* suele servir para dos calcinaciones sucesivas.

cales, que las mujeres destinadas á ese servicio conducen en la cabeza, consiguiéndose de ese modo que los trozos mayores del mineral ocupen el interior ó *corazón* del montón.

Cuando la altura alcanzada por éste impide que los operarios continúen la carga con comodidad, apoyan en él unas tablas con travesaños de madera, que hacen el oficio de escalas, y subidos en ellas lo terminan; pero, por regla general, falta todavía *aterrar* la telera, ó sea cubrirla con un revestimiento de algunos centímetros de espesor, formado con *barbasco* ó con tierras mal calcinadas, el cual, llamado *capa* en el país, ejerce gran influencia en la marcha del fuego, y, por consiguiente, en el éxito de la calcinación.

Terminada la telera, se llama *corona* la parte superior, si aquella es cónica, y *cresta* y *cabezas* respectivamente á la arista y chaflanes cuando es prismática, denominándose *calle* el espacio que queda entre cada dos filas de ellas.

Armado el montón, se da fuego por fuera á dos ó más puntos del combustible vegetal para que se comunique á todo el *enchascado*; y como la temperatura que produce la combustión de éste es suficiente para que destile y se queme una porción del azufre de la pirita, no se necesita más para que sucesivamente vayan destilando y quemándose nuevas porciones de azufre, propagándose el fuego por toda la telera; pero son condiciones indispensables para que la transformación en sulfato del sulfuro de cobre sea lo más completa posible, sin que el mismo sulfato llegue á reducirse á óxido, que el fuego se reparta por igual, y que la marcha de la operación sea lenta, es decir que la temperatura no se eleve demasiado, sobre todo al principio. En este comienzo, á medida que la *chasca* se va consumiendo, la telera se rebaja, adaptándose á la forma de que procede su nombre.

Es también requisito para el mejor éxito de la calcinación, que el tamaño de los trozos de mineral que entran á formar las teleras no exceda del de un cubo de 5 á 7 centímetros de lado; pues de otro modo es inevitable la formación de núcleos, en los que, mediante un fenómeno que no hemos de explicar aquí, se reconcentra en el inte-

rior la casi totalidad del cobre contenido en el trozo de mena, pero en un estado insoluble en el agua, y por consiguiente inaprovechable en el tratamiento de que hablamos, siendo de advertir que la experiencia demuestra que, á igualdad de tamaños, esos núcleos se forman de preferencia ó con más facilidad en los trozos ricos en *pirita de cobre*.

Una buena marcha de calcinación en las teleras de las dimensiones ordinarias hace poco señaladas, requiere que estén ardiendo por espacio de seis ó siete meses, que se prolonga ó retarda según sea el estado atmosférico reinante, puesto que los vientos fuertes la activan, mientras que las lluvias la contienen.

Á veces, sin embargo, la necesidad de calcinar grandes cantidades obligan á violentar la operación ⁽¹⁾ hasta el punto de que aquel tiempo se reduzca á cuatro y aun á tres meses; pero entonces sucede que es muy grande la porción de mena que resulta mal calcinada, y si por descuido la temperatura se eleva demasiado en algunos puntos, resultan por un principio de fusión los conglomerados á que llaman *metal*, formados por trozos de pirita y óxidos férrico y cúprico cementados por el sulfuro fundido, que ocasionan una pérdida de mena.

En esa calcinación, la mayor parte del azufre de las piritas se quema y difunde en la atmósfera al estado de ácido sulfuroso, una parte del cual pasa por oxidación á ácido sulfúrico, que acaba por destruir, hasta cierta distancia, no sólo la vegetación, sino que hasta la misma tierra vegetal, porque faltando las plantas y sus raíces bien pronto las lluvias torrenciales, frecuentes en la comarca, arrastran la parte móvil del suelo, dejando la roca viva; otra porción del azufre se convierte desde luego en ácido sulfúrico, formando sulfatos de hierro y de cobre que parcialmente se reducen á óxidos, principalmente el de hierro, aun cuando también el de cobre si la temperatura es muy elevada; no falta alguna cantidad del mismo meta-

(1) Esto se consigue dejando de aterrar las teleras para que el aire atmosférico penetre libremente en ellas, ó abriendo boquetes en la capa si están aterradas.

loide, que ya fundido, ya sublimado, se deposita en la parte superior de las teleras ó en las inmediaciones; y, finalmente, alguna porción queda todavía en las mismas menas formando sulfuros insolubles en agua, porque los trozos de piritita, pasen ó no al estado de núcleos, no se hayan calcinado completamente. Con el azufre depositado en la parte superior de las teleras se encuentran también algunas cantidades de arsénico y ácido arsenioso, formando lo que llaman *capas blancas*.

Cuando el fuego ha recorrido toda la telera, y antes de que ésta se apague por completo y enfrie, se procede á deshacerla, empezando por quitar la *capa*, é inmediatamente se va deshaciendo el montón por todo alrededor, troceando ó separando con picos los pedazos de mena que se han aglutinado más ó menos íntimamente, y de ahí, sin duda, el nombre de *picar* ó hacer la *pica* con que se designa esa descarga. Así se llega al centro de la telera en el cual la *pica* sería muy molesta por hallarse muy caliente, suspendiéndose en consecuencia hasta que aquel residuo, llamado *morrongo*, se enfrie lo suficiente.

Al mismo tiempo que se desarman las teleras se va dejando á su inmediación, para emplearlo en otras nuevas, lo que aparece crudo; se apartan después, al cargar los cementadores de que inmediatamente vamos á hablar, aunque esto con menos esmero del que fuera bueno, los núcleos que se han formado, los cuales presentan un color que varía del amarillo de latón al azul de algunas matas de cobre, y un contenido de este metal que oscila entre los extensos límites del 6 al 40 por 100, siendo tanto más ricos cuanto que su coloración se aproxima más á la azul; y lo que resulta bien calcinado, que se reconoce por presentar un aspecto semejante al de las menas de óxido de hierro hidratado, se somete á las operaciones subsiguientes.

Según que una telera resulta peor ó mejor calcinada, así disminuye de su peso durante la operación en 20 al 25 por 100.

Disolución.—Las menas calcinadas contienen siempre alguna parte de la piritita sin alterar, óxidos de hierro y de cobre, sobre todo del primero de estos metales, sulfatos y subsulfatos de las mismas

bases, ácidos sulfúrico, arsenioso y antimonioso, y algunos otros compuestos. El objeto que se persigue es, como ya sabemos, disolver en el agua las sales de cobre; y al efecto, mientras que en algunas fábricas se limitan á extender aquellas menas en las mismas plazas que ocuparon las teleras, formando una parva de gran superficie que sucesivamente va aumentando de espesor, por establecerse sobre el mismo sitio otras nuevas teleras, hasta que aquel espesor alcanza 4 metros ó poco más, constituyendo, después del primer beneficio por lavado de estas parvas, *terceros* semejantes á los de que hablaremos más adelante; en los establecimientos donde se opera con más esmero el mineral calcinado se lleva á unos estanques que en el país se llaman *pilones disolvedores*.

Esos estanques, cuyas dimensiones y aun las formas suelen variar, es lo más general que sean rectangulares, con 5 metros de largo, 4 de ancho y 0^m,30 de hondura. El piso del fondo, ligeramente inclinado hacia el ángulo á cuya inmediación se deja practicado un agujero de salida, que se tapa con un taco de madera, se cubre de cemento hidráulico ó asfalto, y las paredes laterales se construyen de mampostería ordinaria, revestida en el interior con cualquiera de las sustancias dichas ó con tablas calafateadas. Sobre el fondo principal descansan unos durmientes de madera que sostienen un piso de tablas, mal juntas para que por entre ellas pueda pasar el agua á los espacios que quedan entre los durmientes, y sin clavar para que con toda facilidad se puedan levantar cuando se quieran limpiar aquellos espacios. Puede, pues, decirse que estos pilones tienen un doble fondo.

Viértese en ellos la mena hasta unos 10 centímetros de los bordes, y dispuesta próximamente horizontal la superficie superior de la carga, se da entrada al agua que por cualquiera medio, diferente en las diversas localidades, se hace llegar á los estanques. Á las quince ó veinte horas se le da suelta abriendo los correspondientes agujeros de los pilones, y cerrados nuevamente esos orificios, se vuelven á llenar de agua los estanques; repitiéndose igual operación, que se denomina *beneficio*, hasta cinco ó seis veces, y más todavía en

algunas ocasiones, ó sea mientras las aguas contengan sulfatos en disolución, en cada uno de los cuales beneficios el tiempo en que se mantiene el líquido en contacto de las menas va siendo sucesivamente mayor, llegando en los últimos hasta el de cuarenta y ocho horas. Por lo general, los beneficios de una misma carga en un disolvedor duran seis ó siete días.

De ese modo se obtienen legías ó disoluciones ácidas en que predominan los sulfatos férrico y cúprico, cuyas cantidades van decreciendo del primero al último beneficio, así como también la densidad de dichas legías, de las cuales acusan las del primer beneficio 50° en el areómetro de Beaumé y sólo 0° las del último; pero esas aguas de ningún modo salen claras de los *disolvedores*, sino que llevan en suspensión una porción de substancias sólidas que resultan de la desagregación de las menas que, sobre todo en el primer beneficio, se desmoronan rápidamente al contacto del líquido, y de ahí la necesidad de conducir las á otros pilones *repositores*, á donde pasan desde luego.

En cada fábrica el número de reposadores es muy reducido con relación al de los disolvedores, pero de capacidad mucho mayor. Se construyen del mismo modo que esos últimos, sino que, como su objeto no es otro que el de que las legías se aclaren en ellos dejándolas en reposo el tiempo necesario al efecto, carecen del piso de tablas, y el orificio para la salida de las aguas se establece á una altura de unos 10 centímetros sobre el fondo, con objeto de que únicamente salga el líquido claro, sin arrastrar las porciones sólidas sedimentadas, que se recogen periódicamente. Con las menas calcinadas y lavadas en los pilones disolvedores, ó sea con lo que en algunas fábricas se denomina *barbasco*, se forman grandes montones, llamados *terrosos* en la localidad, acerca de los cuales insistiremos más adelante, y las legías claras procedentes de los reposadores pasan á la

CEMENTACIÓN.—Llámase así á la precipitación del cobre contenido en las legías, y este objeto se consigue en estanques análogos á los reposadores, y además en unas canales sencillas ó dobles, llamadas *canaleos*, que siguen á continuación de esos pilones *cementadores*.

En todos esos recipientes (pilones y canales) se colocan antes de dar entrada en ellos á las legías cobrizas, y ya sea formando á modo de castillejos ó simplemente hacinados, los lingotes de hierro colado que han de ocasionar la precipitación del cobre; y como la experiencia ha demostrado que no es indiferente para ello el grado de concentración de las legías, se disponen las cosas de modo que las que van á los cementadores marquen 12°, poco más ó menos, en el areómetro de Beaumé, sin que esto quiera significar que todas las de esa graduación serán igualmente ricas en el metal que se quiere obtener, pues si bien es lo más general que las de aquella densidad contengan unos 7,50 kilogramos en metro cúbico, puede resultar perfectamente que muchas veces no sea así, porque en ellas se hallan disueltas sales que varían más en sus razones con el conjunto que en su peso.

En algunas fábricas los pilones cementadores están establecidos aisladamente, ó sea con completa independencia unos de otros; pero en la actualidad es más común disponerlos por series, de modo que los de cada una, ligeramente inclinada en su conjunto, se comuniquen entre sí por medio de sifones, que es lo que ocurre en Tharsis y otras minas, ó que cada cementador consista en un recipiente de muchos metros de longitud, pero angosto y poco profundo (1), dividido en compartimientos por medio de unas compuertas ó tabiques transversales y móviles de madera que, llegando al piso, son más bajos que las paredes laterales. Los fondos de esos diversos compartimientos están en algunas fábricas dispuestos de modo que, conservándose en todos una pendiente de 1 por 100 en el sentido en que han de correr las legías, se forma entre uno cualquiera y su consecutivo un resalto pequeño.

En los casos en que los cementadores se hallan ya aislados, ya formando las series de que hemos hecho indicación, su número y dimensiones son variables; y así, mientras que en algunas localidades cada uno de ellos cuenta 5 metros de largo por 5 de ancho y 0^m,30 de hondura, en Río-Tinto, donde todavía se conservan después de es-

(1) Los que de esta clase hay establecidos en Río-Tinto tienen 30 metros de largo por 2 de ancho, y poco más de uno de hondura.

tablecidos los de gran longitud, se ven de 4 metros por 5^m,50 de sección con un metro de profundidad.

Una vez puestas las legías ácidas en contacto con los lingotes de hierro fundido, colocados en los cementadores, que empezaremos por suponer aislados, comienza á disolverse una pequeña parte de ese hierro en el ácido libre de aquéllas, y á la vez las sales férricas van pasando á ferrosas, consumiéndose tanto más hierro de los lingotes cuanto mayor sea la cantidad de sulfato férrico contenido en aquellas disoluciones. Mientras esas reacciones se verifican, se observa que las legías, que al entrar en los cementadores tienen comunmente un color verde obscuro, debido al predominio del sulfato férrico, toman el verde azulado, propio de la mezcla de los sulfatos ferroso y cúprico, y entonces empieza la precipitación del cobre metálico y de algún óxido cúprico sobre los lingotes de hierro. Pero, inmediatamente también, una parte del sulfato ferroso formado se transforma en férrico por oxidarse en contacto del aire contenido en el agua; ese sulfato férrico, en presencia de los lingotes, pasa en parte nuevamente á ferroso y en parte se precipita al estado de subsal, al mismo tiempo que otra cantidad de cobre y de arseniatos y antimoniatos de los dos metales, así como algún carbón procedente del hierro colado; y esta serie de reacciones se repite mientras se verifica la alternación del paso del sulfato férrico á ferroso y de éste al primero, con la circunstancia, sin embargo, de que, siendo cada vez menor el contenido de sales de cobre en las legías, la precipitación de este metal va disminuyendo, así como, por el contrario, aumentando la de las subsales férricas poco solubles, notándose al mismo tiempo que va desapareciendo el tono azulado en la coloración de las legías, las cuales se enturbian cada vez más, á consecuencia de la abundancia en ellas de las repetidas subsales, al paso que toman un color verde manzana más ó menos claro. Llega, pues, un momento en que las legías han *rendido*, según la expresión del país, es decir, que han precipitado casi todo el cobre que pueden dar en las condiciones á que se las somete; y es tanto más importante apreciar ese momento, que se reconoce en la aparición del color verde manzana y,

á mayor abundamiento, introduciendo en el pilón una chapa de hierro bien limpia, que saldrá manchada de cobre, si no se ha llegado al límite conveniente, ó de un rojo negruzco, si ha entrado el periodo de mayor precipitación de subsales, del cual no debe pasarse, cuanto que del mismo en adelante se va consumiendo hierro inútilmente y aumentando el depósito de las substancias que impurifican el cobre precipitado ó cemento.

Éste forma sobre los lingotes de hierro una costra que en el país llaman *cáscara*, la cual no se recoge de cada legía que se cementa, sino que después que ha rendido una se introducen sucesivamente otras en los mismos pilones, hasta que la cáscara dicha alcance un espesor de 1 á 5 milímetros; mas no ha de creerse que el tiempo que se tarda en cada uno de esos sucesivos rendimientos es igual en todos ellos, pues aquél varía según la abundancia de sales férricas, contenidas en las disoluciones, que deben pasar á ferrosas; la cantidad de sales de cobre; la de hierro de los lingotes colocados en los pilones, y también según sea la temperatura, por lo que, á igualdad de las demás condiciones, rinden más pronto en verano que en invierno.

Se ha observado asimismo que, sin duda, á consecuencia del mayor contacto de las legías con el hierro de los lingotes ó de su más fácil renovación en la superficie de éstos, la cementación ó precipitación del cobre se acelera manteniéndolas en movimiento, por lo cual, en el caso de pilones aislados, que venimos considerando, un obrero se encarga de que esa condición se realice.

De ahí, sin duda, nació la idea de que las legías se movieran por sí mismas en virtud de su propio peso, pasando de unos pilones á otros, convenientemente dispuestos por series, ó por los diversos compartimientos de un recipiente muy largo, calculándose el número de esos pilones ó de compartimientos de modo que, cuando las legías corrientes entran en el último, se puedan considerar *rendidas*.

Éstas suelen pasar, á su salida de los cementadores, á otros pilones llamados *repasadores*, donde depositan las substancias que llevan en suspensión, las cuales, después de sedimentadas, constituyen un

lodo, con una ley de 8 á 10 por 100 de cobre, llamado *papucha*, nombre que se aplica también á cualquiera producto de la cementación con un contenido de cobre inferior á 62 por 100; pero siempre, con ó sin el intermedio de esos reposadores, las legías corren por el sistema de canales que ya hemos mencionado, donde se las apura hasta el punto de que, cuando se las abandona para que afluyan á los arroyos inmediatos, sólo contienen algunos gramos de cobre en metro cúbico.

Esas canales, análogas á las que el Estado tenía establecidas para el beneficio por cementación natural de las aguas vitriólicas que en Rio-Tinto salían de las minas y de la cueva del Lago, se hacen de mampostería y se visten interiormente de asfalto ó cemento; su sección es rectangular, con un ancho que varía entre 50 ó 60 centímetros á un metro, al cual apenas llegan nunca; 15 centímetros de hondura y una longitud de muchos cientos y aun miles de metros, pudiéndose citar las establecidas en las minas de La Cueva de La Mora, que alcanzan un desarrollo de 4 kilómetros. Á veces esas canales son simples; pero es más general que en un mismo macizo de mampostería haya practicadas dos, que llaman *dobles* en el país, y pudieran denominarse gemelas, separadas por un muro intermedio, que á trechos ofrece aberturas por donde pueden comunicarse. Esas aberturas se cierran por medio de unas tablas que se enlodan convenientemente, y en tal situación las legías corren por las dos canales; pero si se quiere dejar en seco una porción cualquiera de una de ellas, no hay sino abrir las dos aberturas que limitan ese espacio y colocar las mismas tablillas transversalmente á la canal, de modo que la de cabecera intercepte la corriente y pueda penetrar por detrás de la segunda el agua de la otra canal. Ya éstas sean simples, ya dobles, raras son las ocasiones en que la topografía del suelo permite colocarlas en una sola dirección, sino que generalmente hay que formar con ellas un zizás más ó menos complicado, procurando siempre que la inclinación aumente en los tramos sucesivos, con objeto de que vaya acelerándose la velocidad con que las aguas corren por ellas. Esa inclinación es lo más común que

al principio sea de $\frac{1}{2}$ por 100 para acabar con la de 2 por 100.

Cuando los lingotes de hierro colocados en los cementadores están cubiertos de cáscara con el espesor de 1 á 5 milímetros más arriba citado, se dejan éstos casi en seco, y, entrando en cada uno de ellos uno ó dos operarios, proceden á limpiar los lingotes á mano, dejando caer la cáscara en el fondo, la cual va acompañada de alguna cantidad de carbono procedente de la fundición de hierro y de un polvo sumamente dividido de este metal que, aumentando el consumo del mismo, impurifica el producto obtenido.

En las canales se verifica la limpia del mismo modo, dejando en seco las porciones que convenga si aquéllas son dobles, ó en el agua corriente si no satisfacen á esa condición, debiéndose indicar aquí que como en esas canales, sean ó no sencillas, la cáscara depositada sufre un lavado por las mismas legías que en ellas corren, el producto que se recoge en los tramos superiores es bastante puro, al contrario de lo que ocurre con el procedente de los inferiores.

Extraída de los pilones y canales la cáscara que contienen, se vuelven á colocar en ellos los correspondientes lingotes de hierro, que mientras tanto han quedado en andenes dispuestos á lo largo de los mismos; se agrega la cantidad del metal consumido en la cementación para que ha servido, y se empieza otra nueva.

Si las legías que entran en los pilones de cementación únicamente contuvieran sulfatos ferroso y cúprico, la precipitación se verificaría equivalente á equivalente, y resultaría por lo tanto muy económica, pues únicamente se consumiría 0,86 de hierro por 1 de cobre precipitado, en vez de 1,50 á 5 que en la práctica se gastan; y como ese mayor consumo depende principalmente de la existencia de sales férricas y de ácido sulfúrico libre en aquellas disoluciones, en algunos establecimientos se ha procurado remediar ese mal haciendo que éstas pasen antes por polvo de mineral crudo ó mezclado con calcinado, con lo cual se consigue neutralizar el ácido libre y reducir á ferroso el sulfato férrico. Al mismo tiempo se atiende también en esos establecimientos á que los lingotes de hierro que se emplean en la cementación no se oxiden, manteniéndolos siempre cubiertos por

aguas cobrizas; habiéndose llegado por esos medios á consumir únicamente dos partes de hierro por una de cobre obtenido. Con el mismo objeto, en Tharsis se produce, calcinando piritas menudas reducidas á polvo, ácido sulfuroso que, llegando á las legias acumuladas en grandes balsas abovedadas, las acidula, de cuyo procedimiento obtuvo privilegio M. Cameron.

TRATAMIENTO DE LOS TERREROS.—El *barbasco* que, procedente de los pilones repasadores, se vierte en los terreros, posee una riqueza en cobre que, aun cuando no puede precisarse á priori, porque depende de la ley de las menas calcinadas y de que la calcinación se haya conseguido más ó menos perfecta, es, con relación al conjunto de aquellos residuos, superior á la de las mismas menas antes de calcinarlas; hecho, al parecer paradógico, que se explica fácilmente considerando que las menas pierdan en la calcinación, según hemos dicho más arriba, hasta el 25 por 100, es decir, que todo el cobre y hierro que contienen se reconcentra en el 75 por 100 restante, el cual á su vez no rinde en el lavado á que se le somete ni siquiera la mitad del cobre que entra en su composición.

Esos mismos barbascos ofrecen también una cantidad notable de azufre, y esta circunstancia, unida á la que acaba de indicarse, indujo en Río-Tinto, hace ya algunos años, á someterlos á nueva calcinación, de la que resultaban menas de segunda clase destinadas á la disolución y cementación, que volvían á dejar otro residuo que se sometía á una tercera calcinación; pero como en esas sucesivas operaciones se recargaba con muchos gastos el cobre obtenido, siendo el principal entre ellos el concerniente al consumo de hierro, que, por aumentar notablemente la cantidad de sales férricas en las menas, resultaba excesivo con relación al cobre que se obtenía, se desistió de la repetición de las calcinaciones y cementaciones de unos mismos minerales, abandonando los residuos de la primera cementación en terreros de que no se pensaba obtener ninguna utilidad. Sufrieron, sin embargo, una calcinación espontánea, aunque lenta, favorecida por los cambios atmosféricos; y habiéndose notado que en los días de lluvias fuertes las aguas que filtraban de ellos conte-

nían en disolución sales férricas, ferrosas y cúpricas susceptibles de beneficio, surgió la idea, ya que las lluvias no son frecuentes en la localidad, de regarlos con las aguas vitriólicas de la Cueva del Lago (hoy desecada), que se conducían por medio de cañerías convenientemente distribuidas.

En la actualidad, no sólo en Río-Tinto, sino también en todos los establecimientos de la provincia, tomando en cuenta que los terreros de que hablamos no son en realidad sino unas teleras de grandísimas dimensiones, en que la calcinación y la sulfatación se verifican con extrema lentitud, favoreciendo este último resultado el acceso moderado del aire y del agua, mientras que una cantidad grande de ésta perjudica la calcinación porque enfria los terreros, se disponen las cosas de manera que esas operaciones se realicen en mejores condiciones y en cierto modo dirigidas por la voluntad. Al efecto, se empieza por establecer, sobre una gran superficie de un paraje convenientemente escogido, una red de canales estrechas, fabricadas de piedra en seco; se extienden sobre toda esa red lechos de barbasco, y haciendo que las canales dichas comuniquen con las bases de unas chimeneas fabricadas del mismo modo y con igual material que el de ellas, esas chimeneas se van elevando á medida que aumenta el espesor de la parva de barbascos, que sucesivamente se agrandan hasta que la altura del montón llegue á unos cuatro á cinco metros. Los mencionados conductos (canales y chimeneas) favorecen el acceso del aire á todas las porciones de la parva, que además se humedece por medio de riegos metódicos, consiguiéndose de este modo provocar las reacciones químicas que ocasionan una calcinación pausada de los barbascos, con transformación paulatina en sulfato del sulfuro de cobre que contienen; y como, por una parte, el exceso de humedad sería perjudicial por la razón ya dicha, y, por otra, la circulación del aire á través del montón no debe ser tal que ocasione una combustión activa en las menas, ni tampoco ha de ser tan exigua que esa misma combustión sea extraordinariamente lenta, no sólo los riegos mencionados se verifican con gran parsimonia, sino que el acceso del aire se regula y se dirige de preferencia á determinados

puntos, abriendo ó cerrando éstas ó las otras canales y chimeneas.

Cuando se calcula que en una porción de la parva se ha formado una cantidad considerable de sulfato de cobre, se la riega con la cantidad de agua necesaria para disolverlo mientras filtra á través de aquella misma porción, y después se deja que en esa parte continúen otra vez la calcinación y sulfatación, prosiguiéndose de igual modo en toda la parva mientras que las aguas disuelvan sulfato cúprico. Estas aguas se destinan á la cementación.

