INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

EXPLICACIÓN

DE LA

HOJA N.º 330

CARDONA

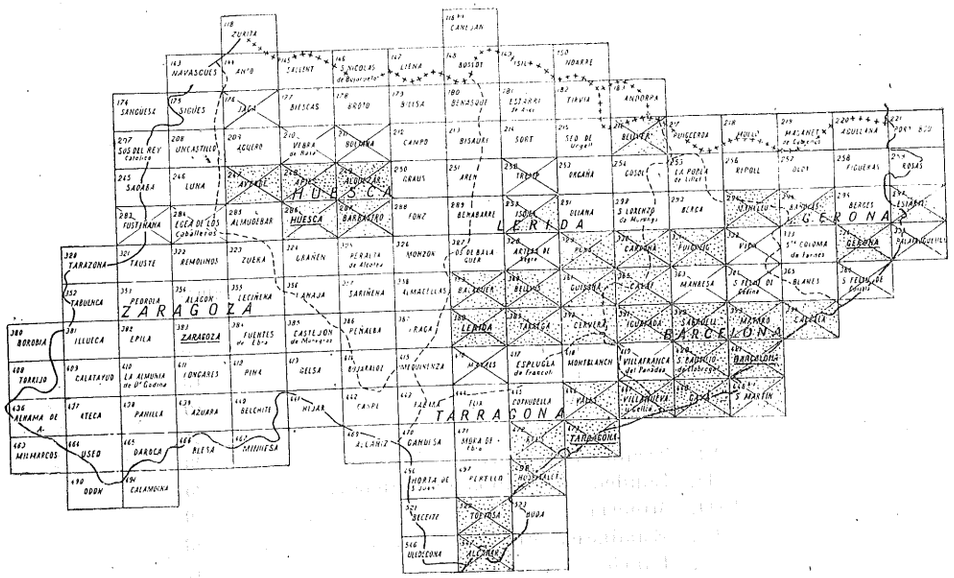
(LÉRIDA Y BARCELONA)

MADRID
TIP.-LIT. COULLAUT
MANTUANO, 49
1952

Esta Memoria explicativa ha sido estudiada y redactada por el Ingeniero de Minas D. AGUSTÍN DE LARRAGÁN.

TERCERA REGIÓN GEOLÓGICA

SITUACIÓN DE LA HOJA DE CARDONA, NÚMERO 330



Publicada — En prensa — En campo

PERSONAL DE LA TERCERA REGIÓN GEOLÓGICA:

Jefe.....	D. Fernando de Benito.
Subjefe.....	D. Agustín de Larragán.
Ingeniero	D. Antonio Almela.
Ingeniero	D. Augusto de Gálvez Cañero.
Ingeniero	D. Eduardo Alastrué.
Ayudante.....	D. Gregorio Ramírez Gil.

ÍNDICE DE MATERIAS

I

HISTORIA

Cardona, pueblo enclavado sobre la falda de una montaña, bordeado por el río Cardoner y a 509 metros de altitud, pertenece a la provincia de Barcelona y al partido judicial de Berga, dista de la capital 91 kilómetros por carretera. Fué plaza fuerte y es célebre por su Castillo y su Montaña de Sal.

La fundación de este pueblo se pierde en la noche de los tiempos; según algunos autores es *Udura* de los lacetanos, que en tiempos de los romanos se convirtió en la *Cardo* de Tito Livio. Estudios etimológicos aseguran que su nombre proviene del compuesto de dos palabras celtíberas Car y Dona, cuyo significado es castillo sobre roca.

Algunos autores la consideran anterior a Tito Livio y hacen referencia a su levantamiento contra Roma.

Plinio habla de la explotación de las salinas, y Auto Gelio, del siglo II, también las menciona.

Fué tomada la plaza de Cardona por los árabes sobre el año 713; reconquistada por los francos hacia el 785; volvió a caer en poder de los árabes en 791, que la destruyeron. De nuevo la reconquistaron los cristianos en 798. Una vez más cayó en poder de los árabes, hasta que la recobró definitivamente Wifredo El Velloso por el año 886.

Wifredo El Velloso concedió a Cardona privilegios extraordinarios, entre ellos el de asilo, otorgando a los que fueran a establecerse en Cardona, *incluyendo a los siervos, ladrones, falsarios, que vayan con mujer ajena y a todo delincuente en general.* Establece la pena de Talión y fija para ella *el duplo*, facultando al que le hayan robado un asno, a tomarle al raptor dos de los mejores, por lo que nadie se verá reconvenido en juicio; exime del pago de tributos, salvo

el debido a la Iglesia, y del pago *de illo toloneo vectigal*, impuesto por razón de la sal e instituye una Patrona.

El Conde Borrell II, de Barcelona, da a los vecinos de Cardona una Carta-Puebla en 986, que es el documento de esta clase más antiguo que se conoce; aumenta la pena de Talión de *duplo a siete veces;* perdona a todos los habitantes la cuarta parte del *illo toloneo* y concede a la iglesia de San Vicente *dos somatas* semanales de sal (*la somata* equivale a unas 14 arrobas); deroga el derecho de asilo y concede a los vecinos toda la sal que arranquen el jueves de cada semana.

El 14 de abril de 1352, se estableció dar cierta cantidad de sal a cada vecino cabeza de familia, costumbre que se siguió normalmente hasta que surgiendo algunas diferencias en la manera cómo debía recibirse, se convino en 1623 sustituir la medida llamada *aimina* o *cistella* por 10 arrobas de sal cada año, de *buen peso y calidad, pudiéndola escoger por sí de la mejor que hallasen sin tener que abonar más que un real al actor síndico*, ecónomo del convento para ornamentos u otras necesidades, obras pías de la iglesia de San Vicente o de la parroquia de San Miguel.

Por la Real Cédula de 21 de enero de 1715, por la que se establecía el estanco de la sal, no podían recibir los vecinos la sal que les correspondía, y para no dejar perder sus derechos, una comisión del municipio se presentaba cada año, en uno de los días de Carnaval, a los empleados del Duque, haciendo la petición de su derecho, y la negativa de éstos no tenía otra razón que el estanco de la sal. Suscitada esta cuestión ante el Tribunal Supremo, falló en 1859 a favor de los vecinos de Cardona, obligando al Duque a dar 15.000 reales anuales a la población y cien mil, como indemnización, por los atrasos.

Muchos hechos interesantes o curiosos relatan las historias, pero como no es posible seguirlos con detalle, daremos a conocer sólo los más salientes, que ponen de relieve la importancia que ha tenido esta plaza en los momentos de máximo interés en la historia patria.

En la Guerra de Sucesión jugó importante papel, y sólo se rindió después de hacerlo Barcelona, por entrar en las capitulaciones de esta ciudad la entrega de la plaza de Cardona (22 de septiembre de 1714).

Durante la Guerra de la Independencia, fué varias veces atacada la plaza de Cardona, pero no llegó a entrar en ella el invasor.

En 1820 se sublevó la guarnición de Cardona, uniéndose al levantamiento de Riego y Quiroga, y en 1821 el Ejército de la Fe entró en Cardona, pero no consiguió tomar el Castillo.

Estuvo largo tiempo bloqueada la plaza, hasta que una sublevación de la guarnición, que se unió al partido absolutista, abrió las puertas a las tropas que la cercaban.

En la Guerra Carlista, fueron varios los intentos que hicieron los carlistas para tomar la plaza de Cardona y apoderarse de las salinas como fuente de riqueza, hasta el punto de que un parte oficial del Gobernador de Cardona, del 6 de febrero, dice, entre otras cosas: «El cabecilla Eristany, muy ufano de su pieza de artillería, en tanto pensaba destruir el torreón y hacerse dueño de las salinas, como que había circulado sus avisos a los pueblos de esta comarca, para que ayer mismo vinieran a comprar sal, y, en efecto, se presentaron más de quinientas acémilas, según parte que he recibido».

Días después sólo atacaban de noche, para ver si podían arrancar alguna sal de las salinas.

Volvieron a atacar los carlistas en número de unos 800 hombres, con objeto de apoderarse de las salinas, llevando consigo gente de Solsona para venderles la sal, lo que no pudieron hacer porque fueron rechazados con pérdidas.

Aprovechando la salida de la guarnición para llevar un convoy a Solsona, entraron los carlistas en Cardona, pero no pudieron tomar el Castillo y la abandonaron seguidamente.

Durante la última Guerra Carlista, intentaron tomarla, teniéndola bloqueada durante varios días, sin llegar a entrar en ella, pero en 18 de diciembre de 1874 fué derrotada la retaguardia del general Weyler, cuando el grueso de su columna entraba ya en Cardona, siendo éste el último hecho de armas en que intervino esta plaza, a la que después se le suprimió la guarnición.

No debió olvidar el general Weyler este contratiempo, porque, cuando años después, personal influyente de Cardona, se acercó al general, entonces ministro de la Guerra, solicitando que fuera repuesta la suprimida guarnición, obtuvieron del general la humorística contestación de que el célebre Castillo de Cardona sólo era útil para establecer en él un sanatorio.

Monumentos y obras de arte y curiosidades

En la iglesia parroquial de San Miguel hay tablas notables de la Edad Media y las reliquias de los santos patrones de la ciudad, Celedonio y Hemeterio.

La Virgen del Patrocinio, que está en la misma iglesia, fué traída por el almirante Ramón Folch, de Marsella, en 1423.

Esta iglesia fué consagrada por Sisebuto, obispo de Urgel, el año 820, siendo reedificada en 1397 por Otón.

La actual casa del Consistorio es el antiguo palacio de los Condes de Cardona, que fundaron el hospital de San Jaime.

Es notabilísimo el castillo, de triple muralla y baluartes. La iglesia del mismo es una de las creaciones más homogéneas del estilo románico.

MONASTERIO DE «EL MIRACLE».—Data del siglo XV y debe su existencia a la aparición de la Virgen a dos niñas en la casa llamada *la Cirosa*, de la parroquia de San Martín de Riner.

Insuficiente el templo en el siglo XVIII se construyó el monumental templo actual, aún no terminado, del que es notable el retablo estilo barroco.

En los alrededores del templo había siete cruces góticas y renacimiento del siglo XVI.

MUSEO DE LA SAL.—Aprovechando la gran variedad de colores que tiñen la sal en la Montaña Roja, y la gran facilidad con que ésta se trabaja, se han hecho gran cantidad de objetos de más o menos gusto. Muchos de estos objetos fueron reunidos por un particular, que formó un curiosísimo museo. Este museo quiso ser cedido al Ayuntamiento de Cardona, pero al no encontrar su propietario facilidades de local para instalarlo lo donó al pueblo de Solsona, donde hoy día está expuesto.

En las mismas salinas se vendían hace años una porción de objetos curiosos hechos con sal de diversos colores, y era muy corriente el utilizar en la región una barrita de sal transparente, que terminaba en una mano, que sustituía a la sal corriente para bautizar a los niños.

II

GEOGRAFÍA FÍSICA

El territorio comprendido dentro de los paralelos 41°50' y 42°, y los meridianos 5°10' y 5°30', es el que constituye la Hoja 330 de la cuadrícula en que tiene dividido el mapa de España, escala 1:50.000, el Instituto Geográfico, y lleva por nombre el de la antigua e importante ciudad de Cardona.

Dentro de este terreno queda la línea de separación de las provincias de Barcelona y Lérida, perteneciendo casi por mitad a cada una de estas provincias. Pertenece a la primera la ciudad de Cardona, que da el nombre a la Hoja y a la segunda la de Solsona, sede episcopal, que son las dos únicas poblaciones de importancia que figuran en la Hoja.

Malos medios de comunicación tiene todo este territorio; únicamente se puede llegar en ferrocarril a Suria, población que ha adquirido gran renombre por sus minas de potasa, por haber sido en su término donde fueron descubiertas estas sales y donde se han hecho las primeras instalaciones para su explotación; este pueblo está situado en el ángulo SE. (E-4), quedando parte de él fuera de la Hoja. El ferrocarril no llega a pasar los límites de la Hoja de modo que no existe ningún trazado de ferrocarril dentro de su perímetro.

Si carente está de ferrocarriles, no está muy abundante de carreteras. La carretera que partiendo de Manresa pasa por Suria, llega a Cardona, para continuar a Solsona, y salirse de la Hoja por su vértice NO. (A-1), enlaza después de Solsona con la que va desde Lérida a Seo de Urgel. En el ángulo SE. (E-4), y cruzando la Hoja en la diagonal de este último cuadrante, se pueden recorrer, dentro de su perímetro, unos siete kilómetros de la carretera que va de Çalaf a Moyá, y unos ocho kilómetros, a partir de Solsona, de la carretera llamada del Hostal del Boix.

Ríos

La Hoja está cruzada por el río Cardoner, que entra en este territorio por la cuadrícula B-1, para salir por Suria en la cuadrícula E-4.

Las aguas de este río son aprovechadas, principalmente en su parte alta, para usos domésticos y para ínfimos regadíos, que la clase del terreno y la falta de vegas hacen innecesarios.

Una serie de importantes fábricas de hilados y tejidos, que están fundadas con objeto de aprovechar pequeños saltos naturales en el río Cardoner, han dado vida industrial a la comarca, antes de que en ellos se hubieran explotado las sales potásicas, pues, aunque de tiempo inmemorial se explotaban las célebres salinas de Cardona, era muy reducido el número de jornales empleados en este trabajo.

Río Salado.—Nace este río dentro de las salinas, las que va disolviendo poco a poco, llegando a hacer grandes oquedades, como el célebre Forat Micó (fot. núm. 3), y arrastra al Cardoner cantidades enormes de sal, al verter sus aguas en este río, completamente saturadas. Estas disoluciones producen hundimientos que salen a la superficie, llamadas *bofias* en el país.

Son muchas, dada la accidentada topografía del terreno, las rieras y torrentes que existen en este territorio. La más importante es la Riera Aiguadora (B-1 y 2), que desemboca en el Cardoner un poco al norte de Cardona; sus aguas son aprovechadas para regar los huertos de la pequeña vega situada al norte de la ciudad de Cardona.

El terreno comprendido dentro de los límites de la Hoja, sin llegar a tener grandes desniveles, es sumamente quebrado. La cota más elevada es la de 926, en la cuadrícula A-1, y la más baja la de 320, en el mismo pueblo de Suria, siendo muy frecuentes las cotas comprendidas entre 500 y 600 metros; el Castillo de Cardona está situado a 585 metros, y la ciudad de Solsona a 664.

La región tiene una gran riqueza en bosques de pinos, a pesar de la enorme tala que sufrió durante la guerra del 14.

Existen pequeños cultivos en los alrededores de las casas de pages, cultivándose principalmente el viñedo, cereales, legumbres, hortalizas, vinos y aceite. En las casas de pages, algunas de verdadera importancia, se hacen las explotaciones agrícolas en bancales, con grandes desniveles entre ellos, sostenidos con muros de contención que representan una gran constancia y un

enorme trabajo, levantados, sin duda, aprovechando los jornales perdidos para el campo.

Las industrias principales son: fábricas de papel, de hilados y tejidos de algodón, la antigua industria de la sal, y hoy principalmente, y dominándolas a todas, la explotación y beneficio de las sales potásicas.

El clima es extremado, y hay con frecuencia, sobre todo en la parte norte de la Hoja, espesas nieblas.

III

GEOLOGÍA

El territorio encerrado en los límites de la Hoja de Cardona está enclavado dentro de la gran mancha del terciario lacustre que ocupa una gran parte de las provincias catalanas, Barcelona, Lérida y Tarragona, y de las tres aragonesas.

Toda la gran mancha terciaria fué clasificada como miocena, por el hecho de encontrarse en las cercanías de Madrid algunos fósiles característicos de este terreno, y al no haberse encontrado otros fósiles dentro de la mancha, por extensión, fué incluída toda ella en el mioceno.

Clasificados estos terrenos terciarios primeramente como miocenos, con posterioridad una parte de ellos fueron pasados al oligoceno. Existen indudablemente, dentro de esta gran mancha, los dos terrenos, pero, como han sido formados con idénticos elementos, en condiciones análogas de sedimentación y careciendo casi en absoluto de fósiles, se comprende fácilmente que su diferenciación había de ser sumamente difícil y había de dar lugar a opiniones diversas y encontradas, como en realidad ha sucedido.

La Montaña Roja de Cardona, tan estudiada en todos los tiempos, y, posteriormente, los estudios iniciados por César Rubio y Agustín Marín para determinar los límites de la cuenca potásica, estudios continuados después por gran número de geólogos, tanto nacionales como extranjeros, han permitido el ir ensanchando esta cuenca oligocena en grandes superficies, que estaban consideradas, unas, como eocenas y, otras, como miocenas.

No se puede hablar de la Montaña Roja de Cardona y de las sales potásicas descubiertas en Cataluña sin dedicar un recuerdo al ilustre ingeniero de minas y eminente geólogo D. Silvino Thos y Codina, que, después de estudiar

los criaderos potásicos alemanes, los relacionó con la formación de Cardona, y con una extraordinaria visión previó la existencia de la potasa en Cardona, que fué descubierta muchos años después y hoy es explotada por La Unión Española de Explosivos, S. A., con instalaciones de tal importancia que su conjunto llega a ser una de las factorías mineras más interesantes de España.

Carez, en su estudio sobre el cretáceo y el terciario del norte de España, determina diversos niveles terciarios, que motivaron una fuerte controversia con nuestros más famosos geólogos de su época: Maureta, Thos, Mallada, Vidal, pero, con el tiempo, tuvieron que reconocer lo acertado de los juicios expuestos por Carez.

Maureta y Thos y Codina, en su Memoria, publicada por la Comisión del Mapa Geológico de España, «Descripción física, geológica y minera de la provincia de Barcelona», ya situaban parte de los territorios de la Hoja de Cardona dentro del terreno proiceno, equivalente al oligoceno actual, pero aun dejan muy reducidos sus límites; situando el borde norte poco más alto de la ciudad de Cardona.

Los descubrimientos de los yacimientos fosilíferos de las explotaciones lignitíferas de Calaf y de las canteras de Tárrega, permitieron determinar la edad exacta de aquellos terrenos.

Salvo en la zona de Calaf y en la de Tárrega, donde la abundancia y magnífica conservación de fósiles ha permitido hacer un estudio detallado de aquella parte, la cuenca oligocena está poco menos que desprovista de estos importantísimos jalones; dificúltanse enormemente con esta falta la determinación y comparación de los diversos tramos.

Una vez clasificadas como oligocenas la cuenca lignitífera de Calaf y la región de Tárrega, partiendo de estos centros oligocenos, se fueron extendiendo, por semejanza y por razones estratigráficas y petrográficas, los límites señalados al oligoceno; primero estas ampliaciones se hicieron con mucha cautela, y con posterioridad, con motivo de los estudios sobre la cuenca potásica, con gran amplitud, hasta llegar hoy día a ocupar, en las provincias catalanas y en la de Huesca, una superficie superior a la que se ha reservado al mioceno.

Todavía no se han llegado a marcar de una manera exacta los límites que separan estos dos terrenos y conforme se avanza en su estudio se va ganando superficie para el oligoceno con detrimento del mioceno.

Esa misma igualdad de formación de las rocas, que con idénticos elementos y en condiciones exactamente iguales de sedimentación sólo se pueden distinguir por razones paleontológicas y en la carencia total, o casi total, de fósiles, se tiene que decidir por impresión, ya que todas las hipótesis que se han fundado para, basándose en ellas, clasificar los terrenos, se han venido abajo poco después de creadas.

Damos, pues, como oligocenos, todos los terrenos que quedan encerrados dentro del perímetro de la Hoja de Cardona.

Este oligoceno queda bien delimitado, siempre que su contacto es con el eoceno u otro terreno más antiguo, pero sin seguridad ninguna cuando intesta con el mioceno.

No se puede, dentro de este oligoceno en su tramo sannoisiense, seguir de una manera clara las diversas hiladas en largos recorridos; las variaciones dentro de cada hilada son muy frecuentes e importantes; en los estudios que se han podido hacer en los numerosísimos sondeos realizados en la zona, se han observado grandes variaciones dentro de la formación general. Ha sido frecuente encontrar, siguiendo un banco margoso, verle transformado en una arenisca, incluso de grano grueso La situación con relación a las orillas del lago y la importancia de los arrastes pueden explicar estas variaciones.

Por regla general, se han encontrado, recubriendo el criadero salino, unas margas azuladas, que ha servido como indicador, en muchos casos, de la proximidad del criadero salino.

Dentro del criadero se ha presentado, como regla general, la misma formación, aunque con espesores muy diferentes de sus componentes.

En la zona de Suria, el tramo de margas superior a los yesos alterna con calizas, y en la zona de Cardona suelen alternar con areniscas; ni las calizas ni las areniscas son puras; las calizas son silíceas y las areniscas son calcáreas, por lo que pueden ser clasificadas, las primeras, como molasas, y las segundas como maciños.

Al oeste de Callús, cita Marín unas margas oscuras y duras con *Planorbis* y *Limnaea longiscata* Brong. Estas margas, grises azuladas, son las más, por no decir las únicas, fosilíferas entre todas las rocas que forman el terreno oligoceno de esta región, y es raro encontrarlas y no hallar en ellas fósiles.

Almela y Ríos han encontrado el *Melanopsis albigensis* y otros gasterópodos, en unas hiladas oscuras y algo fétidas al E. y al SE. del pico de San Salvador, en el camino de Suria a Castelladral.

Maureta y Thos dicen haber encontrado algunos restos fósiles en el camino que va desde Cardona a las salinas.

Dentro del terreno oligoceno está considerado este territorio como perteneciente al sannoisiense.

Del estudio de los testigos de los sondeos para el reconocimiento del criadero potásico, ha interpretado Marín, con un cálculo aproximado de espesores, los diversos tramos del sannoisiense, del modo siguiente:

10.—Calizas y molasas con osamentas de Tárrega.

