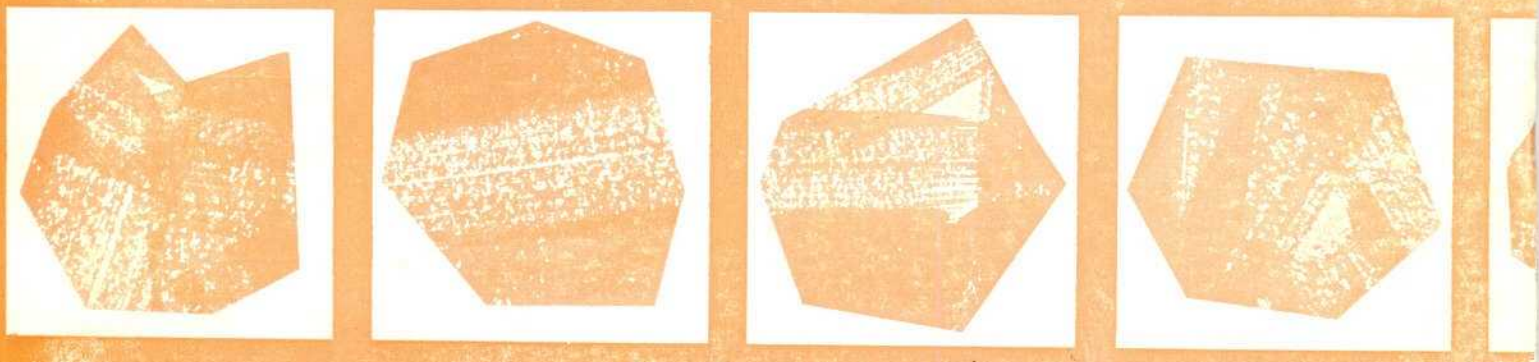
MINISTERIO DE INDUSTRIA
DIRECCION GENERAL DE MINAS

PLAN NACIONAL DE LA MINERIA



programa nacional de investigación minera

Mapa metalogenético

50015

PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA

Mapa metalogenético

MINISTERIO DE INDUSTRIA
DIRECCION GENERAL DE MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Queda prohibida cualquier reproducción del Plan Nacional de la Minería, total o parcialmente, sin el consentimiento de la Dirección General de Minas

Depósito legal: M. 6.688/1972
IMPRENTA NACIONAL DEL BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO

El "Mapa metalogenético" constituye la sección quinta del Programa Nacional de Investigación Minera, que a su vez está integrado dentro del Plan Nacional de la Minería, como capítulo primero.

El Plan Nacional de la Minería consta de una Introducción General y de los cuatro capítulos siguientes:

CAPITULO I

Programa Nacional de Investigación Minera.

CAPITULO II

Programa Nacional de Explotación Minera.

CAPITULO III

Programa Nacional de Legislación Minera.

CAPITULO IV

Programa Nacional de Política Social Minera.

GRUPO DE TRABAJO

Equipo de dirección:

Sierra López, J.
Ortiz Ramos, A.
Burkhalter Anel, J.

Vocales:

Borja Serrano, F.
Castelló Montori, R.
Faura Morón, J.
García de Miguel, J. M.
Iglesias Garnica, J.
Lizaur Otero, P.
Lucena Bonny, J. C.

Todo él compuesto por personal de la E. N. ADARO.

COLABORADORES

Azcárate Martín, E.
Espí Rodríguez, J. A.
García-Loygorri, A.
Gómez-Pallete, F.
Leal Echevarría, G.
Luaces Pérez, C.
Martínez Díaz, C.
Moreno de Castro, E.
Melgar Escrivá de Romaní, J.
Ortuño Aznar, G.
Vergara Schulze, A.
Ziserman, A.

PNIM. Equipo síntesis geológica, IGME.
Equipos análisis de permiso de investigación y concesiones de explotación, IGME.
Equipo proceso de datos, IGME.
Equipo documentación, TCR.
Equipo coordinación, TCR.

PNEM. Estudios monográficos.
Junta de Energía Nuclear.
Cátedra de Mineralogía, Cristalografía y Yacimientos Minerales de la Universidad Central.
Servicios Generales de la E. N. ADARO.

SUMARIO

Págs.