Hay que advertir todavía que, con objeto de mejorar las condiciones de esas mismas aguas cobrizas, se mezcla con el barbasco, al constituir las parvas, una cantidad de piritas pobres sin calcinar, que en algunos establecimientos llega y aun pasa del 25 por 100 del total, porque con eso se consigue reducir á ferrosas una gran parte de las sales férricas y aminorar en la cementación el consumo de hierro.

CLASIFICACIÓN DE LA CÁSCARA.—Los productos cobrizos que se obtienen en los pilones cementadores y *canaleos* forman un lodo que hay que depositar en unos cajones para que escurran parte del agua, y después en unos tableros algo inclinados donde acaban de escurrir; pero, según se deduce de lo que llevamos expuesto, esos productos ó cáscara, que nunca, como pudiera creerse á primera vista, son cobre metálico casi puro, resultan tanto más mezclados de sustancias extrañas, principalmente de subsales, cuanto que proceden de pilones más bajos en las respectivas series, ó de las porciones más inmediatas al desagüe de las canales.

Antes de que éstas se establecieran juntamente con los cementadores en serie, ó sea cuando la precipitación del cobre se verificaba siempre en pilones aislados, toda la cáscara se fundía en la localidad; pero desde que las minas principales de la provincia pasaron á sociedades extranjeras, que son las que han introducido aquellas modificaciones, la mayor parte del producto dicho se exporta á otros países, principalmente á Inglaterra, sufriendo antes una clasificación ó separación en tres clases.

Al efecto, por medio de un lavado que en Río-Tinto se verifica con

agua acidulada con el sulfúrico, se separa toda la porción más rica, la cual, con una ley en cobre que generalmente excede del 75 por 100, se llama *cáscara de primera*. Otra porción, cuya ley en cobre oscila entre el 75 y el 62 por 100, constituye la *cáscara de segunda*, y á lo restante se denomina *papucha*.

La cáscara de primera se seca á 100° de temperatura, y la de segunda sufre una calcinación en teleras al aire libre ó en reverberos, y la papucha ó se funde en la localidad mezclándola con otros productos, según veremos, ó se calcina también, si se destina á la exportación con las cáscaras de primera y segunda.

He aquí unos análisis de muestras procedentes de las minas de San Telmo, que dan idea de la composición de estos productos:

CÁSCARA SECA Á 100°.

Residuo insoluble en agua regia.....	5,25	
Cobre metálico.....	46,15	} Total de cobre, 64,34
Oxido cuproso.....	72,50	
— férrico.....	3,02	
— ferroso.....	1,64	
Hierro metálico.....	2,65	
Acido sulfúrico.....	2,80	
— arsenioso.....	2,78	
— antimonioso.....	0,77	
Fósforo.....	0,68	
Grafito.....	2,15	
Magnesia, cal.....	4,54	

PAPUCHA CALCINADA.

Residuo insoluble en agua regia.....	23,32	
Cobre metálico.....	22,60	} Total de cobre, 24,27
Oxido cúprico.....	5,52	
— férrico.....	28,45	
Azufre.....	2,15	
Acido sulfúrico.....	5,96	
— arsenioso.....	3,50	
— antimonioso.....	4,25	
Fósforo.....	0,65	
Grafito, sustancias orgánicas, cal, sulfato ferroso, ácido clorohídrico y pérdidas.....	6,70	

Clasificada la cáscara se encierra en sacos de lona; pero como después de seca sufre una pérdida de consideración por el polvo que se



desprende en las faenas inherentes al transporte, en algunas fábricas, tales como las de Tharsis y La Zarza, se la comprime previamente dentro de unos tubos de hierro por medio de prensas hidráulicas, y los cilindros que así se obtienen se meten en sacos y se exportan.

TRATAMIENTO DE LA CÁSCARA PARA LA OBTENCIÓN DE COBRE NEGRO.— Aunque puede decirse que actualmente son excepcionales en la provincia las operaciones conducentes á ese resultado y las demás que se siguen hasta conseguir el cobre fino, no hemos de dejar de resumirlas.

Antes de que la cáscara se haya secado del todo, se la espolvorea con una cantidad, relativamente pequeña, de mineral crudo convenientemente molido, y aglomerando esa mezcla se hacen unas bolas de unos 10 centímetros de diámetro. Á medida que esas bolas se fabrican, con gran destreza por cierto, por muchachos de doce á catorce años, estos mismos las van poniendo á secar al sol en el verano y en secadores con techado en tiempo de lluvias; y cuando ya se hallan enjutas las someten á una calcinación en hornos especiales prismáticos, varios de los cuales se disponen en un mismo macizo, hecho de mampostería ordinaria y barro. Cada uno de estos hornos consta de un espacio rectangular de metro y medio de altura, poco más ó menos, y una sección horizontal de 1^m,40 por 1^m,50, dividido en dos partes por medio de una rejilla formada con lingotes de hierro colado. Están abiertos por delante antes de que se efectúe su carga; pero una vez que ésta se ha verificado con bolas secas, teniendo cuidado de que no se desmoronen, se cierra esa parte anterior con un tabique de adobes.

Cargados esos hornos, se colocan debajo de las rejillas haces de monte bajo que se encienden, manteniéndose el fuego durante cuatro ó seis horas, pasadas las cuales la carga arde por sí hasta que se consume el azufre que contiene, ó sea durante seis ó siete días. El buen éxito de esa calcinación influye notablemente en la calidad del cobre que después se obtiene de la fusión de las bolas, porque en ella, á la par que se verifica la oxidación de parte del hierro y la descomposición de las sales férricas, desaparecen el azufre, el arséni-

co y el antimonio que entran en la composición de aquéllas. Al arder, en efecto, el azufre que las bolas contienen, forma ácido sulfuroso, que en su mayor parte se esparce en la atmósfera; mas como, por secas que estén, aún contienen alguna agua, y no es poca la que se desprende al quemarse el monte bajo, una porción de ese ácido sulfuroso pasa á sulfúrico, sobre todo al principio de la operación, el cual, uniéndose al óxido ferroso, forma sulfato, que á su vez se descompone, si la temperatura es suficientemente elevada, en ácido sulfúrico y sulfato férrico, que después origina óxido férrico. Asimismo los gases reductivos que se desprenden al quemarse el combustible vegetal, convierten el óxido de hierro, según observaciones del ingeniero Rua Figueroa, en hierro pirofórico que, en contacto del aire, se oxida nuevamente, y mientras la calcinación dura se descomponen también las sales de arsénico y de antimonio, condensándose los ácidos arsenioso y antimonioso en las paredes del horno que conservan una temperatura relativamente baja, á las cuales manchan de un color blanquinoso sucio; resultando de todo que las bolas, al calcinarse, experimentan una merma en su peso del 50 al 55 por 100. En tal estado tienen un color más ó menos azulado y dan un sonido parecido al del cok.

Las bolas calcinadas pasan á lo que en el país llaman el *derretido*, ó sea á la fusión para obtener cobre negro, que se verifica en copelas alemanas. Cuando las minas de Río-Tinto se explotaban por cuenta del Estado, cada una de esas copelas era capaz de fundir hasta 100 quintales métricos en veinticuatro horas, sangrándolas en este tiempo cuatro ó cinco veces, y solían resistir con ligeras composturas una campaña de doce á quince días; pero en la actualidad son más pequeñas, y sus dimensiones se determinan en cada fábrica con arreglo á las necesidades de la misma. Sabido es, por lo demás, que estos hornos consisten en un espacio rectangular formado por muros delgados y abierto por delante en cierta altura; que la parte inferior de ese espacio está llena de carbonilla bien apisonada, que en la localidad se forma con dos partes de pórfido y una de cok pulverizados, en el centro de la cual carbonilla se abre el crisol ó copela en forma

elipsoidal; que en el muro correspondiente á la delantera del horno hay una piqueta que se corresponde con el fondo de la copela, y un borde voladizo hacia fuera al nivel de la superficie superior de la misma copela; que en el voladizo, formado por un sillar, ó en uno de los costados laterales, está practicada la reguera para la salida de las escorias; y que el muro posterior, en que se halla la tobera, con la inclinación necesaria para que el viento dé en el borde anterior de la copela, forma un saliente por la parte interior y delante de la misma tobera, con objeto de defender la busa de la acción corrosiva de las escorias.

El horno se carga con tongadas sucesivas de cáscara y carbón de brezo hasta llenar la copela, amontonando después las bolas que quedan en la meseta donde esa se abre, apoyadas contra los muros del horno y principalmente contra el de la tobera, y en cuanto está cargado se da fuego y desde luego viento también. Á medida que la cáscara se derrite ó funde, las bolas amontonadas del modo dicho van sufriendo una nueva calcinación; la cáscara fundida descende por el centro; el fundidor va llenando ese espacio con las bolas que se hallan sobre el perímetro del crisol, teniendo cuidado de agregar además la cantidad necesaria de carbón; y, cuando la capacidad de la copela se llena de materia fundida, porque las escorias que sobrenadan en el baño metálico se han ido vertiendo, empujadas por ella, por la reguera practicada al efecto, se le da salida abriendo con un espetón la piqueta que queda mencionada, desde la cual pasa á un espacio dispuesto en el suelo delante del horno, donde resulta una torta del cobre negro, de algunos centímetros de espesor, que se parte en pedazos cuando ya ha tomado la consistencia necesaria, pero manteniéndose todavía muy caliente.

El derretido de la cáscara en las copelas, que tarda unas cinco horas hasta que éstas se llenan, no es una simple fusión de aquel producto, sino que hay además oxidación de una gran cantidad de hierro, que se escorifica uniéndose con la sílice de la carbonilla, y de gran porción también del arsénico y del antimonio, parte de los cuales se depositan al estado de arseniuros y antimoniuros en las regio-

nes más frías del horno. Además, si bien la mayor cantidad del azufre contenido en la cáscara se desprende formando ácido sulfuroso, otra queda formando una mata cobriza que se derrama unida á las escorias, distinguiéndose el reguero que forma en la corriente de éstas, más blanca y brillante que él; y, finalmente, el aire que penetra por la tobera oxida, sobre todo al fin de la operación, algún cobre metálico, que al estado de óxido cuproso se esparce en el baño fundido.

Resulta, por consiguiente, que los productos que se obtienen en la fundición de la cáscara son un cobre llamado *negro* porque tiene este color, y que es bastante impuro, una vez que en 100 partes sólo hay 95 del metal, repartiéndose las demás el azufre, hierro, arsénico y antimonio, y escorias que no están exentas de granos de cobre, óxido cuproso y mata de la misma base; pero hay que advertir que el viento arrastra en polvo alguna porción de la misma cáscara, que se recoge en una cámara de humos, unida para ese efecto á la chimenea del horno.

De esos productos, el que aparece en cantidad mínima es la cáscara arrastrada por el viento; las escorias, con la mata que contienen, suponen una porción algo menor que la del cobre negro obtenido, y el peso del carbón consumido en cada operación viene á ser, poco más ó menos, el 19,87 por 100 del de la cáscara fundida.

AFINO DEL COBRE NEGRO.—Se verifica en reverberos de plaza elíptica, alguna vez circular, hecha de carbonilla igual á la que se emplea en las copelas, cada uno de los cuales tiene: una tobera en el lado opuesto al en que se hallan practicadas las puertas del hogar y de carga, provistas de sus correspondientes compuertas de hierro; una abertura ó piqueta en la parte opuesta al puente, por la cual se sangra el horno para que el cobre afinado pase á un tambor colocado á la inmediación, ó sea á un macizo de brasca sostenido por dueñas de madera sujetas con cinchos de hierro, en el que hay practicada la cavidad necesaria para el objeto, desde donde con unos cazos vestidos de arcilla, llamados *cucharas* en el país, se saca para echar-

lo en unos moldes ó *toraleras* de hierro que dan los *torales* de cobre con peso de unos 12 kilogramos cada uno; y una chimenea de 10 metros próximamente de altura.

La carga de cada reverbero se efectúa amontonando en su plaza los pedazos de cobre negro preparados para el caso; hecho lo cual, se cierra la puerta de trabajo con su compuerta y la tobera con barro, y se enciende la leña seca colocada en el hogar, sosteniéndose un fuego moderado durante doce horas poco más ó menos, al cabo de las cuales el cobre, que sucesivamente ha ido aumentando de temperatura, ha llegado á la del rojo subido, empezando entonces la fusión ó *suda*, según dicen los fundidores. En ese momento se aviva el fuego y se remueve la carga del horno para facilitar el que toda ella se funda, y una vez que así se ha conseguido, se arroja sobre el baño fundido una espuerta de carbonilla; se pasea esta substancia por toda la superficie de la masa derretida, valiéndose para el efecto de un rastro formado de un rollizo de madera enganchado á una barra de hierro, que hace de mango, y por ese medio se consigue arrastrar hacia la puerta de trabajo y extraer por ésta las impurezas que flotan en el baño, repitiéndose á intervalos esta misma operación hasta que el repetido baño quede bien limpio, con lo cual termina el primer periodo del afino.

Entra inmediatamente el segundo periodo ó de oxidación, llamado *subida* en el país, durante el cual, abierta la tobera, se inyecta el viento (*se echa el soplo*, que dicen los fundidores de la localidad) y se activa el fuego por espacio de unas cuatro horas, sin dejar de extraer á intervalos la escoria que continúa formándose y que se barre hacia fuera por medio de carbonilla, del modo há poco indicado, hasta que, disminuyendo sucesivamente la cantidad de esas impurezas, el baño metálico muestra una superficie brillante y ligeramente rizada. Llegada la operación á ese punto no se suspende desde luego, aunque está ya próxima á terminar, sino que, continuándola, se van sacando del horno porciones ó muestras que se enfrían en agua, y cuando el cobre de esas muestras presenta, después de frío, un color rojo de cereza y una superficie lustrosa y tersa, se limpia por úl-

tima vez el baño metálico y se suspende la inyección de viento, cerrando con barro la tobera.

Durante este segundo periodo del afino, aparte de producirse algún óxido cuproso, se verifica la oxidación y escorificación de la mayor parte del hierro contenido en el cobre negro, y la volatilización de cierta cantidad de arsénico y de antimonio al estado de ácidos arsenioso y antimonioso, dependiendo la calidad del cobre obtenido en último término de que la expulsión de todas esas substancias sea lo más perfecta posible, ya que absoluta nunca pueda conseguirse en la práctica.

En el tercer periodo, ó *del rebaje*, se disuelve en el baño metálico el óxido cuproso formado en el periodo anterior, produciendo de paso la oxidación de la parte de hierro y demás cuerpos que en ese hayan escapado sin oxidarse, y, sobre todo, la descomposición del sulfuro de cobre que pueda haber todavía; de la cual descomposición, que se traduce por una fuerte ebullición que se nota en la masa fundida, resultan ácido sulfuroso, que se desprende, y cobre metálico. El ácido carbónico y el hidrógeno pueden también verificar por sí esa desulfuración, y de ahí el que se echen sobre el baño metálico una espuerta de carbón vegetal y uno ó dos troncos de leña verde y pesada. Se cierra la puerta del horno, se sostiene en el hogar un fuego lento y se mantienen así las cosas hasta que las muestras, que de tiempo en tiempo se van sacando y enfriando en agua, presenten un color de rosa claro, grano fino, aspecto sedoso y bastante maleabilidad; conseguido lo cual, dicen que el cobre *está en punto*. Se limpia entonces otra vez el baño; se da un golpe de fuego fuerte y sostenido por veinte ó treinta minutos, para que la fluidez de la masa fundida sea la mayor posible, y, por fin, se verifica la sangría del horno.

El consumo de leña en el afino del cobre puede estimarse en 0,768 por unidad de cobre negro fundido.

REFUNDICIÓN DE ESCORIAS Y OTROS RESIDUOS.—Las escorias procedentes de la fundición de las bolas de cáscara, al menos todas las que se sospecha contienen una cantidad no despreciable del metal; las que

resultan del afino del cobre negro; la papucha; las tierras que, muy cargadas de cemento, se recogen periódicamente de las plazas donde se fabrican las bolas y de las cámaras de humos de los hornos de copela; los forros de los cazos con que se verifica el trasiego del cobre fino á los moldes en que se solidifica; todos los residuos, en una palabra, que contengan una cantidad aprovechable de cobre, se reducen á tamaños pequeños, si desde luego no lo están, y se someten á varios fuegos en una telera, con objeto de expulsar la mayor parte del azufre, arsénico y antimonio que contienen, y después de bien calcinados se funden en hornos de manga de una sola tobera, cada uno de los cuales tiene una altura de 2^m,70 y una sección rectangular de 0^m,60 por 0^m,90 á la altura de aquella.

Á los lechos de fusión, formados con mezclas variables de las sustancias dichas, se unen como fundente 16,17 por 100 de escorias de la época romana y 53 por 100 de carbón de brezo, verificándose la carga del horno de manera que con las materias cobrizas se intercale el fundente y el combustible, aunque relegando este último de preferencia contra la trasera de aquél. La atmósfera de óxido de carbono que, después de encendido el horno, domina en la región inmediata á la tobera, impide la oxidación del cobre fundido que va depositándose en el crisol, mientras que el óxido férrico se une con la sílice del fundente produciendo la escoria que sin interrupción va saliendo por la reguera. Una vez lleno el crisol, y esto ocurre cuatro ó cinco veces en veinticuatro horas, se sangra el horno, recogiendo el cobre negro obtenido, que es bastante semejante al que procede de la fusión de las bolas de cáscara, en unos depósitos colocados á la inmediación, en los cuales se divide en trozos antes de que se enfríe. Esos trozos pasan al afino y la escoria se tira.

BENEFICIO POR VÍA SECA.

En la actualidad tiene bastante importancia en Río-Tinto la obtención de matas por la fundición directa de ciertas menas y de algu-

nos de los productos que resultan en otras operaciones, las cuales matas se exportan á Inglaterra.

Los hornos que para aquella fundición se emplean son los llamados *de manga*, correspondiendo á la clase de los semialtos los primeros que se establecieron por la compañía propietaria de la mina, y al sistema norte-americano, algún tanto modificado, los que se hicieron más tarde en la ladera oriental de la mesa de Los Pinos.

Después de algunas modificaciones, se fijó para los semialtos la altura de 5 metros entre el cargadero y el nivel de la tobera, mientras que en los otros pasaba poco de 2^m,50. Se construyen de mampostería ordinaria, compuesta de ladrillo refractario, pórvido y ladrillo común, y además chapa de hierro en los norte-americanos. Estos últimos constan de varias partes: á continuación de la cámara y canal de humos é inmediatamente debajo de la puerta de carga del horno, está una parte de la cuba compuesta de dos envoltentes de ladrillo con espesor de unos 50 centímetros, siendo de ladrillo refractario la interior ó camisa, y del ordinario la exterior. Alcanza 1^m,30 de altura, con diámetro interior en la parte baja de 1^m,40, y de unos 86 grados el ángulo que forman con la vertical las generatrices de la cuba, que es de la forma de un cono truncado con la base más estrecha hacia arriba. Después de un espacio de algunos centímetros, que se tapa con barro, sigue otra parte de la cuba con 0^m,70 de altura, formada por una doble envoltente de palastro que cierra un espacio anular de 0^m,15 de espesor para la circulación del agua, correspondiéndose la superficie exterior con la de la parte superior de mampostería, para lo cual el diámetro interior es mayor que el de ésta. Debajo se deja un hueco de 0^m,10 para acomodar las toberas, macizando los espacios que quedan con ladrillo y barro; y por fin, debajo de las toberas existe otra caja cilíndrica circundando la base de mampostería del horno, y que está hecha del mismo material y dimensiones que la superior á las toberas. Por ella corren las sustancias fundidas para llegar á una piqueta que comunica con el crisol. Este, pegado exteriormente á la base del horno, se halla cubier-

to para recoger los humos; son de mampostería las paredes, y de carbonilla y ladrillo refractario el interior, teniendo un agujero para la salida de la escoria, y otro, á nivel más bajo, tapado con arcilla, por donde se hace la sangría cuando la mata llega al nivel conveniente. La escoria cae á una pequeña vagoneta que un operario empuja hasta el vaciadero.

Los lechos de fusión se forman con piritas ricas en cobre y con ganga cuarzosa, procedentes en su mayor parte del criadero de *San Dionisio*; núcleos procedentes de la calcinación de otras menas en teleras; piritas ricas calcinadas en hornos para la fabricación de ácido sulfúrico ó en teleras, cáscara pobre ó papucha, y escoria antigua para los que corresponden á los hornos semialtos. El combustible que se emplea es cok grueso, y la carga se verifica de modo que éste alterne con las materias que se han de fundir.

En buena marcha, la temperatura del horno es bastante baja en la parte superior de la cuba, y sucesivamente va creciendo hasta la región inmediata á las toberas, que es donde se verifica la fusión. Resulta, pues, que mientras la porción inferior de la carga se funde, la superior se calcina, expulsando de sí gran cantidad de azufre y, relativamente, arsénico y antimonio que, al estado de ácidos sulfuroso, arsenioso y antimonioso, se esparcen en la atmósfera, aunque sublimándose alguna parte en las paredes más frías del aparato: es decir que cuando las substancias han descendido á la región de las toberas, están ya predispuestas para la formación de matas ricas, y como en esa región predomina una atmósfera poco reductiva, por pasar en ella á ácido carbónico la mayor parte del óxido producido al quemarse el combustible, al mismo tiempo que el óxido férrico pasa á ferroso, fácilmente se verifica en ella la descomposición de los arseniatos y antimoniatos que se han formado en las menas al ocupar la región superior del horno.

Los hornos semialtos funden en veinticuatro horas unas 50 toneladas del lecho de fusión produciendo próximamente 5 de mata. Los del segundo sistema en veinticuatro horas funden unas 24 toneladas de menas con un consumo de 12 por 100 de cok poco más ó menos, y

las matas que se obtienen alcanzan, por lo general, en ambos casos, una ley en cobre que no baja de 55 por 100.

INCONVENIENTES DE LA CALCINACIÓN EN TELERAS Y MEDIOS PROPUESTOS PARA REMEDIARLOS.

Ha demostrado la experiencia que, por medio de la calcinación en teleras al aire libre, no se consigue transformar en sulfato cúprico más de las tres cuartas partes del cobre contenido en las piritas ferro-cobrizas, y eso en los casos en que la calcinación resulta lo más perfecta posible y las menas no pasan de cierta ley en el metal, pues de otro modo, si la operación mencionada no se conduce de la manera conveniente, apenas se obtiene la mitad de la transformación que se desea; el resultado es todavía menor cuando, con objeto de ganar tiempo, se violenta la calcinación, y no sólo nunca, en igualdad de las demás condiciones, la cantidad de sulfato producida está en razón directa con la del cobre que el ensayo acusa en las menas, sino que más bien se ofrece en inversa desde el momento en que esa ley llega á la del 4 por 100; por lo cual el procedimiento de la calcinación, irremplazable, á pesar de sus defectos, para minerales pobres, deja de ser todo lo beneficioso que fuera de desear cuando esos contienen más cobre que el expresado.

Pero si la calcinación al aire libre produce resultados tan poco satisfactorios por lo que respecta al aprovechamiento del cobre contenido en las piritas, lleva además en sí el defecto de que, no sólo se desperdicia el azufre que entra en la composición de las mismas, sino que al perderse ese elemento, y esto es lo peor de todo, va á ejercer sobre la vegetación y aun sobre la tierra que la sustenta la perniciosa influencia que ya hemos señalado más arriba; influencia cuyos efectos han sido tales en nuestra provincia, sobre todo desde que, adquiridas las minas principales por poderosas empresas, la calcinación se ha verificado en escala colosal, que, á pesar de haberse satisfecho sumas cuantiosas en indemnización de perjuicios, se ha levantado un clamoreo general en las comarcas á que alcanzan los daños.

y hasta se ha dictado un decreto gubernamental, que no hemos de examinar aquí, poniendo tasa y hasta prohibiendo en absoluto las calcinaciones al aire libre á partir de determinada fecha ⁽¹⁾.

Como es natural, antes de que así sucediera, gravando ya mucho á las compañías interesadas el pago de los daños que causaban, invirtieron crecidas sumas, la de Tharsis primero y la de Río-Tinto después, en investigar algún medio de reemplazar la calcinación de las piritas al aire libre por otro procedimiento exento de los inconvenientes que esa produce; pero la verdad es que, á pesar de haberse ensayado algunos, ninguno ha dado solución satisfactoria al problema.

De todos ellos, el que parece ofrecer más ventajas es el de la calcinación espontánea de las menas, disponiéndolas, después de requebradas convenientemente, en grandes parvas que se establecen y tratan del modo que hemos dicho se benefician los terreros. Este procedimiento tiene la inapreciable ventaja de que, aparte de no producirse desprendimiento sensible de gases sulfurosos, queda en las menas la mayor parte del azufre que contienen, porque la pirita marcial, que es el sulfuro que principalmente entra en su composición, queda intacta, pudiéndose aprovechar, si se quiere, para la fabricación de ácido sulfúrico; pero resulta, en cambio, tan lenta la transformación en sulfato del sulfuro de cobre que, para obtener en un tiempo dado una cantidad determinada del metal, se necesita emplear más de cinco veces la de las menas que la darían calcinándolas en teleras, lo cual supone el empleo de un capital mucho mayor y una amortización mucho más paulatina del mismo; y aunque se ha

(1) La atmósfera sulfurosa que reina hasta cierta distancia de las teleras es, en opinión de algunos, perjudicial á los seres animados y á las personas principalmente, mientras que otros niegan tenga mala influencia en la salubridad. No entraremos en esa cuestión; pero, aun conviniendo en que esa atmósfera no mate, afirmaremos que molesta en tal extremo, sobre todo á la inmediación de las teleras en días húmedos y en que el aire no se mueve, que muchas veces hemos presenciado en diversos establecimientos el hecho de haberse tenido que retirar los obreros sin devengar más que la mitad ó un cuarto de jornal, por no serles posible resistir la incomodidad inherente á la respiración de los gases sulfurosos (V. pág. 264).

recurrido á ciertos medios para acelerar la sulfatación en las parvas, los resultados no han sido satisfactorios.