9.—Margas grises y rojas con calizas fosilíferas y lignitos de Calaf.

8.—Yesos superiores con margas y areniscas (100 metros).

7.—Margas rojas predominantes, margas grises con calizas, conglomerados y areniscas (hasta 100 metros).

6.—Margas grises y rojas, yesosas y saladas, a veces con bancos de areniscas, caliza y yesos de espesor variable (con un espesor medio de 100 a 200 metros).

5.—Margas, sal común y anhidrita en lechos muy delgados (espesor medio de 40 a 50 metros).

4.—Zona potásica superior (espesor medio de 60 a 70 metros).

3.—Sal blanca o gris, muy pura (200-300 metros).

2.—Zona potásica inferior (casi siempre falta) (de 2 a 8 metros).

1.—Banco de anhidrita y yeso (2-10 metros).

Con posterioridad, en las publicaciones del XIV Congreso Geológico Internacional, el mismo Marín modifica su cuadro, simplificándolo y reduciéndolo a seis tramos.

6.—Calizas y molasas de Tárrega con *Brachiodus cluai* y *Limnaea pyramidalis* (30 a 80 metros).

5.—Margas grises y rojas con calizas fosilíferas, en donde se halla el *Ancodus aymardi*, y lignitos de Calaf con *Planorbis* (de 120 a 250 m.).

4.—Yesos superiores con margas, calizas y areniscas y algún banco de lignito (100 metros).

3.—Margas rojas predominantes, con calizas y conglomerados y areniscas con *Melanoides albigensis* (de 600 a 1.000 metros).

2.—Margas grises y rojas, yesosas y saladas, a veces con bancos de calizas, areniscas y yesos (100 a 200 metros).

1.—Masa salina (300 a 500 metros).

La masa salina la divide Marín en:

6.—Margas grises que recubren el yacimiento.

5.—Silvinita y sal común (al volver a escasear el cloruro magnésico).

4.—Carnalita, en aguas más ricas del 25 % de cloruro magnésico.

3.—Silvinita, en aguas con cloruros potásico y sódico y menos del 25 % de cloruro magnésico.

2.—Sal común blanca, con depósitos esporádicos potásicos.

1.—Algo de calcita, anhidrita, con fuertes temperaturas y aguas muy concentradas en cloruro sódico.

En la margen oeste del río Cardoner, y a unos 500 metros medidos sobre el barranco, producido por la desaparición de los estratos de recubrimiento

del anticlinal, se encuentran las célebres montañas de sal, de las que ya hacen mención los célebres historiadores romanos Plinio y Aulo Gelio.

Lo más curioso de estas montañas es que están formadas por diferentes lechos de sal de varios colores y separados por tenues capas de arcilla, formando el conjunto agudos pliegues; se explica este fenómeno por efectos de disolución en la base y la consiguiente presión al rellenar las capas los huecos producidos, favoreciendo este proceso la gran plasticidad de los bancos salinos.

(Estudios recientes han demostrado que se trata de un eczema latente producido por las presiones alpinas, hecho que ha quedado demostrado en diferentes ensayos realizados en las minas, hoy en explotación, donde las presiones se manifiestan de Norte a Sur.)

El anticlinal tiene una dirección aproximada de E. 25° N. a O.25° S. Sobre las sales básicas (ClNa) están apoyadas las diferentes capas de silvinita, alternantes con capas de sal y lechos amarillos y separados de la carnalita por las capas de sal gris oscuro con lechos de arcilla; sobre las carnalitas vienen las margas, entre las que ya aparecen vestigios de carnalita, y siguiendo siempre la marcha de abajo arriba, aparecen la marga pizarrosa con sal y carnalita en las grietas, margas grises, margas con sal y anhidrita, marga gris, con marga plástica y yeso en las juntas, margas grises con láminas de anhidrita y sal en las grietas, las margas pizarreñas plásticas con anhidrita y yeso, pizarras con láminas de anhidrita y yeso, margas grisrojizas, alternando con areniscas, marga gris calcárea y areniscas rojas.

Riqueza del yacimiento

Muestra	K_2O	KCl
Silvinita blanca	63,2 %	98,90 %
— roja	62,19 %	97,10 %
— rosada	61,97 %	96,56 %

Por lo regular, las capas se presentan en vetas de 5 a 50 centímetros, que alternan con las de sal, por lo que su riqueza, al tener que arrancarlo en conjunto, oscila entre 20 y 40 % de cloruro potásico.

Por la claridad con que representa la formación salina, incluímos a continuación un corte dado por Marín y publicado en el Boletín de Sondeos. (Figura 1.)

IV

PALEONTOLOGÍA

Pocos y mal conservados son los fósiles que se encuentran dentro de la Hoja de Cardona.

A pesar del gran número de geólogos que la han recorrido, son siempre los mismos fósiles los que citan, y la mayor parte de ellos en tan mal estado de conservación que no permiten llegar en la clasificación a dar la especie.

Maureta y Thos y Codina citan, junto al caserío de Guix, *Lymnaeas*, *Planorbis* y *Melanias*, y en el sendero que va de Cardona a las salinas, *Melania*.

Marín, cita en diversos puntos:

Limnaea longiscata (Brong.)
Planorbis cornu (?) (Brong.)
Planorbis.
Lymnaea.
Melania.
Melanoides.

Almela y Ríos han encontrado, en el pico de San Salvador, en el camino que va de Suria a Castelladral:

Melanoides albigensis.
Otros gasterópodos sin clasificar.

V

PREHISTORIA

Dentro del valle donde están situadas las salinas se han encontrado, con relativa abundancia, instrumentos neolíticos.

Marín, en una conferencia dada en Madrid en el año 1933, deduce de estos encuentros que el hombre neolítico ya trabajaba en las salinas de Cardona para la extracción de la sal.

López Azcona publicó un trabajo, titulado «Industria neolítica en Cardona», en el número 5 de Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, en el año 1933, donde dice haber encontrado en las salinas hasta treinta piezas neolíticas; describe alguno de los instrumentos encontrados por él en las salinas, hachas, martillos y cinceles, que están fabricados con una ofita bastante descompuesta, seguramente rodada desde el nacimiento del río Cardoner.

VI

TECTÓNICA

El terreno oligoceno no presenta otros accidentes tectónicos que cierto número de pliegues, dirigidos, aproximadamente, de Este a Oeste.

Estos pliegues son muy violentos al Norte y llegan a presentar en algunos sitios roturas; al Sur son más suaves y a veces se reducen a ligeras ondulaciones de los estratos. Estos pliegues son, por lo general, de poca amplitud lateral.

Después de una extensa zona de plegamientos suaves se presentan los anticlinales de Cardona y Suria que, por estar situados en plena zona salina, tienen una tectónica especial.

Anticlinal de Cardona

El anticlinal de Cardona corre en dirección NE.-SO., y hace una inflexión en la misma ciudad de Cardona. Casi se pierde al llegar a Serrateix, abriéndose en cúpula, y se sigue con dificultad, hasta quedar más marcado cerca de Puigreig.

El flanco norte es mucho más suave que el sur, por estar éste fallado y caído, quedando las capas próximas a la vertical junto a la charnela. Por efecto de estas roturas, y en forma diapírica, aparece la sal en la célebre Montaña Roja.

Entra en la Hoja por el Sur (B-4), al este de Pinós; pasa al norte de Matamar-

got y próximo al molino de Torres Quesana y a la ermita de Lourdes; al sur de la casa Llardella y muy próximo a las casas de Guix y Muchal; cruza las salinas y atraviesa el río Cardoner por la casa de Pinell; al sur de la capilla de Santa María de Serratex, y con muy poca inclinación en sus ramas, se sale de la Hoja para pasar, ya fuera de ella, al norte de Puigreig.

Anticlinal de Suria

Corta diagonalmente el ángulo SE. de la Hoja de Cardona y se prolonga, fuera de ella, en los dos sentidos.

En el límite de la Hoja, al SO., es doble y fallado. Hacia el Norte se fusionan los dos pliegues para formar un solo anticlinal.

La falla de la rama sur ha acercado las sales a la superficie, y es ésta la razón por la que fueron descubiertas las sales potásicas.

Entra en la Hoja de Cardona por el Sur, algo al norte de la fábrica de electricidad de Suria (D-4); pasa al norte de este pueblo; al norte del sondeo número 11 de Suria; se va aproximando a la carretera de Calaf a Moya y la cruza un poco al norte del kilómetro 52, para salirse de la Hoja al sur del paralelo 41°51'.

VII

SONDEOS Y ESTUDIOS GEOLÓGICOS

Sondeos y pozos

SONDEO DE CARDONA.—El sondeo más importante ubicado dentro de los límites de la Hoja de Cardona es el realizado por el Estado dentro de la zona que se había reservado.

La importancia de este sondeo no estriba solamente en sus resultados, pues aunque cortó una importante formación salina lo hizo a una profundidad tan grande que lo hacía prácticamente inexplotable, pero se aseguraba con él la prolongación de la cuenca potásica a mucha distancia de los centros donde estaba reconocida (aún no lo había sido en la zona de Cardona), y valorizaba, por consiguiente, la riqueza de la cuenca en estudio. Fué el sondeo más profundo hecho en España y uno de los más profundos, por aquella época, abiertos en el mundo.

El 16 de septiembre de 1920 dieron comienzo los trabajos, terminando la perforación el 20 de octubre de 1921, a los 1.634,55 metros de profundidad, con corona de diamantes de 132 mm. de diámetro, con la que se obtenían testigos de 100 mm. de diámetro.

En el Boletín del Instituto Geológico de España, en el tomo XLIV, IV de la tercera serie, se publicó un detalladísimo corte con los resultados de este sondeo.

Una alternancia de bancos de margas rojas y azuladas, con areniscas y alguna caliza y yesos y anhidritas, constituyó la formación cortada, hasta que a los 1.017,50 metros se cortó la primera capita de sal común, que sólo de tarde en tarde vuelve a presentarse, hasta que pasados los 1.300 metros empie-

zan a menudear las capas de sal común, ya en muchos sitios, con un marcado color rojo. A los 1.488,50 metros empiezan a cortarse algunas pintas de carnalita; a los 1.521 ya se cortan capas de carnalita, y a los 1.581 aparecen las primeras muestras de silvinita; a los 1.593,50 se obtiene una hermosa muestra de silvina blanca y transparente, y desde esta profundidad hasta el final del sondeo sólo se corta sal vieja con algo de anhidrita.

SONDEO DEL ESTADO «CARDONA II».—A unos cinco kilómetros de Cardona, aguas arriba del Cardoner, se ubicó un sondeo, hecho por cuenta del Estado. Se perforó hasta la profundidad de 1.200 metros, cortándose la formación completamente normal. Se suspendieron los trabajos a los 1.200 metros, en el horizonte de los yesos, porque calculando, dada la normalidad de la formación, que no se cortaría el criadero a menos de los 1.400 metros, perdió el sondeo todo su interés industrial.

SONDEO SURIA, NÚM. 10.—Este sondeo, ubicado muy próximo al corte de la carretera de Suria a Cardona, conocido con el nombre de Mitch Mond, llegó a una profundidad de 1.023 metros, cortando el yacimiento salino a los 233 metros, con tres capas de carnalita y otras tres de silvinita y un enorme espesor de sal común, sólo interrumpido por unas pequeñas intercalaciones de potasa; la sal común continuaba al darse por terminado el sondeo.

Esta repetición de la potasa hace suponer un pliegue en el criadero salino, pero Marín no cree en la existencia de este pliegue, pues de haber existido se debería haber cortado la marga gris del techo del criadero.

SONDEO SURIA, NÚM. 11.—Este sondeo, situado entre el eje del anticlinal y la carretera de Suria a Balsareny, se profundizó hasta los 1.069 metros, y cortó al criadero con mucha inclinación, por lo que los espesores de las capas potásicas cortadas fueron mayores de lo normal.

SONDEO SURIA, NÚM. 12.—Próximo al río Cardoner, en el sinclinal situado entre los anticlinales de Suria y Cardona, perforó la Sociedad Minas de Potasa de Suria un sondeo, que llegó a los 1.186 metros, cortando el criadero con toda normalidad.

SONDEO SURIA, NÚM. 13.—Está ubicado cerca de la divisoria de los ríos Cardoner y Llobregat, sobre el eje del anticlinal. Se profundizó hasta los 1.185 metros en margas eocenas, cortó al criadero salino con toda normalidad. A los 91 metros se cortó una capa de lignito de 0,50 metros de espesor.

SONDEO DE SEMIS, DE LA SOCIEDAD FODINA.—Dentro de la demarcación de la mina «Alfa», al norte del anticlinal de Suria y al oeste de este pueblo, la Sociedad Fodina abrió un sondeo, que profundizó hasta los 726 m. A los 655 metros se cortó la sal con algunos indicios de potasa. Según Marín, sólo se debió llegar al pendiente del criadero, por lo que considera lamentable que el sondeo fuera suspendido.

SONDEO DE SALÓ, SOCIEDAD FODINA.—Situado sobre la riera de Saló, llegó a la profuudidad de 1.243 metros y cortó al criadero con entera normalidad, pero con un importante aumento de silvinita, por cortar un gran banco de esta sal.

SONDEO DE SALINAS VICTORIA, NÚM. 1.—Dentro del perímetro de la demarcación de la mina «Salinas Victoria», se perforó este sondeo, junto al río Cardoner, cerca del puente de la carretera que va de Manresa a Cardona. Se profundizó hasta los 1.256 metros y cortó un importantísimo banco potásico a los 1.016 metros, de 188 metros de potencia, en el que abunda mucho la silvinita.

SONDEO DE SALINAS VICTORIA, NÚM. 2.—Está abierto en el sinclinal formado por los anticlinales de Suria y Cardona, en la orilla izquierda de la riera de Hortons, frente al torrente de Cal Canel le Baix; llegó a la profundidad de 1.236 metros y cortó normalmente la estratificación, pero el criadero se cortó completamente transtornado.

SONDEO DE SALINAS VICTORIA, NÚM. 3.—Está ubicado junto a la orilla de la riera de Hortons, cerca del torrente Taulet. Se profundizó hasta los 1.371 metros y se cortó el criadero normal, con una potencia de 83 metros a los 1.185 de profundidad.

SOENEOS DE LA UNIÓN ESPAÑOLA DE EXPLOSIVOS, S. A.—En la margen izquierda del Cardoner, y en la rama sur del anticlinal, ha perforado un sondeo la Unión Española de Explosivos, que cortó los bancos con mucha inclinación y por este motivo no se cortó el criadero hasta los 646 metros, y por la misma razón el criadero tuvo el espesor extraordinario de 447 metros.

SONDEO DE LA FÁBRICA.—En la rama sur del anticlinal fué abierto un sondeo, que se profundizó hasta los 1.200 metros y que demostró de una manera clara el porqué no se llegó a cortar, con ninguno de los pozos abiertos alrededor de las salinas, la sal que afloraba a muy pocos metros del pozo; los violentos levantamientos de las capas, hasta llegar cerca de la vertical, convertían

casi en paralelas la vertical del pozo y la superficie de la capa salina. En este sondeo, situado a muy poca distancia de la silvinita de la Montaña Roja, no se ha cortado esta sal hasta los 991 metros de profundidad.

Pozo Alberto.—En el corte del pozo se ven claramente los pliegues, que la manera singular de actuar la sal en los movimientos tectónicos ha hecho que se repitan las capas potásicas, permitiendo aumentar los tajos de arranque dentro de cada piso, facilitando de una manera notable las posibilidades de arranque y extracción.

Sondeos en la Montaña Roja.—La Unión Española de Explosivos ha abierto gran número de pequeños sondeos, horizontales o con poca inclinación, dentro de la Montaña Roja, para situar y valorizar el criadero, en vías ya de ubicar las instalaciones definitivas y hacer los planes de explotación. Como ejemplo de estos sondeos figura el corte del sondeo I bis, abierto en la rama sur del anticlinal, en la margen derecha del arroyo Salado.

Como complemento a esta descripción de los sondeos abiertos dentro del perímetro de la Hoja de Cardona, incluímos un corte de Marín, que da una idea esquemática muy clara de la formación oligocena y de la situación del criadero salino.

En el Boletín núm. XLIV del Instituto Geológico y en el Boletín de Sondeos, tomo III, fascículo 1.°, figuran los cortes de estos sondeos, que no ponemos aquí para no dar dimensiones exageradas a esta Memoria.

La Sección de Geofísica del Instituto realizó un detenido estudio por el procedimiento sísmico de la zona de las salinas, trabajo que no ha sido publicado por haberse realizado con carácter reservado, por haber sido encargado por la Unión Española de Explosivos.

VIII

MINERÍA

Antigua explotación de las salinas

Aparte de explotaciones en canteras que se venían haciendo desde tiempo inmemorial para obtener la sal para diversos usos, se inició una más seria explotación con objeto de obtener losetas de sal, que tenían un importante mercado en África, y bolas para el ganado. Se abrió un pozo en el que se instaló una máquina de extracción con sus jaulas y dejando un importante macizo de protección se abrió una sala de unos 25 metros de altura, que, con el avance de las labores, quedó convertido en un inmenso salón en el que tanto las paredes, como el techo y el piso, estaba formado por un gigantesco bloque de sal, sin grietas ni impurezas. Sobre una de sus paredes y labrada en la misma sal, existe una escalera por la que se puede subir a una galería o balcón corrido a todo lo largo de las paredes del salón (fot. 5).

Con una sierra de alambre que daba la vuelta al salón, y con un chorrito de agua y arena sobre la sal, iba el alambre cortando el frente en bloques de un ancho determinado, bloques que caían enteros con unos *tacos* que se ponían en su unión a la masa de sal. Esta explotación es semejante a la que se usa en las canteras de mármol de Carrara. Una vez en tierra los bloques, y dentro del mismo salón, con una sierra múltiple se cortaban en losetas, que eran exportadas a África. De los trozos de sal que quedaban se hacían, a mano, bolas para el ganado, y los desperdicios de estas operaciones eran llevados a un molino, para obtener sal apropiada para usos domésticos.

Fué descubierta la potasa, casualmente, en Suria, en los trabajos realizados por los Sres. Macari y Viader, al poner en explotación una antigua mina

abandonada, para continuar con la fabricación de bolas de sal para el ganado, negocio que habían llevado a las salinas de Cardona y que, por causas que no son del caso, habían tenido que abandonar; uno de los envíos de bolas que hicieron se lo dejaron de cuenta por su mala calidad, hasta el punto de que las bolas eran rechazadas por el ganado; extrañados con este fracaso que les hundía el negocio emprendido, quisieron averiguar cuál era la impureza que, mezclada con el cloruro sódico, lo inutilizaba para el uso a que se destinaba. El análisis que se efectuó puso de manifiesto la presencia de las sales potásicas en lo que sólo como sal común se había tenido. Este descubrimiento dió lugar a una enorme petición de concesiones mineras, por regla general de dimensiones poco frecuentes en la minería española. Esta abundancia de peticiones, hechas, en su mayor parte, por sociedades que, aunque con etiquetas españolas, eran fácilmente reconocibles como extranjeras, y quizá, en algunas de ellas, con un deseo de dificultar la explotación de la potasa para suprimir competencias, ya que en aquella época se podía considerar como un monopolio el comercio mundial de la potasa, determinó al Gobierno a legislar de una manera especial para estas concesiones, obligando a realizar trabajos de reconocimiento, al mismo tiempo que se reservaba toda la zona aun no solicitada, que quedaba dentro de un amplio polígono.

Como puntos de partida para las peticiones se tomaban los dos centros donde la sal era conocida: Suria, donde se había encontrado la potasa, y Cardona, con su potente Montaña de Sal.

La Sociedad de Industria y Comercio adquirió unas minas que rodeaban las antiguas salinas del Duque, y estableció en ellas unas labores mineras con el deseo de cortar con ellas rápidamente la sal, que tan próxima y con tal abundancia tenían a la vista.

El pozo de la mina «Manuela», situado junto al Cardoner, con tan mala fortuna que llevó en su avance una falla tangente, por la que entraba el agua del río. La profundización de este pozo fué un verdadero alarde de constancia y de técnica; para avanzar se taponaba el pozo con cemento y se perforaba este tapón con sonda; se inyectaba cemento a presión de los taladros, consiguiendo una zona impermeable; se rompía el tapón de cemento continuando la profundización hasta que de nuevo volvía por la falla a inundarse el pozo; se repetía la operación del taponado, su perforación e inyección de cemento. Se continuó de esta forma hasta pasados los 100 metros, sin que se hubiera cortado la sal que tan próxima se juzgaba. Hubiera sido un peligro para el criadero, de haberse llegado a cortar, pues, sabido es, que el mayor peligro para esta clase de criaderos es una vía de agua.