0. INTRODUCCIÓN ... 15

0.1 Los mapas metalogenéticos en el PNIM ... 17
0.2 Los mapas metalogenéticos en el mundo ... 18
0.3 Mapa metalogenético previsor a escala 1 : 200.000 18
0.4 Mapas metalogenéticos a escala 1 : 1.500.000 de las sustancias prioritarias ... 20

1. LOS MAPAS DE YACIMIENTOS MINERALES ... 23

1.1 Antecedentes y estado actual de desarrollo ... 25
1.2 Tipos de mapas de yacimientos minerales ... 26

1.2.1 Mapas mineros ... 26
1.2.2 Mapas de yacimientos minerales ... 26
1.2.3 Mapas metalogenéticos s. s. ... 27
1.2.4 Mapas metalogenéticos s. l. ... 27
1.2.5 Mapas previsores de mineralizaciones ... 28

1.3 Confección de los mapas ... 28

1.3.1 Elementos fundamentales de la representación ... 28
1.3.2 Mapas mineros ... 31
1.3.3 Mapas de yacimientos minerales ... 31
1.3.4 Mapas metalogenéticos s. s. ... 32
1.3.5 Mapas metalogenéticos s. l. ... 36
1.3.6 Mapas previsores ... 36

1.4 Bibliografía fundamental ... 36

2. MAPA METALOGENÉTICO DE ESPAÑA 1 : 200.000 ... 39

2.1 Objetivos y fundamentos ... 41

2.1.1 Objetivos ... 41
2.1.2 Fundamentos ... 42

2.2 Simbología ... 42

2.2.1 Fondo geológico ... 42
2.2.2 Yacimientos de indicios minerales ... 43
2.2.3 Metalotectos ... 44
2.2.4 Ejemplos ... 45

2.3 Metodología ... 48

2.3.1 Etapa previa ... 48
2.3.2 Etapa intermedia ... 69
2.3.3 Etapa final ... 69
2.3.4 Equipo ... 69

2.4 Hojas del mapa metalogenético 1 : 200.000. Ejemplos representativos de las principales regiones naturales metalíferas ... 72

2.4.1 Introducción ... 72

3. MAPAS METALOGENÉTICOS 1 : 1.500.000 DE LAS SUSTANCIAS ... 109

3.1 Objetivos y fundamentos ... 111
3.2 Metodología ... 112

3.2.1 Establecimiento de tipologías de los yacimientos de cada sustancia a escala mundial ... 112
3.2.2 Definición de las zonas, áreas y tipo metalíferos españoles ... 114
3.2.3 Confección del mapa metalogenético escala 1 : 1.500.000 de España ... 114

3.3 Los mapas metalogenéticos 1 : 1.500.000 y áreas favorables de las sustancias prioritarias ... 119

3.3.1 Aluminio ... 119
3.3.2 Azufre ... 121
3.3.3 Bismuto ... 122
3.3.4 Cinc-plomo ... 123
3.3.5 Cobre ... 127
3.3.6 Estaño ... 129
3.3.7 Flúor ... 131
3.3.8 Fosfatos ... 133
3.3.9 Hierro ... 136
3.3.10 Hulla ... 137
3.3.11 Manganeso ... 141
3.3.12 Mercurio ... 144
3.3.13 Níquel ... 146
3.3.14 Oro ... 148
3.3.15 Plata ... 150
3.3.16 Potasas ... 151
3.3.17 Sal común ... 153
3.3.18 Titanio ... 155
3.3.19 Wolframio ... 156

0. INTRODUCCION

0.1 LOS MAPAS METALOGENETICOS EN EL PNIM

Seleccionadas veintiuna sustancias de interés prioritario a la economía nacional, correspondía examinar la realidad de las posibilidades geológicas que nuestro país ofrecía a su búsqueda.

Los mapas metalogenéticos constituyen en el PNIM el instrumento encargado de precisar las áreas más favorables para la investigación y orientar sobre los criterios a seguir, sirviendo así de base a la confección de los programas sectoriales.

Hubiera sido factible confeccionar los mapa metalogenéticos referidos exclusivamente a tales sustancias prioritarias. Sin embargo, se han considerado en ellos la mayor parte de las sustancias minerales, lo que no suponía aumentar proporcionalmente la cantidad de la información a tratar, dada su común asociación, espacial y genética. Por el contrario, este tratamiento integral permitirá ofrecer, por primera vez, la infraestructura del conocimiento geológico-minero sobre nuestros suelo y subsuelo.