Es verdad, sin embargo, que en algunos puntos como Tharsis, El Lagunazo y Las Cabezas de los Pastos, se ha adoptado la calcinación espontánea como medio auxiliar que realiza el aprovechamiento de las tierras y menas muy pobres en cobre, y que en la mina *Joya* del término de El Cerro se aplica para todos los minerales que produce, y no es menos cierto que en las minas de Santo Domingo (Portugal), cuya producción es muy importante, se sigue con bastante buen éxito ese procedimiento, aplicándolo también á todas las piritas que se arrancan, las cuales, después que han rendido á los lavados el sulfato de cobre que desprenden, se exportan á las fábricas de ácido sulfúrico; pero precisamente ha resultado ventajoso allí, porque se estableció desde luego al comenzarse la explotación del criadero, no sucediendo lo mismo en Huelva, porque cuando las minas principales se adquirieron por las empresas que han dado impulso á su explotación, el negocio consistía exclusivamente en el aprovechamiento del cobre; el procedimiento para su disfrute regía desde larga fecha; cuando aquellas empresas decidieron exportar á las fábricas de Inglaterra parte de las menas arrancadas, vieron que no les era provechoso enviar sino las que contenían cerca del 5 por 100 de aquella substancia, reservando las más pobres en ella para el beneficio en la localidad, al contrario de lo que se hace en Santo Domingo; y aunque ciertamente pudiera objetarse que siendo lucrativo ahí el disfrute del criadero, siguiendo una marcha inversa á la que se sigue en nuestra provincia, lo mismo pudiera haberse establecido en ella, no hay que perder de vista que el capital invertido exigía una remuneración inmediata.

Otro procedimiento en uso en Río-Tinto desde hace pocos años, pero aplicado únicamente para menas cuya ley en cobre oscile alrededor de 2,68 por 100, es el privilegiado de Döetsch, aun cuando con algunas modificaciones. La operación fundamental en este sistema consiste en transformar en cloruro el sulfuro de cobre contenido en las piritas, mediante la reacción que sobre él ejerce una disolución

de percloruro de hierro. Al efecto, se disponen sobre canales y atravesados por diferentes chimeneas, lo mismo que las parvas de barbasco ó de menas sometidas á la calcinación espontánea, que á veces se activa formando teleras que estando en pleno fuego se cubren ó envuelven entre el conjunto, grandes montones constituidos por una alternación de tongadas de pirita cruda requebrada, sal común y mena calcinada en teleras, agregando además á esos lechos sulfato ferroso, que proporcionan las orillas del río Tinto, y sulfato férrico, que se recoge en determinados puntos de los terreros viejos de barbasco, donde se concentra en virtud de una acción química lenta; y regando después periódicamente esos montones, se forma en ellos, por doble descomposición, sulfato de sosa y percloruro de hierro en disolución, que ataca al sulfuro de cobre con preferencia al de hierro, formándose en conclusión el cloruro de cobre.

Recogidas las aguas cuprosas, que han filtrado á través de las parvas de mena, en receptáculos convenientemente establecidos, pasan, con ó sin el intermedio de un reposador, á los cementadores, provistos, lo mismo que en el caso de las legías vitriólicas, de lingotes de hierro colado; sino que, lejos de abandonar las aguas que han rendido su cobre en los cementadores, las cuales contienen cierta cantidad de cloruro ferroso, se las aprovecha con ventaja en los riegos ulteriores de las parvas de mineral sometidas al beneficio, convirtiendo antes en férrico el mencionado cloruro ferroso; y decimos que se las aprovecha con ventaja, porque efectivamente se introduce desde luego con ellas en las parvas el cloruro férrico, que es el agente principal de las reacciones que se quiere provocar.

Es, pues, preciso, para la aplicación conveniente de esas aguas, convertir en férrico el cloruro ferroso que al salir de los cementadores llevan disuelto, y al efecto se procede de este modo: El cloro necesario para esa conversión se obtiene en reverberos mediante la reacción de la sal marina y el sulfato de hierro, en presencia de un exceso de aire, para lo cual se coloca en cada horno, provisto de tres puertas y por el que circula una gran corriente de aire, una carga de 100 kilogramos de sal y otros tantos, poco más ó menos, de sulfato de

hierro, poniéndose además en la parte opuesta al hogar cierta cantidad de manganesa, á fin de reducir á cloro el ácido clorohídrico que pueda formarse. Los gases que en esos hornos se producen pasan á una torre por cuya cúspide se esparcen en la atmósfera; pero antes de salir se ponen en su ascensión en contacto íntimo con las aguas en cuestión que, elevadas á la altura conveniente, caen en cascada por el interior de la misma torre y desde su parte superior, saltando una tras otra por diferentes tablitas dispuestas para el objeto, absorbiendo en su caída el cloro de aquellos gases.

Otra variante del mismo procedimiento consiste en mezclar el mineral menudo y polvo que resulta en los campos de labor de los criaderos, que, como es sabido, siempre es de alta ley en cobre, con mena rica calcinada en teleras, y para la obtención de las legías cuprosas se han establecido pilones disolvedores que miden hasta 100 metros de longitud, 50 de ancho y 1,25 de altura, sustituyendo en ellos por muretes de ladrillo los durmientes de madera que sirven de apoyo al doble fondo en los que dejamos descritos más atrás.

Las teleras donde se calcina el mineral destinado á la mezcla con el mineral crudo, son de 5 metros de altura, siendo tales las dimensiones en su base rectangular, que en ellas se pueden calcinar de 300 á 1200 toneladas. En el asiento se disponen tres canales paralelas á la longitud de la telera, cortadas normalmente por otra situada hacia el centro, y comunicando con dos ó tres chimeneas hechas de ladrillo con espacios huecos. El objeto de las canales y chimeneas es comunicar el fuego á la pirita, á la cual se mezcla sal marina en proporción de unas 14 toneladas para 300 de mena.

El mineral, después de lavado en los pilones, se conduce á los terreros ó montones de que antes hemos hablado, y de las legías que resultan se precipita el cobre por medio del hierro.

Hace muy poco que en el mismo establecimiento de Río-Tinto se ha planteado otro procedimiento, también por cloruración y sin calcinación previa de las menas, el cual no se aplica sino á los minerales más ricos en cobre. Consiste en tratar desde luego una mezcla de las menas con sal y manganesa por ácido sulfúrico diluido, para

lo cual se han construido 22 estanques ó pilones, cada uno de los cuales mide 50 metros de largo por 5 de ancho y 1,50 de hondura. Reducidas las menas á polvo, ó por lo menos á fragmentos que no pasen del volumen de 5 centímetros cúbicos, se vierten en los pilones alternando con una mezcla, lo más homogénea posible, de manganesa y sal común bien molidas, y al mismo tiempo que se verifica la carga se va extendiendo y removiendo á fin de conseguir que el mineral quede envuelto por igual en la mezcla dicha. La carga de cada pilón consiste en unas 220 toneladas de mena y 22, poco más ó menos, de la mezcla, y ésta se forma con 9 partes de sal para 15 de manganesa de una ley de 44 por 100 próximamente. Sobre esa carga se echa, hasta llenar el pilón, agua acidulada con el sulfúrico en cantidad que varía según la riqueza en cobre de las menas y los grados del ácido; pero, en términos generales, de 25 metros cúbicos de líquido que se necesitan para cada estanque, 14 son de agua común y los 9 restantes de ácido sulfúrico de 156° del areómetro de Twadlt. Al cabo de 5 ó 4 días ó, con más precisión, cuando la temperatura en los pilones, que se eleva considerablemente mientras se verifican las reacciones, desciende á la del ambiente, se hacen pasar las legías á los cementadores, y se vuelven á llenar los estanques, donde quedan las menas, con agua común, que permanece en ellos durante 24 horas, repitiéndose este lavado hasta 12 veces por lo común y en ocasiones hasta 20; es decir, en una palabra, mientras las legías acusan contener cloruro cúprico, y después, como todavía los minerales que quedan en los recipientes contienen cobre, se les conduce á los terreros.

Después de todo, ninguno de esos dos procedimientos resuelve la supresión de las teleras, porque sólo son aplicables á las menas más ricas, ó sea á las más escasas; y aun cuando también se han ensayado otros consistentes en calcinar las piritas en hornos de distintas formas con canales, en que se recogiera una parte del azufre sublimado, y chimeneas por donde el ácido sulfuroso se esparciera en la atmósfera, en los cuales ensayos se han invertido cantidades de gran consideración en las minas de Tharsis y de El Lagunazo, bien pron-

to se desecharon esos sistemas, porque en ellos se ofrecían graves dificultades para convertir en sulfato el sulfuro de cobre, resultando que ó las piritas quedaban mal calcinadas, ó, si se apuraba un poco la operación, se reducía á óxido una gran parte del sulfato cúprico formado.

Terminaremos repitiendo que, estando en prensa este trabajo, hemos recibido noticia de haberse montado en Río-Tinto una fábrica para producir el ácido sulfúrico necesario en el procedimiento de beneficio por cloruración de que poco más arriba hemos dado idea, la cual fábrica ha empezado á funcionar en Mayo de 1889 produciendo unas 240 toneladas semanales de un producto que marca 156° al areómetro de Twadlt. Contiene tres series de hornos, cada uno de los cuales, prismático en su forma, tiene 6 pies ingleses de largo por 5 de ancho y 3,5 de altura, terminándose en una bóveda en la que se abre el tragante, que comunica con una canal general por donde los gases pasan á las torres y cámaras en que se produce el ácido.

Grata por demás nos ha sido esa noticia, así como la de que inmediatamente después de terminada la construcción de la fábrica á que nos referimos, se ha comenzado la de otra análoga á la primera, destinada á la preparación de sulfato de cobre, á la cual se aplicará cáscara de primera clase; y ambas nos han sido satisfactorias, porque no parece sino que se vislumbra en la erección de esas fábricas el comienzo de una nueva fase en el aprovechamiento industrial de nuestras piritas, sin detrimento de la agricultura.

Ese es, en nuestro concepto, el desideratum que debieran proponerse los concesionarios de las minas piritosas de la provincia: no hay sino recapacitar un poco acerca de lo que deja que desear el beneficio que de esos minerales se saca en nuestro país comparándolo con el que obtienen en las fábricas inglesas de Glasgow, Newcastle, Cardif, Londres, Liverpool, etc., así como en otras de Alemania y Francia, donde aprovechando el azufre que sirve de base á una porción de industrias químicas, según procedimientos semejantes á los que se resumen en el cuadro que hemos hecho estampar en la página 16 de este tomo, mandan á otras fábricas lo que llaman *residuos*,

en las cuales se extrae de éstos el cobre, hierro, plata y aun á veces hasta el oro que contienen, para deducir cuán inmensa es la diferencia entre uno y otro, y cuántas las ventajas que aquí reportaría el someter á las piritas á un beneficio análogo al adoptado en el extranjero. Seguramente que las dificultades que para el objeto habrían de vencerse serían grandes; pero no las creemos insuperables, porque las manganesas y la sal común que en la misma provincia se ofrecen, y las fosforitas y el carbón que podrían llevarse de puntos que no distan mucho de ella, podrían servir de base y de medios en que se fundaran una porción de industrias semejantes á las que, con el auxilio primordial de las menas españolas, se han erigido en otras partes, importando además lo que como complementario fuera preciso.

No creemos que de otro modo pueda resolverse, no sólo el problema que atañe á los perjuicios que la calcinación en teleras ocasiona á la agricultura, sino el que se refiere al porvenir de la misma minería de Huelva, que no parece sino que trabaja en su propio perjuicio. Dada, en efecto, la marcha establecida, como las piritas que se exportan tienen una ley en cobre mayor que la media de los criaderos, es preciso para conseguirlo arrancar cantidades muy grandes, tal vez demasiado, resultando de todo que, mientras en el extranjero, á donde también, como hemos visto, se lleva la cáscara y matas procedentes casi en su totalidad del beneficio de las menas pobres, se elabora una cantidad tan excesiva de cobre que los precios del metal en los mercados han descendido considerablemente, esta depreciación ha imposibilitado el proseguir con el laboreo de muchas minas, siendo seguro que, de continuar así las cosas, á esa paralización en los trabajos de explotación seguirá, antes de lo que muchos creen, la del mayor número de los que todavía persisten, quedando en los criaderos de la provincia, aparte de las inmensas cantidades de pirita de la que ningún partido se saca, por ser excesivamente pobres en cobre ó no contenerlo, muchas porciones que todavía podrían beneficiarse si el precio del metal fuera más alto.

CUADROS ESTADÍSTICOS COMPLEMENTARIOS.

Hemos procurado demostrar en las páginas que preceden la importancia que desde el punto de vista minero tiene la provincia de Huelva; pero todavía, para que de un vistazo pueda juzgarse de esa importancia, presentamos los tres cuadros A, B y C, con que cerramos este volumen.

En el A, ya anunciado en la página 6 y formado con los datos existentes en la Jefatura de Minas del distrito, aparece el número y clase de las concesiones existentes en 1.º de Enero de 1888, con expresión del término municipal en que radican y la superficie horizontal que abarcan; el B señala el lugar que, como productora de cobre, ocupa la misma provincia en el mundo industrial; y, finalmente, el C resume las cantidades de piritas obtenidas en las minas de su territorio desde los albores de su explotación hasta el año últimamente citado, inclusive.

Cuadro A.—Repartición por términos municipales de las concesiones

mineras que existían en la provincia de Huelva el 1.º de Enero de 1888.

TERMINOS MUNICIPALES.	HIEBRO (1).			PLOMO.				PLATA.			COBRE.					CAPARROSA.		
	Minas.	Perte- nencias	Superficie.	Minas.	Perte- nencias	Dem- sías.	Superficie.	Minas.	Perte- nencias	Superficie.	Minas.	Perte- nencias	Dem- sías.	Esco- riales.	Superficie.	Minas.	Perte- nencias.	Superficie.
Alájar.....																		
Aracena.....	1	6	6,00,00	2	36		36,00,00											
Almendo (El).....				6	62	3	65,22,25											
Almonaster.....				1	10		10,00,00											
Alosno (El).....	1	17	17,00,00	3	26		26,00,00											
Aroche.....	1	22	22,00,00															
Arroyo-Molinos.....	1	18	18,00,00															
Berrocal.....				1	12		12,00,00											
Cabezas Rubias.....																		
Cala.....																		
Castaño.....				1	15		15,00,00											
Campofrío.....																		
Cañaverál de León.....																		
Cerro (El).....																		
Cortegana.....	4	37	43,38,48															
Calañas.....																		
Cumbres de San Bartolomé.....																		
Cumbres Mayores.....																		
Encinasola.....																		
Escacena.....	1	30	30,00,00	1	36		36,00,00											
Galaroza.....				1	12		12,00,00											
Gibraleón.....																		
Granada (La).....																		
Granada (El).....																		
Hinojales.....																		
Huelva.....																		
Higuera.....				1	24		24,00,00											
Jabugo.....	2	14	14,00,00															
Lepe y Cantaya.....				1	4		4,00,00											
Linares.....																		
Manzanilla.....				4	119	1	121,39,10											
Nava.....				1	12		12,00,00											
Nerva.....																		
Niebla.....																		
Paimogo.....																		
Paterna.....				12	195		195,00,00											
Puebla de Guzmán.....				1	18		18,00,00											
Río-Tinto.....																		
Rosal de la Frontera.....																		
Santa Bárbara.....				1	4		4,00,00											
Valverde del Camino.....	3	24	24,00,00															
Villalba.....				10	207		207,00,00											
Villanueva de los Castillejos.....																		
Villanueva de las Cruces.....																		
Zalamea.....																		
Zufre.....				1	12		12,00,00											
TOTALES POR CLASES.....	14	168	174,38,48	48	804	4	809,61,85											

(1) Los criaderos de casi todas las minas concedidas como de hierro son de pirita.

Repartición por términos municipales de las concesiones mineras que existían en la provincia de Huelva el 1.º de Enero de 1888.

TÉRMINOS MUNICIPALES.	ANTIMONIO.			MANGANESO.				ARCILLA.			CARBÓN (1).			AMIANTO.		
	Minas.	Perte- nencias	Superficie.	Minas.	Perte- nencias	Dema- sías.	Superficie.	Minas.	Perte- nencias.	Superficie.	Minas.	Perte- nencias.	Superficie.	Minas.	Perte- nencias.	Superficie.
Alájar.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Aracena.....	2	24	24,00,00	1	1	"	6,00,00	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Almendro (El).....	"	"	"	5	29	"	49,00,00	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Almonaster.....	"	"	"	24	84	"	219,00,00	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Alosno (El).....	"	"	"	27	104	"	242,73,16	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Aroche.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Arroyo-Molinos.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Berrocal.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Cabezas Rubias.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Cala.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Castaño.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Campofrío.....	"	"	"	3	7	"	17,00,00	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Cañaverál de León.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Cerro (El).....	5	71	71,00,00	13	54	"	90,38,48	"	"	"	"	"	1	10	10,00,00	"
Cortegana.....	"	"	"	2	14	"	24,00,00	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Calañas.....	"	"	"	40	146	"	323,62,08	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Cumbres de San Bartolomé.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Cumbres Mayores.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Encinasola.....	"	"	"	1	12	"	12,00,00	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Escacena.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Galaroza.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Gibraleón.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Granada (La).....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Granado (El).....	"	"	"	7	25	2	69,77,84	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Hinojales.....	"	"	"	"	"	"	"	1	50	50,00,00	"	"	"	"	"	"
Huelva.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Higuera.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Jabugo.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Lepe y Cantaya.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Linares.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Manzanilla.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Nava.....	"	"	"	1	12	"	12,00,00	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Nerva.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Niebla.....	"	"	"	1	2	"	12,00,00	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Paimogo.....	"	"	"	1	12	"	12,00,00	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Paterna.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Puebla de Guzmán.....	"	"	"	10	56	"	91,00,00	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Río-Tinto.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Rosal de la Frontera.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Santa Bárbara.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Valverde del Camino.....	3	13	13,00,00	11	30	"	72,76,96	1	4	4,00,00	"	"	"	"	"	"
Villalba.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Villanueva de los Castillejos.....	"	"	"	8	47	"	52,00,00	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Villanueva de las Cruces.....	"	"	"	1	1	"	4,19,24	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Zalamea.....	"	"	"	25	111	"	185,57,72	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Zufre.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
TOTALES POR CLASES.....	10	108	108,00,00	181	747	2	1495,05,48	1	4	4,00,00	1	50	50,00,00	1	10	10,00,00

(1) El terreno concedido para mina de carbón contiene abundantes ampolitas gráficas; pero hasta ahora en nin

gún punto de la provincia se ha demostrado la existencia de combustible fósil.

Repartición por términos municipales de las concesiones mineras que existían en la provincia de Huelva el 1.º de Enero de 1888.

TERMINOS MUNICIPALES.	OCRE.			FOSFATO DE CAL (1).			AGUAS.			TOTALES POR TÉRMINOS MUNICIPALES.						
	Minas.	Perte- nencias.	Superficie.	Minas.	Perte- nencias.	Superficie.	Minas.	Perte- nencias.	Superficie.	Minas.	Perte- nencias.	Dema- sias.	Esco- riales.	SUPERFICIE.		
														Hectáreas.	Areas.	Centia- reas.
Alájar.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	6	»	»
Aracena.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	174	»	»
Almendro (El).....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	206	22	25
Almonaster.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	959	19	11
Alosno (El).....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2146	34	09
Aroche.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	297	»	»
Arroyo-Molinos.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	110	57	72
Berrocal.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	12	»	»
Cabezas Rubias.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	22	»	»
Cala.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	422	60	»
Castaño.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	25	»	»
Campofrío.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	167	»	»
Cañaverl de León.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	10	»	»
Cerro (El).....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	562	36	47
Cortegana.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	537	64	94
Calañas.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1696	32	03
Cumbres de San Bartolomé.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	172	»	»
Cumbres Mayores.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	49	»	»
Encinasola.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	462	73	85
Escacena.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	138	»	»
Galaroza.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	53	24	14
Gibralcón.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	8	»	»
Granada (La).....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	43	»	»
Granado (El).....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	31	77	84
Hinojales.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	50	»	»
Huelva.....	1	4	4,00,00	»	»	»	1	8	8,00,00	»	»	»	»	12	»	»
Higuera.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	36	»	»
Jabugo.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	22	»	»
Lepe y Cantaya.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	16	»	»
Linares.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	18	»	»
Manzanilla.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	119	39	10
Nava.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	8	»	»
Nerva.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	79	»	»
Niebla.....	»	»	»	3	186	186,00,00	»	»	»	»	»	»	»	285	83	03
Paimogo.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	340	»	»
Paterna.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	330	»	»
Puebla de Guzmán.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	110	»	»
Río-Tinto.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	219	»	»
Rosal de la Frontera.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	496	11	44
Santa Bárbara.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	3	39	47
Valverde del Camino.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1922	»	»
Villalba.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	9	»	»
Villanueva de los Castillejos.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	4	»	»
Villanueva de las Cruces.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	274	01	»
Zalamea.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	207	»	»
Zufre.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	80	»	»
TOTALES POR CLASES.....	1	4	4,00,00	3	186	186,00,00	1	8	8,00,00	762	9847	112	1	13514	91	92

(1) No hemos visto en ningún paraje de la provincia señales de fosfato de cal.

Cuadro B.—Toneladas de cobre producidas en el mundo, durante los años 1879 á 1887, según la estadística formada por Henry R. Merton & Co. (1)

	1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	1884.	1885.	1886.	1887.
Argelia.....	500	500	* 600	* 600	* 600	260	250	410	+ 150
Republica Argentina.....	300	300	307	800	293	159	233	180	170
Australia.....	9500	9700	40000	* 8950	- 12000	44100	41400	9700	7700
Bolivia (Coro Coro).....	2000	2000	2655	3259	4680	* 1500	1500	1100	- 4300
Chile.....	49318	42916	37989	42909	41099	41648	38500	35025	29150
Cabo de Buena Esperanza.....	4328	5038	5087	5000	5000	5000	5000	5390	5950
Nanagüa Copper.....	»	»	»	»	»	»	450	625	4300
Canada.....	+ 50	* 50	50	221	329	236	»	»	»
Alemania.....	8400	9800	40999	14546	12643	12582	11450	12595	13025
{ Mansfeld.....									
{ Diversos.....	600	4000	4743	4800	* 2000	2200	2800	1870	1850
Inglaterra.....	3462	3662	3875	3464	2620	3350	* 3000	2500	4500
Italia.....	1140	* 1380	* 4480	* 4400	1600	4325	835	900	2500
{ Libsola.....									
{ Liborna.....									
Japón.....	3900	3900	* 3900	* 4800	* 7600	* 10000	10000	40000	* 11000
Méjico.....	400	400	333	404	489	291	375	250	2050
Terranova.....	* 4500	+ 1500	4748	1500	4053	668	778	1125	1180
Noruega.....	2000	2040	2350	2300	2340	2390	2480	1920	1150
{ Vignaes.....									
{ Diversos.....	442	386	* 290	290	290	316	380	300	300
Austria.....	245	470	455	455	500	670	670	550	700
Hungría.....	976	976	976	976	680	800	* 800	700	500
Perú.....	* 600	600	645	440	395	362	229	75	50
Rusia.....	3084	3084	* 3000	* 3000	1750	5000	5000	4875	5000
Suecia.....	800	4074	995	798	732	662	775	600	500
{ Rio-Tinto.....	13754	16215	16666	17389	20472	21564	23484	24700	28500
España.....	14324	* 9454	* 40203	* 9000	9800	40800	41500	11000	14000
{ Cueva de La Mora.....	770	1000	4440	1700	2357	2300	1665	4258	856
{ Poderosa, Concepción y otras.....	800	800	* 800	800	1000	500	* 500	3560	4400
{ Sevilla.....	4360	4705	4340	1885	2026	2000	1800	2135	2300
Portugal.....	4692	* 6603	* 8170	8000	8000	7500	* 7000	7000	7000
{ Lago Superior.....	49430	22200	24350	25440	26650	30925	32210	35590	33330
Estados Unidos.....	»	»	»	4045	4404	19255	30270	25720	35225
{ Montana.....	4220	2840	6532	8030	10660	11935	10135	6985	8035
{ Arizona.....	»	»	»	2955	3250	2585	1435	4510	2510
{ Diversos.....	»	»	»	3700	4048	4600	4111	3708	2900
Venezuela.....	4597	4800	2823						
{ Nueva Granada.....									
TOTAL.....	454456	453057	464744	477823	497936	247483	220745	213356	223081

(1) Las toneladas son inglesas, ó sea de á 4046 kilogramos.

Los asteriscos indican que las cantidades á que afectan sólo son aproximadas á las reales,

no habiendo sido posible deducir con exactitud estas últimas.