En la mina «Romana» se abrieron unos pozos gemelos, con la idea de que sirvieran para la extracción, llevando una jaula por cada pozo. Estaban situa-

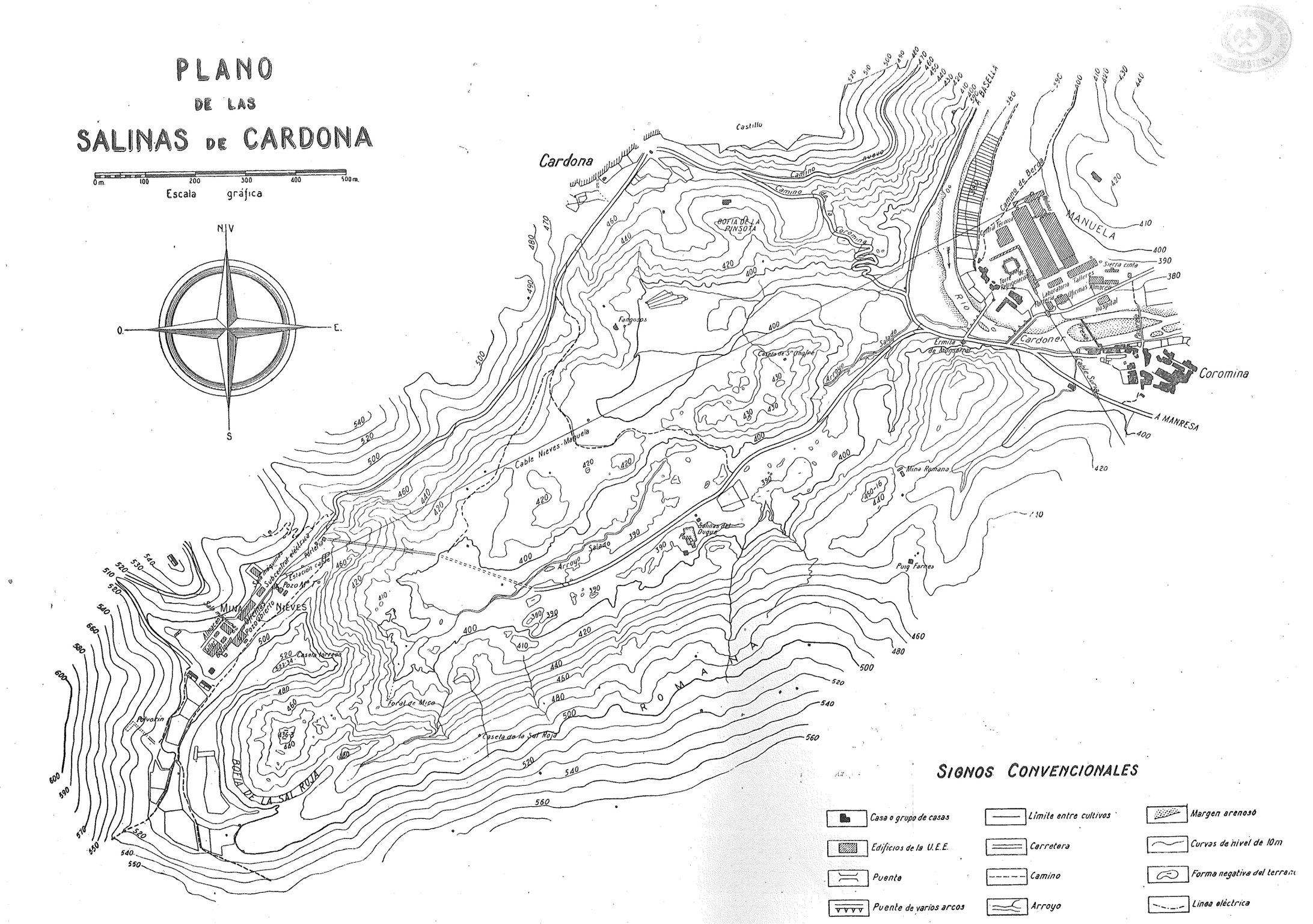

PLANO
DE LAS
SALINAS DE CARDONA
0 m. 100 200 300 400 500 m.
Escala gráfica
N. V
O.
E.
S
Cardona
Castillo
Camino nuevo
Camino
Coromina
BORIA DE LA PINSOTA
Fangosos
Casa de S. Miquel
Arroyo Salado
Cable Nieves-Manuela
Salinas del Duque
Pozo
Mina Romana
Puig Farnes
Ermita de Burgarat
Cardoner
Río
Camino de Berga
Fonda Ferrer
Torre de Refrigeración
Sierra cinta
Talleres
Laboratorio
Oficinas
Almacén
Hospital
MANUELA
A BASELLA
A MANRESA
Cable Suria
Subcentral eléctrica
Estación cable
Pozo Ara
Pozo abierto
Almacén
Talleres
Oficinas
MINA NIEVES
Casa torreón
Torral de Miso
Casa de la Sal Roja
BORIA DE LA SAL ROJA
Polvorín
ROMANA
SIGNOS CONVENCIONALES
Casa o grupo de casas
Edificios de la U.E.E.
Puente
Puente de varios arcos
Límite entre cultivos
Carretera
Camino
Arroyo
Margen arenoso
Curvas de nivel de 10m
Forma negativa del terreno
Línea eléctrica

Figura 2.

dos en el borde mismo del valle de las Salinas, donde afloraba la sal a muy pocos metros de desnivel. No se llegó a cortar la sal con el pozo, por la casi verticalidad de la capa salina, por lo que se hubiera podido llegar a grandes profundidades sin haber tropezado con la sal.

El pozo Nieves, situado detrás de las salinas, no fué más afortunado que los anteriores, y con ninguno de estos trabajos se consiguió poner, en poco tiempo, en marcha una explotación de sales potásicas, adelantándose a las demás sociedades que, por dificultades de la guerra europea, tenían que ir a marcha lenta.

La Unión Española de Explosivos, que absorbió a la Sociedad de Industria y Comercio, puso sus miras en hacer un reconocimiento detallado, dentro de las salinas de Cardona. Llegados a un arreglo con su propietario, el duque de Tarifa, se realizaron una serie de sondeos, en los que se puso de manifiesto la existencia de la potasa.

Como dato curioso citaremos el caso de una galería abierta en la misma Montaña Roja, que cortó una serie de capas, al parecer de silvinita, que conservando todas sus características externas había sido sustituída por el cloruro sódico.

Por la gran importancia de las explotaciones potásicas de Cardona y por el extraordinario interés que estas explotaciones han despertado en la opinión pública, juzgamos imprescindible el publicar con el mayor detalle posible, dentro de los reducidos límites que debe tener esta Memoria, una descripción, tanto de la parte puramente minera como de la correspondiente al tratamiento de las sales arrancadas.

Por este motivo, me dirigí a los directivos de la Unión Española de Explosivos, solicitando datos y facilidades para poder hacer esta publicación.

Con gran amabilidad se nos ha proporcionado un gran caudal de datos, de los que hemos tenido que entresacar los que hemos juzgado más interesantes para nuestro objeto, reduciendo su amplitud lo más posible.

Debemos manifestar aquí nuestro agradecimiento por las facilidades obtenidas.

Apertura de los pozos

La Sociedad Unión Española de Explosivos, después de un bien concebido plan de sondeos, que duró varios años, emprendió el año 1925 la profundización de los pozos Alberto y María Teresa, que fueron situados sobre la rama norte del anticlinal, y están separados uno del otro 125 metros.

Después de haber pasado la zona acuífera, desde los 70 a los 165 metros

aproximadamente, donde se cortaron manantiales de 700 litros por minuto, se consiguió un avance de 40 m. mensuales, con su revestimiento de 0,60 metros de hormigón. El diámetro de estos pozos es de 5,10 metros.

La silvinita se cortó en el pozo Alberto a los 443 metros; se siguió la profundización hasta los 650 metros, después de haber dejado de antemano los huecos para los enganches en los niveles 550 y 620.

El castillete, cuyo peso es de 80 toneladas, fué trasladado a su emplazamiento en el término de tres horas.

En la actualidad, los pozos tienen una profundidad total de 780 metros.

El castillete del pozo Alberto está formado por cuatro columnas de entramado de hierro y unidas entre sí por una celosía del mismo metal, completando el mismo un tornapuntas de forma trapecial; tiene una altura total de 38,50 metros, y va provisto de dos poleas de garganta de cinco metros de diámetro, una a la altura de 25,50 metros, y otra a los 31,50; lleva, además, otras dos poleas de un metro de diámetro, una para el cable cuba de socorro y otra para el cable del torno del andamio, y como elementos de seguridad tiene instalados tacos de seguridad e interruptores automáticos.

El castillete del pozo María Teresa tiene una forma parecida al del anterior; su altura total es de 51,50 metros. Va provisto de dos poleas de garganta de 4,95 metros de diámetro, y cuyos ejes están situados a una altura de 45 metros; lleva además los aparatos de seguridad que señalamos en el anterior; a los 24,70 metros se encuentra el dispositivo de descarga de los «skips».

Anexo al castillete hay un edificio de hormigón armado, en el que se encuentran instalados, de forma escalonada, un tren de cadenas reguladoras del descenso del mineral, un vibro y un molino «Humbolt», provisto de electroimán.

Tanto el mineral triturado como lo que pasa a través del vibro, va cayendo en unos silos, cuya capacidad es de 600 toneladas.

En la actualidad el mineral sale ya machacado. En el interior hay instalado un molino de martillos.

Apertura de traviesas y galerías

La apertura de traviesas y galerías se comenzó en el nivel 620 del pozo Alberto. Empezando por establecer el enganche, con su circuito de maniobra.

Debido a la configuración de la masa salina dentro del eczema, que tiene el aspecto del casco de un barco invertido, no ha sido posible trazar un plan uniforme de traviesas. Se abrió una traviesa en dirección Norte y otra al Este, como puede apreciarse en el plano de la planta del nivel 620, escala 1:7.500.

Labores de preparación en general

En la traviesa Norte, a medida que iban quedando al descubierto las capas de mineral se abrían las galerías de dirección, ejecutándose en principio la galería 1 Oeste, 2 Oeste, 3 Este y 4 Este.

Dada la urgencia, por una parte, de ampliar el campo de preparación, y por otra, la de establecer un circuito de ventilación, se procedió a la apertura de un plano inclinado desde la galería E. N. 620 al nivel 550, comunicándose éste, como puede observarse en la planta del nivel de referencia, con los pozos Alberto y María Teresa.

Establecido el circuito de ventilación, se abrieron galerías de dirección en

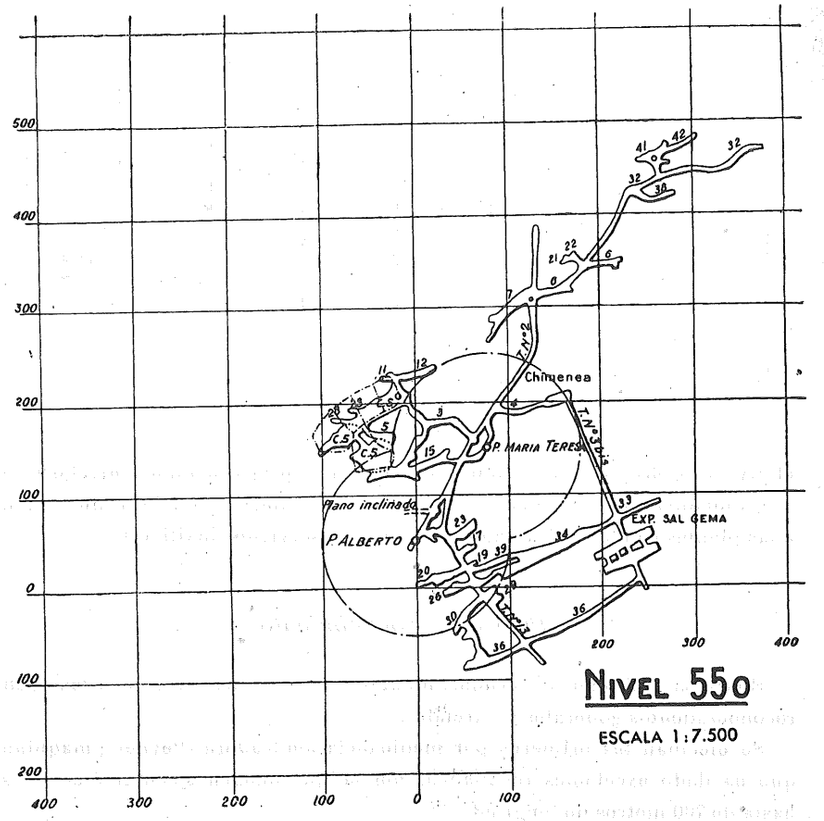


Fig. 3

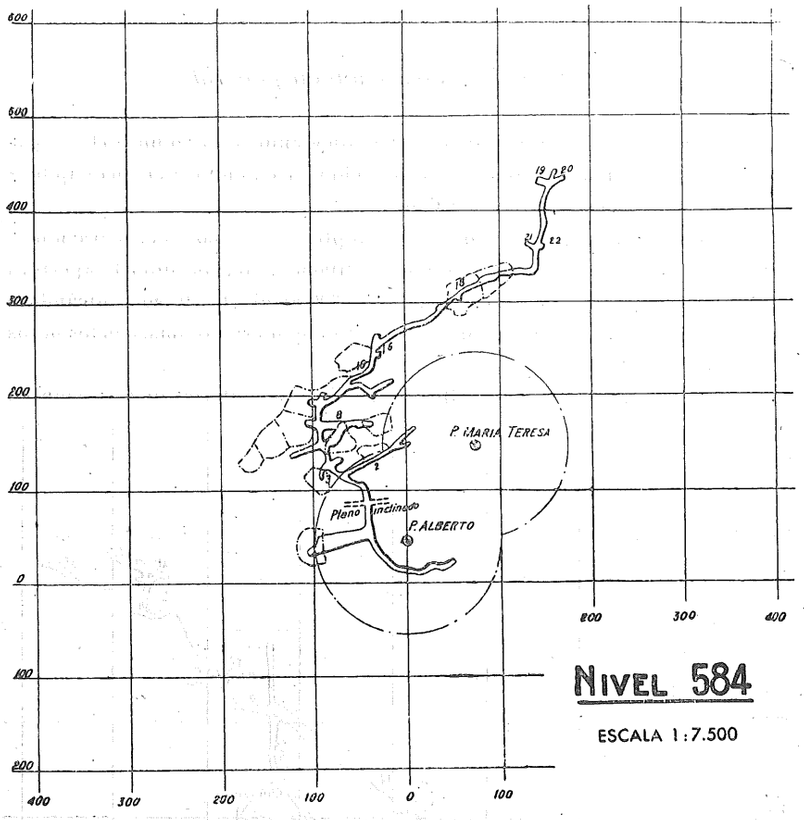


Fig. 4

el nivel 550, 584 y 602, quedando así una zona en preparación del nivel 620 al 550; a medida que avanzaban las galerías se establecían coladeros que unían unas plantas con otras, limitándose el plano a servicios auxiliares.

Plan de reconocimientos

SONDEOS.—El plan de reconocimientos se puede dividir en dos fases, en reconocimientos generales y parciales.

Se efectúan los primeros por medio de la sondeadora «Peyner», máquina que ha dado excelentes resultados, con la que pueden ejecutarse sondeos hasta de 700 metros de longitud.

Los sondeos de reconocimiento básico se dieron desde el frente de la gale-

ría 1 Oeste, para la zona Sur, desde la traviesa Norte de la zona Norte y desde la traviesa 2 Este de la zona Este.

RECONOCIMIENTOS PARCIALES.—Estos reconocimientos se efectúan cuando se trata de establecer un taller o cámara de explotación, pues debido a la constitución geológica, de que ya hablamos anteriormente, aunque sus capas quedan reducidas a tres, dos de silvinita limpia y la 3.ª con zonas en la que se presentan incrustadas cuñas de carnalita, sus continuos pliegues las hacen aparecer, a veces, con potencia de mineral hasta de 50 metros, reduciéndose luego a 15, 4, 3 o bien a vetas (fig. 13) insignificantes. Los reconocimientos de estas zonas se llevan a efecto con una sondeadora de columna.

Con esta sondeadora se pueden practicar sondeos hasta de 60 metros de longitud, obteniéndose testigos de 35 milímetros de diámetro.

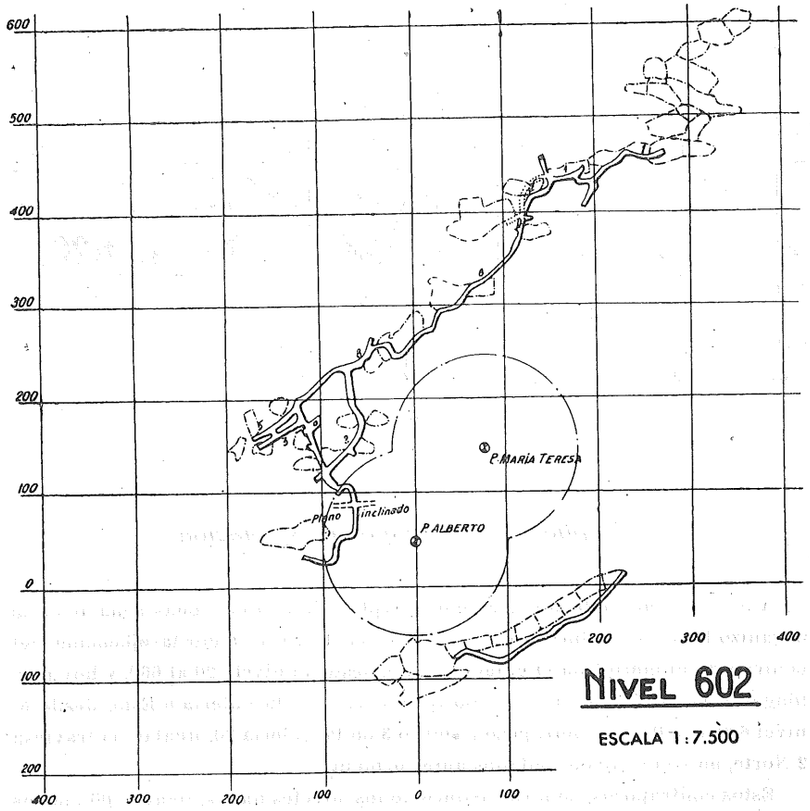


Fig. 5

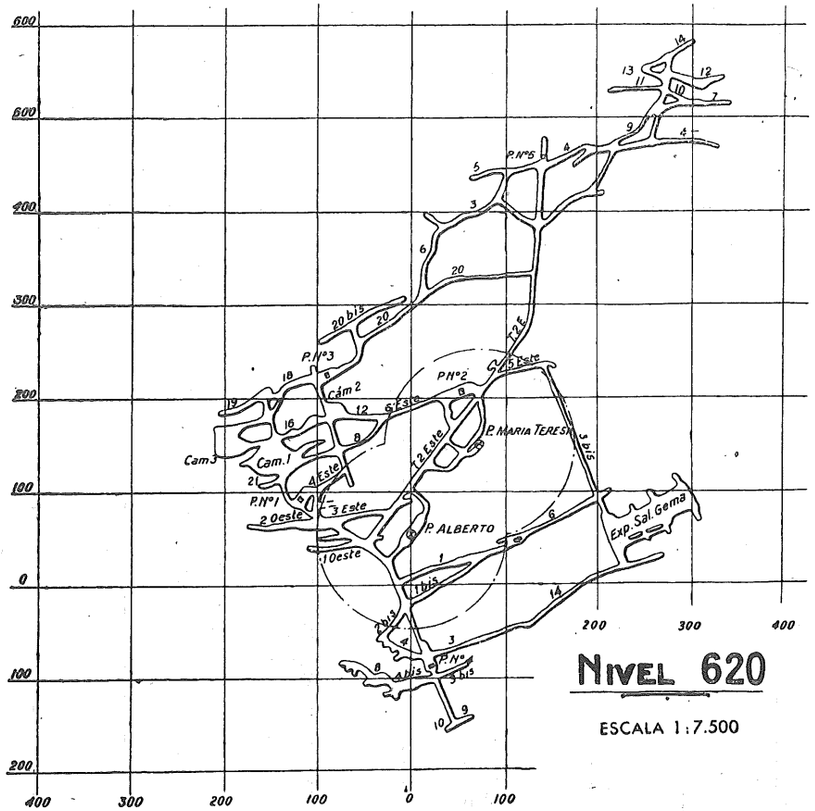


Fig. 6

Ampliación del campo de explotación

A medida que se llevaba a efecto la explotación en las zonas señaladas, se organizó la preparación de otras nuevas, se llevó a efecto la ejecución del contrapozo número 1 en la galería 4 Este, desde el nivel 620 al 660, y hoy prolongado hasta el 720; el contrapozo número 2 en la galería 6 Este, desde el nivel 620 al 720, y el contrapozo número 3 en la galería 20, final de la traviesa 2 Norte, entre los niveles citados anteriormente.

Estos contrapozos, como se deduce de los niveles dados, tienen 100 metros de profundidad, más dos metros de caldera.

Con estos contrapozos y el consiguiente circuito de galerías quedó dispuesto para la explotación el nuevo macizo 620-720. En la actualidad se prepara el macizo 720-820.

Preparación de traviesas y galerías

En el nivel 720 se llevaron a efecto: las traviesas 4 Este y traviesa 9, estableciendo entre éstas y la galería 5-45 y enganches pozo Alberto y María Teresa un circuito de arrastre. (Véase planta 720, fig. 12.)

El avance en traviesas o galerías, de una anchura de 3,4 por 2,20 de alto, se ejecuta en la actualidad por medio de rozadoras y perforadora de columna.