Así, si los factores económicos y de mercado, esencialmente fluctuables, que determinaron la actual selección de substancias, cambiaran o incluyeran otras nuevas, se podría afrontar con menos esfuerzo el problema de dónde y cómo ha de acometerse su investigación.

El cumplimiento de los objetivos propuestos con estos mapas se logra, en una primera fase, mediante la representación cartográfica, especial y destacada, de cualquier rasgo u objeto geológico (metalotecto comprobado) que manifiesta una relación, de carácter estadístico y validez general o local, con la presencia de determinados yacimientos minerales y pueda constituir, por consiguiente, una guía para su búsqueda. Los metalotectos, así como los indicios y yacimientos con ellos asociados, se representan sobre un fondo geológico especialmente preparado para ser lo más significativo posible desde un punto de vista mineralífero.

La identificación y representación de rasgos geológicos análogos (metalotectos probables y posibles), próximos a los comprobados y acompañados de indicios minerales, da carácter de previsor al mapa metalogenético.

La escala utilizada ha sido la de 1:200.000, que permite representar los metalotectos más útiles al nivel de una prospección regional y de la que se dispone de la base geológica, realizada en el seno del propio proyecto PNIM, indispensable para el examen de las relaciones entre rasgos geológicos, indicios y yacimientos minerales.

El mapa metalogenético previsor así obtenido es directamente utilizable para el planteamiento de una investigación en el área determinada. Sin embargo, requiere una elaboración complementaria para servir de base a la confección de un plan sectorial de investigación de una substancia a escala nacional, en el que se tengan que establecer prioridades entre las inversiones en las diferentes zonas metalíferas y, por consiguiente, contemplar otros factores, tales como el potencial económico relativo de cada zona, su extensión, situación geográfica, nivel de desarrollo y rendimiento económico de la metodología de investigación aplicable. Se hace preciso, en definitiva, comparar los diferentes metalotectos, a la luz de su potencial metalífero y económico.

El punto de partida elegido para iniciar tal análisis comparativo ha sido la realización de una tipología naturalista a escala mundial de los yacimientos minerales de cada sustancia prioritaria. Los tipos resultantes se establecen en virtud de características internas de orden formal, material y temporal, y metalotectos típicos comunes, calculando para cada tipo su importancia económica relativa, cifrada por el porcentaje que en el total mundial suponen sus producciones acumuladas y su volumen de reservas. Se dan también indicaciones complementarias sobre el rendimiento técnico y económico de los métodos específicos de prospección aplicables; las calidades de mineral, en relación con la mineralurgia y metalurgia, y los órdenes de cubicación y leyes de los yacimientos, según sean de interior o exterior. Se llega así al establecimiento de criterios para poder formular una prioridad entre los tipos.

Puesto que la frecuencia con que se manifiesta geológicamente un tipo de yacimiento y la intensidad de mineralización de los metalotectos y zonas metalíferas en que aparece suelen sufrir variaciones acusadas a escalas nacionales, resulta preciso efectuar un análisis análogo de los yacimientos y áreas metalíferas en explotación en nuestro país.

Las áreas y zonas metalíferas se definen a partir del mapa metalogenético 1:200.000 por la agrupación de metalotectos próximos y vinculados geológicamente, se clasifican según los tipos anteriores, registrando sus características internas y metalotectos específicos locales, y se representan adecuadamente en mapas metalogenéticos 1:1.500.000 por sustancias. De la misma manera que para los tipos mundiales se cifra para cada zona y tipo nacional su importancia económica.

De la ponderación de los criterios positivos y negativos que resultan de examinar para cada área metalífera de una determinada substancia las potencialidades económicas a escalas mundial y nacional del tipo a que pertenece, su extensión y situación geográfica, la firmeza y grado de probabilidad con que se han establecido sus metalotectos, y el rendimiento previsible de la metodología específica de investigación, debe resultar la selección de áreas favorables y el establecimiento de prioridades entre ellas.

La individualización de las zonas y áreas metalíferas se ha realizado para este informe cuando aún no se ha

completado totalmente la confección de los mapas metalogenéticos 1: 200.000, por lo que podría sufrir ligeras modificaciones en el documento definitivo.