Cuadro C.—Producción de piritas en las minas de la provincia de Huelva, desde el origen de su explotación hasta el año 1888, inclusive.

MINAS.	Época de la explotación.	Toneladas métricas.	OBSERVACIONES.
El conjunto de todas las explotadas.....	Antigua....	30.000000	En todas las minas de la provincia explotaron más ó menos los mineros fenicios y los romanos.
Río-Tinto	Siglo XVIII..	221637	Beneficiadas en la localidad.
Río-Tinto	Siglo XIX...	15.081599	Una parte de ellas exportadas y otra mayor beneficiadas en la localidad.
Tharsis.....	Idem.	8.719246	Idem id.
La Zarza.....	Idem.	1.244810	Idem id.
Cueva de La Mora.....	Idem.	813283	La mayor parte beneficiadas en la localidad por el procedimiento de la cementación.
San Telmo.....	Idem.	472200	Beneficiadas en la localidad.
El Lagunazo.....	Idem.	461303	Idem.
La Poderosa.....	Idem.	406224	Una parte de ellas transportadas al extranjero
Sotiel-Coronada.....	Idem.	363208	Idem.
La Peña del Hierro.....	Idem.	256393	Idem.
El Buitrón.....	Idem.	223922	Exportadas al extranjero
El Carpio.....	Idem.	223743	Beneficiadas en la localidad.
La Lapilla.....	Idem.	135509	Exportadas.
Las Cabezas de Los Pastos.	Idem.	123130	Idem.
San Miguel.....	Idem.	111676	Beneficiadas en la localidad.
La Concepción.....	Idem.	103480	Idem.
La Joya.....	Idem.	91301	Idem.
La Chaparrita.....	Idem.	69843	Idem.
El Tinto.....	Idem.	40000	Idem.
La Corte.....	Idem.	27303	Exportadas.
Barranco de Tripancho.	Idem.	16324	Idem.
Poyatos.....	Idem.	40397	Beneficiadas en la localidad.
El Lomero.....	Idem.	2575	Idem.
Sierra del Venero (Cala)...	Idem.	1711	Idem por fundición.
La Romanera.....	Idem.	1046?	Exportadas.
Vulcano.....	Idem.	1000?	Beneficiadas en la localidad.
Herrerías de Los Confesornarios.....	Idem.	177100	Exportadas para la obtención de azufre.
TOTAL.....		59.404256	

ÍNDICE.

DESCRIPCIÓN MINERA.

INTRODUCCIÓN.

Páginas.

Importancia de la minería en la provincia de Huelva.—Influencia que esa industria ha ejercido en la propiedad del territorio.—Substancias metalíferas que principalmente se ofrecen en la región.—Distribución de las minas.—Las más abundantes son las de piritas ferro-cobrizas.—Periodos que pueden distinguirse en su explotación.—Cuadros de las operaciones á que se somete el beneficio de las piritas ferro-cobrizas en el país y en las fábricas extranjeras..... 3

HISTORIA DE LA MINERÍA EN LA PROVINCIA.

Tiempos protohistóricos.

Utensilios y herramientas de piedra hallados en diversas localidades. 47

Tiempos históricos.

Edad antigua: Período fenicio..... 23

Período romano: Inscripción del tiempo de Nerva.—Candiles de barro.—Tornillo de Arquímedes.—Ruedas para elevar agua.—Fragmentos del código *Vicus Vipascensis* esculpidos en una plancha de bronce.—Noticias que confirman la frecuencia del uso del bronce y del cobre en la antigüedad.—Gran parte del metal procedía de Huelva, según lo atestiguan los escoriales..... 28

Edad media: Decadencia de la minería..... 37

Edad moderna: El descubrimiento del criadero de Guadalcanal reanima un poco la minería en España.—Relación de D. Diego Mendoza respecto á las minas de Zalamea la Vieja.—Exploraciones en Río-Tinto.—Datos que suministra el Registro de Minas publicado por González.—Causas que contribuyeron á que la industria de que se trata no se desarrollara cual debiera.—En el siglo XVIII se inaugura un período de mayor actividad en la provincia de Huelva.—Esa actividad, aun cuando con alternaciones, progresa en el transcurso del tiempo..... 60



CRIADEROS METALÍFEROS.

CONSIDERACIONES GENERALES.

	Páginas.
Teorías emitidas acerca del origen de los criaderos metalíferos desde Platón hasta nuestros días.....	73
Producción artificial de minerales: Provocando las acciones moleculares.—Por sublimación.—Por descomposición de gases ó vapores á una temperatura alta.—Por la acción de gases y vapores sobre cuerpos sólidos muy caldeados.—Por vía de fusión.—Por disolución.—Por combinación lenta de disoluciones diluidas.—Por electrolisis.—Por difusión de disoluciones.—Por combinación lenta de sustancias que actúan unas sobre otras.....	162

FORMACIÓN DE LOS CRIADEROS DE HUELVA.

Criaderos de relleno: de piritas.....	184
de manganeso.....	221
Criaderos metamorfoseados.....	231
— sedimentarios.....	233
— de impregnación y	
de segregación: de menas de cobre.....	236
plomizos.....	244
antimoniosos.....	245
de menas de hierro.....	246

RESEÑA DE LOS CRIADEROS DE LA PROVINCIA.

Criaderos de relleno.

DE PIRITAS.

Circunstancias generales: Elementos constitutivos.—Caracteres exteriores.....	249
Detalles y datos industriales:	
Minas de Río-Tinto: Situación de los criaderos y condiciones del territorio.....	263
Noticias históricas.....	265
Estado actual de la explotación.....	298
Circunstancias generales de los criaderos: Consideraciones acerca de los asomos y de la caja.....	303
Circunstancias peculiares á cada uno de los criaderos:	
de Nerva.....	313
de San Dionisio.....	327
del Balcón del Moro.....	334
Salomón.....	340
de La Cueva del Lago.....	342
del Valle.....	343

Datos estadísticos correspondientes al primer trimestre del año 1888.	344
Minas de Tharsis: Situación de los criaderos y condiciones del territorio.....	347
Datos históricos.....	350
Circunstancias de los criaderos: Generalidades.....	361
Criadero del Norte.....	366
de Sierra Bullones.....	374
Poca Pringue.....	381
del Centro.....	384
del Sur.....	388
Minas de La Zarza.—Su situación y condiciones del territorio.....	390
Noticias históricas.....	393
Circunstancias de los criaderos: Generalidades.....	396
Criadero de Los Silos.....	399
Minas de Cala.....	404
— de Zufre.....	409
— de Campofrío.....	410
— de La Peña del Hierro, en término de Nerva.....	411
— de La Chaparrita.....	416
— de La Poderosa.....	421
— de Las Umbrias del Palomino.....	426
— de La Era del Soldado.....	427
— de la cumbre de La Manguda y de La Angostura.....	427
— del cabezo de La Mimbrera.....	428
— de La Concepción.....	428
— Esperanza y Forzosa.....	434
— de San Miguel.....	435
— de La Cueva de La Mora.....	441
— de Las Herrerías de Los Confesonarios.....	448
— de Poyatos.....	453
Mina El Lomero.....	454
Minas de San Telmo: Consideraciones generales.....	455
Criaderos de San Telmo.....	460
de la cumbre de Las Herrerías.....	471
de San Vicente ó de Los Cruzadillos.....	472
Minas de El Carpio.....	474
Mina Joya.....	478
— La Romanera.....	483
Minas de Monte-Rubio ó de Los Silos.....	483
— del barranco Trimpancho y Vuelta Falsa.....	485
— de El Buitrón.....	487
— del Barranco de Los Bueyes.....	491
Mina Lucencia.....	492
Minas de El Tinto.....	493
— de La Corte.....	497
— de Sotiel-Coronada.....	500

IV	ÍNDICE	Páginas.
Minas de La Lapilla.....		510
Mina Almagrera (hoy Triunfo).....		514
— Vulcano.....		515
Minas del Prado Vicioso.....		516
— de El Lagunazo.....		517
— de Las Cabezas de Los Pastos.....		527
— del barranco de Aguas Teñidas y de Herreritas.....		535
Mina de la cumbre de Las Herrerías, en La Puebla de Guzmán.....		538
Minas de la loma de Las Mesas.....		544
— de Las Herrerías, en Niebla.....		542
DE MENAS DE MANGANESO.		
Noticias históricas.....		542
Situación y circunstancias generales de los criaderos.....		554
Datos parciales: Minas de El Granado.....		566
— de La Puebla de Guzmán.....		568
— de El Almendro.....		568
— de Villanueva de Los Castillejos.....		569
— de Cabezas Rubias y El Cerro.....		570
— de El Alosno.....		574
— de Calañas.....		573
— de Almonaster y Campofrío.....		580
— de Zalamea.....		581
Deducciones.....		583
Criaderos metamorfoseados.		
Aunque en la provincia son frecuentes, sólo algunos merecen atención desde el punto de vista industrial.....		584
Criaderos sedimentarios.		
El principal es el de la mesa de Los Pinos, en Río-Tinto.—Organismos que demuestran su modo de formación.—Composición de las menas.—Cantidades arrancadas.....		585
Criaderos de impregnación.		
Criadero de La Esperanza, en las minas de Tharsis.....		588
Criaderos de segregación.		
DE MENAS DE COBRE.		
Criaderos de la sierra Alta: Grupos de La Navanaha y El Campillo; de Los Culeritos; de La Mojosa y El Cuervo.—Concesión Quinta Contienda.—Grupos de la sierra de Santa María y El Campillo; de Valquemado y Mojinal.....		594
— de la Comarca Central.....		596
— de la sierra de Rite: Criaderos de La Rasera; de la loma de		

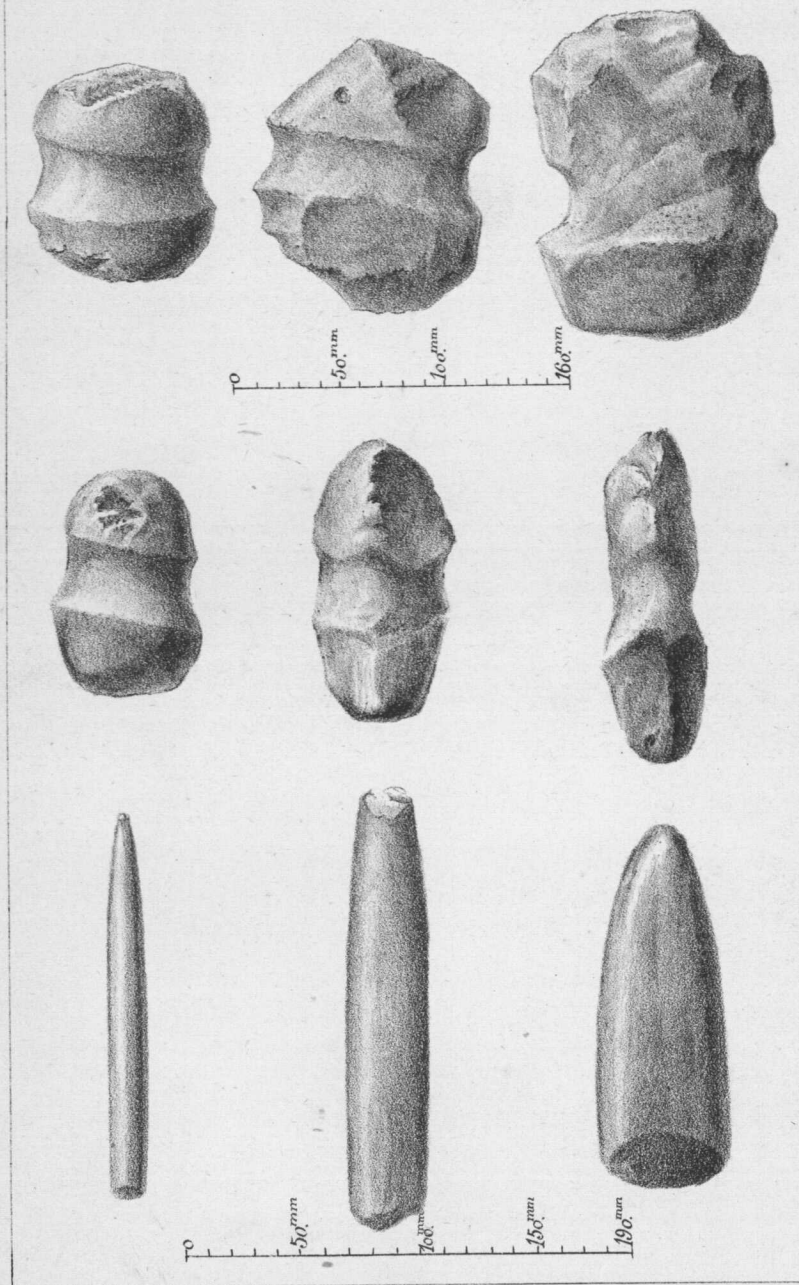
V	ÍNDICE	Páginas.
El Segunderalejo; del grupo minero San Fernando.....		597
Criaderos de la sierra de Tejada.....		599
DE MEZCLAS DE SULFUROS DE HIERRO, PLOMO, PLATA, ZINC Y COBRE.		
Noticia acerca de algunos de ellos.....		603
DE MENAS DE PLOMO.		
Reseña de las principales minas plomizas.....		606
DE MENAS DE ANTIMONIO.		
Criaderos antimoniosos en los campos de San Benito, del término de El Cerro, y en la dehesa del Agujón, del de Calañas.....		609
CRIADEROS DE SUBSTANCIAS PÉTREAS.		
Ocres y almagras.....		614
Barita.....		611
Amianto y asbesto.....		612
Esteatita.....		614
Jaspes.....		614
Alabastrites.....		614
Calizas.....		614
Arcillas comunes y refractarias.....		615
APÉNDICE		
Á LA DESCRIPCIÓN MINERA.		
Nota acerca del beneficio de la piritita en la provincia de Huelva.		
Beneficio por vía húmeda:		
— Calcinación de las menas.....		618
— Disolución.....		622
— Cementación.....		624
— Tratamiento de los terreros.....		630
— Clasificación de la cáscara.....		632
— Tratamiento de la cáscara para la obtención de cobre negro...		634
— Afino del cobre negro.....		637
— Refundición de escorias y otros residuos.....		639
Beneficio por vía seca.....		640
Inconvenientes de la calcinación en teleras y medios propuestos para remediarlos.....		643
Cuadros estadísticos complementarios.		
Repartición por términos municipales de las concesiones mineras que existían en la provincia de Huelva el 1.º de Enero de 1888.....		652
Toneladas de cobre producidas en el mundo durante los años 1879 á 1887.....		658
Producción de pirititas en la provincia de Huelva desde el origen de su explotación hasta el año 1888 inclusive.....		660

LÁMINAS CONTENIDAS EN ESTE TOMO.

- Lámina 1.—Representación de algunas de las herramientas protohistóricas halladas en diferentes parajes de la provincia.
- 2.—Tornillo de Arquímedes hallado en las labores antiguas de las minas de La Coronada.
- 3.—Disposición en que se ofrecieron las dos parejas más altas de una instalación de ruedas para elevar agua, hallada en las excavaciones del criadero del Norte de las minas de Tharsis.
- 4.—Plano y detalles de una de esas ruedas.
- 5.—Rueda romana de desagüe que se halló establecida en una de las galerías de las minas de Santo Domingo (Portugal).
- 6.—Rueda romana de desagüe descubierta en el criadero del Norte de las minas de Río-Tinto.
- 7.—Restos de un horno romano descubierta en los escoriales de Tharsis.
- 8.—Plano de conjunto del terreno en que radican los criaderos de Río-Tinto.
- 9.—Plano y cortes de los criaderos del Sur de las minas de Río-Tinto.
- 10.—Plano y cortes del criadero del Norte de las minas de Río-Tinto.
- 11.—Plano de conjunto del terreno en que se hallan los criaderos de Tharsis.
- 12.—Plano y cortes de los criaderos del Norte en las minas de Tharsis.
- 13.—Plano y cortes de los criaderos del Centro y Sur y de La Esperanza en las minas de Tharsis.
- 14.—Plano de conjunto del paraje en que se ofrecen los criaderos de las minas de La Zarza.
- 15.—Sección horizontal al nivel del segundo piso y corte transversal por la parte más ancha del criadero de Los Silos, en las minas de La Zarza.
- 16.—Plano de la zona en que asoman los criaderos de Cala ó de la sierra del Venero.
- 17.—Plano y cortes referentes al criadero de La Peña del Hierro.
18. — — — de La Chaparrita.
19. — — — de La Poderosa.
- 20.—Plano de los pisos primero y segundo de las minas de La Concepción.
- 21.—Cortes horizontales y transversales en los criaderos de las minas de San Miguel.
- 22.—Plano y cortes en el criadero más septentrional de los de las minas de La Cueva de la Mora.

- Lámina 23.—Representación del criadero de Las Herrerías de los Confesonarios.
- 24.—Representación del criadero de la mina El Lomero.
- 25.—Plano de conjunto de la zona en que asoman los criaderos de las minas de San Telmo.
- 26.—Cortes horizontales y transversales en el criadero principal de las minas de San Telmo.
- 27.—Cortes horizontales y transversales en el criadero de las minas de El Carpio.
- 28.—Cortes horizontales y transversales en el criadero de la mina Joya.
- 29.—Disposición de los criaderos piritosos en el barranco Trimpancho y en las minas de El Tinto.
- 30.—Plano que indica la repartición, en la superficie del suelo, de las labores antiguas practicadas sobre los criaderos de las minas de Sotiel-Coronada.
- 31.—Cortes horizontal y transversal en los criaderos de las minas de Sotiel-Coronada.
- 32.—Plano y corte transversal del criadero de las minas de La Corte.
- 33.—Situación respectiva de los criaderos de las minas de La Lapilla, Almagra y Vulcano.
- 34.—Cortes horizontales, longitudinal y transversales en el criadero de las minas de La Lapilla.
- 35.—Cortes horizontal, longitudinal y transversales en el criadero de las minas de El Lagunazo.
- 36.—Repartición de labores antiguas en la superficie del suelo de Las Cabezas de Los Pastos.
- 37.—Cortes horizontales y transversales en los criaderos de Las Cabezas de Los Pastos.
- 38.—Plano y corte de los criaderos de la mina de la cumbre de Las Herrerías, en la Puebla de Guzmán.
- 39.—Planos y cortes de los criaderos de manganeso en el Peñasquillo y Peñasco (Calañas).
- 40.—Cortes horizontales y transversales en la mina de manganeso del Castillo de Palancos (Zalamea la Real).
- 41.—Mapa geológico de la zona central minera de la provincia de Huelva.





Lit. del Depósito de la Guerra.

m

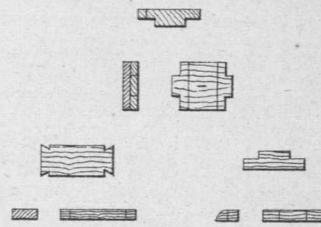
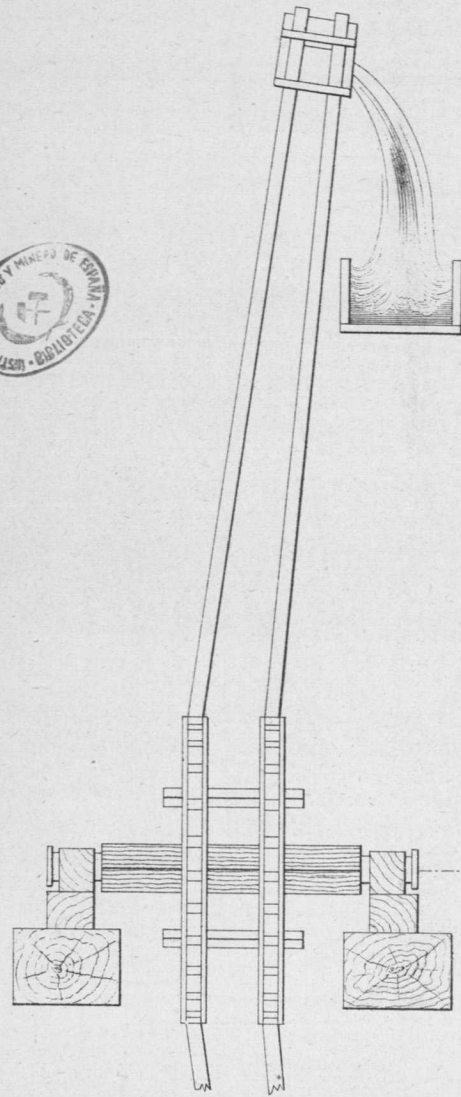
n



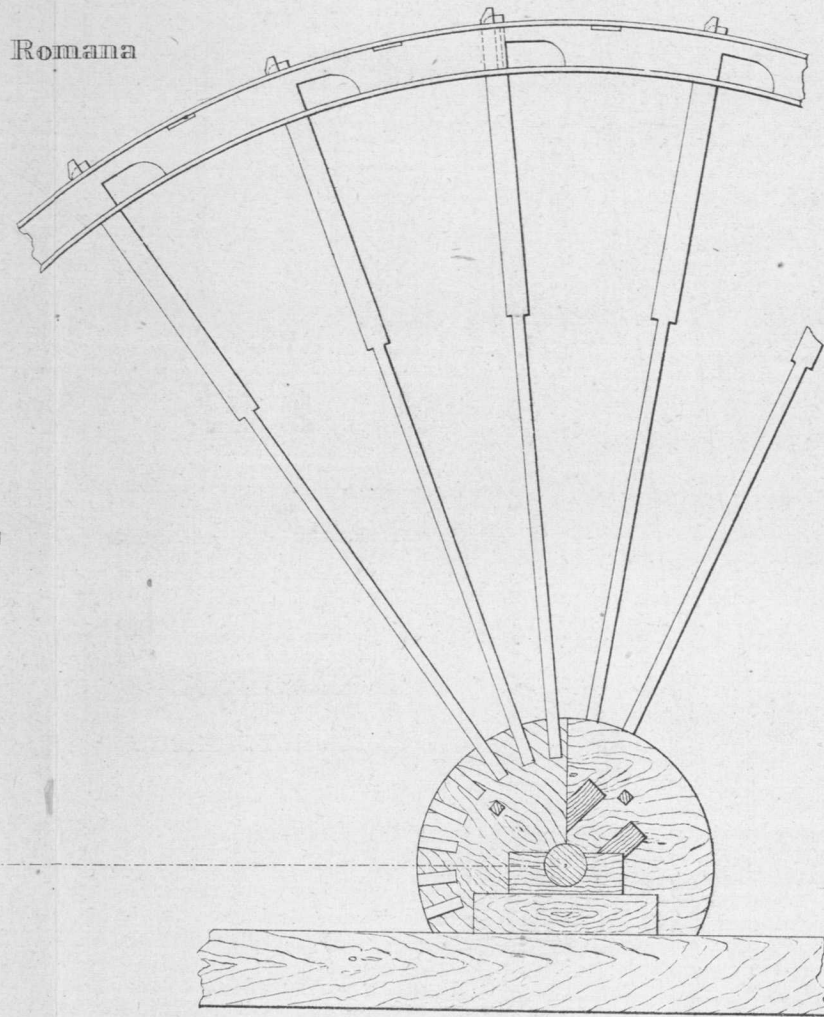
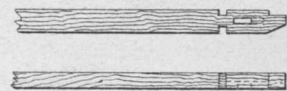
erho

MINAS DE THARSIS

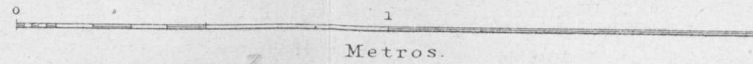
Plano de Rueda Romana



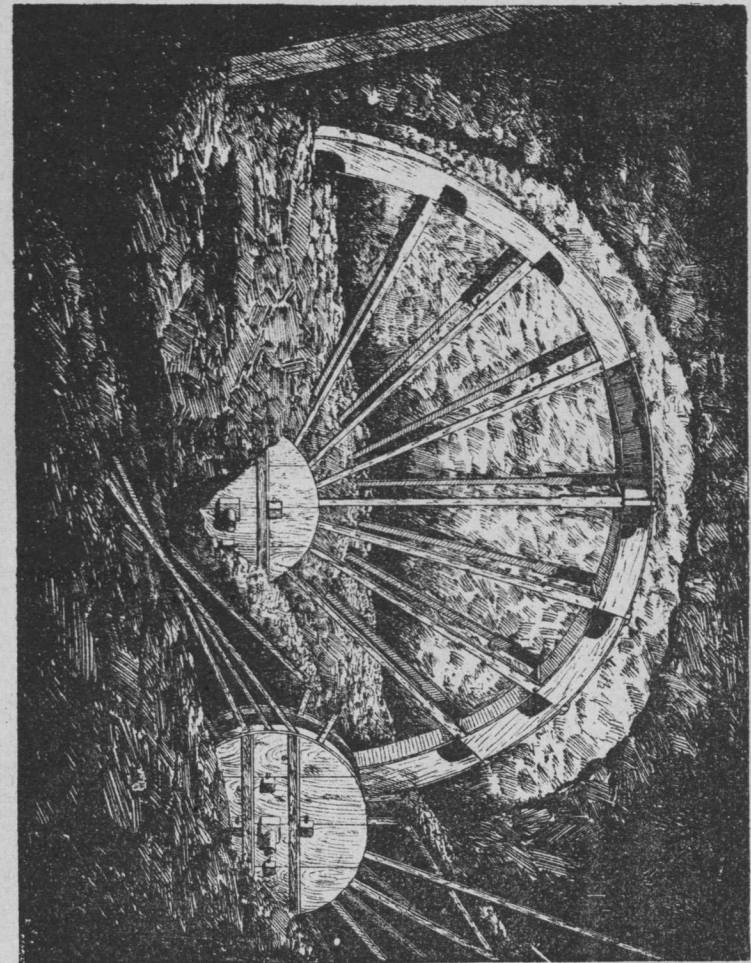
Detalles



Escala 0^m 05 = 1^m.