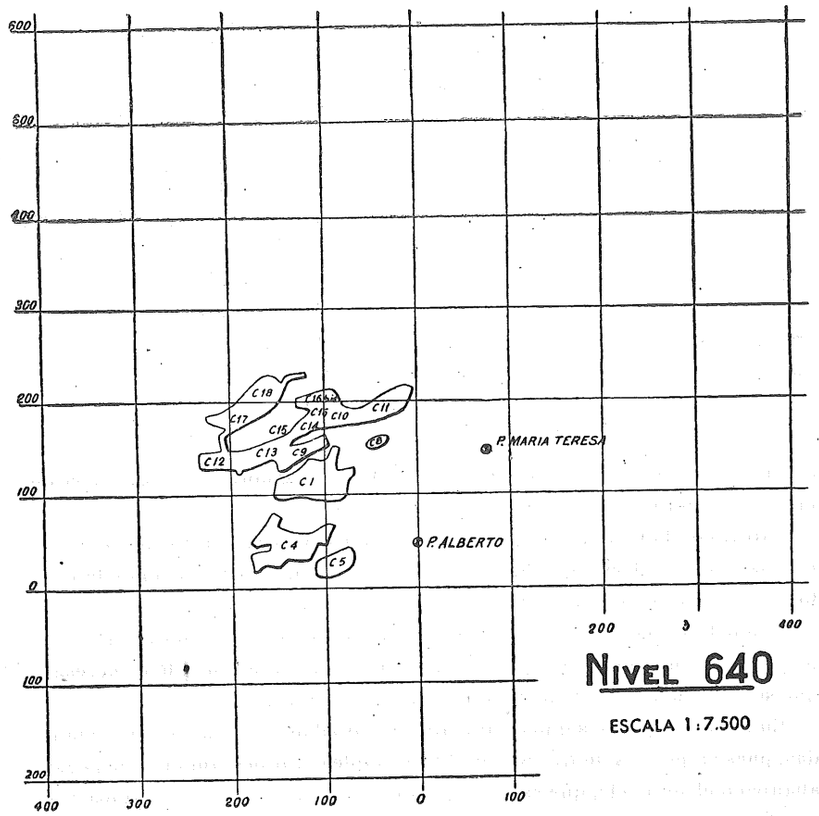


Fig. 7

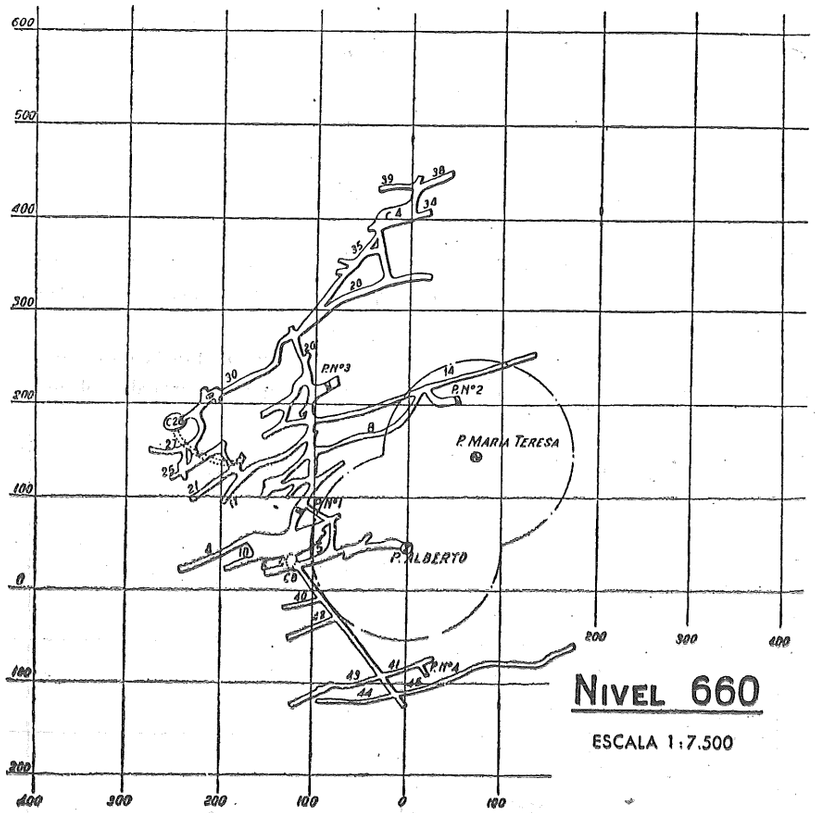


Fig. 8

Se dispone de dos sistemas de rozadora «Eikoff», rozadora para rozas horizontales y rozadora para rozas horizontales y verticales.

Utilizando la rozadora se puede obtener un avance de cuatro metros en tres relevos, en las galerías que haya buena ventilación, con un consumo de 17 kilogramos de dinamita en cada pega (se necesitan dos pegas).

Como la ventaja de estas rozadoras puede decirse que sólo está en una mayor economía de dinamita, si se las quiere sacar rendimiento es necesario que sean manejadas por los obreros más aventajados.

En aquellas galerías que es dificultoso el traslado de una de estas máquidas, pues su peso es de tres toneladas, se emplea el procedimiento de pega en abanico o el de cuele, que sale muy costoso por la cantidad de explosivos a emplear.

Por lo ya descrito nos encontramos ante dos zonas preparadas: la del 550-620 y la del 620-720. Zonas a semejanza de la 550-620 se dividió en las siguientes plantas: 620-640, 640-660, 660-675, 675-703 y 703-720. (Figs. 3 a 12.)

Explotación

Vamos a dar a grandes rasgos, auxiliados por unos croquis, una ligera idea de los sistemas de explotación más empleados en esta mina.

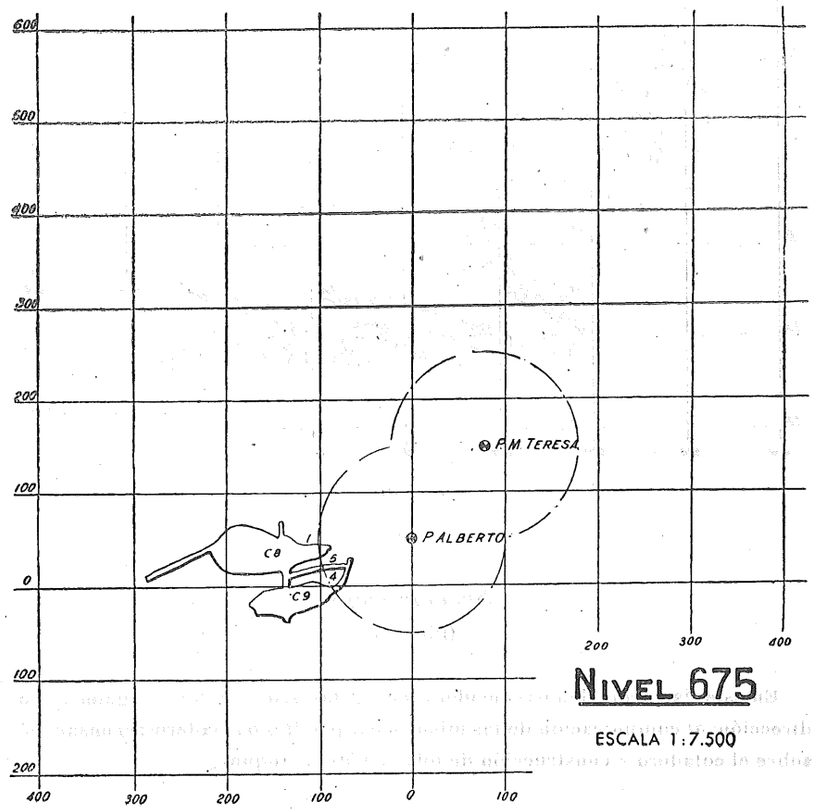


Fig. 9

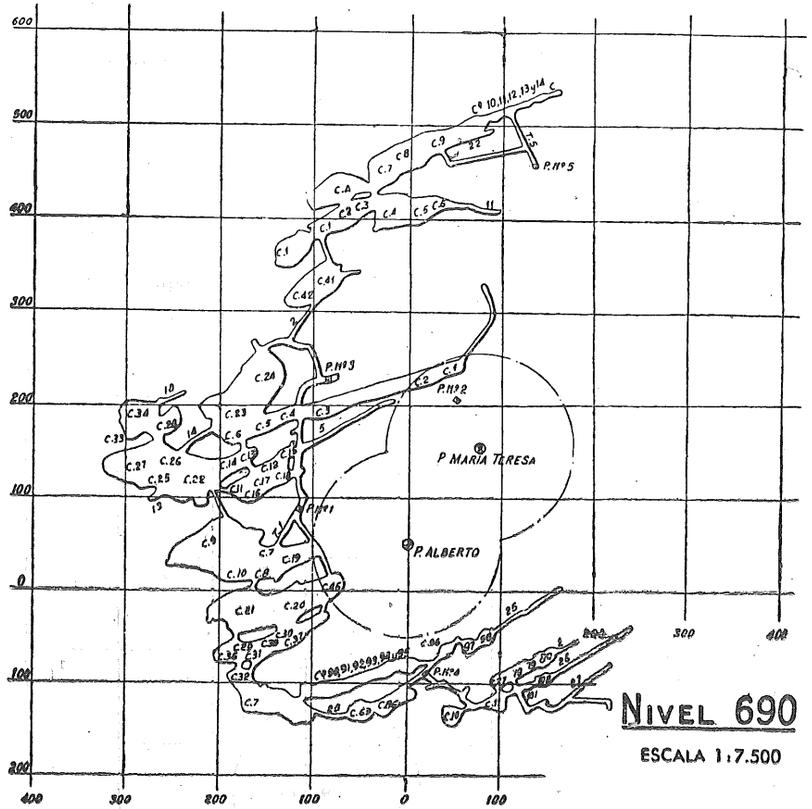


Fig. 10

Sistema viejo

(Fig. 14)

En este sistema podemos considerar cuatro fases: *a)* apertura de galerías de dirección; *b)* comunicación de las mismas por pocillos o coladeros; *c)* ensanche sobre el coladero y construcción de tolvas, y *d)* arranque.

a) APERTURA DE GALERÍAS.—Una vez estudiada la zona que interesa por medio de los reconocimientos generales, que consisten en establecer una serie de sondeos a partir de una de las traviesas, sobre planos en abanico, con ángulos diedros de 20 a 25°, cuya arista pasa por el eje de la máquina y los mis-

mos ángulos sobre cada uno de estos planos, habremos obtenido el reconocimiento completo de un sector esférico del yacimiento, o bien por reconocimientos parciales ejecutados con la sondeadora de columna, desde otra galería de dirección dada anteriormente, empleando perfiles paralelos entre sí y transversales a la galería de dirección, y quedando cada uno de estos perfiles como anteriormente determinado por una serie de sondeos en abanico. Se procede a señalar el ataque de la galería que debe ejecutarse en la parte central de la capa, para el sistema viejo, y en el techo de la capa en el sistema moderno.

b) POCILLOS O COLADEROS DE COMUNICACIÓN.—Ha constituído un gran adelanto en las explotaciones la introducción en la misma de la taladradora

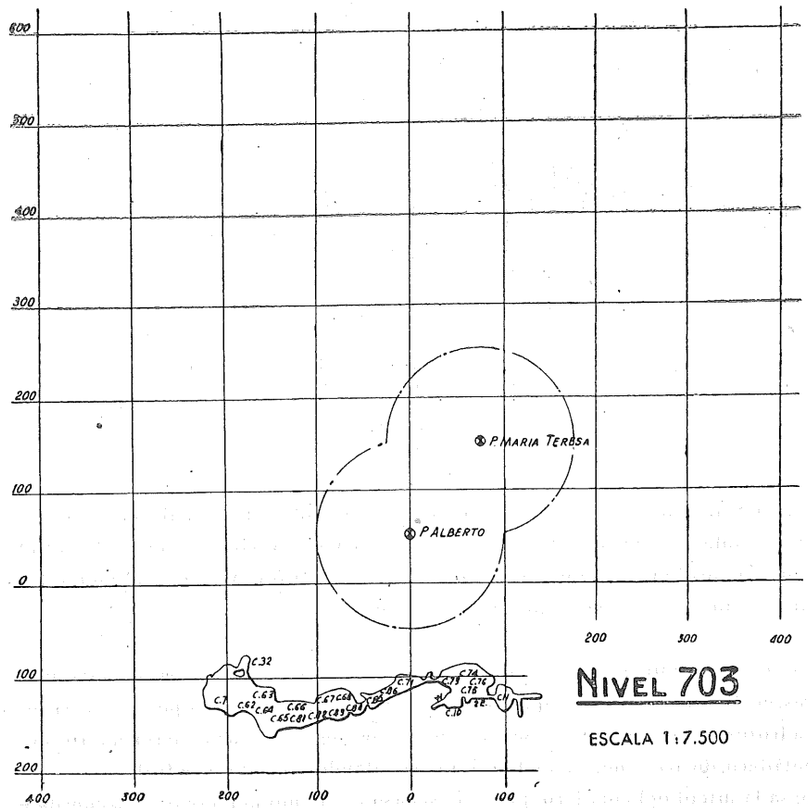


Fig. 11

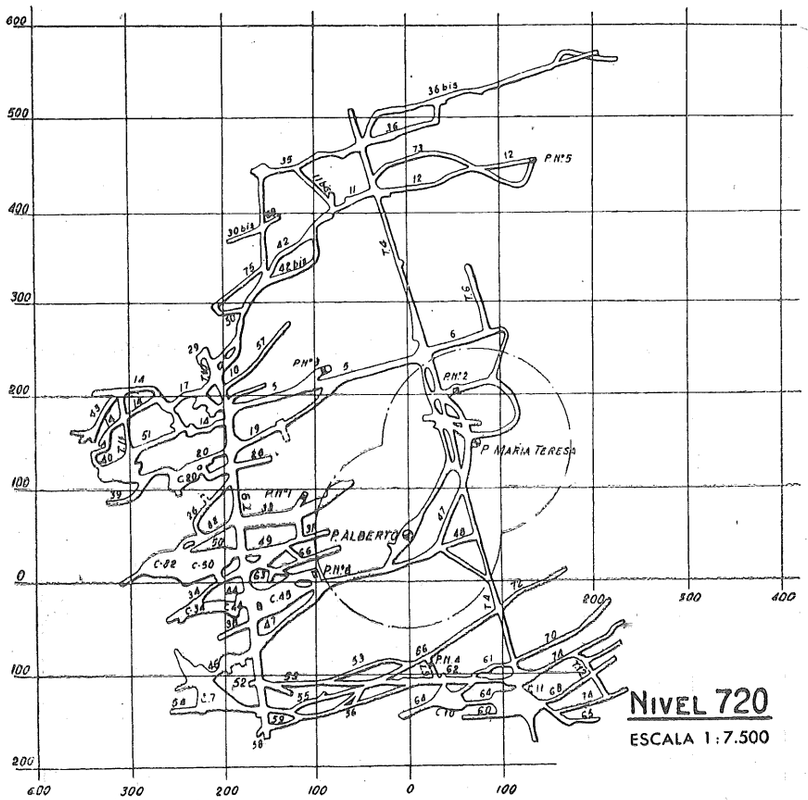


Fig. 12

«Korffman», pues los pocillos, además de su coste elevado, constituían una continua molestia para los obreros al tener que barrenar hacia arriba, en la que el polvo de los barrenos les caía sobre el rostro, y al fundirse con el sudor les proporcionaba no pocas molestias en la vista.

c) Ensanche del coladero.—Éste se lleva a efecto en dos pasadas circulares, por el peligro de atranque que existe si se diera la segunda pega, que arranca trozos de mayor tamaño. Se pueden dar dos pegas en los primeros metros del coladero, de tres metros de longitud, resultando molesto este trabajo cuando pasa la mitad del coladero, por el descenso al mismo por escalas de cuerda e introducción de barrenos, martillo, carga explosivos, etc. El consumo de dinamita suele ser de 2,2 kilogramos por metro en la primera pasada y de 2,7 kilogramos en la segunda.

Siempre que no constituya dificultad, los materiales deben ser servidos de abajo arriba. Como también debe terminarse el ensanche con barrenos de la misma forma cuando faltan 15 metros.

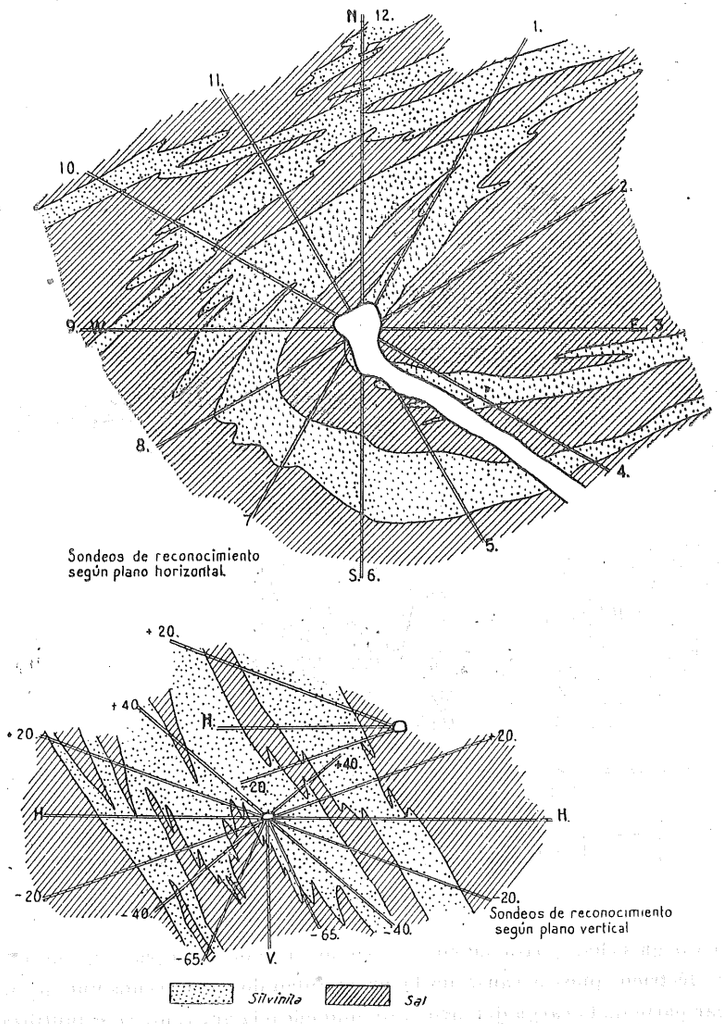
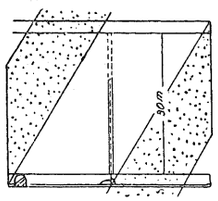
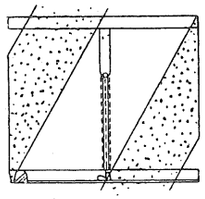


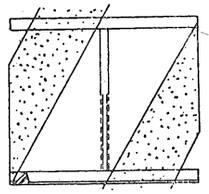
Fig. 13



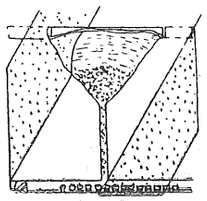
Apertura de taladro de 32 cm. ø con la Sondeadora "Korffman"



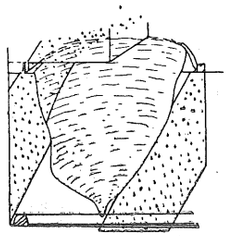
Franqueo del taladro en sentido descendente a 45 cm ø



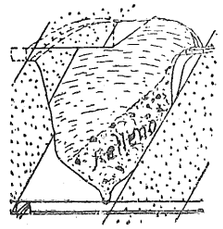
Franqueo de coladero a 100m ø con barrenos en sentido descendente.



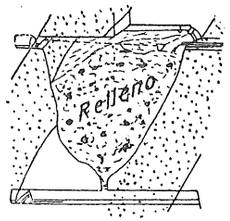
Explotación de la cámara con barrenos de rebaje y carga de vagones



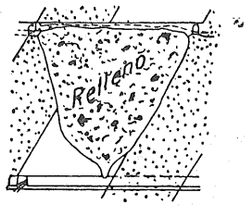
Cámara explotada



Relleno de la cámara con cinta transportadora



Continuación del relleno de la cámara con ayuda del Scraper



Cámara rellena

Silvinita Sal Relleno

Fig. 14

La pega se hace, para mayor seguridad en la primera pasada, con detonador eléctrico, pues a causa de la proximidad de los barrenos uno se puede llevar parte de la carga del otro, quitando eficacia al explosivo e inutilizando la pega.

En la segunda pasada se dan unos barrenos a romper la clave del arco por lo que la pega es mixta, se cortan las mechas a distancia conveniente y se introducen sus extremos en un cartucho de pólvora, dentro del cual se pone una pequeña resistencia eléctrica, que al cerrar el circuito enciende la pólvora que da fuego a las diferentes mechas, saliendo los barrenos por el orden deseado.

En la parte inferior del coladero se hace otro pequeño taladro, que cala al primero unos siete metros de su base, que también se ensancha.

ENSANCHE EN LA PARTE SUPERIOR Y PREPARACIÓN DE LA TOLVA.—Para poder proceder al arranque, se practica un ensanche de dos metros de altura alrededor del pocillo, ensanche que se va extendiendo a medida que se arranca en el coladero.

El pocillo que comunica con el coladero tiene por objeto el que la tolva no reciba de forma directa los golpes del escombro. Ejecutando el ensanche conveniente se instala una tolva de madera, con una trampilla para la carga de vagones.

d) ARRANQUE.—Consiste sencillamente en dar una corona de barrenos con 75° de inclinación.

Cada pareja de mineros (minero y ayudante) perfora como término medio 40 metros de barreno, dando una producción de 60 toneladas.

Nueva explotación

(Fig. 15)

Practicados los reconocimientos citados anteriormente se procede a la preparación.