0.2 LOS MAPAS METALOGENETICOS EN EL MUNDO

Tras una introducción y resumen, se analiza en el apartado I el desarrollo de la confección de mapas metalogenéticos en el mundo, llegándose a la conclusión de que se está ante una explosión mundial fruto de una toma de conciencia colectiva sobre la necesidad de ordenar el conocimiento de los yacimientos minerales a escala terrestre y plantear las grandes campañas de exploración sobre bases más firmes.

Como resumen de la situación actual cabe destacar, en Europa, la confección del mapa metalogenético a escala 1: 2.500.000, cuya terminación está prevista para 1972, y el mapa de yacimientos minerales de Francia a escala 1: 320.000, finalizado en 1965. En Africa se han publicado, en 1969, un mapa de yacimientos minerales a escala 1: 5.000.000, y un notable mapa de mineralizaciones de Pb y Zn de Marruecos a escala 1: 2.000.000.

De América se ha presentado, en 1970, el mapa metalogéntico a escala 1: 2.000.000, de América Central, y está prevista para 1972 la publicación de los de América del Norte, a escala 1: 5.000.000, y América del Sur, a escala 1: 2.500.000, existiendo mapas metalogenéticos nacionales de diversos países a escalas similares. También se encuentran en elaboración mapas de Asia del Sur, Extremo Oriente, Australia y Oceanía, a escala 1: 5.000.000.

Se presenta una clasificación de los tipos de mapas metalogenéticos, según tres escalas:

— Mapas a escalas menores que 1: 500.000 - 1: 1.000.000.
— Mapas a escala 1: 200.000 - 1: 25.000.
— Mapas a escalas superiores a 1: 25.000.

discutiéndose para cada una las características cartográficas que los definen y los objetivos que pueden cumplir, con especial hincapié en sus posibilidades de aplicación en investigación minera.

Tras considerar el problema de las denominaciones de estos tipos de mapas, tan diversos por sus objetivos, se pone de manifiesto que la experiencia del mapa español es nueva por su acusada proyección hacia la investigación minera y por cubrir todo un país a escala 1: 200.000.

Finalmente, se realizan sistemáticamente los grandes proyectos de mapas metalogenéticos en realización en el mundo, analizando, en relación con los objetivos del mapa español, las metodologías y leyendas utilizadas, que se ilustran con numerosas fotografías. En este sentido, se presta especial atención al mapa metalogenético de Europa, del que se adjunta una fotografía de la hoja número 4 con la leyenda en la figura 1.3-4, mapa metalogenético de América, a cuya leyenda corresponde la figura 1.2-5, mapa de yacimientos minerales de Francia y mapa de yacimientos de hierro de Europa.

0.3 MAPA METALOGENETICO PREVISOR 1 : 200.000

Objetivos y fundamentos

Se exponen cuál es la filosofía y características que debía reunir un mapa metalogenético previsor y los principios en los que habrá de basarse su sistema de representación y leyenda. Se destacan, especialmente, las dificultades de superponer en la representación un sistema a escala para el fondo geológico y un sistema simbólico para el fondo minero, la necesidad de especializar el fondo geológico de forma que sea metalogénicamente significativo, la importancia de representar adecuadamente los metalotectos. el carácter aditivo que deben tener los símbolos del fondo minero, y la conveniencia de separar claramente en la simbología los datos económicos y de laboreo de los metalogenéticos.

Simbología

Se distinguen tres tipos de leyendas y sistemas de representación que corresponden, respectivamente, a base geológica, indicios y yacimientos minerales y metalotectos.

En la base geológica (figuras 2.2-1 y 2) se utilizan los colores estratigráficos normales para representar las formaciones sedimentarias y las metafórmicas de edad conocida, y colores especiales para las rocas de metamorfismo más elevado, ígneas, plutónicas y volcánicas, distinguiendo los tipos petrográficos mediante sobreimpresiones adecuadas. Se conservan todos los contactos y rasgos estructurales simplificando unas formaciones, mediante la uniformización del color, y destacando especialmente otras por medio de sobreimpresiones litológicas básicas.

En la representación de indicios y yacimientos minerales se separan las características geológicas de las económicas y de laboreo. Las primeras constituyen un núcleo o módulo circular, de dimensión constante, mientras que las segundas se representan en una circunferencia concéntrica, pero independiente.

En el núcleo se simbolizan la morfología, elemento principal de la mena, mineralogía de mena y ganga, roca encajante y proceso genético.