MINAS DE RIO TINTO.

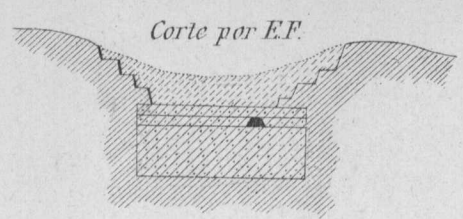
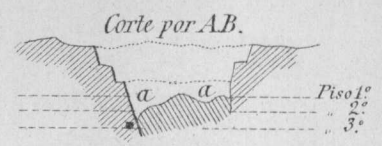
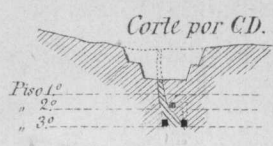
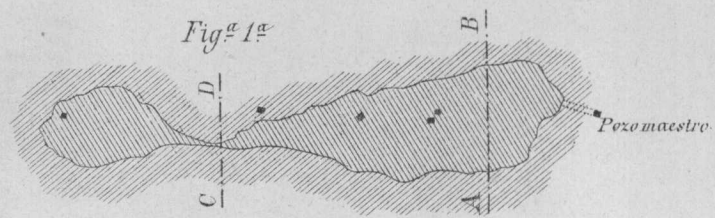


RUEDA HIDRÁULICA ROMANA ENCONTRADA EN EL FILON AL NORTE
EN EL MES DE JUNIO DE 1886.
DIAMETRO DE LA RUEDA 4,80 METROS.

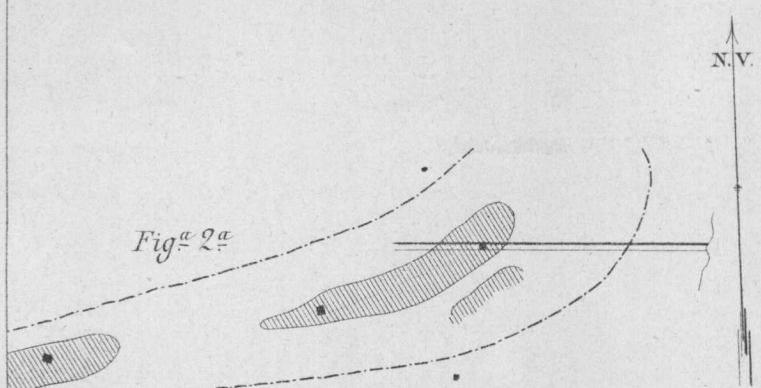


MINAS DE THARSIS. Criaderos del Centro y Sur

Escala de 1:5000.



Lin. del Depósito de la guerra.



N.V.

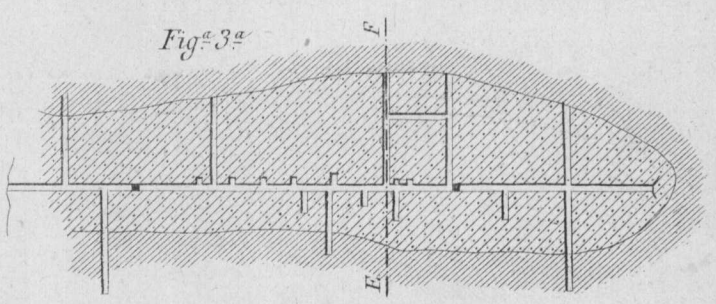
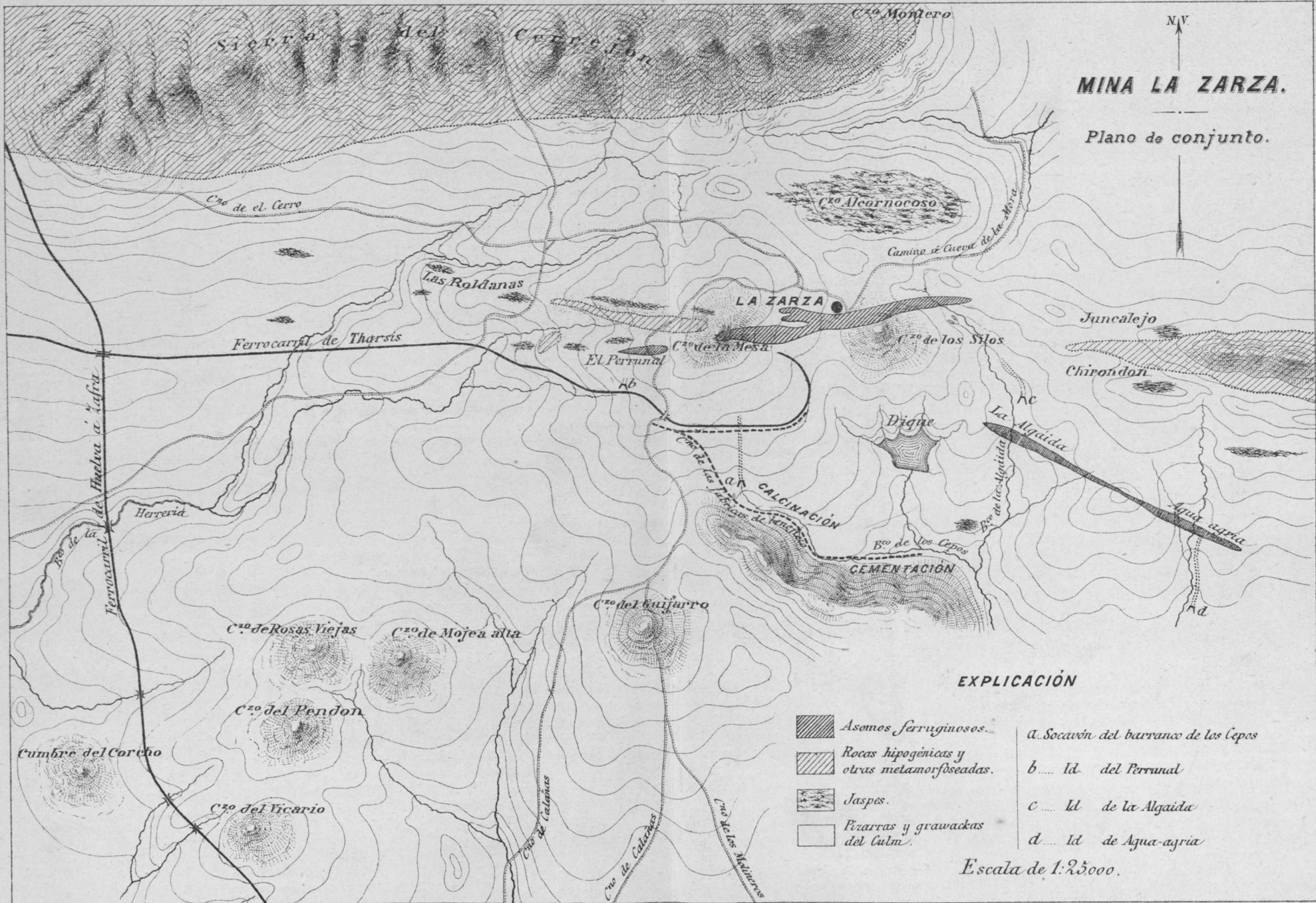


Fig.^a 1.^a Criadero del Centro al nivel del 2.^o piso.
 Fig.^a 2.^a Criadero del Sur al nivel del socavón de la Esperanza.
 Fig.^a 3.^a Criadero de la Esperanza al nivel del socavón.
 --- Contorno de crestones ferruginosos.

- Pizarras.
- Pizarras cupriferas.
- Piritas.





MINA LA ZARZA.

Plano de conjunto.



EXPLICACION

- Asomos ferruginosos.
- Rocas hipogénicas y otras metamorfoseadas.
- Jaspes.
- Pizarras y grawackas del Culm.
- a. Socavón del barranco de los Cepos
- b. Id. del Perrunal
- c. Id. de la Alcaida
- d. Id. de Agua-agria

Escala de 1:25000.

MINA LA ZARZA

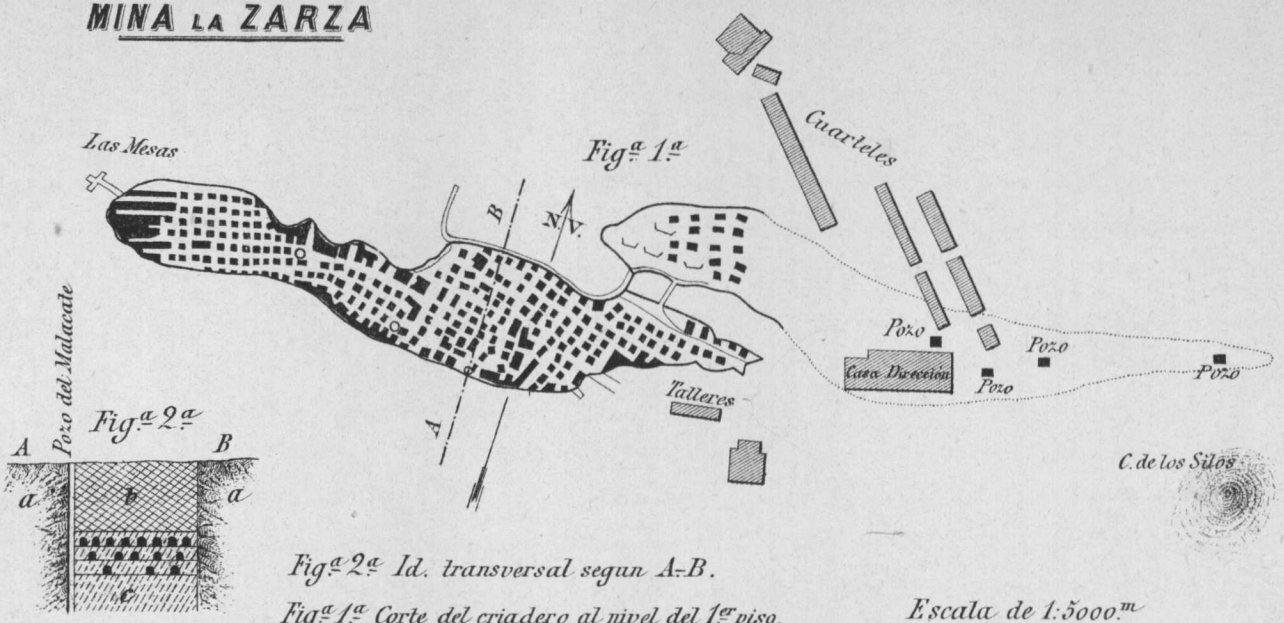


Fig. 2.ª Id. transversal segun A-B.

Fig. 1.ª Corte del criadero al nivel del 1.º piso.

Escala de 1:5000.ª

a. Pizarras — b. Crestones ferruginosos — c. Masa de pirlas.

Lit. del Depósito de la Guerra.

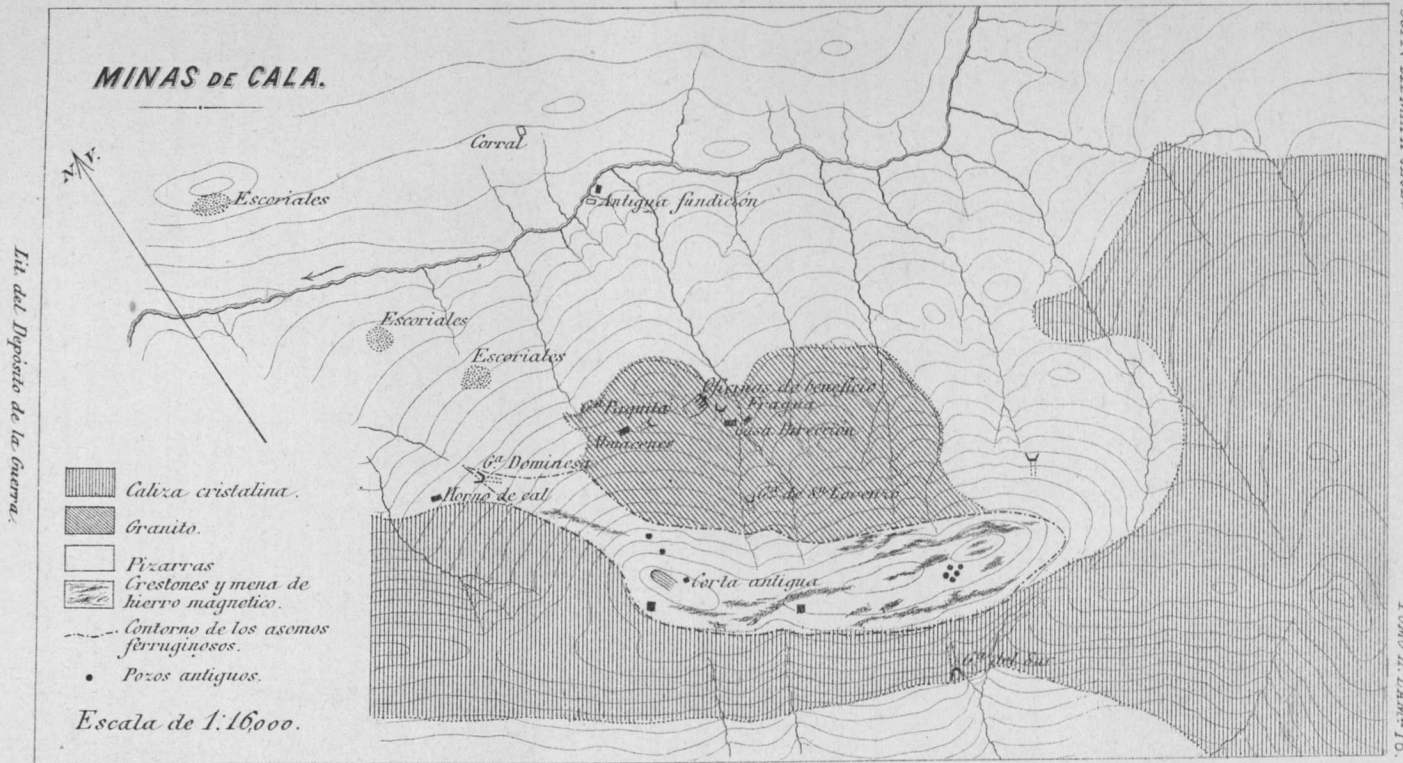
COM. DEL MAPA GEOL.

P. DE HUELVA

TOMO II, LAM. 13.



MINAS DE CALA.



Lit. del Depósito de la Guerra.

Escala de 1:16,000.

COMO DEL MAPA GEOLÓGICO

PA DE HUELVA.

TOMO II. LAM. 15.





MINA PEÑA DEL HIERRO.

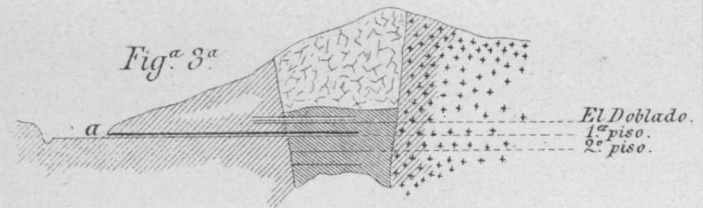
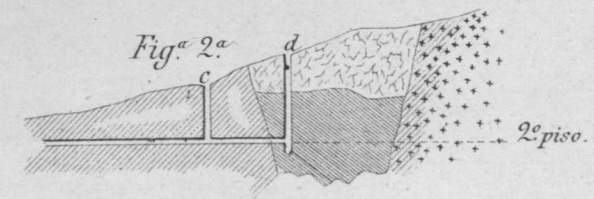
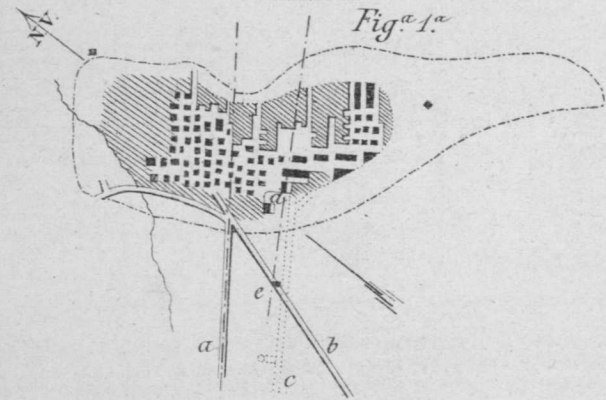


Fig. 1.ª { Contorno de los crestones ferruginosos.
 Id. de la masa de piritas al nivel del socavón de Santa Maria.

Fig. 2.ª = Corte segun los pozos de San Juan y de ventilación.

Fig. 3.ª = Id. segun el socavón de Santa Maria.

- | | | |
|--|----------------------|------------------------------|
| | Pizarras. | a..... Socavón de S.ª Maria. |
| | Rocas hipogénicas. | b..... Id. de S.ª Bárbara. |
| | Id. metamorfosadas. | c..... Id. del 2º piso. |
| | Crestón ferruginoso. | d..... Pozo San Juan. |
| | Masa de piritas. | e..... Id. de ventilación. |

Escala de 1.5000.

MINA CHAPARRITA.

Escala de 1.2000.

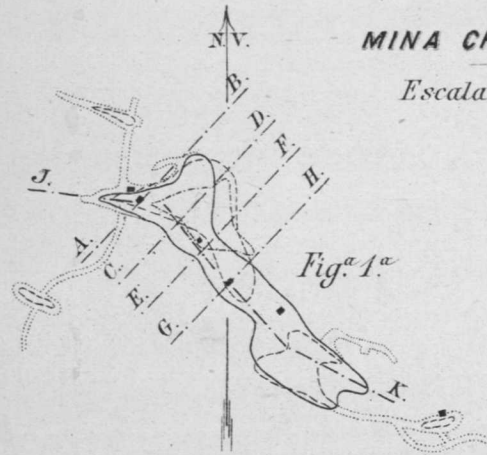


Fig.^a 1.^a

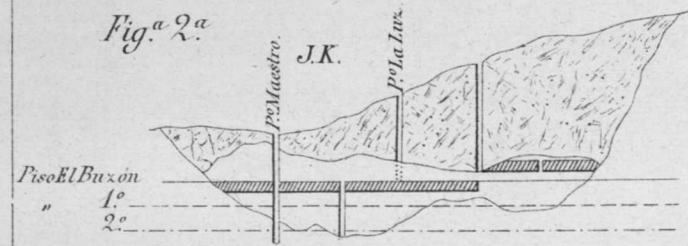


Fig.^a 2.^a

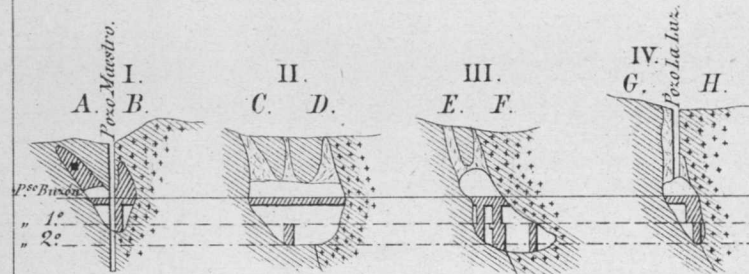







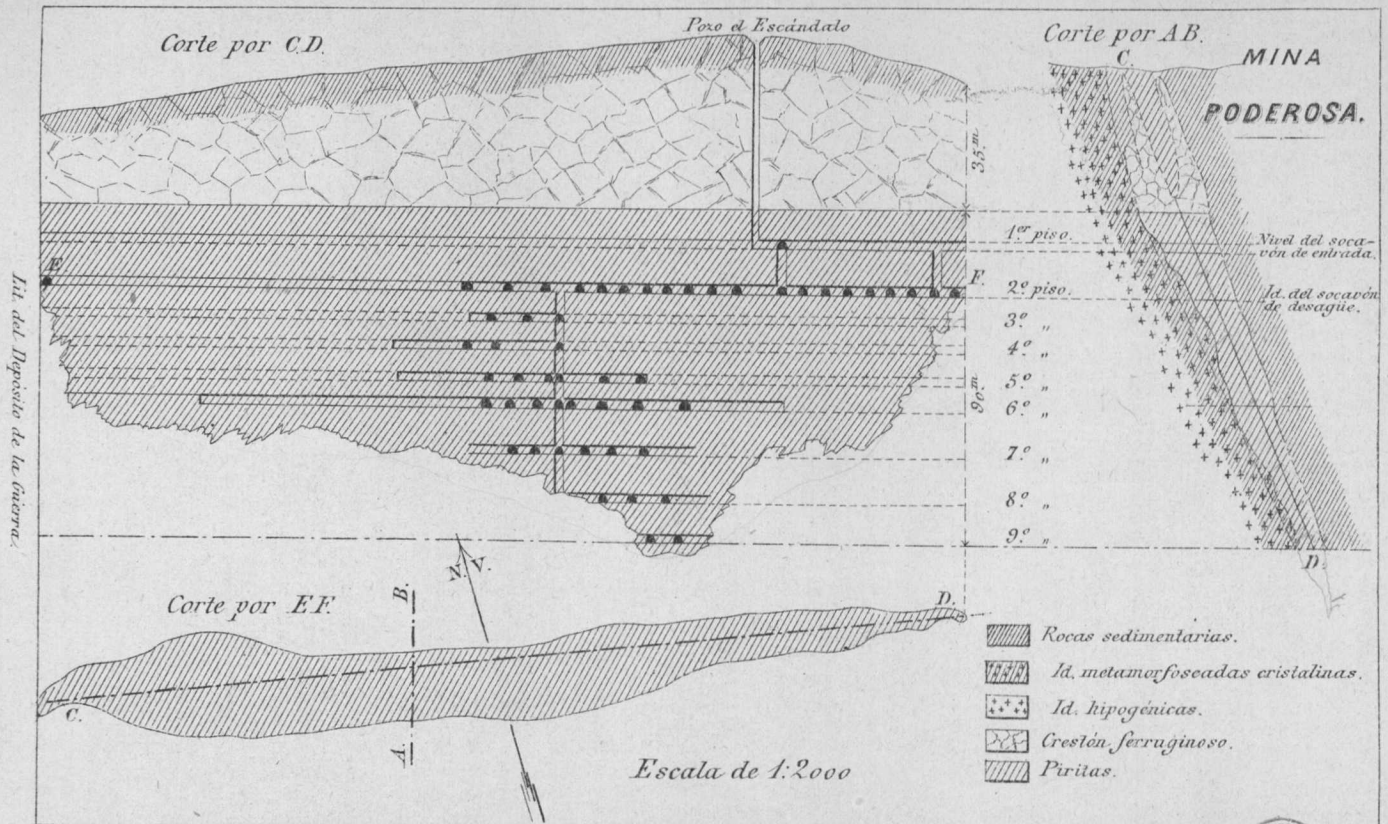
Fig.^a 1.^a Cortes horizontales del criadero { — Piso El Buzón.
" 1.º
" 2.º

Fig.^a 2.^a Corte longitudinal por JK.

I à IV. Cortes transversales.

-  Pizarras algo alteradas.
-  Rocas metamorfoseadas en alto grado.
-  Id. hipogénicas.
-  Crestón ferruginoso.
-  Pirita ferro-cobrizo





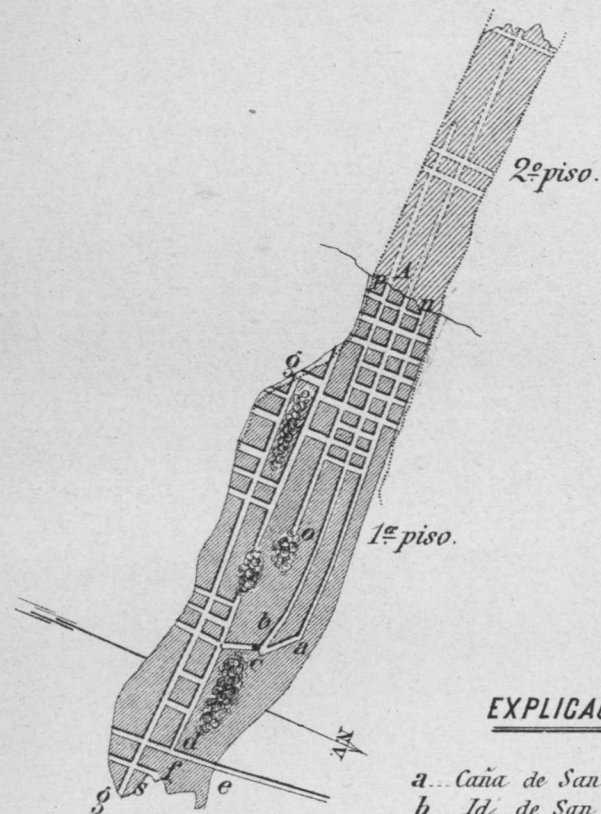
COM. DEL MAPA GEOL.

P. DE HUELVA

TOMO II. LAM. 10.