En esta explotación podemos considerar las siguientes fases:

a) Apertura de galerías de dirección.
b) — — transversales auxiliares.
c) — coladeros.
d) — ensanche de las galerías a la potencia de la capa.
e) Arranque.

a) En este caso, las galerías se abren en el techo de la capa con el fin de que el «scraper» pueda dominar todo el campo de explotación y resguardar

éste en un culatón practicado en el techo, así como para su conveniente fijación.

b) Se practican unas galerías transversales de todo el ancho de la capa;

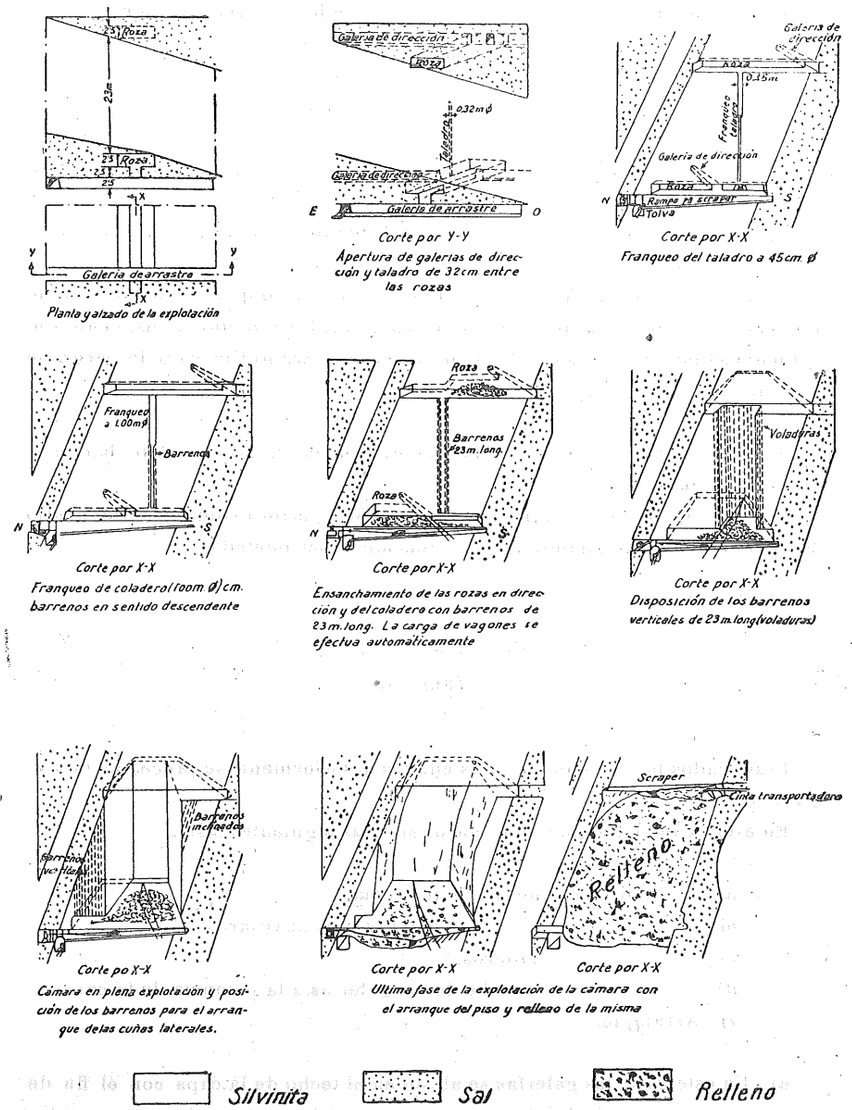


Fig. 15

la superior al nivel de la galería dirección y la inferior a 1,60 del suelo, aproximadamente, y ejecutando a la vez el culatón en el techo de la capa para la instalación del «scraper».

c) Se abre el coladero por el procedimiento ya señalado, en el centro de estas galerías.

d) Valiéndose de la roza se practica un avance por la parte superior y otro inferior en dirección de la capa y de todo el ancho de la misma.

e) Con barrenos de 30 metros, dados de abajo arriba y teniendo por salida el coladero, se empieza el arranque.

Para practicar estos barrenos, se monta la columna de la máquina en posición horizontal sobre un bastidor con ruedas, pudiendo así trabajar cómodamente; por este procedimiento dos parejas de mineros han llegado a arrancar 1.500 toneladas en una jornada.

Este procedimiento ha sufrido últimamente una ligera modificación, a causa de la dificultad encontrada para mantener la dirección del barreno.

La variante consiste en abrir un ensanche intermedio y dar sólo barrenos de 15 metros.

La perforación media de un minero en estas cámaras es de 60 metros y una producción de 250 toneladas.

Las tolvas consisten en unas simples boquillas de madera de un metro de ancho y una serie de cadenas colgadas que regulan la película de mineral en la carga.

CARGA DE MINERAL.—En las cámaras viejas el mineral viene hasta la tolva por gravedad, por lo que no hay más que levantar la trampilla y cargar, rompiendo de vez en cuando alguna piedra de gran tamaño que impide a veces el cargue; una pareja de vagoneros puede cargar hasta 300 vagones en la jornada.

CÁMARAS NUEVAS.—El mineral es arrastrado por un «scraper» de tres tambores y cuya cuchara tiene una capacidad de 1.500 kilogramos y una velocidad de 1,5 metros por segundo; en una marcha normal puede arrastrar 400 toneladas en ocho horas.

En estas cámaras la carga es automática, pues los vagones son arrastrados por una cadena rastrera movida por un torno «Eikif» de 1 HP de potencia a la velocidad de 0,4 metros por segundo, ejecutándose la carga de forma continua.

ARRASTRE.—El circuito de arrastre en el 720 está compuesto de doble vía, a donde afluyen los vagones de las diferentes explotaciones.

El mineral de las plantas superiores desciende por coladeros a grandes tolvas, dispuestas en ramales que parten del circuito de arrastre. Estas tolvas llevan un tren de cadenas que hacen que el mineral vaya cayendo en los vagones con una capa uniforme, mientras éstos son arrastrados por una cadena rastrera de manera continua.

El arrastre se hace en vagones de mina de 800 kilogramos de capacidad y que son arrastrados por locomotoras «Deutz»; el peso máximo del tren arrastrado sobre horizontal es de 120 toneladas. En la mina trabajan de una forma continua con trenes de 40 vagones; estos trenes son arrastrados hasta el basculador automático de dos vagones, situado en la galería de maniobras. Los vagones van siendo basculados de dos en dos de forma continua, sobre una cinta transportadora de bandeja metálica que conduce el mineral a un molino «Humbolt»; el ancho de la cinta es de 1,10 metros, con una velocidad de 4,10 metros por minuto. El material triturado es recogido por una de las dos cintas instaladas; la que conduce al silo pozo María Teresa, y otra al pozo Alberto; ésta tiene un metro de ancho y una velocidad de 1,25 metros por segundo, la que vierte en unos molinos de martillos cuya capacidad es de 60 toneladas hora. El mineral cae directamente al silo, con un tamaño de 0 a 50 milímetros.

Ventilación

La ventilación puede decirse que se verifica de forma natural, pues sólo se hace funcionar el ventilador, instalado unas horas después de la pega, durante el verano, habiendo en los pozos una corriente natural de 1.600 m.³ por minuto.

Rellenos

El relleno se verifica con los residuos que deja el mineral una vez tratado y que está compuesto por cloruro de sodio, una cantidad muy pequeña de arcilla y calcio.

En el brocal del pozo, y a los 10,90 metros de la boca, se abrió una galería de 3,6 metros ancho por 4,50 metros de longitud, a la que se comunica por medio de un pocillo de escalas, cuadrado, de 1,25 metros de lado. Sobre la galería se practicó una tolva cónica, una de cuyas paredes es vertical y la otra curvilínea, con una inclinación de 65°, capaz para 73 m.³, terminando en un

tubo de 500 milímetros de diámetro, que vierte el residuo sobre un plato circular de 1,5 metros de diámetro y que marcha a una velocidad de 15,15 r. por minuto. Este plato lleva una rascadera que lo va vertiendo sobre una cinta transportadora de goma, que, a su vez, descarga sobre un corto canal que lo conduce a la tubería de rellenos, formada por tubos de dos metros de largo y 35 centímetros de diámetro interior y que desemboca en una tolva instalada en el nivel 550 metros, donde lo recogen cuatro cintas de goma situadas en serie, que lo trasladan a una combinación de coladeros, que lo distribuyen por medio de otras cintas y coladeros a los distintos niveles y cámaras explotadas.

Para extender el relleno en las cámaras se utilizan los «scrapers» de dos tambores de 30-40 y 55 HP.

Las cucharas tienen una capacidad de arrastre de 700 kilogramos a 1.000, con una velocidad media de un metro por segundo.

Talleres interiores

En la misma roca de sal y próximo al circuito de embarque se han abierto dos salas de cuatro metros de ancho por 15 y 20 de largo, que constituyen el taller eléctrico y taller mecánico, con un tornillo de banco, taladradora y con cuadro de pruebas el primero, y ambos con todas las herramientas indispensables para las reparaciones de mayor urgencia y que no exijan modificación de gran importancia.

Desagüe

En el nivel 195,5 del pozo María Teresa y en el 181 del pozo Alberto hay una galería de 2,10 de ancho por tres metros de longitud y un metro de profundidad, que recogen el agua procedente de la filtración, por el paramento en la parte acuífera, cuyas aguas son elevadas al nivel 0 por unas bombas «Worthington» de cuatro pistones, accionadas por un motor de 3 HP.

Las aguas del interior, procedentes de la decantación de residuos, son recogidas en grandes balsas para utilizarlas en el relleno hidráulico, hoy en preparación.

Alumbrado

El sistema de alumbrado empleado es de dos clases: alumbrado eléctrico y de acetileno. Se emplea el primero en todas las traviesas, galerías, enganches y talleres de reparación, con lámparas corrientes de 40 a 60 W., y las cámaras de explotación, con potentes focos situados en los pasillos, a pesar de lo cual el minero no puede prescindir del carburo, pues es difícil situar un foco a cierta distancia y que no haya, por la configuración del terreno, algún punto privado de la luz necesaria para ejecutar la apertura de un barreno.

También se emplean las lámparas de acetileno en aquellos trabajos provisionales y apartados de las líneas generales del alumbrado y que no merecen por su importancia el tendido de una línea.

Pozo Alberto

Este pozo está equipado con una máquina de extracción sistema «Koeppe».

En los sótanos del edificio va instalado un compresor con parada y puesta en marcha automática y depósito de reserva de aire, capaz de mantener en los cilindros del freno una presión de cuatro kilos por centímetro cuadrado.

El depósito de aire está, además, enlazado a la instalación general de la tubería de aire comprimido, para el caso de producirse una avería en el compresor de la máquina.

La extracción se ejecutaba anteriormente en jaulas de cuatro vagones de 750 kilogramos cada uno, haciéndose en la actualidad por medio de «skips» de 5.000 kilogramos.

Estos «skips» van conducidos cada uno por dos cables guías, que pasan por cojinetes deslizadores fijos al «skip», dotados cada uno de una contrapesa de ocho toneladas y sujetos en el fondo por unas mordazas de madera, sin aprisionar el cable, con el solo objeto de evitar el movimiento pendular. Entre los dos «skips» van instalados otros dos cables, éstos sin pasar por los cojinetes deslizadores de los «skips,» y que sirven para evitar el choque entre ambos; estos cables reciben el nombre de cables de resbalamiento.

Para la carga de los «skips» existen en el fondo unas tolvas pantalón, en que cada tubo lleva la capacidad de un «skip» con compuerta automática, verificándose la carga en unos 40 segundos. Para evitar el movimiento del mismo al empuje del mineral existe en esta parte un guionaje rígido de hierro, que impide todo movimiento.

Para la descarga del mineral existe en la boca del pozo otro guionaje como el señalado anteriormente, y con un dispositivo de descarga, vaciándose el «skip», automáticamente, en un tiempo equivalente al de la carga.

El mineral descargado en una pequeña tolva de cemento armado, es recogido o bien por una cinta transportadora de goma, que lo conduce a la tolvilla de carga de las vagonetas del cable Nieves-Manuela, o bien se desliza por gravedad por una canal de chapa de hierro, con pendiente adecuada (45°) a un elevador de cangilones de 90 toneladas hora, que lo deposita en los silos reguladores.

La capacidad de un «skip» es de 5.000 kilogramos, haciéndose una extracción de 750 toneladas en ocho horas. La velocidad de extracción es de siete metros por segundo.

Máquina extracción pozo María Teresa

Esta máquina constituye una verdadera obra de ingeniería y es una de las primeras del mundo. No lleva tren de engranaje; es admirable por su sencillez y seguridad; está formada por dos tambores tronco-cónicos, cuyo diámetro mayor es de 6,60 metros y el menor de 3,88.

Estos tambores van solidariamente unidos a un eje, apoyado sobre dos cojinetes de engrase por anillo, que tienen una capacidad de 300 litros cada uno y que no necesitan más cuidado que filtrar el aceite una vez al año y reponer las pérdidas. Los extremos del eje forman parte del rotor de dos motores, enlazados en serie de 550 HP, 405 KW, 370 V, 1.180 Amp. y 40,8 revoluciones por minuto. Como dato curioso diremos que el eje pesa 20 toneladas y que ha sido necesario taladrar el mismo para evitar el calentamiento durante la marcha. Sobre los costados de los tambores lleva una rueda sin-fin con un pequeño tambor que sirve para reglar los cables.

La máquina va dotada, como la anterior, de los aparatos necesarios para la puesta en marcha y de seguridad.

La elevación se hace por medio de «skips» de una capacidad de 7.500 kilogramos; su velocidad puede variar entre 0 y 21 metros por segundo, aunque por lo regular no se pasa de los 10 metros por segundo.

La máquina de este pozo está prevista para hacer una extracción de 1.350 toneladas en ocho horas.

El pozo está equipado con guionaje de cables para el «skip», y de madera y carriles para la jaula y contrapesa de la máquina auxiliar.

Los «skips» descargan en unas tolvas del cable Nieves-Manuela, de una capacidad de 600 toneladas.

Transporte del mineral de Nieves a fábrica Manuela, mono-rail

Entre los pozos Alberto y María Teresa hay instalado un mono-rail, que arrastra las vagonetas hasta la estación de salida del cable Nieves-Manuela.

Cable Nieves-Manuela

Este cable salva una distancia de 1.644 metros con un desnivel de 96,50 metros. Las vagonetas se deslizan desde la estación de mando a la estación final por dos cables carril de 45 milímetros de diámetro.

La estación de descarga del mineral y carga de residuos, está situada dentro de un pabellón, que puede decirse forma parte del edificio de molienda en Manuela.

El cable puede transportar 1.200 toneladas en ocho horas, con sólo disponer de 50 vagonetas en la línea, o sea 150 toneladas hora.

La velocidad de las vagonetas es de 2,5 metros por segundo, y la capacidad de la misma 1.000 litros o 1.400 kilogramos de mineral, aproximadamente.

Las vagonetas del mineral se van vaciando alternativamente en una u otra tolva de las dos dispuestas en los sótanos del edificio de molienda, algunas de las cuales, una vez vaciadas, se cargan con residuos, siendo a su regreso a la mina vaciadas en la tolva de residuos.

IX

ESTADÍSTICA MINERA

DATOS ESTADÍSTICOS DE PRODUCCIÓN DE SILVINITA

Año	Producción, en Kg.	
	Silvinita	K_2O
1929	2.299.000	344.850
1930	12.066.600	1.809.990
1931	46.975.600	7.046.340
1932	190.271.100	28.540.665
1933	279.024.600	41.853.690
1934	353.544.525	57.161.900
1935	357.712.400	58.334.000
1936	171.346.300	27.124.500
1937	25.083.800	4.149.600
1938	32.256.000	5.252.900
1939	84.298.600	14.133.900
1940	195.477.700	33.527.600
1941	226.271.600	39.994.600
1942	252.353.600	40.016.950
1943	269.388.000	42.281.300
1944	273,708.000	42.334.300
1945	313.873.000	49.788.300
1946	354.767.000	60.087.500
1947	380.147.000	66.808.200
1948	385.935.000	63.810.300
1949	353.472.000	58.115.800

DATOS ESTADÍSTICOS DE PRODUCCIÓN DE CLORURO DE POTASA

Año	Cloruro 62/63 % K_2O		Cloruro 60/62 % K_2O	
	Kg.	K_2O	Kg.	K_2O
1934	4.489.120	2.814.950	15.622.600	9.567.670
1935	2 844.123	1.783.660	29.023.188	17.837.463
1936	157.400	98.700	4.135.450	2.530.560
1937	»	»	1.521.000	927.900
1938	»	»	97.700	59.800
1939	411.000	256.510	3.401.200	2.079.700
1940	1.078 200	674.000	27.463.000	16.772.900
1941	838.900	525.000	43.131.200	26.268.900
1942	2.244.300	1.405.700	32.069.700	19.432.800
1943	2.030.200	1.271.600	46.857.280	28.373.800
1944	1.985.400	1.240.800	56.345.530	34.061.700
1945	903.600	564.900	65.823.000	39.633.900
1946	2.403.200	1.500.400	64.211.000	38.659.300
1947	1.454.400	908.400	97.338.156	58.622.300
1948	2.400.500	1.497.600	85.430.700	51.507.400
1949	1.273.000	795.000	74.524.044	44.766.000

DATOS ESTADÍSTICOS DE PRODUCCIÓN DE CLORURO DE POTASA

Año	Cloruro 50/52 % K_2O		Cloruro 40/42 % K_2O	
	Kg.	K_2O	Kg.	K_2O
1934	28.503.680	14.651.200	31.195.000	12.909.840
1935	24.865.691	12.824.590	39.896.000	16.521.920
1936	10.072.756	5.190.800	19.896.000	8.199.540
1937	6.918.400	3.556.500	»	»
1938	10.155.500	5.178.340	209.500	86.510
1939	9.800.600	5.037.600	8.200.300	3.377.970
1940	22.106.241	11.297.600	1.523.000	614.700
1941	27.127.400	13.813.600	1.581.000	664.800
1942	30.503.600	15.494.500	1.241.000	508.310
1943	16.414.100	8.310.400	»	»
1944	6.172.200	3.142.500	»	»
1945	13.088.771	6.664.500	»	»
1946	23.699.500	12.024.500	»	»
1947	15.386.100	7.766.300	218.000	88.200
1948	4.997.800	2.520.300	32.000	13.000
1949	9.306.000	4.704.000	17.776.000	7.195.800

DATOS ESTADÍSTICOS DE PRODUCCIÓN DE CLORURO DE POTASA

Año	De 30/32 % K_2O		De 20/22 % K_2O	
	Kg.	K_2O	Kg.	K_2O
1934	1.915.500	604.260	7.984.360	1.718.500
1935	1.108.000	346.600	18.841.000	4.059.800
1936	3.859.600	1.217.600	8.100.000	1.728.800
1937	»	»	»	»
1938	118.000	36.500	»	»
1939	»	»	»	»

DATOS ESTADÍSTICOS DE PRODUCCIÓN DE SAL GEMA

Año	Kg.
1934	1.094.600
1935	1.489.000
1936	873.000
1937	11.792.243
1938	9.089.416
1939	896.000
1940	2.778.200
1941	506.500
1942	580.000
1943	843.630
1944	1.198.000
1945	1.466.900
1946	1.990.500
1947	1.287.000
1948	2.460.390
1949	1.941.500

X

FÁBRICA

En el doble meandro que forman las aguas del Cardoner, se encuentra, en la orilla izquierda, la fábrica de beneficio y tratamiento de mineral que la Unión Española de Explosivos tiene establecida en Cardona, con sus múltiples dependencias (fig. 2).

El escogido y la trituración, se hacen, hoy día, en el interior de la mina, de la que no salen tamaños mayores de 50 milímetros.

Hoy sólo se clasifica en dos tamaños: de 0 a 4,5 mm. y de 4,5 a 50 milímetros.

Este último tamaño es recogido por cintas y elevado a alimentadores de sacudidas, pasa por electroimanes, de donde va descendiendo a los molinos de grueso, a los martillos capaces para una producción de 70 toneladas hora, de aquí va a cintas por las que es llevado o a la fábrica o por medio de un canal-pantalón al elevador que alimenta la banda del piso alto del hangar, para su almacenamiento o bien a otra para ser transportado al taller de mezclas. Lo de tamaño inferior a 4,5 milímetros pasa por cintas, que lo vierte por unos canales al elevador que alimenta una báscula automática, y de ella pasa a las cintas de la fábrica.

Tratamiento del mineral

Fundamento del método —La silvinita es un compuesto de cloruro potásico (KCl) y sal común (NaCl). Se obtiene el KCl por la separación de éste del cloruro de sodio (ClNa), fundándose en la diferencia de solubilidad entre ambos, en frío y en caliente.

Si se trata de una silvinita pura, o sea compuesta únicamente de los elementos dados anteriormente, las curvas de solubilidad de sus componentes están representadas en la figura 16; en ella se ve que el ClNa, es algo menos

Curvas de solubilidad del KCl y del NaCl

Temperatura	Peso específico	% KCl	% NaCl	gramos KCl por litro	gramos NaCl por litro
10°	1.235	8.8	20.9	109	258
20°	1.236	10.2	20.3	126	251
30°	1.238	11.7	19.7	145	244
40°	1.240	13.2	19.1	164	237
50°	1.242	14.7	18.5	183	230
60°	1.244	16.2	17.9	202	223
70°	1.247	17.7	17.4	221	217
80°	1.250	19.2	16.9	240	211
90°	1.254	20.7	16.4	260	206
100°	1.260	22.2	15.9	280	200

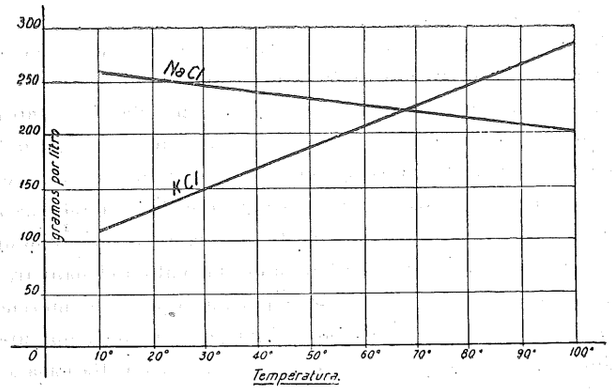


Fig. 16

soluble en agua caliente que en fría, mientras que KCl es mucho más soluble en caliente.

Comúnmente la silvinita suele contener una pequeña cantidad de $MgCl_2$; en el gráfico (fig. 17) puede apreciarse cómo se modifica la solubilidad del KCl en presencia del $MgCl_2$, disminuyendo la cantidad de KCl soluble, a igualdad de temperatura, a medida que aumenta la concentración en $MgCl_2$.