En la circunferencia externa se tiene en cuenta si el yacimiento se encuentra activo o inactivo y su importancia económica, definida por el valor de las producciones acumuladas más las reservas existentes, y representada gráficamente según tres categorías. Igualmente se aprovecha la circunferencia externa para expresar características geológicas que únicamente se suelen conocer en yacimientos que han sido objeto de explotación: la distribución interna de la mineralización, su control estructural de detalle y su edad.

En la representación de los metalotectos (fig. 2.2-1 a 5) se tiene en cuenta, en primer lugar, su carácter previsor, distinguiendo metalotectos comprobados, caso en el que los yacimientos y su contexto geológico están claramente definidos y relacionados; metalotectos probables, que presentan analogía de contexto geológico, continuidad física con un metalotecto comprobado y presencia de indicios, y metalotectos posibles, que se definen por analogía de contexto geológico, rareza o ausencia de indicios, y no necesaria continuidad especial con otro comprobado o probable. Por otra parte, se considera si el metalotecto incluye físicamente a los indicios y yacimientos, o si su presencia está simplemente relacionada con ellos, en virtud de criterios estadísticos o genéticos.

Las distintas posibilidades de representación se ilustran ampliamente con ejemplos tomados de las hojas del mapa metalogenético nacional 1: 200.000.

Metodología

En este párrafo se explica la organización y sistemática seguida para la obtención y elaboración posterior de la información que figura reflejada en los mapas.

La totalidad del trabajo se considera dividida en tres etapas: previa, intermedia y final. La primera sirvió para efectuar la planificación y programación de las siguientes: La intermedia cubre el período de recopilación masiva y sistemática de datos. Durante la final, apoyándose en la

síntesis geológica fundamentalmente, se elabora de forma definitiva la información obtenida en la anterior.

Así, en la etapa previa, se describen los trabajos básicos en que se apoya toda la metodología seguida en la confección del mapa metalogenético nacional, y que comprende la división de España en sectores. La elección de las escalas de trabajo, la confección de la ficha-cuestionario, la preparación bibliográfica básica y el esquema del flujo que debe seguir la documentación.

España se ha dividido en sectores de trabajo, cada uno de los cuales está constituido por una o varias provincias. Las razones para hacerlo así son evidentes: las Secciones de Minas tienen jurisdicción provincial, la bibliografía es localizable por provincias y, finalmente, los centros regionales de investigación del IGME y ENADIMSA cubren áreas de rango casi provincial.

En definitiva, se han considerado los veintitrés sectores siguientes:

I. Galicia.
II. Asturias-León.
III. Vascongadas-Santander.
IV. Palencia-Burgos-Logroño.
V. Navarra-Zaragoza.
VI. Huesca.
VII. Cataluña.
VIII. Zamora-Valladolid.
IX. Salamanca-Avila.
X. Madrid-Toledo-Segovia.
XI. Guadalajara-Soria.
XII. Teruel-Castellón-Cuenca.
XIII. Cáceres.
XIV. Ciudad Real.
XV. Albacete-Murcia.
XVI. Valencia-Alicante.
XVII. Badajoz.
XVIII. Huelva-Cádiz-Sevilla.
XIX. Córdoba-Málaga.
XX. Jaén.
XXI. Granada-Almería.
XXII. Baleares.
XXIII. Canarias.

El IGME posee centros de investigación minera en los sectores XI, XII, XIV, XV, XVII, y ENADIMSA en los II, III, V, VIII, XVIII, XIX, XX y XXI.

Tras discutir las ventajas e inconvenientes de las diversas alternativas posibles se adoptó la escala 1: 200.000 para la presentación de las hojas del mapa metalogenético nacional, mientras que para los trabajos sistemáticos de los sectores se acordó la de 1: 50.000. Con esta diversidad de escalas se consigue una gran precisión en la situación puntual de los yacimientos en los sectores de trabajo, a la vez que permite que en la central se sintetice, agrupe o suprima bajo un solo criterio.