MINA CONCEPCIÓN



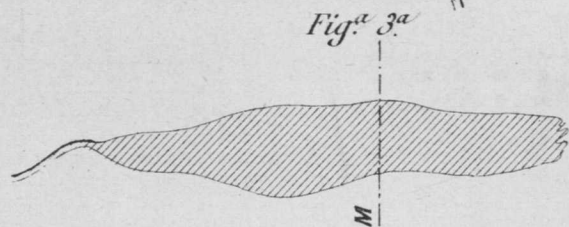
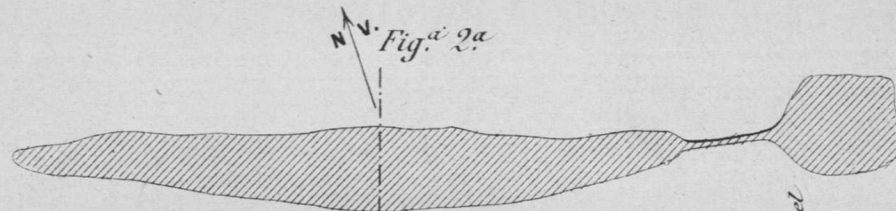
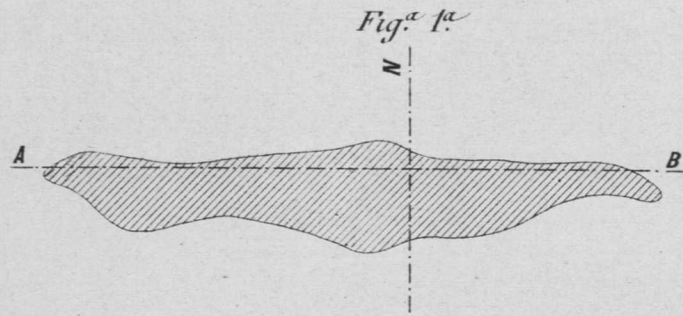
EXPLICACIÓN

- a...Caña de San José.
- b...Id. de San Marcos.
- c...Pozo de la Victoria.
- d...Caña de San Vicente.
- fe...Entrada del Carmen.
- o...Caña de los Dolores.
- g...Id. de S^{te} Tomás.
- s...Plan de Narciso.
- p...Id. de San José.
- n...Plan de Dolores.
- A...Explotación a cielo abierto.

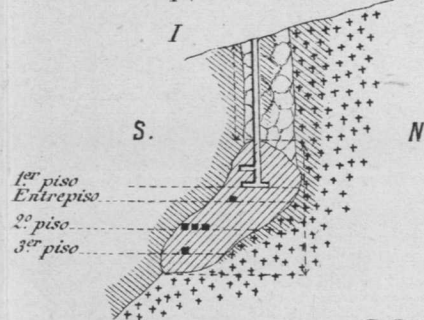
Escala de 1:2000.

MINA SAN MIGUEL.

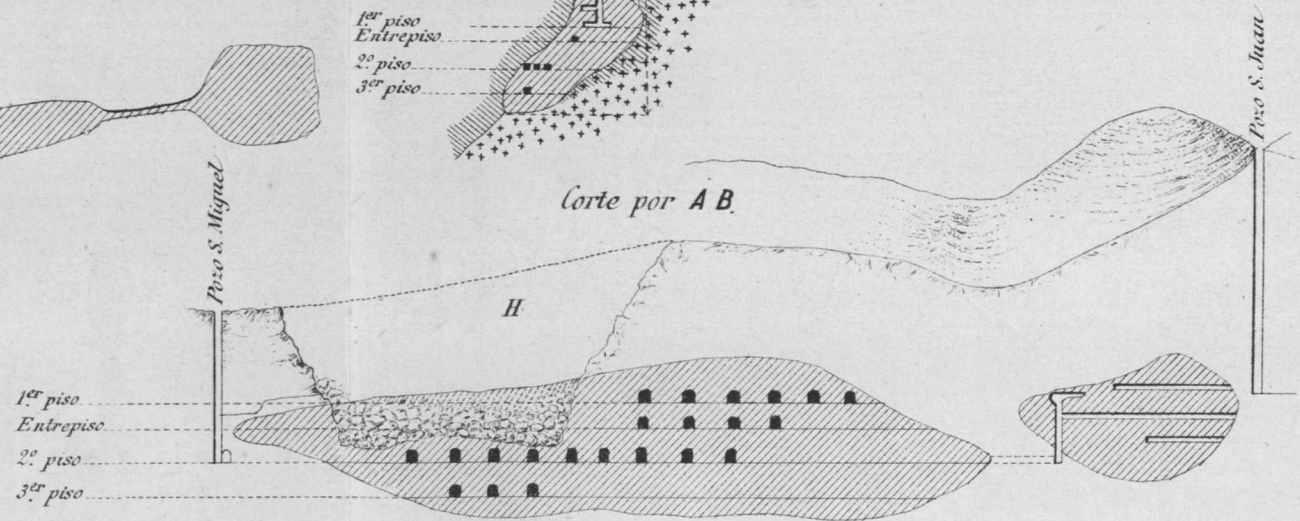
Escala de 1:2000



Corte por MN.



Corte por AB.








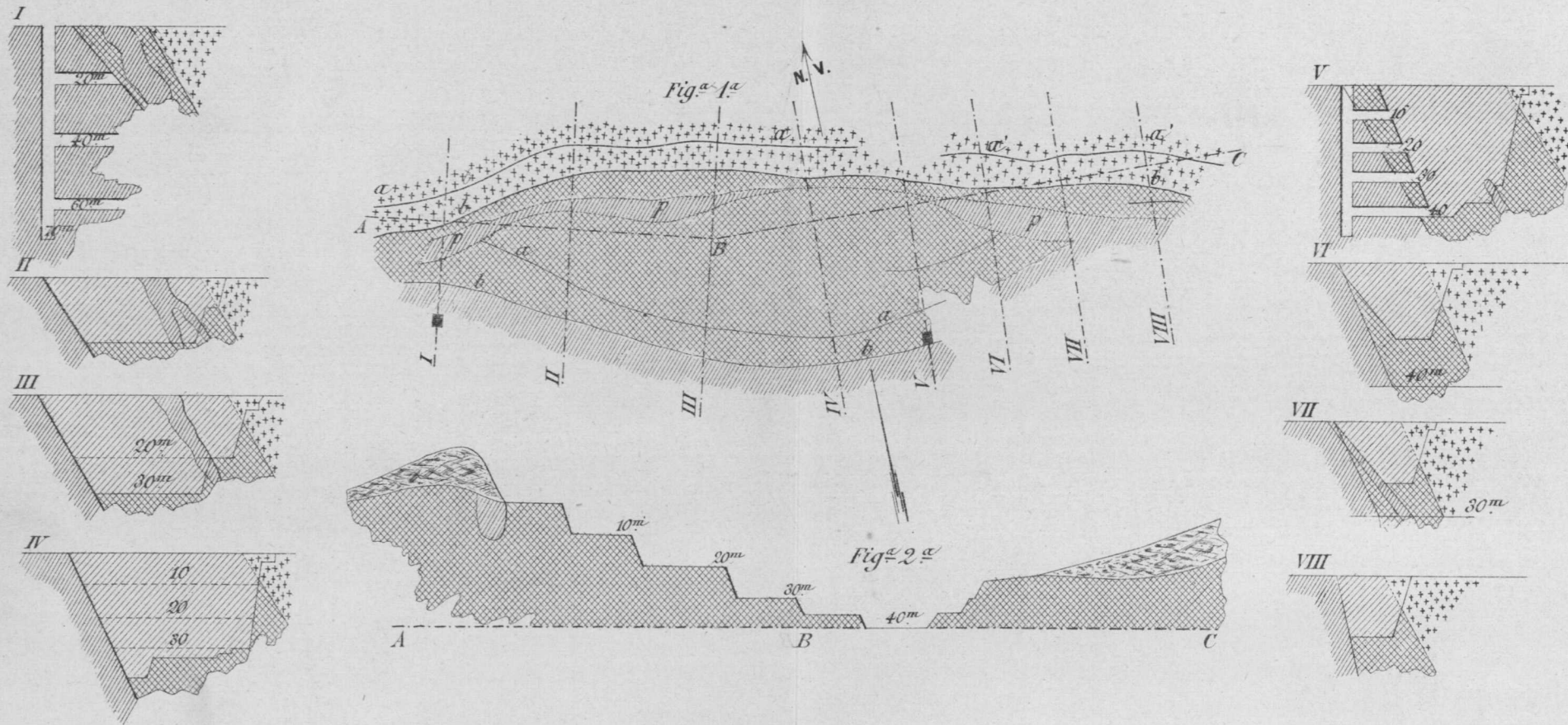
-  Pizarras.
-  Rocas metamorfoseadas.
-  Id. hipogénicas.
-  Creston ferruginoso.
-  Pirita ferro-cobrizca.

Fig. 1ª Corte al nivel del 1er piso
 Fig. 2ª Id. id. 2o.,
 Fig. 3ª Id. id. 3er.,
 I. y II. Cortes verticales.



MINA CUEVA DE LA MORA.



EXPLICACIÓN.

Fig.^a 1^a Corte horizontal del criadero.
 Fig.^a 2^a Id. longitudinal segun A.B.C.
 Fig.^{as} I al VIII, Id. transversales.

a Salvandas a la profundidad de 20^m.
 a' Id. Id. de 30^m.
 b. Id. al nivel de la via general.
 c. Nivel de los afloramientos ferruginosos.
 p. Cuña de pizarra en la masa mineral.

Rocas hipogénicas.
 Id. sedimentarias.
 Creston ferruginoso.
 Piritas.
 Id. explotadas.

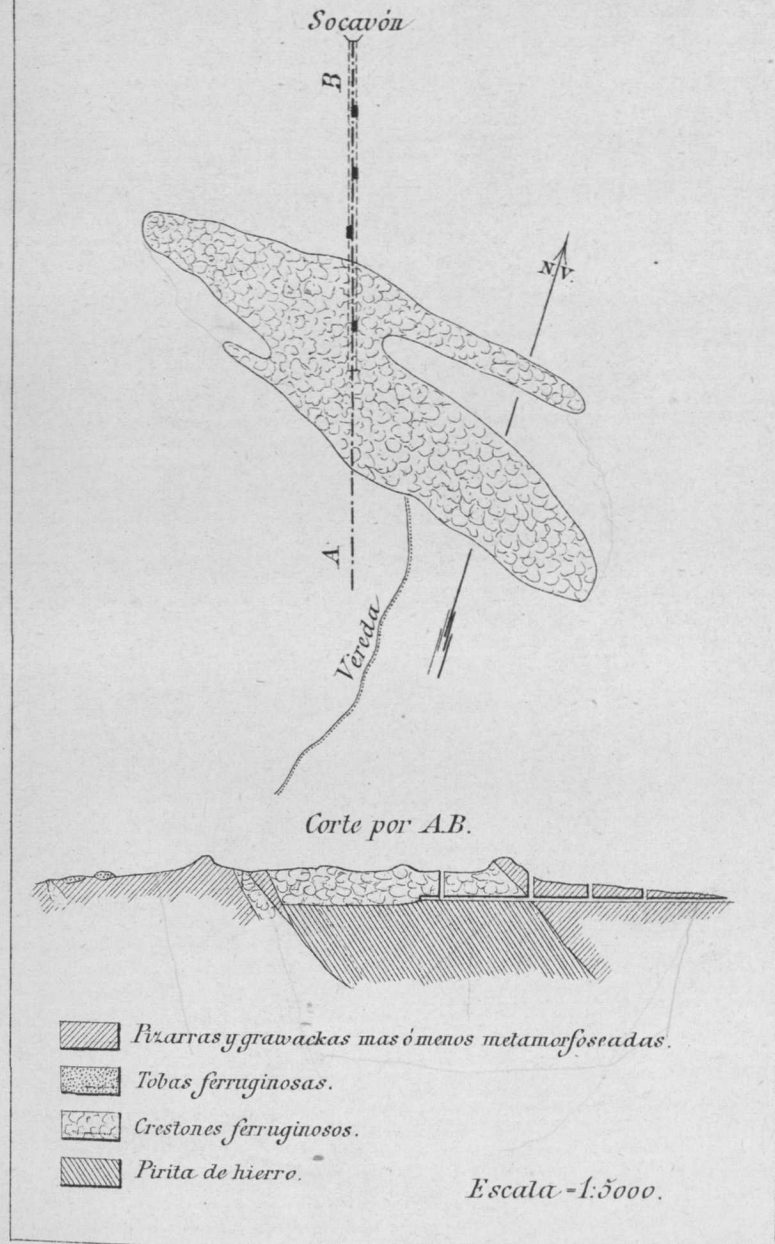
Escala de 1:2000

Lit. del Depósito de la Guerra.





MINA HERRERIAS DE LOS CONFESONARIOS



Lit. del Depósito de la Guerra.

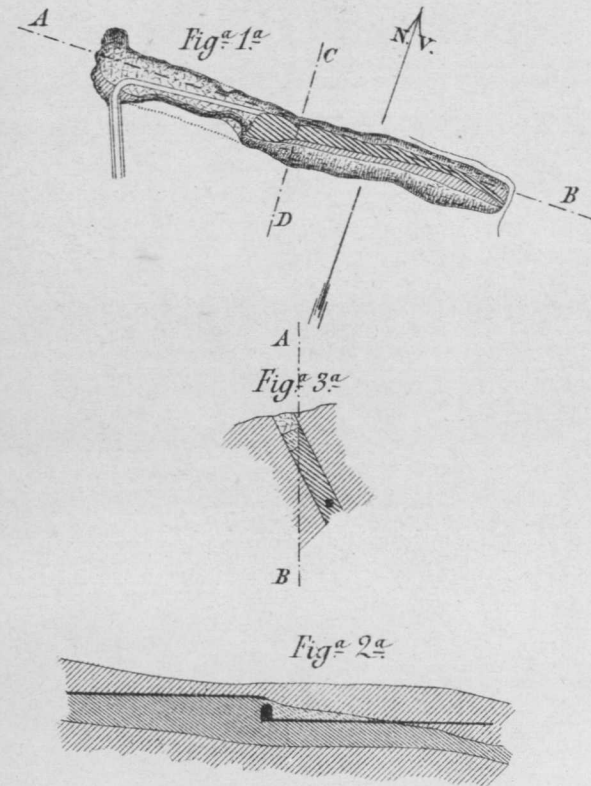




MINA EL LOMERO

Fig.ª 1.ª Plano del criadero.

Fig.ª 2.ª Corte longitudinal segun AB.

Fig.ª 3.ª Id. transversal segun C.D.

-  Pizarras que constituyen la caja del criadero.
-  Tierra colorada y crestones ferruginosos.
-  Parte de criadero explotada con mineral á la vista.
-  Criadero por explotar.

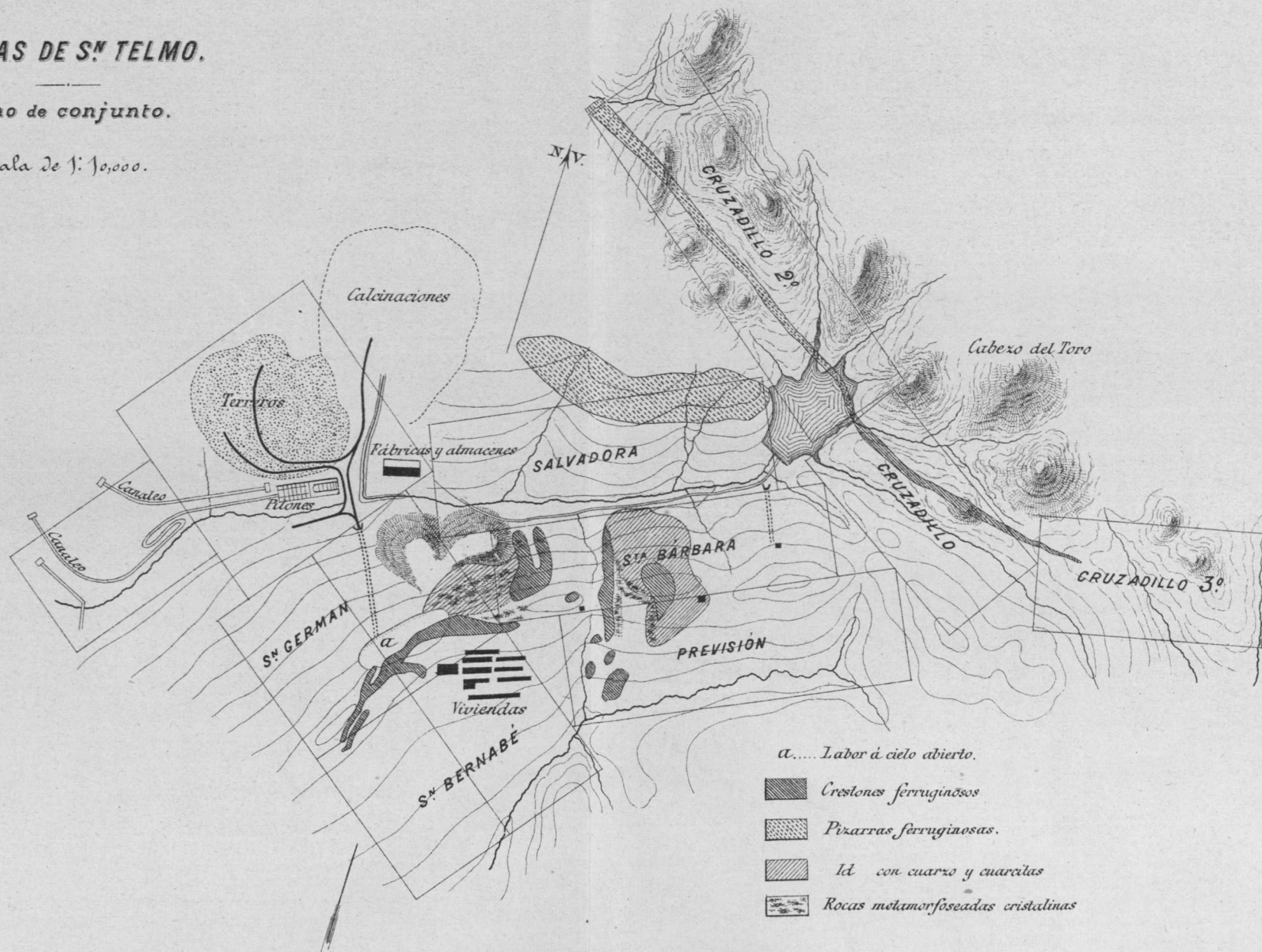
Escala de 1:2000.

Lit. del Depósito de la Guerra

MINAS DE S^o TELMO.

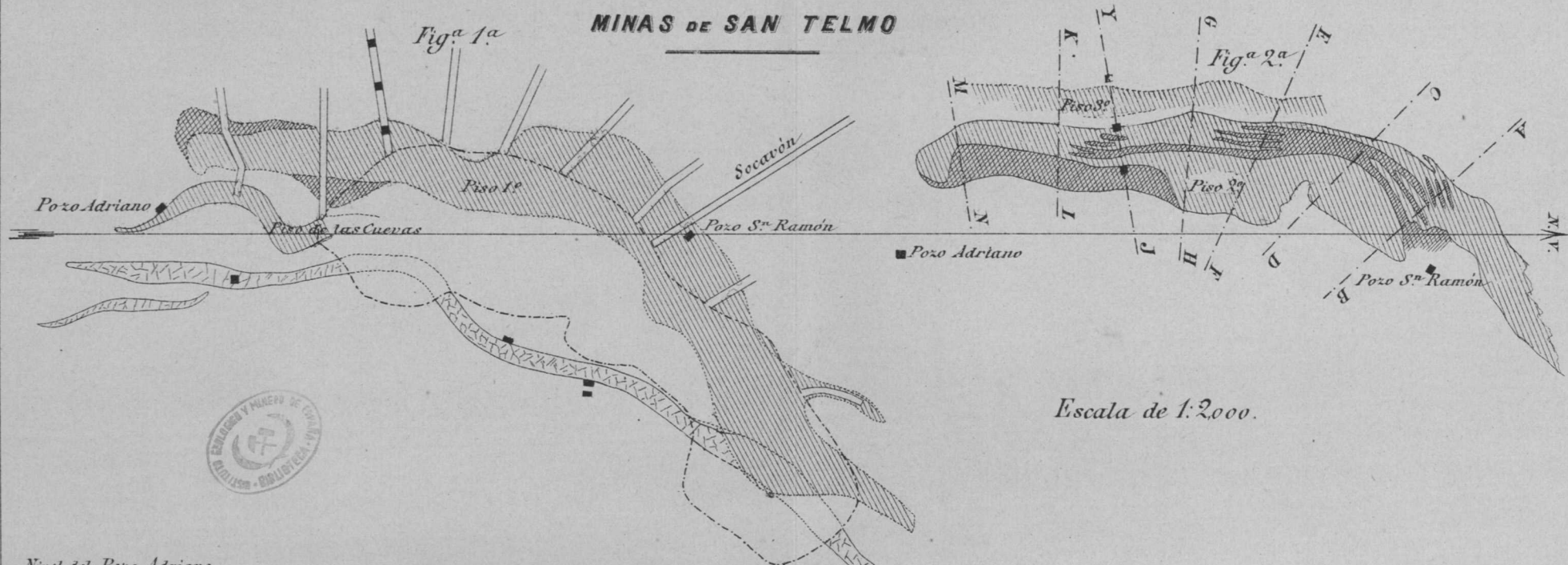
Plano de conjunto.

Escala de 1: 10,000.



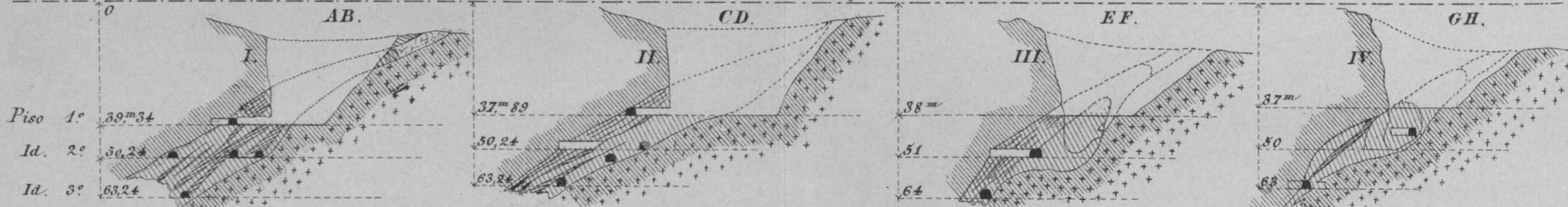
- α..... Labor à cielo abierto.
- Crestones ferruginosos
- Pirarras ferruginosas.
- Id con cuarzo y cuarzitas
- Rocas metamorfoseadas cristalinas

MINAS DE SAN TELMO

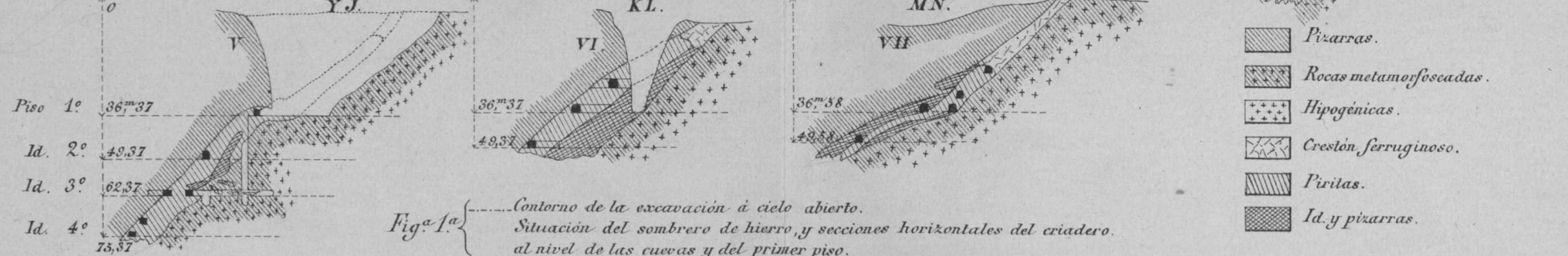


Escala de 1:2000.