Tomando como base los principios expuestos, se obtiene el KCl de la for-

ma siguiente: si tenemos unas aguas madres saturadas de KCl y NaCl a la temperatura ambiente y calentamos éstas a 100°, el NaCl seguirá saturado mientras el KCl no lo estará, pues ha aumentado su solubilidad con la temperatura, por lo que si introducimos un trozo de silvinita en estas aguas el NaCl

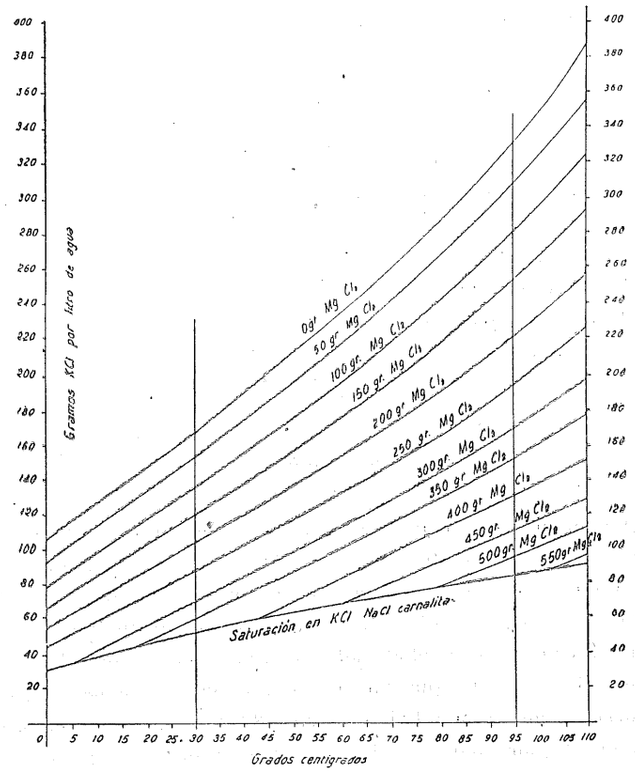


Fig. 17

permanecerá en estado sólido y el KCl se disolverá, hasta que las aguas obtengan la saturación admitida a esta temperatura.

A continuación figuran dos muestras del mineral tratado en la fábrica, una rica y otra pobre;

KCl	59,20	KCl	26,40
NaCl	39,13	NaCl	70,90
$MgCl_2$	0,06	$MgCl_2$	0,12
$CaSO_4$	1,12	$CaSO_4$	0,78
Insoluble	0,41 (arcillas).	Insoluble	1,06
No dosificado	0,08	No dosificado	0,74
	100,00		100,00

La fábrica la compone un vasto pabellón de madera de 5.100 m.² de superficie, unido, por una pasarela cubierta, con el edificio de los molinos.

Con el mineral ya molido y dispuesto para ser tratado, se descompone la marcha de las operaciones en cuatro fases:

1.ª Disolución.
2.ª Cristalización.
3.ª Residuos y decantación.
4.ª Secado.

Disolución

El disolvedor tiene la forma de artesa, de una longitud de 19,2 metros con una capacidad de 78 m.³, pudiendo tratarse 35 a 40 toneladas-hora. Va provisto en su fondo de una hélice de aspas, que remueven el mineral, facilitando su contacto con las aguas madres y, por lo tanto, su disolución, a la vez que transporta los residuos hacia el elevador. La marcha del mineral en los mismos es contraria a la del agua. Va provisto, además, de haces tubulares de cobre, recorridos por vapor a baja presión, 1,8 kilogramos, pudiendo regular la entrada de éste por medio de llaves, y, por tanto, la temperatura de las aguas madres.

Las aguas madres, calentadas a 92°, penetran en los diluidores por la parte de los elevadores de residuo y salen por el lado opuesto a los decantadores de fangos.

El termómetro situado a cuatro metros de la entrada del agua, suele marcar una temperatura de 95°; 110° el del centro, enfriándose al contacto con la entrada del mineral, y saliendo a 92°; un tubo de vapor de 1" de diámetro se extiende a lo largo de los decantadores, con derivaciones hacia las válvulas de purgas de los fangos; estos tubos tienen un doble objeto: 1.°, mantener en lo posible la temperatura, con el fin de evitar precipitaciones de KCl, y, 2.°, facilitar las purgas de los barros.

Cristalización

Es el proceso más delicado de la fabricación, pues el gasto de carbón influye en forma decisiva sobre el precio de la misma; para mermar el consumo de combustible se utilizan los evaporadores de vacío, que son tres grandes cuerpos cilíndricos de chapa, de tamaño escalonado, formando un grupo. Hay instalados dos grupos que funcionan alternativamente. Estos cuerpos están enlazados entre sí de modo que entran las aguas del circuito de fabricación por el fondo del más pequeño y descargan por el último. Cada uno de estos cilindros lleva adosado un condensador, que consiste en unos cuerpos cilíndricos, con haces tubulares, con una superficie de refrigeración de 180 m.² cada uno; estos cuerpos están unidos a los evaporadores por medio de grandes tabuladuras, y se hace la aspiración a través de ellos; llevan un pequeño depósito en el fondo, donde se concentran las aguas condensadas, que descienden por un tubo a un depósito instalado en la planta de la fábrica; este tubo ha de tener la suficiente altura para que la columna de agua que se forme pueda vencer la depresión causada por las bombas de vacío. Hemos dejado las aguas del circuito de fabricación en los decantadores de fangos, de donde se rebosan, ya exentas de materias de suspensión, en el depósito de aspiración. Al poner en funcionamiento las bombas de aspiración, forman un vacío a través de los cuerpos de condensación en los evaporadores, vacío que da lugar a una fuerte evaporación en el líquido, vapor que con el aire que lleva el circuito forma los gases que baña los haces tubulares de los condensadores, enlazados en paralelo con los evaporadores y en serie entre sí. Un grupo de dos, situadas en el interior de la fábrica, tipo H2N, de una capacidad de 200 m.³ hora y 25 metros de elevación, recoge las aguas madres procedentes de los depósitos de cristalización y residuos, y las eleva haciéndolas pasar por el interior de los tubos de los condensadores, penetra por el condensador en donde los gases llegan con menor temperatura, para salir por el de mayor temperatura; las aguas madres suelen entrar con una temperatura de 30° C. y salir con 60° C. La cantidad de agua que se hace pasar por los condensadores es de 180 m.³ hora.

La depresión causada en los evaporadores es de 42 centímetros mercurio en el 1.°, 56 centímetros en el 2.° y 62 centímetros en el 3.°; estas aguas se recogen en los depósitos superiores, de donde pasan a unos grupos de recalentadores de construcción idéntica a los condensadores ya citados, con la diferencia de ser recalentados por vapor a baja presión, 2-3 kilogramos C. y estar aco-

plados en paralelo, de donde pasa a los disolvedores, a una temperatura de 92º C. En cada entrada de aguas madres en el disolvedor hay un contador que acusa los m.³ hora.

Las aguas condensadas van a depósitos de la planta inferior y son elevadas

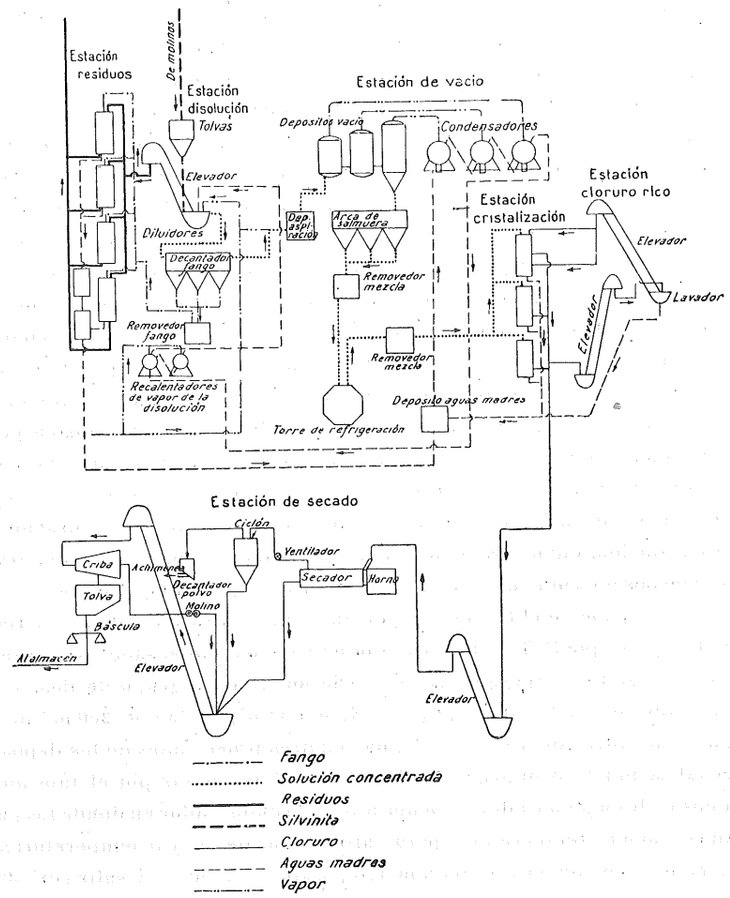


Fig. 18.—Esquema de fabricación

por bombas de una capacidad de 25 m.³ y 20 metros de elevación, a los depósitos que alimentan el riego interior de los evaporadores.

El número de evaporadores que forman cada grupo, queda determinado por la temperatura a que se encuentran las aguas de fabricación en el último

cuerpo, pero si la diferencia de temperatura entre las aguas madres de entrada y los gases que bañan los haces tubulares del condensador es pequeña, el rendimiento será malo y, por otra parte, el enfriamiento de las aguas de fabricación da lugar a abundantes cristalizaciones, entorpeciendo la marcha del mismo.

Las aguas de fabricación son vertidas por el fondo del cuerpo en el depósito de salmuera de 99 m.³ de capacidad, con tres tubos de salida con sus llaves respectivas, que vierten en un canal que conduce sus aguas a un depósito, siendo elevado por bombas a la torre de refrigeración.

La torre de refrigeración tiene forma exagonal, su construcción es de madera, tiene una altura de 31 metros. En la parte superior siguiendo su contorno se instaló una tubería de la que arrancan varios surtidores, uniformemente repartidos y que lanzan al espacio el líquido pulverizado, siendo recogido en una canal situada en el fondo, por donde vuelve a la fábrica a una temperatura de 24º C.; esta canal lo vierte en un depósito removedor de donde toman las aguas las bombas, que lo elevan a los canales distribuidores de los depósitos decantadores.

Al vaciar las aguas de fabricación en estos depósitos se procura que pase por el mayor número de ellos, con el fin de que éstas salgan sin cristales de cloruro potásico en suspensión.

Tanto las aguas que salen por el filtro como las de rebose, son conducidas por canales y tubos a los depósitos de aguas madres, para seguir el circuito descrito anteriormente.

Depósito decantador

Está formado por un gran cilindro de chapa de cinco metros de diámetro y ocho de altura, con una capacidad de 157 m.³, lleva en el fondo un filtro formado por un fieltro de un centímetro de espesor, aprisionado entre sectores circulares de chapa perforada.

Lleva un tren de engranajes y sin-fin que produce un movimiento de rotación y descenso en unas aspas para vaciar el depósito.

La operación se lleva a cabo de la forma siguiente: antes de echar las aguas se coloca una cadena sin-fin, suspendida de la parte superior y que llega hasta la boca de salida; se evita que la cadena quede aprisionada por los cristales, regándola continuamente con un chorrito de agua que resbala por la misma. Una vez lleno el depósito se saca la cadena por medio de un ternal, quedando formada una chimenea de evacuación, por donde van arrojando el

KCl las aspas de que hablamos anteriormente. En estos depósitos, después de llenos, no debe sacarse el KCl hasta después de haber permanecido 20 horas, como mínimo, en reposo.

Residuos y decantación

Como hemos visto anteriormente, la corriente de las aguas madres es de sentido contrario al de los residuos. Los residuos arrastrados por la hélice del disolvedor son recogidos por un elevador, cuyo pie, situado dentro de un compartimiento especial, formado por el tabique lateral del costado del depósito disolvedor, y elevados a una cinta transportadora (los cangilones de estos elevadores llevan sus chapas perforadas, con el fin de que se escurran las aguas y vuelvan al diluidor; a pesar de esto, los residuos quedan con un 15 a 20 % de humedad, por lo que si se llevaran directamente a la escombrera representaría una pérdida importante de KCl) de una capacidad de 80 toneladas hora y que alimenta las hélices de residuos, que reparten los mismos en los diferentes depósitos de decantación. Estos depósitos son de la misma construcción que los de cristalización de que ya hablamos anteriormente. Las aguas filtradas pasan por tubos y canales a los depósitos de aguas madres, donde se unen a las procedentes de los depósitos de cristalización. La forma de descarga se verifica también de la misma manera. Antes de proceder a su vaciado se someten a un riego de agua dulce, con el fin de aprovechar mejor el KCl que puede quedar en el 45 % de humedad que aún le queda. Los residuos son vaciados sobre las cintas transportadoras que los lleva directamente a la cinta colectora.

Purga de los decantadores de barros

Los decantadores de barros van provistos de llaves de purga, que arrojan éstos en unos depósitos cilíndricos con agitador de una capacidad de 3 m³. Del depósito superior de aguas madres viene una tubería a cada depósito removedor, con el fin de hacer flúida la pulpa de barros, que son aspirados por bombas que elevan estas aguas a los depósitos decantadores de residuos ya citados.

Secado

Después de un tiempo prudencial y en la forma ya citada, va saliendo el cloruro húmedo por las trampillas inferiores de los decantadores, que descargan o bien sobre tolvas móviles o fijas de los transportadores de cintas.

Secador

El secador esta compuesto:

a) Horno «Blamer».
b) Caja alimentadora con su distribuidor.
c) Tambor secador.
d) Caja de descarga y ventilador.
f) Ciclón.
g) Cámara de polvos y humos.

Hangar

Está formado por un edificio de madera cubierto con uralita, cuya sección transversal tiene forma parabólica, está enlazado por una parte con el edificio de molinos, y por la otra con el taller de mezclas; lleva una pasarela por la parte superior, donde hay instaladas dos bandas, una que transporta el cloruro potásico, y que lleva adaptado un carro móvil con pantalón para la descarga, situándose éste a voluntad en el sitio que se desea almacenar, y otra transporta el mineral molido cuando se quieran hacer mezclas, o bien para ser almacenado. Lleva también una galería subterránea de cuatro metros de anchura por 2,5 de alto, donde hay instaladas tres cintas, una que va de los molinos al taller de mezclas, y las otras dos en la misma dirección, una hasta un tercio de la longitud del hangar y la otra los dos tercios restantes, habiendo tres metros de separación entre ambas, aproximadamente. La primera recoge

el mineral almacenado y lo manda a fábrica para ser tratado, y la otra que recoge el cloruro potásico y lo manda a mezclas o al silo del cable Manuela-Suria.

Este silo ocupa una superficie de 3.110 m.² y tiene una capacidad de 18 mil toneladas.

Taller de mezclas

Este edificio, construído también de madera, es una prolongación del anterior y, como éste, cubierto con uralita; tiene forma prismática de base rectangular, con vertientes en la parte superior en el sentido de la mayor dimensión; va unido, por la cara menor, por medio de una pasarela de madera cubierta con uralita, con la fábrica, y ésta, a su vez, con una pasarela de cemento armado con los silos del cable.

Mecanismo para las mezclas

Consiste, en esencia, de dos hélices transportadoras, colocadas dentro de una misma caja. Dos tolvas con regulación automática a la salida del mineral, que vierten en las hélices señaladas anteriormente, y una tercera hélice donde confluyen las anteriores, y en donde se verifica la mezcla. Tres elevadores y las cintas de mineral molido y cloruro potásico que con ellos combinan.

Una vez todo dispuesto, se hace el cálculo de la proporción a que se ha de mezclar, o sea, se determinan las partes que corresponden de mineral y las de cloruro potásico.

Edificios auxiliares

Se cuentan, entre los edificios auxiliares, talleres, almacenes, oficinas, garajes y laboratorio, vivienda y hospital.

XI

BIBLIOGRAFÍA

ARANEGUI, P.: *Formaciones cuaternarias en la cuenca del Cardoner.*—Asoc. Esp Prog. Cienc. Congreso de Barcelona, tomo VI, p. 67-70. Madrid, 1929.

ALMELA y RÍOS: *Mapa y descripción geológica de la provincia de Lérida.*—I. G. y M. de España.

BALLARÓ, J., y SERRA, J.: *Historia de Cardona.*—1906.

BARNOLA, J.: *Altra volta les sals potasiques de Suria.*—But. Inst. Hist. Nat., tomo XIV, p. 70-71, Barcelona, 1914.

BATALLER, J. R.: *Sobre el oligoceno inferior de Santa Coloma de Queralt (Tarragona).*—Asoc. Esp. Prog. Cienc., Congreso de Barcelona, tomo V, p. 21-24, y dos figuras. Madrid, 1929.

La sal gema.—Editorial Salvat, tomo VI, p. 19. Barcelona, 1931.

BAUZÁ, F.: *Breve reseña geológica de las provincias de Tarragona y Lérida.*—B. C. M. G. de España, año 1876.

BIROT, P.: *Recherches sur la morphologie des Pyrénées Orientales franco espagnoles.*—Tomo VIII, 315 p., 65 figs., 6 láms. París, 1937.

BOFILL, A.: *Nota sobre la presencia del «Ancodus Aymardi» en los lignitos de Calaf, provincia de Barcelona, su significación bajo los puntos de vista paleontológico y estratigráfico.*—Bol. R. Acad. Cienc. y Artes Barcelona, tomo I, p. 332-337, con una lámina. Barcelona, 1897.

BORN, AXEL: *Investigaciones geológicas en los distritos salinos de las provincias de Lérida, Huesca y Zaragoza, acompañado de cinco cortes geológicos.*—(Inédito). Frankfurt, 1914.

Zur Geologie der spanischen Kalisalzlagerstätten.—Zeitschrift für prakt. Geol.—Tomo XXV, p. 159, 1917.

BORN, AXEL: *Das Ebrobecken. Eine Skizze seiner Entstehung und seines geol. Aufbaus.*—Neues Jahrb. f. Minembau., tomo XLII, B.-Bd. 42, Abt. B. páginas 610-727, lám. IX-XII. Stuttgart, 1919.

BOWLES, G.: *Introducción a la Historia Natural y la Geografía física de España.*—529 págs. Madrid, 1775.

CAMPOS, C.: *Influencia de la cuenca del Llobregat en el desarrollo de la Agricultura e Industria Catalana.*—M. R. A. C. A. Barcelona, 1898.

COELLO: *Mapa geográfico de la provincia de Lérida.*—Madrid, 1859.

COMES, J.: *Memoria sobre las salinas de Cardona.*—Discurso leído en la sesión del 20 de diciembre en la Real Academia de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona (inédito en el Archivo de la R. Academia).—Barcelona, 1786.

— *Disertación sobre el modo cómo se produce la sal en la montaña de Cardona.*—Discurso leído en la sesión del 17 de diciembre en la Real Academia de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona, 1787. (Inédito en el Archivo de la Real Academia.)

CAREZ, L.: *Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne.*—Thèse. 327 págs., 8 láms., 72 figuras en el texto. París, 1881.

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA: *Mapa geológico de España.*—Hoja n.° 23, escala 1 : 400.000. Madrid, 1892. Edición económica.

CORDIER: *Mémoire sur les mines de sel gemme de Cardona.*—Annales des Mines. Tomo II, páginas 179, et Journal de Physique, vol. LXXXII. página 343. Paris, 1817.

DALLONI, M.: *Étude géologique des Pyrénées Catalanes.*—Annales Faculté Sciences Marseille, tomo XXVI, fasc. III, 373 p., 2 láms., 1 mapa. Argel, 1930.

DEPÉRET, C.: *Aperçu général sur la bordure nummulitique du massif ancien de Barcelone et étude de la fauna oligocène de Calaf.*—Bull. Soc. Géol. France, 3.ª serie, tomo XXVI, p. 713-724, con una figura. Paris, 1898. Reproducido en el Boletín de la Com. del Mapa Geol. de España.

— *Sur l'existence de l'horizon de Ronzon a «Ancodus Aymardi» dans la prov. de Barcelone.* Bull. Soc. Géol. France, 3.ª serie, tomo XXV, página 233, et Compte Rendu somm. S. G. F., pág. 75. Paris, 1897.

— *Ojeada acerca de la faja nummulítica que rodea el macizo de Barcelona y estudio de la fauna oligocena de Calaf.*—B. C. M. G. de España. tomo XXVII, 1903.

— *Los vertebrados del oligoceno inferior de Tárrega (prov. de Lérida).*—Mem. R. Acad. Cienc. y Art. de Barcelona, 3.ª época, tomo V, n.° 21, pág. 401-451, 7 figs. y 4 láms. Barcelona, 1906.

DEPÉRET y RÉROLLE: *Note sur la géologie et sur les mamifères du bassin lacustre superieur de la Cerdagne.*—1885.

DEPÉRET, C., et VIDAL, L.: *Sur le bassin oligocène de l'Ebre et l'histoire tertiaire de l'Espagne.*—C. R. Acad. Sciences, tomo CXLII, p. 752-755, Paris, 1906.

DIRECCIO D'OBRES PUBLIQUES DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA: *Catalunya.* Escala 1 : 200.000 en 4 hojas, Barcelona, 1936.

DOLLFUS, G. F.: *Relation entre la géologie et hydrographie en Catalogne.*—B. S. G. de France, 3.ª serie, tomo XXVI, 1899.

— *Comunicación sobre el trabajo. Investigaciones en la cuenca potásica de Cataluña.*—Compte rendu sommaire S. G. F. Séance 23 juin 1924. Paris, 1924.