La ficha-cuestionario (figs. 2.3-1 a 3), documento de sistematización de la información sobre cada yacimiento, se ha concebido de manera muy completa, aún a sabiendas de la dificultad que entraña su cumplimentación total. La vigencia que se supone mantendrá el PNIM en el futuro permite abrigar la esperanza del relleno *a posteriori* de muchos apartados, hoy dejados vacíos. En síntesis, este cuestionario consta de un apartado A, en el que se recogen los datos referentes a geografía, ubicación, situación legal, fuentes de información y demás datos generales de cada indicio minero. El apartado B, denominado "Datos metalogénicos", es descriptivo de la mineralización en sí y en relación con su contexto geológico próximo. Informa sobre los elementos y especies minerales presentes, sobre sus interrelaciones e importancia relativa, sobre la morfología del cuerpo mineralizado y su situación en el espacio, sobre las guías existentes que faciliten su localización y sobre las hipótesis genéticas y de datación vigentes. Los apartados siguientes, C y D, se refieren, respectivamente, a los datos relativos al análisis de permisos de investigación y concesiones de explotación. Existe además un apartado R, que toma los datos del contexto regional y pretende conseguir un enmarque de series de yacimientos que aparezcan agrupados en unidades geológicas fácilmente identificables. Cumplimentada esta ficha se evita la repetición de los datos de que consta al tratar de cada indicio en particular.

A la vez que se trabajaba en la organización que debía regir durante el desarrollo del trabajo, se realizaba una investigación de la bibliografía minera española, de la que salieron del orden de 2.000 títulos, que se clasificaron por provincias y sustancias.

Hecha la división de España en sectores de trabajo, adoptadas las escalas de los mapas, creada la ficha-cuestionario y preparada la base documental, se acordó el problema de la organización, cuyo esquema se refleja en la figura 2.3-5, titulada "Frujo documental", que abarca el desarrollo de las tres etapas principales.

La etapa intermedia, como se ha dicho anteriormente, cubre el período de toma de datos en todas las hojas integrantes del mapa metalogenético nacional.

Las principales fuentes de información son: los conocimientos adquiridos por experiencia personal de los jefes de investigación del IGME y de ENADIMSA, responsables de sectores, bibliografía, datos legales de las Secciones de Minas (obtenidos por los equipos de análisis de permisos de investigación y concesiones) y colaboraciones de entidades o personas consideradas expertas en determinadas regiones o sustancias.

Los sectores reciben los cuestionarios, los mapas 1: 50.000 y la información bibliográfica básica. Su labor consiste en cumplimentar los cuestionarios para cada indicio y en situar éstos sobre los mapas 1: 50.000. Se pueden realizar las visitas a yacimientos que se estimen necesarias y requerir la ayuda de personal técnico de la central preparado para esta misión. La información obtenida en el sector se envía a la central, donde se analiza y archiva, hasta llegar el momento de su elaboración, es decir, de su paso, ya de acuerdo con el equipo de Síntesis Geológica, a las bases geológicas de escala 1: 200.000, adaptadas como fondos de mapas metalogenéticos. A la vez se aprovecha este intervalo para trasladar la información contenida en las fichas a tarjetas codificadas, que permiten su posterior procesamiento en ordenador.

El equipo preciso para la realización de esta labor se puede dividir en tres cuerpos. El primero lo constituye el central de Madrid, con cuatro titulados superiores. El segundo lo forman los responsables de los distintos sectores establecidos, y, por tanto, son titulados superiores adscritos al IGME y a ENADIMSA; su dedicación es parcial y su número llega a dieciocho. El tercero, llamado de auxilares volantes, cuya misión es ayudar a los responsables de cada sector en la etapa final de su trabajo, lo forman titulados superiores en número no inferior a cuatro.

La etapa final de elaboración de cada mapa metalogénico 1: 200.000 está a cargo del equipo de la central de Madrid, con el auxilio de los que han participado en la

toma de datos, de los asesores del proyecto y, naturalmente, del equipo de Síntesis Geológica, que facilita el fondo geológico correspondiente más la memoria explicativa del mismo. Efectivamente, el fundamento en el que se basa el mapa metalogenético consiste en destacar lo más claramente posible las íntimas relaciones existentes entre las mineralizaciones y el contexto geológico en que aparecen. Sólo el estudio conjunto de los dos objetos puede llevar a la definición gráfica de cada metalotecto, que, en definitiva, es lo que se pretende poner de manifiesto en los mapas para que tengan un carácter previsor.