Nivel del Pozo Adriano



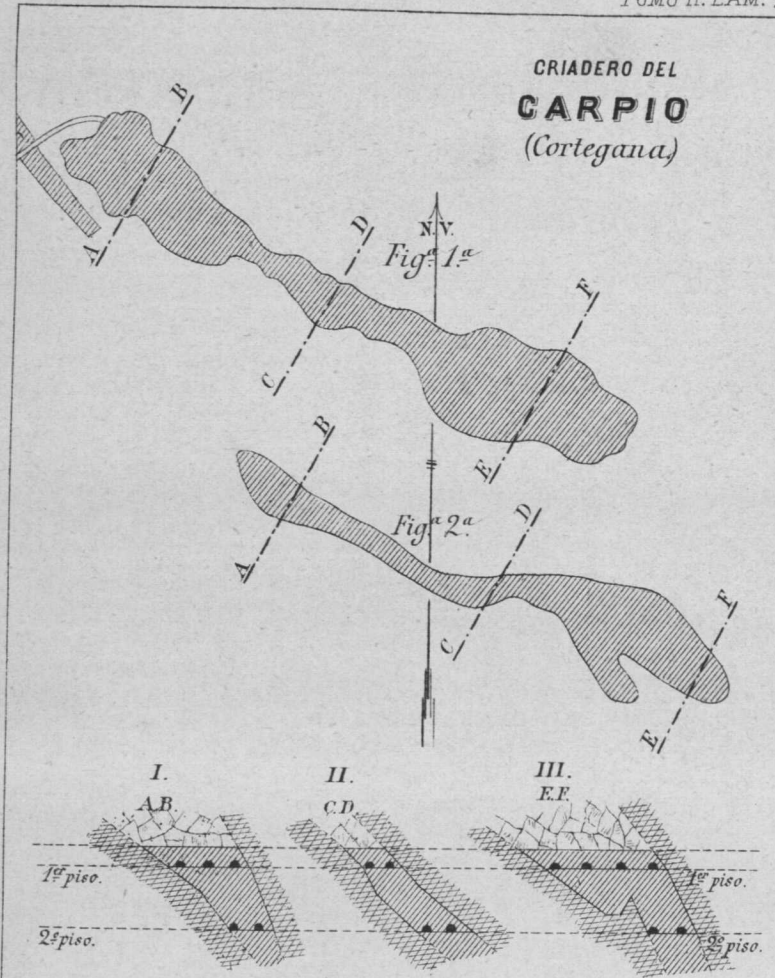
Nivel del Pozo Adriano



- Pizarras.
- Rocas metamorfoseadas.
- Hipogénicas.
- Crestón ferruginoso.
- Pirilas.
- Id. y pizarras.

Fig. 1^a } Contorno de la excavación a cielo abierto.
 Situación del sombrero de hierro, y secciones horizontales del criadero.
 al nivel de las cuevas y del primer piso.
 Id. 2^a } Secciones horizontales del criadero al nivel del 2.º y 3.º piso.

CRIADERO DEL CARPIO (Cortegana)



Explicación.

Fig^a 1^a... Corte horizontal de la masa al nivel del 1^{er} piso.

Fig^a 2^a... Id. id. id. id. 2^{er} piso.

I à III... Cortes transversales.

Rocas sedimentarias mas ó menos metamorfoseadas.

Creston ferruginoso.

Masa de piritas.

Escala - 1:2000.



MINA JOYA.

Escala de 1: 2,000.

Fig.^a 2^a

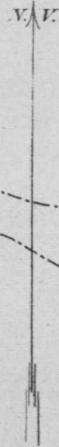
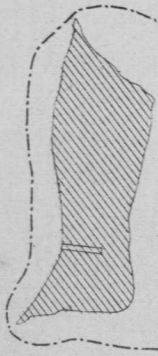


Fig.^a 1^a

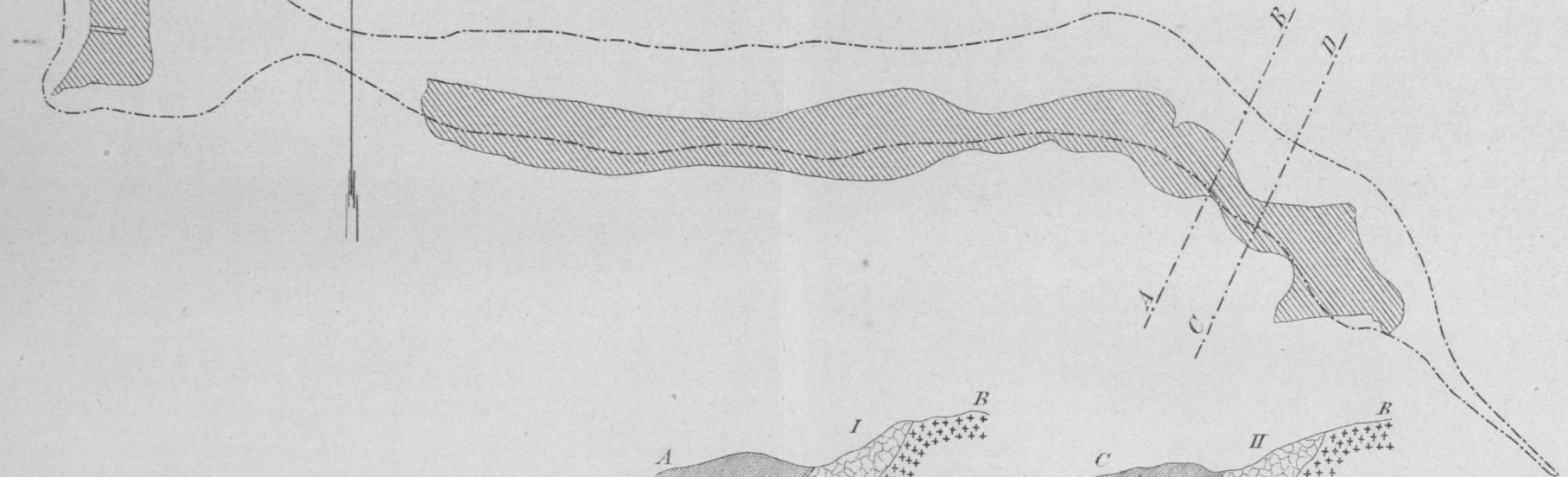




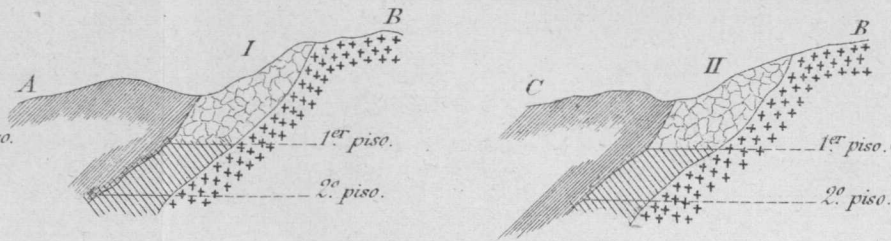


Fig.^{as} 1^a y 2^a Cortes horizontales de las masas al nivel del primer piso.

I y II Cortes transversales.

-  Pizarras.
-  Rocas hipogénicas.
-  Crestón ferruginoso.
-  Masa de pirita.

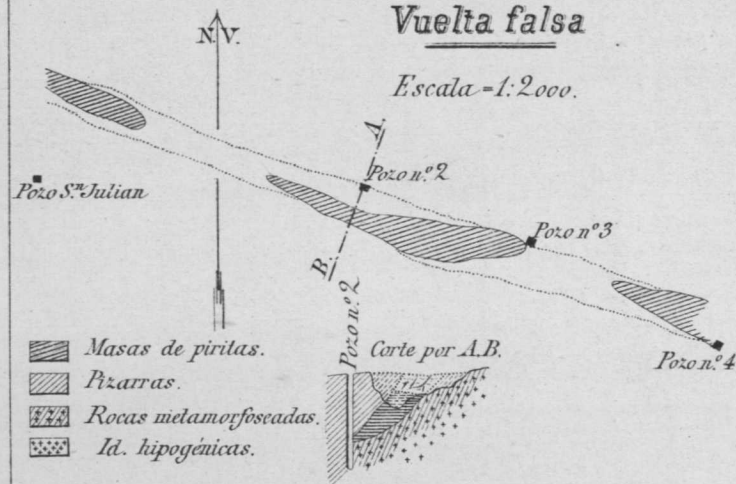
Contorno en la superficie del crestón ferruginoso.



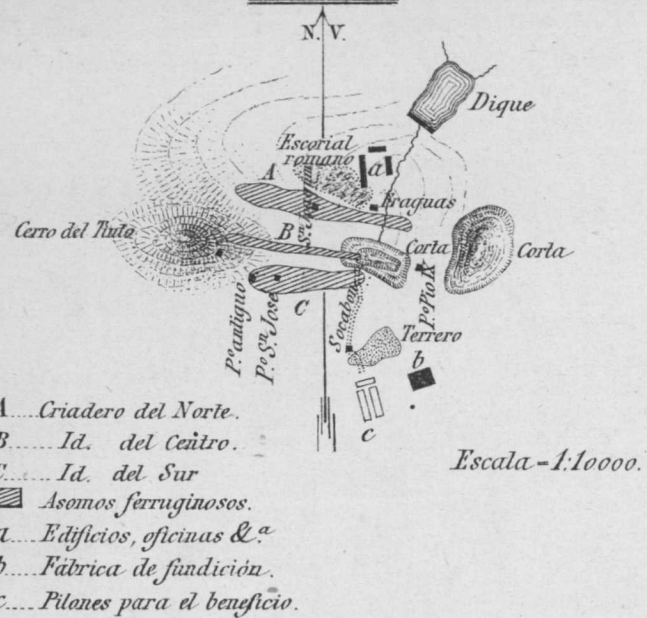
MINA S.ª JULIAN

Vuelta falsa

Escala - 1:2000.

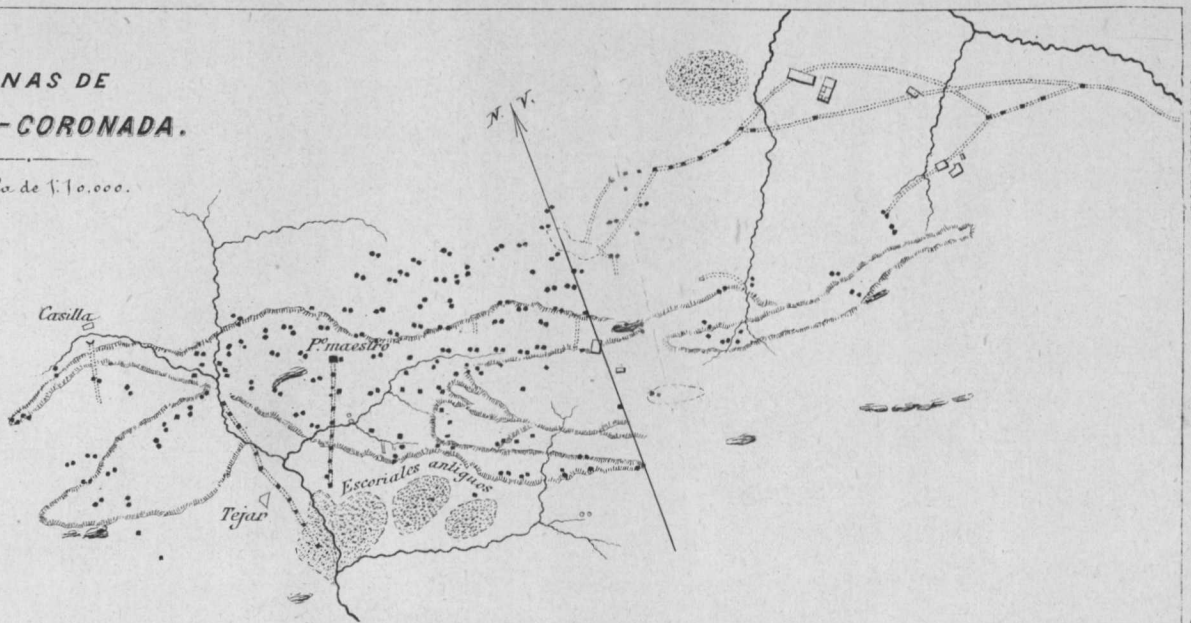


MINA DEL TINTO



**MINAS DE
SOTIEL-CORONADA.**

Escala de 1:10.000.



○ Pozos romanos.

■ Id. modernos.

~~~~~ Socavones.

~~~~~ Crestones ferruginosos.

■ Cuarzitas y jaspes.

Lit. del Depósito de la Guerra.

COMP. DEL MAPA GEOLÓGICO


P4 DE HUELVA

TOMO II. LÁMINA 30.



CRIADEROS DE LAS MINAS
del
SOTIEL Y LA CORONADA.

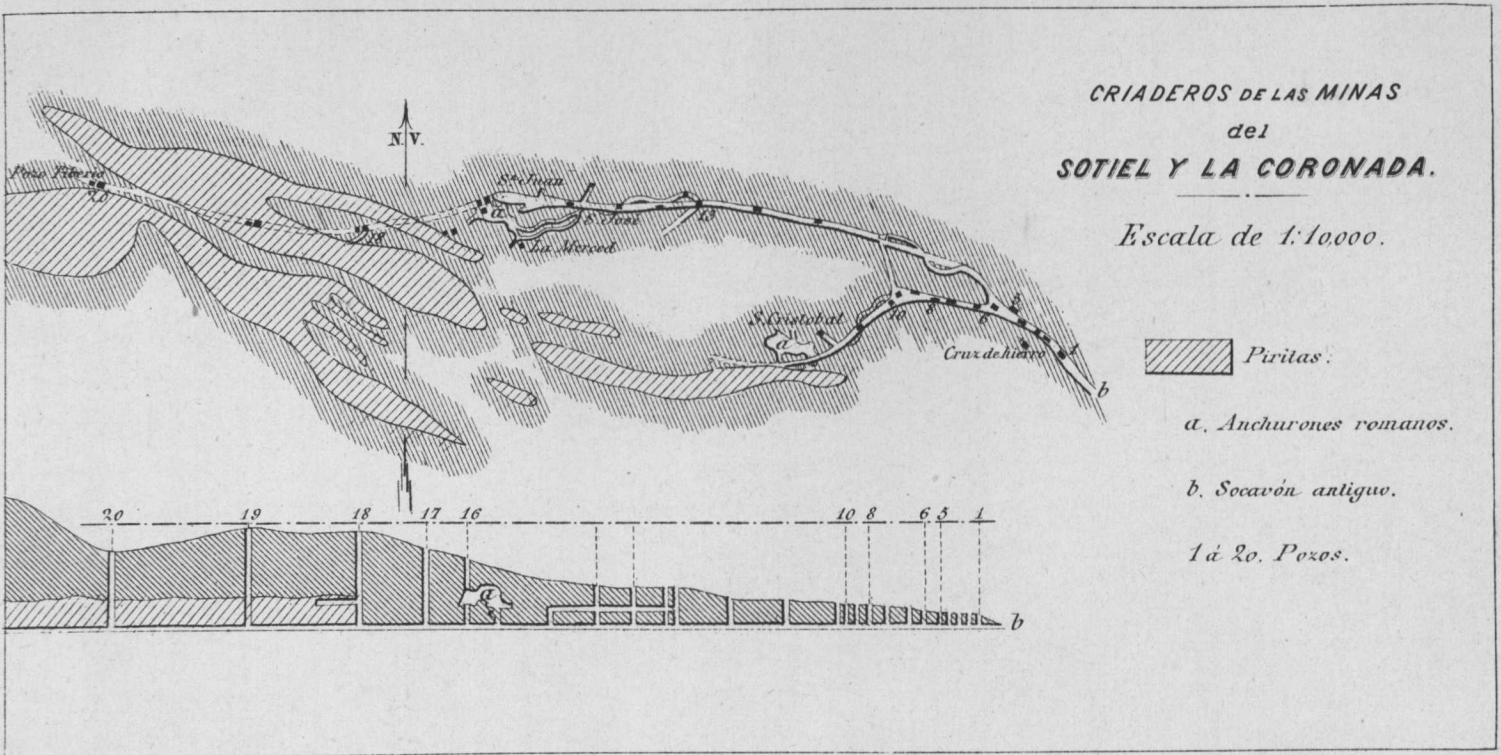
Escala de 1:10.000.

 Piritas:

a. Anchurones romanos.

b. Socavón antiguo.

1 a 20. Pozos.



Lit. del Depósito de la Corona.

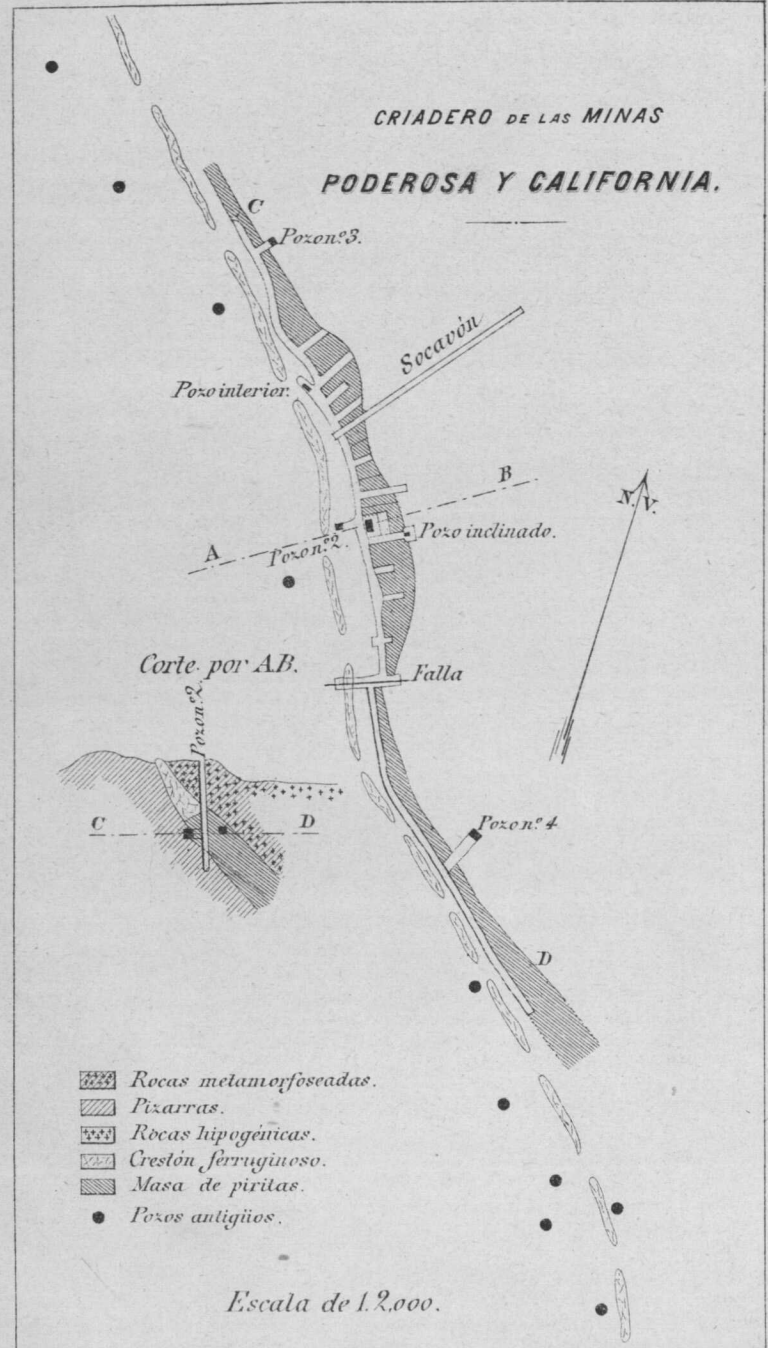
COM. DEL MAPA GEOL.

P. DE HUELVA

TOMO II. LAM. 31

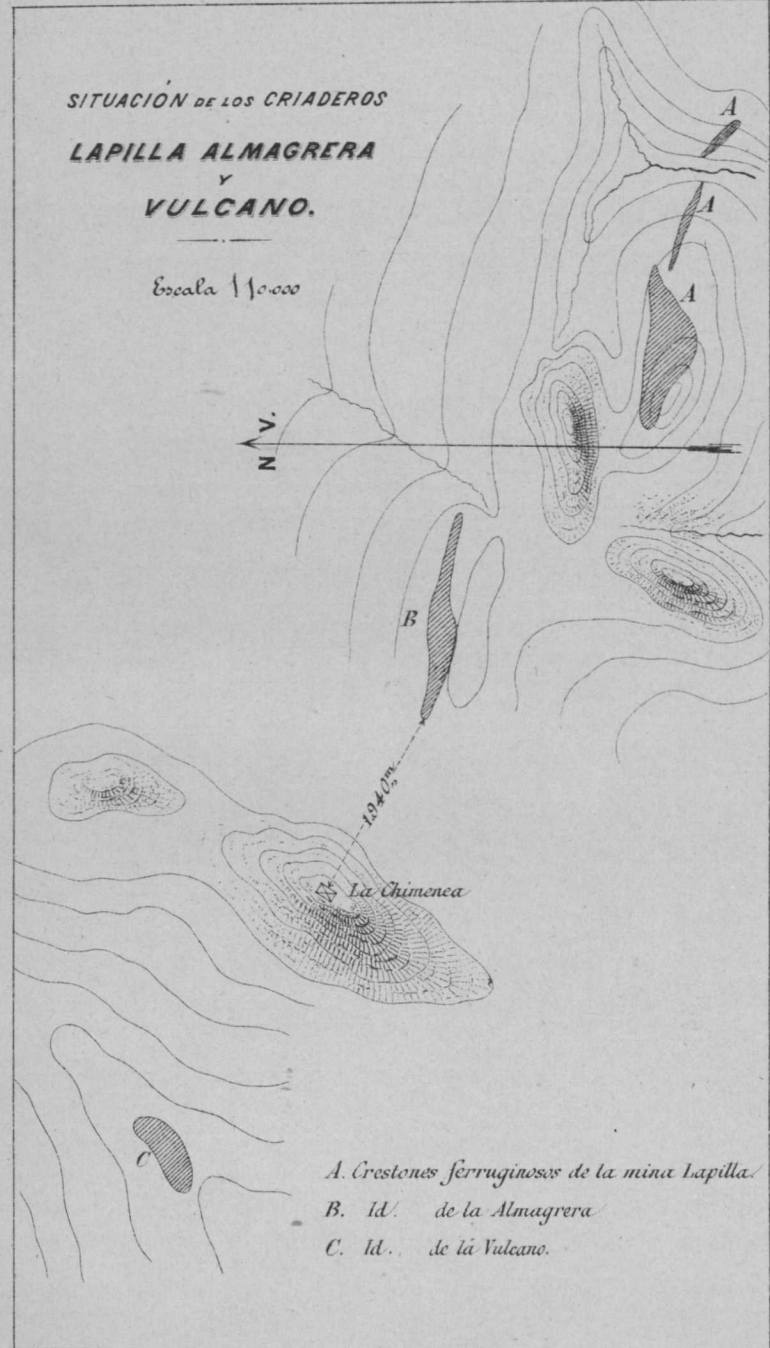


CRIADERO DE LAS MINAS
PODEROSA Y CALIFORNIA.



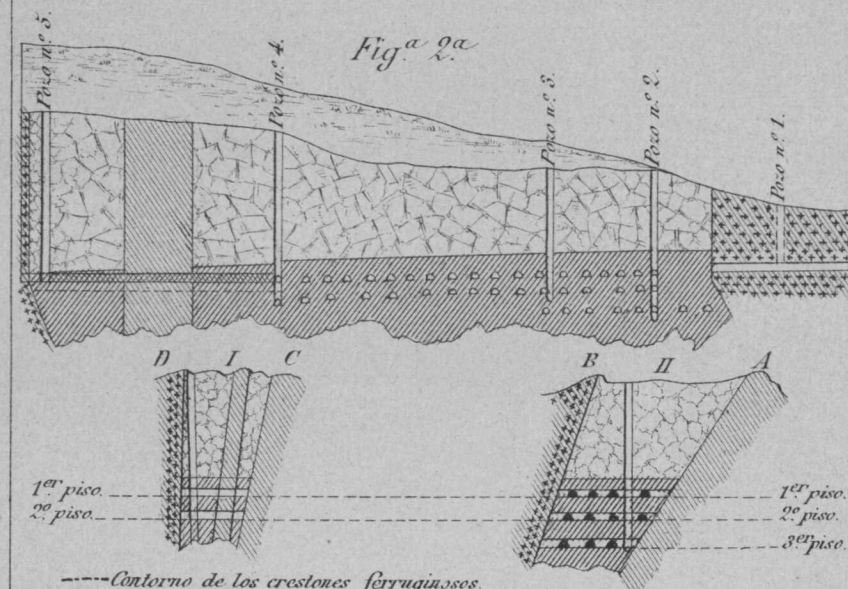
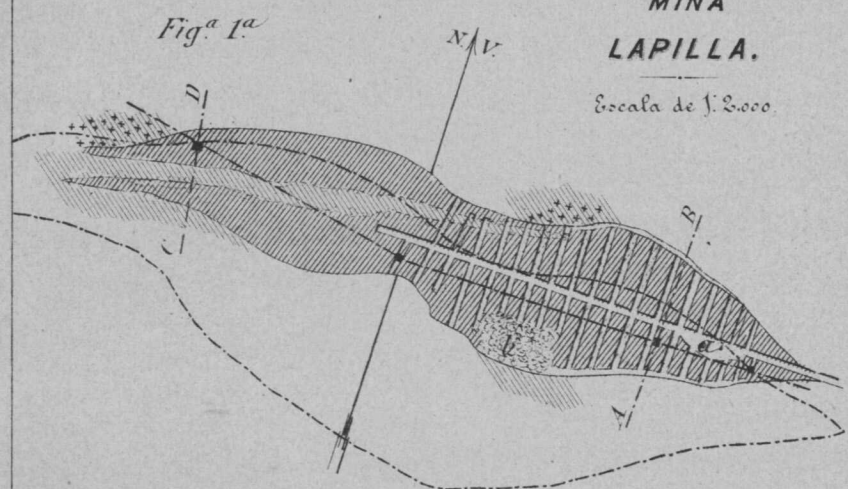
Escala de 1.2.000.

Lit. del Depósito de la Guerra.



MINA LAPILLA.