DOUVILLÉ, R.: *La Péninsule Ibérique: A. Espagne.*—Handb. Reg. Geol. III band, 3 Heft, pág. 1-175, un mapa y 112 figs. Heidelberg, 1911.

DUFRENOY: *Sur les mines de sel de Cardona.*—B. Soc. Géol. de France, 1.ª serie, tomo I, pág. 99, año 1830.

ELÍAS MARCHAL, U.: *El criadero de sal gema de Cardona.*—Barcelona, 1854.

FAURA I SANS, M.: *Condicions estructurals del terreny en la caracterització de les comarques catalanes.*—Butll. Centre Excurs. de Catalunya, 26 págs., Barcelona, 1919.

FAURA, M., y CANU, F.: *Sur les Bryozoaires des terrains tertiaires de la Catalogne.*—Treballs de l'Institució Catalana d'Historia Natural, tomo III, página 59-193, 21 figs. en el texto y nueve láminas. Barcelona, 1916.

FAURA, M, y MARÍN, A.: *Guía C-3 del Congreso Geológico Internacional, España. Cuenca Potásica de Cataluña.*—213 págs., tres mapas, numerosos cortes geológicos y láminas. Madrid, 1926.

FERRER, JOAQUÍN: *Atlas Publiometric de Catalunya.*—Institució Patxot. Barcelona, 1930.

FLICHE: *Nota sobre algunos vegetales terciarios de Cataluña.*—Bol. Com. Mapa Geológico de España, tomo XXVIII, p. 153-166, dos figuras y una lámina. Madrid, 1906.

— *Nouvelle note sur quelques végétaux fossiles de la Calalogne.*—Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., 2.ª época, tomo VIII, p. 77-87, dos láminas. Barcelona, 1908.

FOLCH GIRONA, J.: *Les sals potassiques de Suria.*—Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., 2.ª época, any XI, n.° 8, p. 148. Barcelona, 1914.

FONT Y SAGUÉ, N.: *Carta geológica de Cataluña.*—Geografía de Cataluña, escala 1 : 1.300.000, p. 73. Barcelona.

— *Curs de geologia dinamica i estratigrafia aplicada a Catalunya.*—2.ª edición, 372 págs., 306 figs. Barcelona, 1926.

GARCÍA SIÑERIZ, J.: *La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección.*—Mem. Inst. Geol. y Min. de España, t. I, p. 135. Madrid, 1933.

GUTZWILLER, O.: *Les sals potassiques a Catalunya.*—Economía e Finances, n.° 10. Barcelona, 1918.

HARBORT, E.: *Diskussion zu dem Vortrag des herr Schmidt, Basel.*—Zeitschrift d. Deutschen Geol. Ges., Band 66. Monatsber. N. 7. Berlin, 1914.

— *Kurzer Überblick über die Salzlagerstätten Spaniens.*—Géologie de la Méditerranée Occidentale, t, II, pars II, n. 5, 9 p., 1 fig., 1 lám. Barcelona, 1931.—Internationale Bergwirtschaft. Leipzig, 1926.

HOYT S. GALE: *Potash deposits in Spain.*—U. S. Geol. Survey, n. 715 *a*, p. 1-16. 3 figs., 3 láms. Washington, 1920.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: *Mapa geológico de España.*—Escala 1 : 1.000.000, 2.ª edición. Madrid, 1936.

— *Mapa geológico de España, Hoja núm. 388, Lérida.*—Explicación y mapa, escala 1 : 50.000, 27 p., varias láminas y cortes geológicos. Madrid, 1934.

— *Mapa geológico de España, Hoja núm. 359, Balaguer.*—Explicación y mapa, escala 1 : 50.000, 25 p., varias láminas y cortes geológicos. Madrid, 1935.

— *Mapa geológico de España, Hoja núm. 389, Tárrega.*—Explicación y mapa, escala 1 : 50.000, 47 p., varias láminas y cortes geológicos. Madrid, 1941.

— *Mapa geológico de España, Hoja núm. 390, Cervera.*—Explicación y mapa, escala 1 : 50.000, 43 p., varias láms. y cortes geol.. Madrid, 1944.

— *Mapa geológico de España, Hoja núm. 360, Bellvís.*—Explicación y mapa, escala 1 : 50.000, 55 p., 6 láms. y varios cortes geológicos. Madrid, 1946.

— *Mapa geológico de España, Hoja núm. 391, Igualada.*—Explicación y mapa, escala 1 : 50.000, 113 p., 27 láms. y varios cortes geológicos. Madrid, 1947.

— *Mapa geológico de España, Hoja núm. 331, Puigreig.*—Explicación y mapa, escala 1 : 50.000. Madrid. (En publicación.)

— *Mapa geológico de España, Hoja núm. 362, Calaf.*—Escala 1 : 50.000. Madrid. (En publicación.)

JULIA SAURIA, A.: *Els jaciments potassics de Catalunya.*—Acompañado de un mapa de la cuenca potásica a escala 1 : 200.000. Barcelona, 1922.

JUNG, J.: *Le bassin potassique de Catalogne.*—Géologie de la Méditerranée Occidentale, t. II, pars II, n. 5, p. 12, 4 figs. Barcelona, 1931.—Revue de l'Industrie Minérale. Strasbourg, 1926.

— *Comparaison entre les massifs de sel de Catalogne, du Hannover et de la Roumanie.*—Géologie de la Méditerranée Occidentale, t. II, pars II, n. 7, p. 2. Barcelona, 1931.

KAISER, E.: *Das Steinsalzvorkommen von Cardona in Katalonien.*—Neues Jahrbuch für Min. Geol. u. Pal. I. 1909.

KALIN, J. A.: *Ueber einen neuen Krocodilide aus dem Oligocän von Tárrega (Katalonien).*—Eclogaes Geol. Helvetiae, Vol. XXIX, páginas 578-579. Basel, 1936.

— *«Hispanochampsa mülleri» nov. gen. nova sp. ein neuer Crocodilide aus dem unteren Oligocän von Tárrega (Catalonien).*—Abhandl. der Schweiz. Paläontol. Ges., Band LVIII, n. 2, 39 p., 2 láms. y 6 figuras. Basel, 1936.

KARSTEN: *Ueber tertiarschisten und kreide in Cumana und bei Barcelona.*—Zeis Gessel, t. II. 1950.

KEYES, C.: *World's Great Potash Reserves.*—Géologie de la Méditerranée Occidentale, t. II, pars II. n. 9, 12 p., 2 láms., varias figs. Barcelona, 1931.—The Pan American Geologist, t. XLVII, n. 3. Des Moines, 1927.

KUKUK, P.: *Das katalonische Kalizalzvorkommen.*—Géologie de la Méditerranée Occidentale, t. II, pars II, n. 10, 17 p., 2 láms. y 10 figs. en el texto. Barcelona, 1931.—Berg-und Hüttenmännische Zeitschr. Glückauf. Essen, 1927.

LARRAGÁN, A.: *Datos acerca de los sondeos realizados en la cuenca potásica de Cataluña.*—Bol. del Inst. Geol. y Min. de España, t. XLIV, 110 p., 4 láminas de sondeos. Madrid, 1923.

LEVAIVILLE, J.: *Les gissements de potasse en Catalogne.*—Annales de Géographie, t. XXX, p. 396-399. Paris, 1921.

LÓPEZ DE AZCONA, J. M.: *Industria neolítica en Cardona.*—Not. y Com. Instituto Geol. y Min. de España, n. 5. Madrid, 1933.

LLOPIS LLADÓ, N., y MASACHS ALAVEDRA, V.: *El problema de los conglomerados del margen meridional de la depresión del Ebro.*—Not. y Com. Instituto Geol. y Min. de España, n. 11, p. 63-108, con varias figs. y numerosos cortes geológicos. Madrid, 1943.

MAESTRE, A.: *Descripción geognóstica del distrito de Aragón y Cataluña.*—Anales de Minas, vol. III. Madrid, 1845.

MAGNAN, H.: *Remarque sur la formation des montagnes Pyrénées et Corbésiennes, et notamment sur l'importance des failles et des erosions.*—1874.

MALLADA, L.: *Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España.*—Bol. Com. Mapa Geol. de España. 1875.

— *Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España.*—Comisión Mapa Geol. de España, t. XVII. 1891.

— *Explicación del mapa geológico de España.*—Mem. Com. Mapa Geológico de España, t. VI, 686 p. Madrid, 1907.

MAPA MILITAR ITINERARIO DE ESPAÑA: *Hojas núms. 28 y 29,* escala 1 : 200.000.—

Depósito de la Guerra, formado por el Cuerpo de Estado Mayor del Ejército. Madrid, 1924

MARCET RIBA, J.: *Las terrazas del NE. de España.*—Mem. R. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona, 3.ª ép., vol. XXII. n. 7, p. 129-174. Barcelona, 1930.

MARÍN, A.: *Los yacimientos potásicos de Cataluña.*—Conferencia en el Ateneo de Madrid, folleto de 33 p. Madrid, 1922.

— *Le bassin potassique espagnol*—Comptes rendus du XII Congrès Géol. International. Bruxelles, 1922.

— *Nuevas investigaciones en la cuenca potásica de Cataluña*—Boletín Inst. Geol. y Min. de España, t. XLIV, p. 3-78, 12 figs., 12 fotografías y numerosos cortes, planos y láminas. Madrid, 1923.

— *Algunas notas estratigráficas sobre la cuenca terciaria del Ebro.*—Congrès Géol. Intern. Comptes rendus de la XIV Session en Espagne, 4.º fasc., p. 1943 a 1955, con un corte, un mapa y 5 figs. Madrid, 1926. Reproducido en el Bol. del Inst. Geol. y Min. de España, t. XLVII, páginas 111 a 127.

— *La Potasa.*—Bol. Instituto Geol. y Min. de España, t. XLVIII; t. I, 415 p., 34 figs. y numerosos planos y cortes; t II, 355 p, 48 figs. Madrid, 1927.

— *Riqueza minera del Pirineo.*—Conferencia en la Acad. de Ciencias de Zaragoza, 32 p. Zaragoza, 1930.

— *Algunas consideraciones acerca de la intervención del Estado en el asunto de las sales potásicas de Cataluña.*—Publicaciones del I Congreso Nacional de Ingeniería. Revista Minera. 1928.

— *Plan de investigación de la cuenca potásica del NE. de España.*—Boletín del Inst. Geol. y Min. de España, t. LXIX. p. 73-86, una lámina. Madrid, 1929.—Reproducido en Géologie de la Méditerranée Occidentale, t. II, pars II, n. 10. Barcelona, 1931.

— *Allocution à la Société Géologique de France, ler Mai 1932.*—Bulletin Soc. Géol. de France. Paris, 1932.

— *Sondeos de investigación de sales potásicas.*—Bol. de Sondeos del Inst. Geol. y Min. de España, t. II, fasc. 1, 99 p. y 12 cuadros de sondeos. Madrid, 1932.

— *Bassin potassique. Introduction.*—Géologie de la Méditerranée Occidentale, t. II, pars II, p. 1-3. Barcelona, 1932.

— *Historia de una molécula de potasa.*—Conferencia dada en la Escuela de Ingenieros de Minas, 36 p. Madrid, 1933.

— *Estado actual de la minería de sales potásicas en España.*—Asociación de Ingenieros de Minas de España, 46 p. Madrid, 1933.

— *La depresión del Ebro. La tectónica y los yacimientos minerales.*—Boletín Inst. Geol. y Min. de España, t. LVII, 51 p., 5 láms. de cortes y planos y plano a escala 1 . 1.000.000. Madrid, 1944.

MARÍN, A.: *Minerales para fertilizantes.*—Minería y Metalurgia, 14 páginas. Madrid, 1944.

— *Bosquejo geológico de la provincia de Barcelona, escala 1 : 200.000.*—Inst. Geol. y Min. de España. Madrid, sin fecha, anejo una Memoria físico-geológica. (En publicación.)

MARÍN. A., y GÓMEZ LLUECA, F.: *Sobre un sondeo en Puigreig (Barcelona).*—Boletín R. Soc. Esp. Historia Nat., t. XXIV, p. 201-202, con una lámina. Madrid, 1924.

MARÍN, A., SAN MIGUEL, M., BATALLER, J. R., MARCET, J., y LARRAGÁN, A: *Guía C-4 del XIV Congreso Geológico Internacional, Madrid - Cataluña.*—214 pgs., numerosos mapas, cortes y figuras. Barcelona, 1926.

MARTEL, E. A.: *Montagnes de sel et grottes de Cardona.*—Nature, n. 1512. Paris, 1902.

MAURETA, J., y THOS, S.: *Descripción física, geológica y minera de la provincia de Barcelona.*—Mem. Com. Mapa Geol. de España, 487 p. y varios mapas y cortes geológicos. Madrid, 1881.

MASACHS ALAVEDRA, V.: *El eoceno entre Monistrol y Manresa. Determinación de su estratigrafía por los Nummulites.*—Las Ciencias, año VII, p. 317-332 y 3 figuras. Madrid, 1941.

— *Tres notas sobre el paleogeno salino de la cuenca del Ebro.*—(En curso de publicación.)

MENÉNDEZ PUGET, L.: *Trabajos e investigaciones de laboratorio referentes a las sales potásicas de Cataluña.*—Bol. Inst. Geol. y Min. de España, t. XLIV, p. 79-99, con 3 gráficos. Madrid, 1923.

MIR, J.: *Análisis de sales potásicas.*—Afinidad, n. 14, p. 365-368, y n. 18, páginas 463-468. Barcelona, 1942.

— *Determinación mineralógica de las sales potásicas.*—Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de España, n. 10, p. 125-137, 14 figs. y un gráfico. Madrid, 1942.

— *Tres métodos rápidos de análisis de sales potásicas.*—Afinidad, época 3.ª, n. 1-2, p. 12-16. Barcelona, 1943.

— *Sobre el contenido en bromo de las sales potásicas de la cuenca del Llobregat (Barcelona).*—Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de España, n. 16, p. 267-287, con 2 láms. Madrid, 1946.

PALASSOUT: *Essai sur la mineralogie des Monts Pyrénées.*—Paris, 1781.

— *Memoires pour servir a l'histoire naturelle des Pyrénées et des pays adjacentes.*—1815.

PINEDA, E.: *Cuenca potásica de Cataluña.*—Temas profesionales. Direc. Gral. de Minas y Combustibles, n. 3, p. 51, y numerosos cortes geológicos.

POPESCU VOITESTI: *Sur le bassin tertiaire catalan.*—Géologie de la Méditerranée Occidentale, t. II, pars II, n. 12, p. 6 y 2 láms. Barcelona, 1932.

POWERS TULSA, S.: *Origin of the red colour of the potash salts at Cardona and Suria, Spain.*—Géologie de la Méditerranée Occidentale, t. II, pars II, n. 13, 4 p., 2 láms. Barcelona, 1931.

RIBA FIGOLS, J.: *Museo de Sal gema de Cardona.*—Folleto de 42 p. y XXIII p. Barcelona, 1861.

ROCAFORT, C.: *Geografía general de Cataluña. Provincia de Lérida.*—Barcelona.

ROYO GÓMEZ, J.: *Edad de las formaciones yesíferas del terciario ibérico.*—Boletín R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XXVI, p. 259-279. Madrid, 1926.

— *Tectónica del terciario continental ibérico.*—Congrès Géol. International. Comptes rendus de la XIV Session en Espagne, 1926. 2.° fasc., p. 593-623, con 13 figuras. Madrid, 1927.

RUBÍO, C., y MARÍN, A.: *Sales potásicas en Cataluña.*—Bol. Inst. Geol. de España, t. XXXIX, p. 349-384. Madrid, 1918.

— *Sales potásicas en Cataluña.*—Bol. Inst. Geol. de España, t. XXXIV, p. 173 230, Madrid, 1914.

SAMPELAYO, P. H., y BATALLER, J. R.: *Trionyx Marini. Tortuga nueva del oligoceno leridano.*—Notas y Comunicaciones del Inst. Geol. de España. Número 13, p. 7-19, con una figura y una lámina. Madrid, 1944.

SCHMIDT, C.: *Sondages profonds Segués et Semis. Sondages I sur la concession B pres Suria.*—Acompañado de varios cortes geológicos y planos de la concesión minera. Bâle, 1915.

— *Recherches géologiques dans la region entre Calaf, Pons, Cervera et Copons.*—Acompañado de varios mapas, cortes y planos de las concesiones mineras. Bâle, 1914.

— *Rapport sur les gisements de potasse de Catalogne.*—Eclog. Geol. Helvetiae, Vol. XVI, n. 3. Basel, 1922.

— *Mitteilung uberg die Kali salz lagerstatten in Katalonien.*—Sonderabdruck aus Eclogae Geologicae Helvetiae. Vol. XVII, n. 3, 1922.

SCHMIDT, C., y TOBLER, A.: *Estudios geológicos en la región salina de Cataluña.*—1913.

SERRA VILARÓ, J., y BALLARÓ, J.: *Historia de Cardona.*—1906.

SIERRA YOLDI, A.: *Nota sobre la tectónica de Cataluña y sus relaciones con probables yacimientos petrolíferos.*—Mem. R. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona, 3.ª época, vol. XXIII, n. 1, p. 1-40, con varias figuras intercaladas. Barcelona, 1932.

SIERRA, A.: *Tectónica e hidrología de la cuenca del Llobregat.*—Barcelona, 1933.

SOLÉ SABARÍS, L., y MASACHS, V.: *Edad de las terrazas del río Cardona en Manresa.*—Asoc. p. Estud. Geol. del Mediterráneo Occidental, t. VI, n. 2, cinco páginas. Barcelona, 1940.

STUART-MENTEATH, P. W.: *The salt deposits of Dax and the Pyrénées.*—Geological magazine N. S. Decade V, Vol. I, p. 265-272. London, 1904.

THOS Y CODINA, S.: *Sobre la explotación de tas sales potásicas en los criaderos de sal gema de Stassfurt.*—Mem. R. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona, 1897.

— *Las salinas de Cardona.*—Hojas selectas Salvat, t. IV, p. 386-396 y 14 figuras. Barcelona, 1902.

TOMAS, L.: *Els minerals de Catalunya.*—Treballs de l'Institució Catalana d'Historia Natural, vol. V, p. 129-357, con 37 figuras. Barcelona, 1919-1920.

TOMÁS, L., y FOLCH, J.: *Les sals de potassi de Suria. La Almeraita es nev.*—Butlleti de la Institució Catalana d'Historia Natural, 2.ª época, any XI, n. 4, p. 11-13. Barcelona, 1914.

VIDAL, L. M.: *Geología de la provincia de Lérida.*—B. C. M. Geol. de España, t. XI. Madrid, 1875.

— *Compte rendu de l'excursion du 30 septembre au gisement de sel de Cardona.*—Bull. Soc. Géol. France, 3 série, t. XXVI, p. 725-728, Paris, 1898.—Reproducido en Bol. Com. Mapa Geol. de España, t. XXVII, páginas 149-152.

— *Geografía física de Catalunya.*—Geografía general de Catalunya; p. 1-71. Barcelona, 1908.

— *La tectónica y los ríos principales de Cataluña.*—Mem. R. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona; 3.ª época, vol. II, n. XXVI, 12 páginas y un mapa a 1:1.900.000. Barcelona, 1900.

— *Cuatro palabras sobre las salinas de Cardona y su edad geológica.*—Bol. R. Soc. Esp. Hist Nat., t. XIV, p. 373 383, cuatro figuras. Madrid, 1914.

— *La faz de la tierra en Cataluña durante varias épocas geológicas.*—Mem. R. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona; 3.ª época, vol. XIII, páginas 61-74. Barcelona, 1916.

VIDAL, L. M., y DEPÉRET, C.: *Contribución al estudio del oligoceno en Cataluña.*—Mem. R. Acad. de Ciencias y Artes de Barcelona; 3.ª época, t. V, páginas 311-345 y seis figuras (con versión francesa). Barcelona, 1906.

VERNEUIL et COLLOMB: *Coup d'oeil sur la constitution géologique de quelques provinces d'Espagne.*—B. S. G. de France; 2.ª serie, t. X, 1852.

VERNEUIL, E., y COLLOMB, E.: *Carte Géologique de l'Espagne et du Portugal.*—Escala 1:1.500.000, 1.ª edición 1864, 2.ª edición, 1868. París.

WOLFF, W.: *Das katalonische Kaligebiet, die südöstlichen Pyrenäen und Vulkangebiet von Olot.*—Géologie de la Méditerranée Occidentale, t. II, parte

II, n. 14, seis páginas, una lámina y una figura. Barcelona, 1931.—Publicado con anterioridad en Zeitschrift für das Berg-Hütten und Salinenwesen. Bd. LXXIV. fig. 1, 1 Tafel. Berlin, 1926.

YEGROS, S.: *Apuntes sobre salinas.*—Revista Minera, t. III, Madrid, 1852, páginas 104, 129, 162, 197, 225, 257, 289.