Escala de 1:2.000







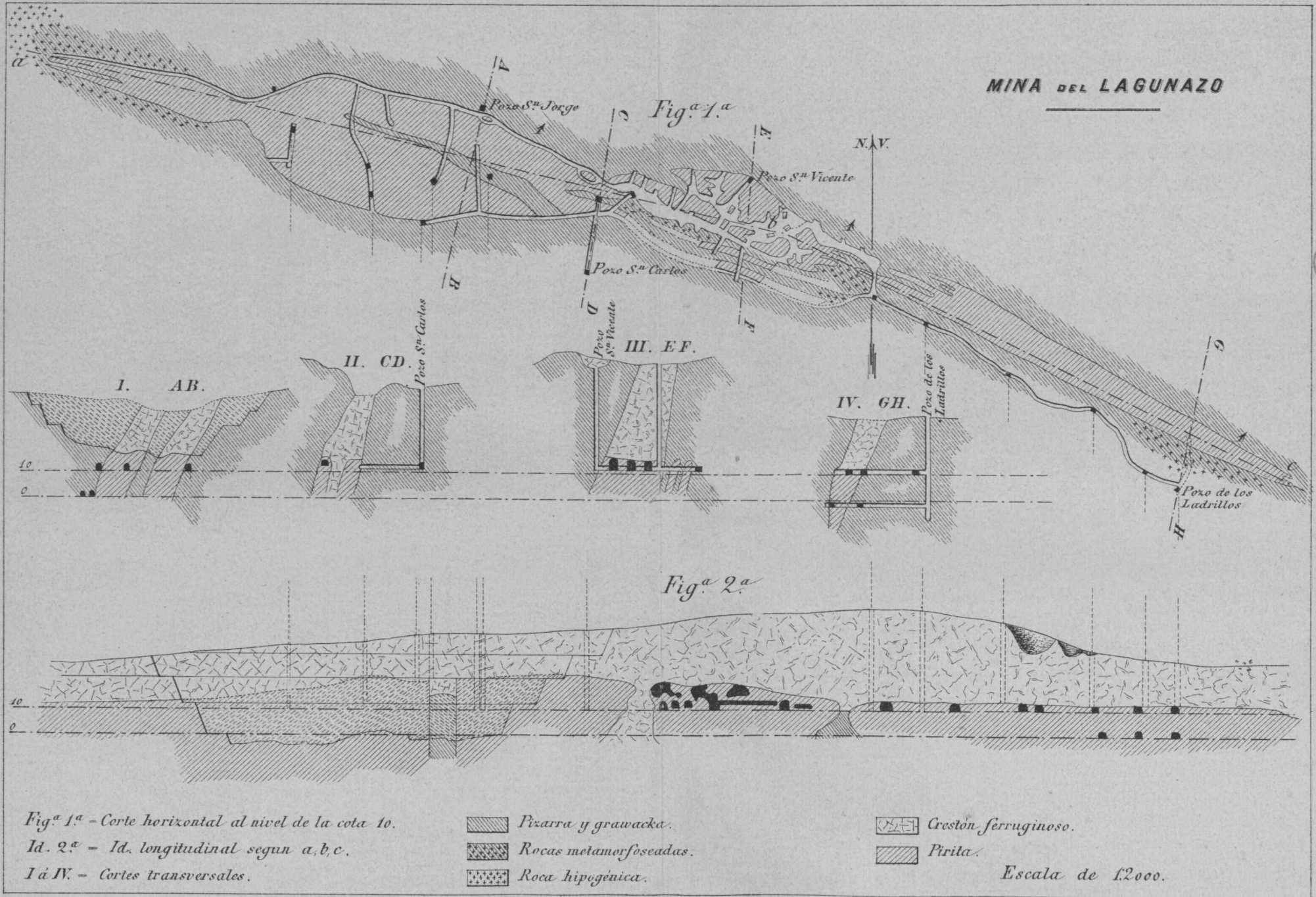
----- Contorno de los crestones ferruginosos.

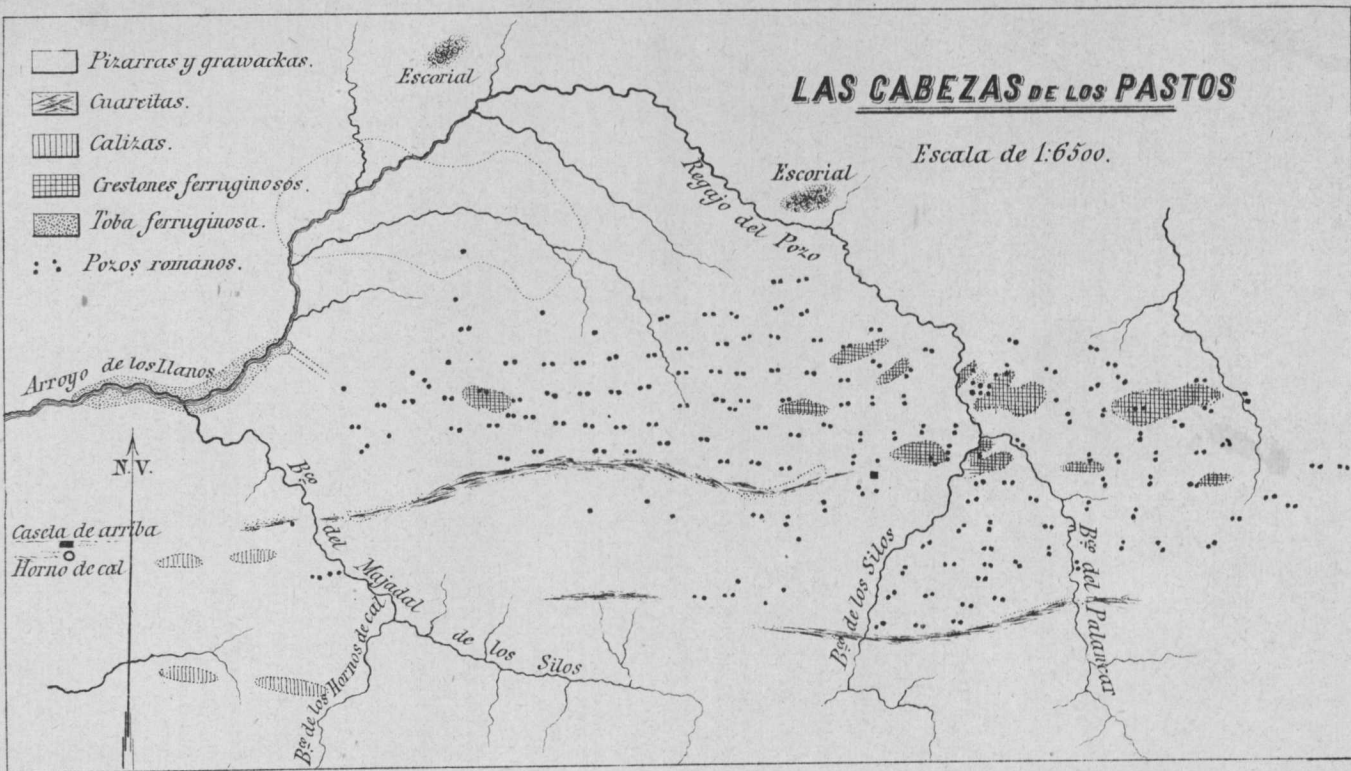
Fig. 1ª Sección del criadero al nivel del 1.º piso.

Id. 2ª Corte longitudinal.

I y II Cortes transversales.

| | | | |
|---|----------------------|---|------------------------------------|
|  | Crestón ferruginoso. |  | Rocas metamorfoseadas cristalinas. |
|  | Pyritas. |  | Pizarras más ó menos alteradas |





Lib. del Depósito de la Guerra.

CONF. DEL MAPA GEOL.

P. DE HUELVA

TOMO II. LAM. 35.



MINA
LAS CABEZAS DE LOS PASTOS.

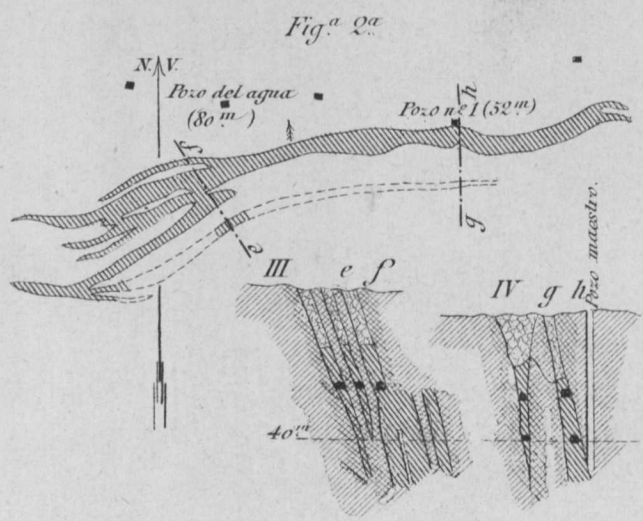
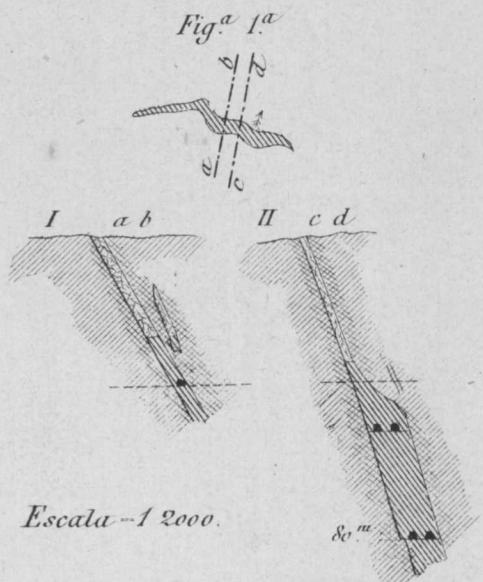


Fig. 1ª Criadero del Oeste à profundidad de 40^m.
 Id. 2ª Id. del Este à id. id.
 I à IV. Cortes transversales.

| | | | |
|--|-----------------|--|-------------------------|
| | Barros. | | Crestón ferruginoso. |
| | Id. cupríferas. | | Piritas ferro-cobrizas. |

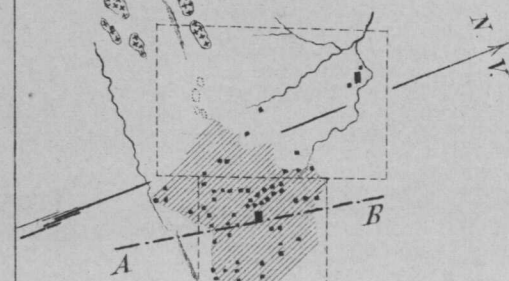
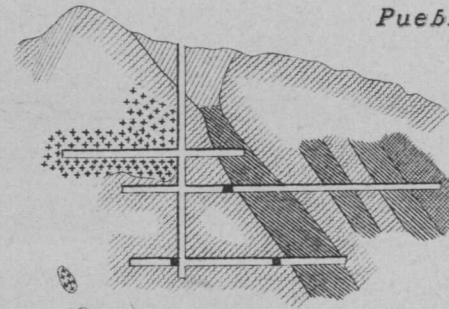
Lit. del Depósito de la Guerra.

COM. DEL MAPA GEOL. P. DE HUÉLVA TOMO II. LAM. 37.









Fig^a 2^a
Corte por A B.

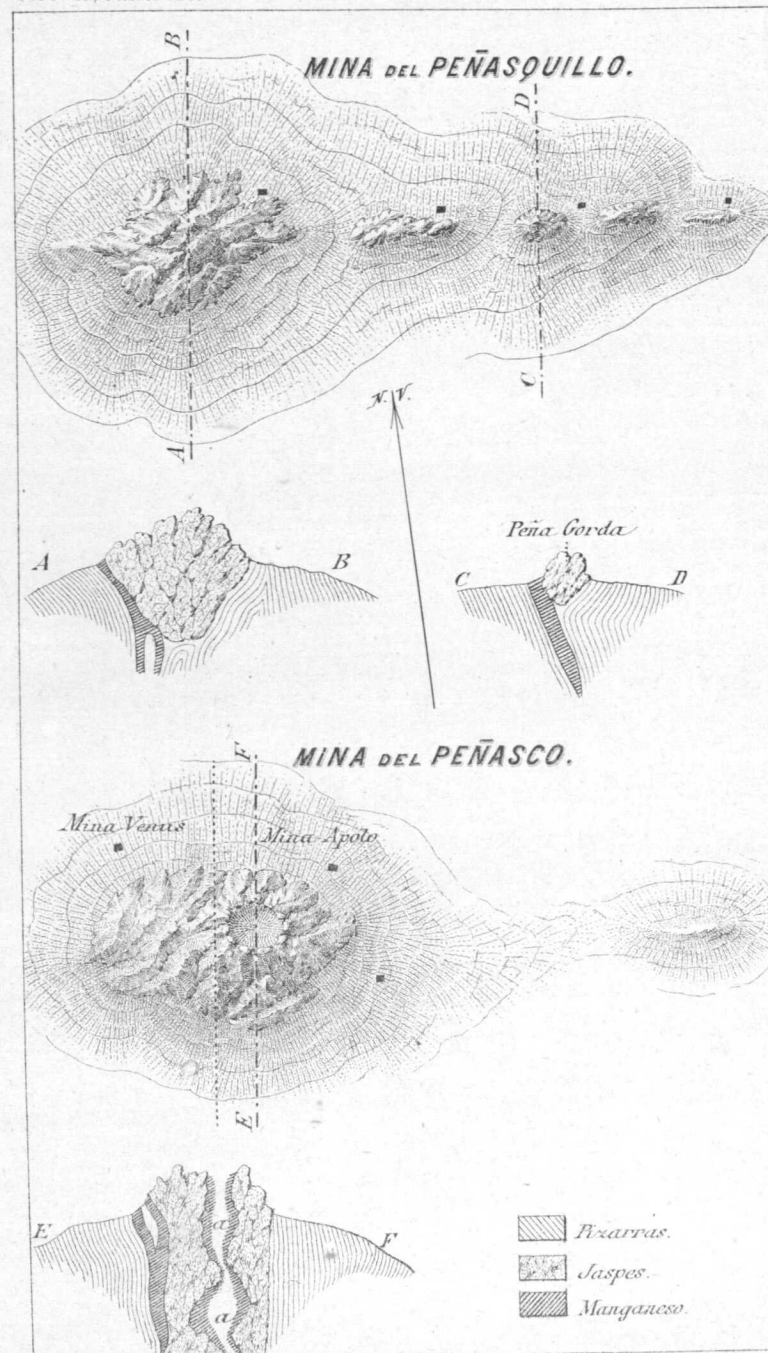
MINA DE LAS HERRERIAS.
Puebla de Guzman.



Fig^a 1^a

-  Cuarcitas.
-  Pizarras y grau ackas.
-  Rocas hipogénicas
-  Crestones ferrugineos.
-  Rocas melamiofósedias con cobre nativo y piritas.
-  Pizarras cupríferas.

Escalas Fig^a 1^a 1:10,000.
Fig^a 2^a 1:2,000



Lit. del Depósito de la Guerra.

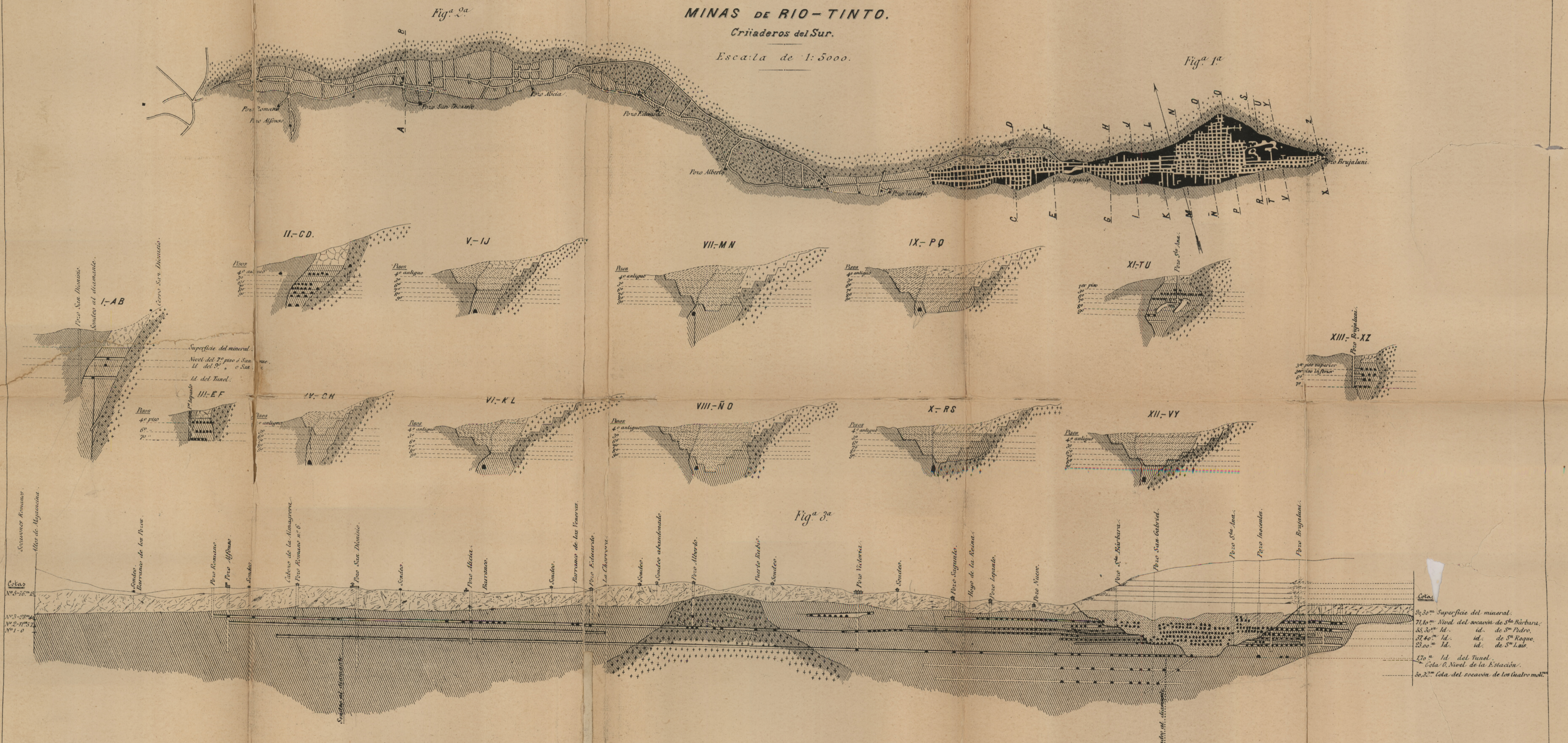




MINAS DE RIO-TINTO.

Criaderos del Sur.

Escala de 1:5000.



Fig^a 1^a Corte horizontal del criadero de Nerva al nivel del 7º piso.
 Fig^a 2^a Id. id. de San Dionisio.
 Fig^a 3^a Id. longitudinal de los dos criaderos.
 I a XIII Cortes transversales.

- Pirarras.
- Pírsides.
- Rocas metamorfoseadas cristalinas.
- Molería ó óxido ferruginoso.
- Pirilas ferro-cobrizas.

MINAS DE THARSIS.

Criaderos del Norte.

Escala - 1:3000

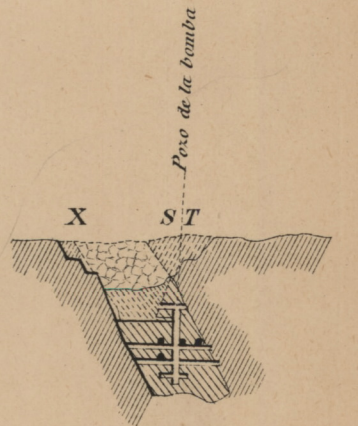
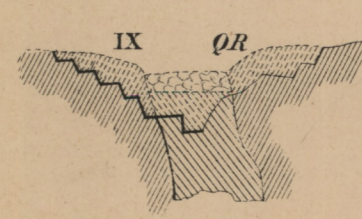
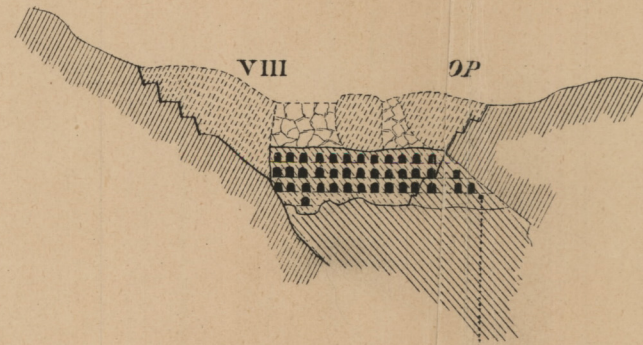
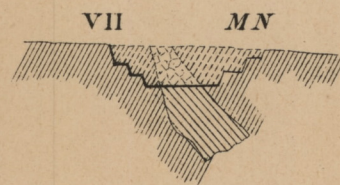
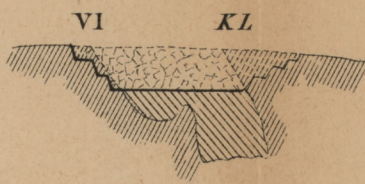
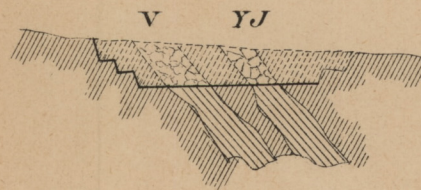
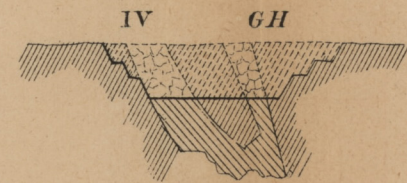
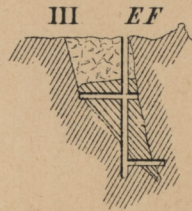
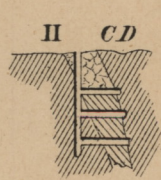
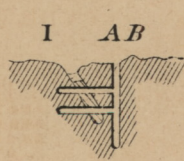
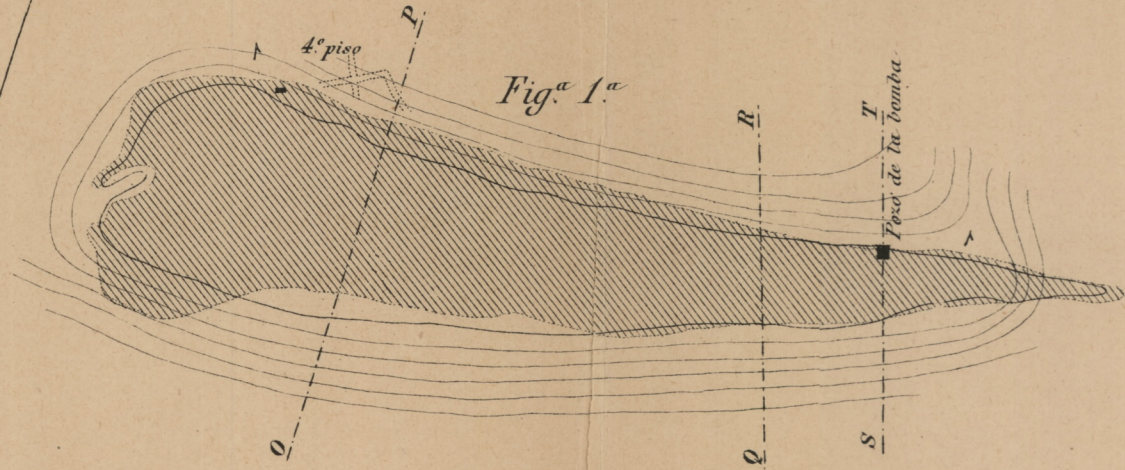
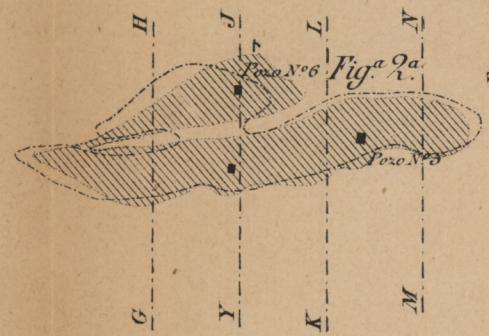
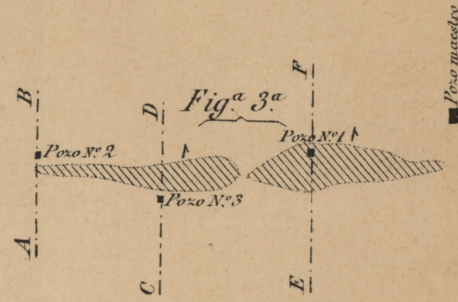


Fig. 1.ª - Cortes horizontales del criadero del Norte.

Fig. 2.ª - Id. id. de Sierra-Bullones.

— Al nivel del 1.º piso.
 - Id. del 2.º id.
 Al nivel del 1.º piso.
 - - - - - Id. del 2.º id.

Fig. 3.ª - Carte horizontal de los criadero de Poca-pringue al nivel del 1.º piso.

I a X - Cortes transversales.

Pizarras y grauwackas.
 Crestones ferruginosos.
 Piritas ferro-cobrizas.