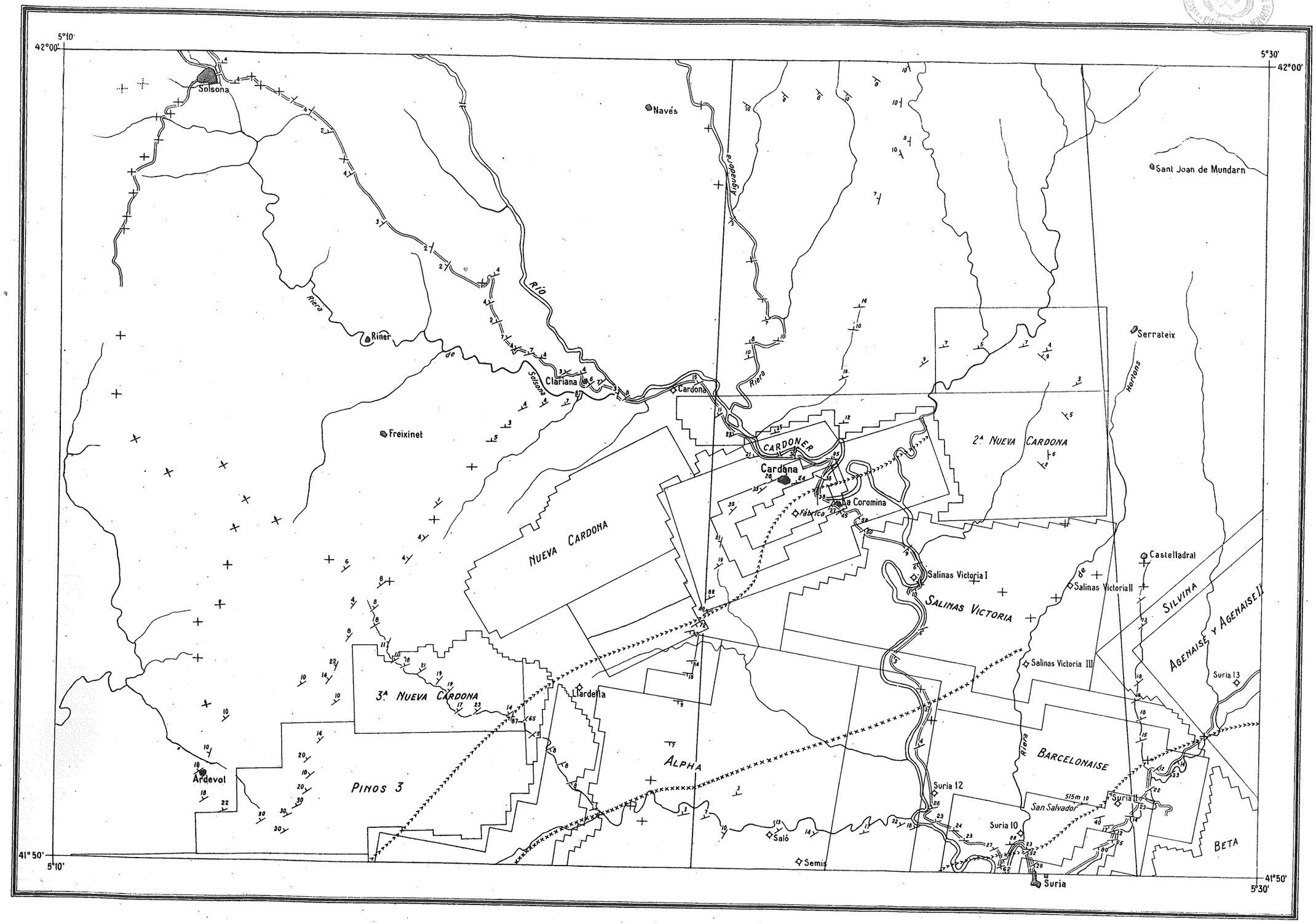
HOJA DE CARDONA

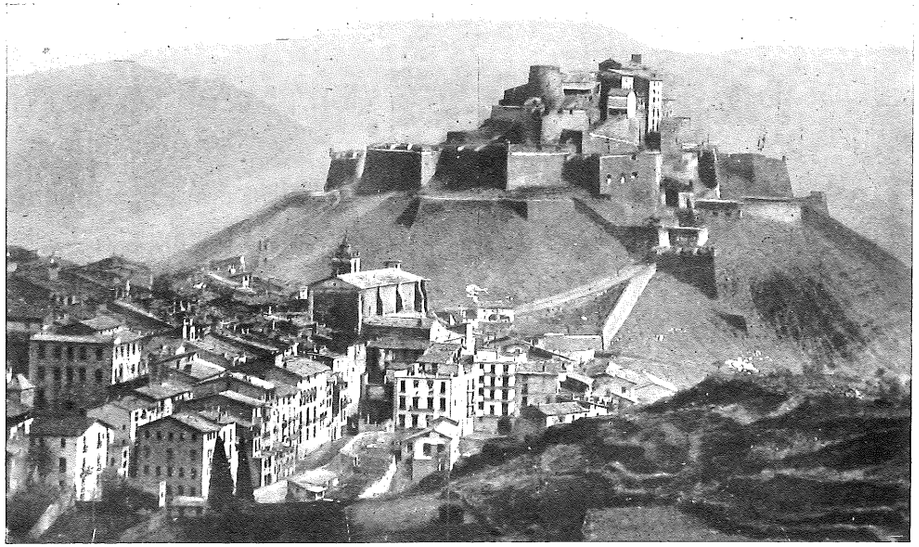
CONCESIONES MINERAS DE POTASA

>>>>>>> *Anticlinales*

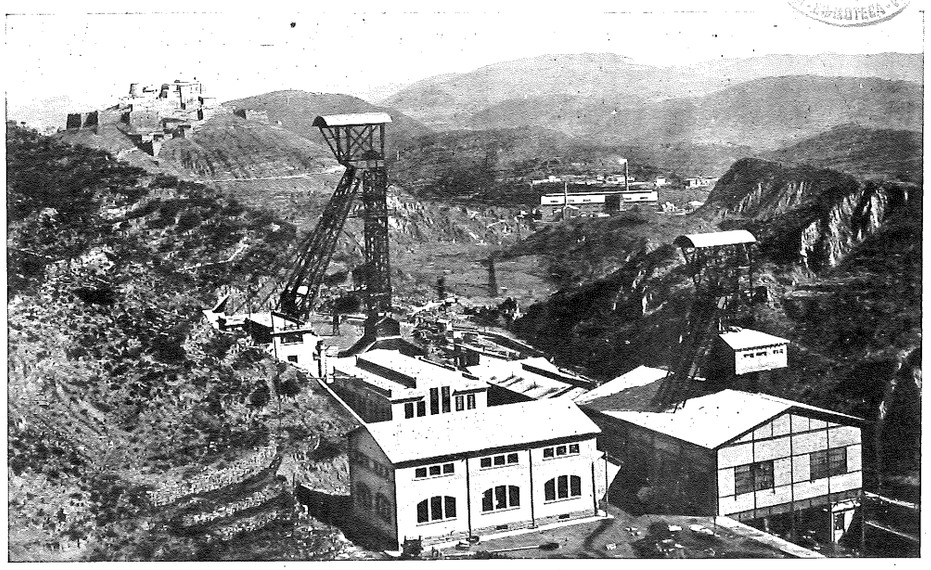
××××× *Sinclinales*

<45 *Dirección y buzamiento de las capas*

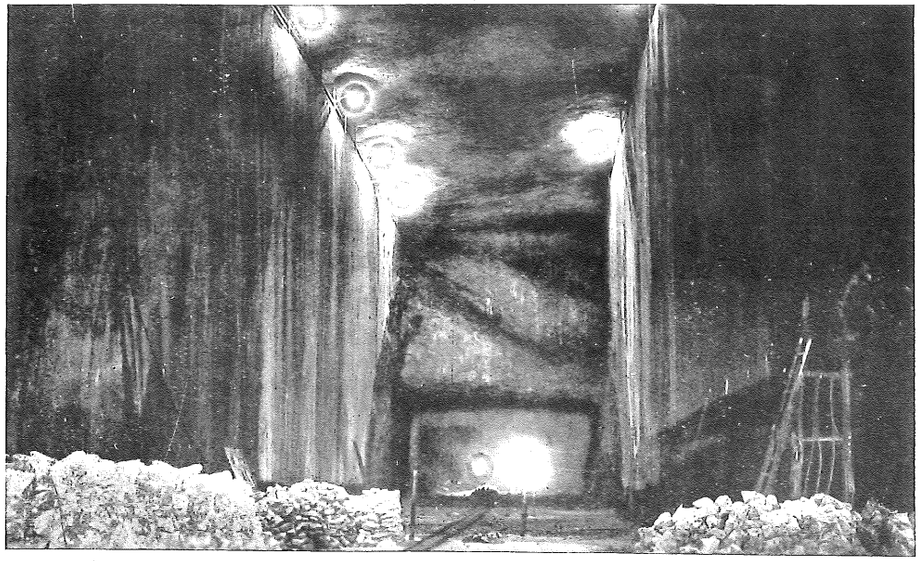

5°10'
42°00'
5°30'
42°00'
41°50'
5°10'
41°50'
5°30'
Solsona
Navés
Sant Joan de Mundarn
Serrateix
Riera de Solsona
Río Agudora
Riera
Riner
Clariana
Cardona
Freixinet
Hortons
CARDONER
Cardona
La Coromina
Fábrica
2ª NUEVA CARDONA
NUEVA CARDONA
Salinas Victoria I
Salinas Victoria II
Salinas Victoria III
SALINAS VICTORIA
Castelladral
SILVINA
AGENAISE Y AGENAISE II
Suria 13
3ª NUEVA CARDONA
Llardella
ALPHA
BARCELONAISE
Riera
Ardevol
PINOS 3
Suria 12
515m 10
San Salvador
Suria 11
Suria 10
Saló
Semis
BETA
Suria



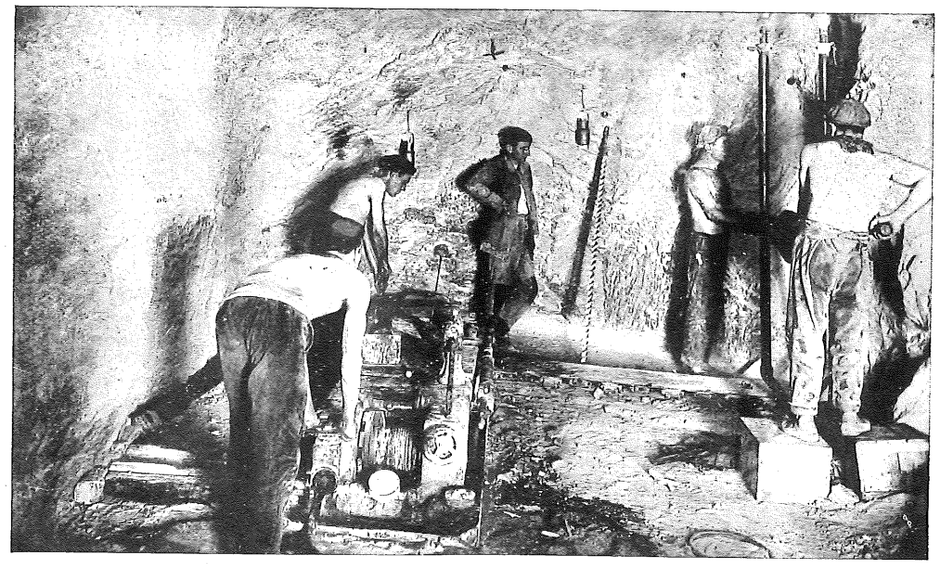
Fot. 1.—Cardona, vista general.



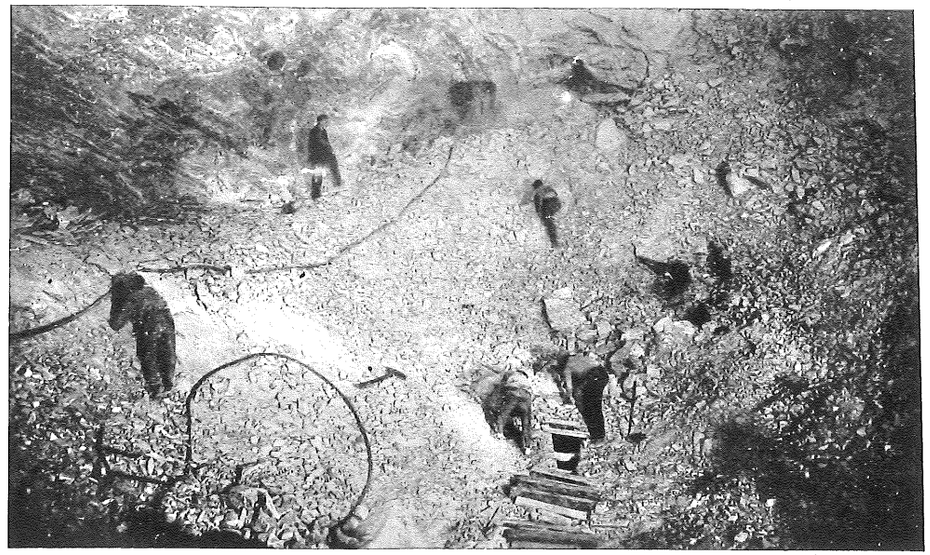
Fot. 2.—Vista general de instalaciones.



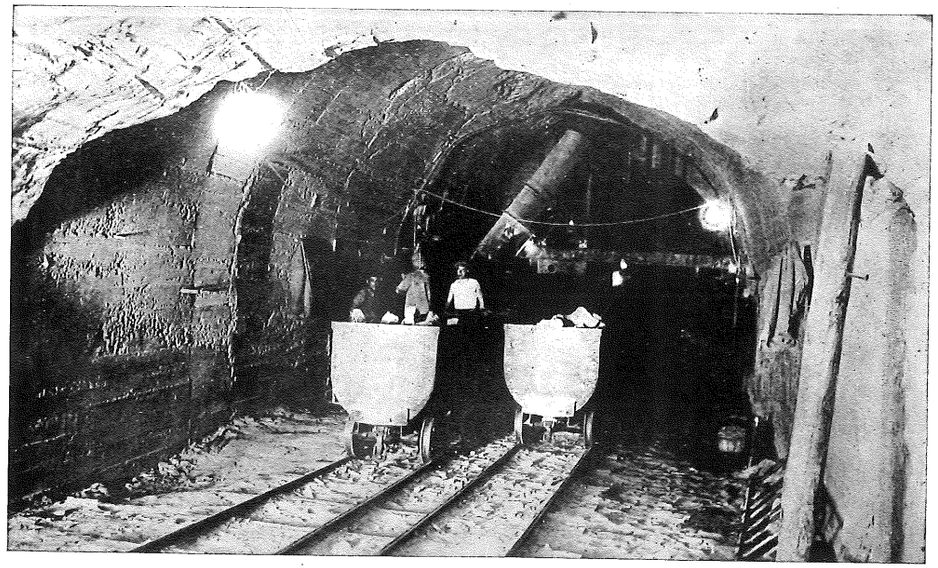
Fot. 5.—Interior de la mina de sal.



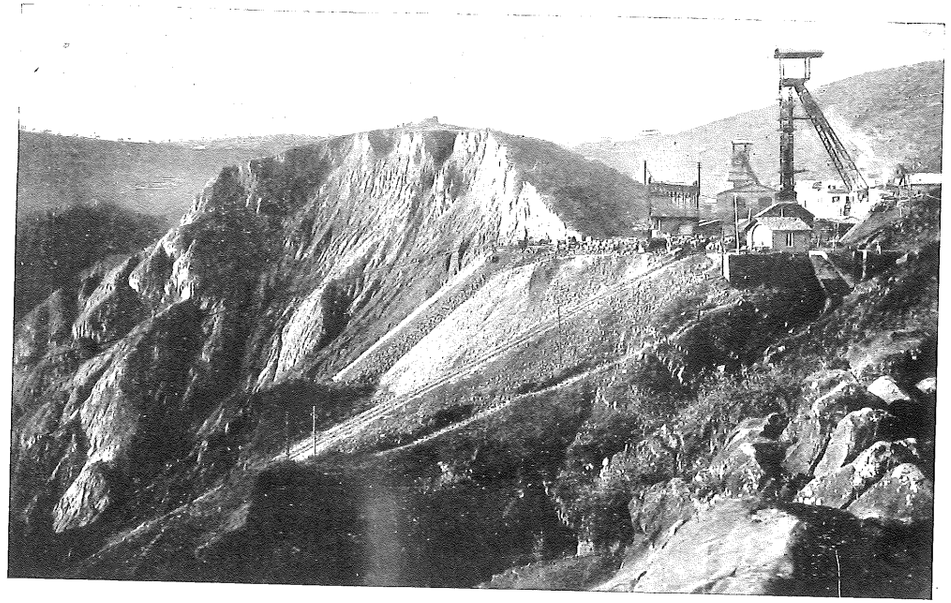
Fot. 6.—Máquina rozadora y perforadora eléctrica.



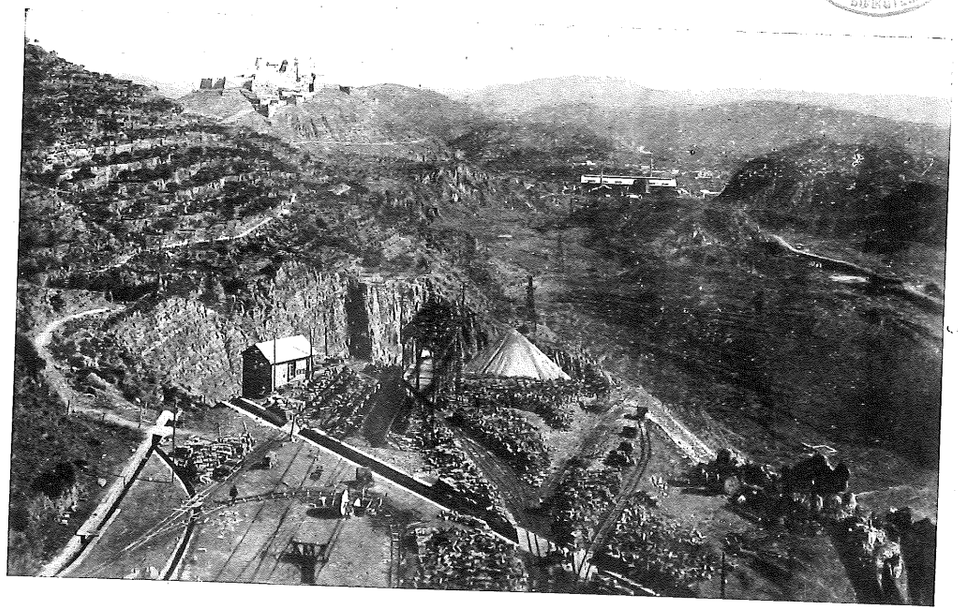
Fot. 7.—Cámara de explotación.



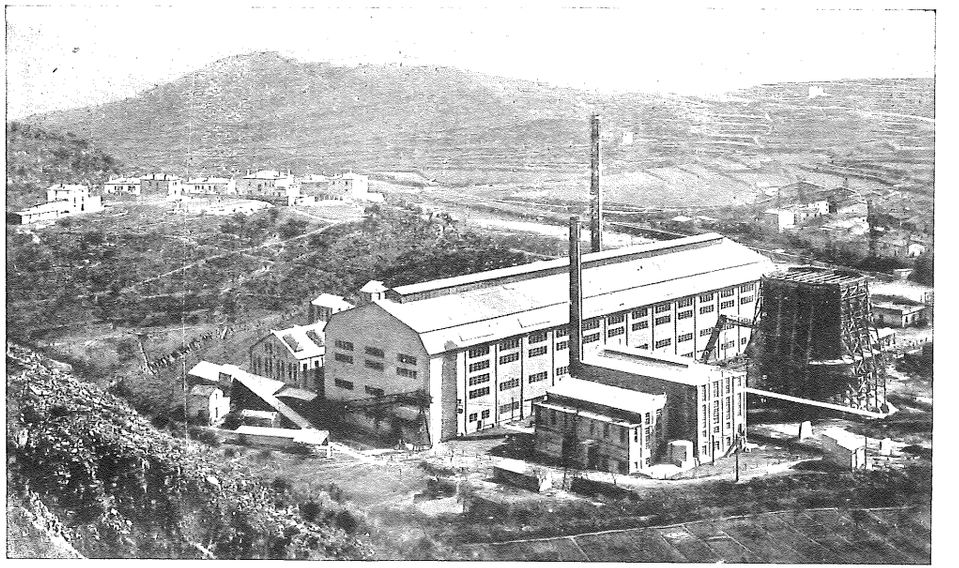
Fot. 8.—Embarque en el interior del Pozo Alberto.



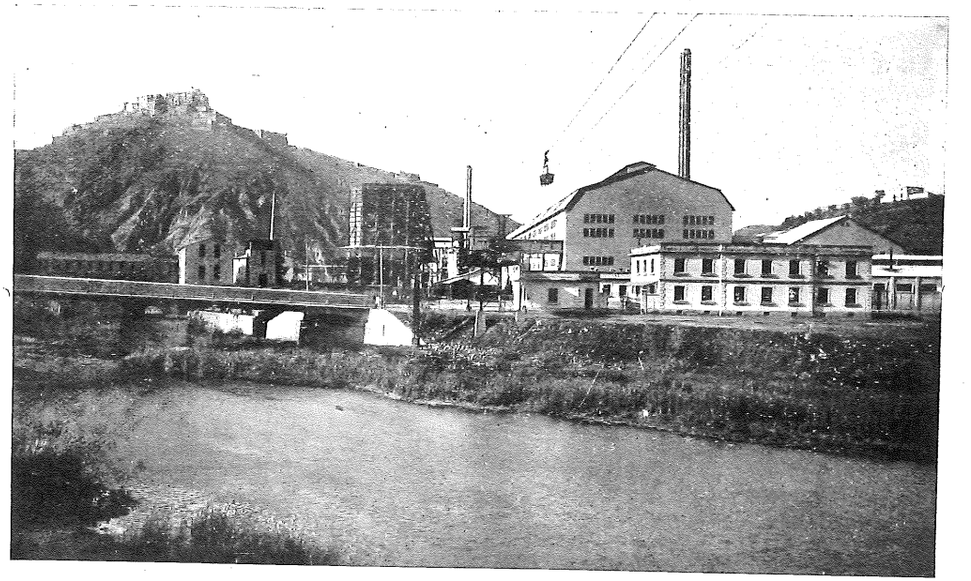
Fot. 9.—Los pozos y la Montaña Roja.



Fot. 10.—Cable de las salinas a la fábrica.



Fot. 11.—Vista general de la fábrica.



Fot. 12.—La fábrica con la salida del cable a Suria.