HOJAS DEL MAPA METALOGENETICO 1 : 200.000

Ejemplos representativos de las principales regiones naturales metalíferas

De las 93 hojas que componen el Mapa Metalogenético Nacional se presentan las nueve siguientes, representativas de otras tantas regiones naturales de interés metalífero:

Hoja número		
12	Bilbao	Cordillera Cantábrica.
25	Figueras	Cordillera Pirenáica.
28	Alcañices	Región antigua Galaico-Leonesa.
22	Tudela	Valle del Ebro.
40	Daroca	Sistema Ibérico.
38	Segovia	Sistema Central.
75	Sevilla	Sierra Morena Occidental.
70	Linares	Sierra Morena Oriental.
84	Almería	Sistema Penibético.

Con ellas se ofrece una muestra de la distribución de indicios y yacimientos en el suelo nacional y de la variedad de metalotectos con los que se encuentran asociados.

Así, en la hoja 12 cabe destacar el control de los yacimientos de Fe, tipo Bilbao, por metalotectos de carácter litológico, caliza de Toucasia del Aptense, y estructural, fracturas longitudinales del gran anticlinorio de Vizcaya. Igualmente es muy sugestiva la asociación de indicios de Pb, Zn, Cu y F en relación con la prolongación estructural en tectónica de fracturas a menudo inversas, del mismo anticlinorio, hacia el sureste.

La hoja 22, Tudela, pone de manifiesto, entre otros, dos importantes metalotectos, de carácter paleogeográfico y sedimentológico uno, el Priaboniense en facies Ludense, en el que yacen los criaderos de sales potásicas, y estratigráfico y físico el otro, un nivel del Oligoceno medio, con el que se asocian en muchos kilómetros manifestaciones de Cu.

De la hoja 25, Figueras, es de interés señalar un ejemplo de cuenca hullera, el de San Juan de las Abadesas, y el destacado metalotecto estructural que supone el control de mineralizaciones filonianas de arsenopiritas auríferas según direcciones N 10° O del Paleozoico.

Una muestra muy aparente de zonalidades es la que se observa en el área nordeste de la hoja 28, Alcañices, consistente en la disposición de bandas, paralelas a la sierra de La Culebra, de mineralizaciones de manganeso, bario y turquesas. Sin olvidar el metalotecto litológico, formación granítica de Losacio, con el que se relacionan sucesivamente mineralizaciones de plomo y antimonio.

El Sistema Central está representado por la hoja 38, Segovia, prácticamente inactiva, que incluye las mineralizaciones auríferas de tipo antiguo situadas en la zona occidental de la provincia de Guadalajara, así como la peculiar variedad mineralógica que distingue al macizo granítico de Somosierra.

En la hoja 40, Daroca, representativa del Sistema Ibérico, se señalan una cuenca lignitífera en Utrillas, el metalotecto ferrífero paleozoico de Sierra Menera, así como el campo filoniano de Pb-Zn-Ba y los manganesos que aparecen desde las formaciones jurásicas hasta las terciarias más modernas.

La hoja 70 se enclava sobre el tercio oriental de sierra Morena. Dentro de la misma se localizan los distritos mineros de Linares, La Carolina, Valle de Alcudia y extremo este de Los Pedroches, que por la profusión, diversidad e importancia de sus manifestaciones filonianas representan perfectamente las peculiaridades metalogénicas de la región a que pertenecen.

Se observan en el mapa los diferentes metalotectos establecidos y sus escalas distintas de actuación. Unos de índole estructural, como la falla Roso, reflejo de un accidente profundo, en cuyas inmediaciones se alinean N 60° E las manifestaciones metalíferas al nordeste de Linares, o como la banda de cizallamiento superficial del filón Zumajo, en Pedroches. Otros metalotectos revisten caracteres mixtos, como los granitos de Linares y Santa Elena, de naturaleza litológica-estructural, o el contacto silurianocarbonífero, más bien estratigráfico-estructural.

También puede notarse en esta hoja la presencia de una aureola con Sb, rodeando al norte y oeste los centros de Linares-La Carolina, productores esencialmente de Pb-Ag o la existencia de manifestaciones de Cu o Zn radiactivos, al margen de las plumbíferas.

La zona occidental de la Sierra Morena se representa por la hoja 75, Sevilla, marco de metalotectos geotectónicos, litológicos y estratigráficos tan notables como aquellos que rigen la aparición de los famosos criaderos de piritas de hierro y cobre, sulfuros complejos y menas de manganeso.

Finalmente, la variedad minera de las cordilleras Béticas queda reflejada en la hoja 84, Almería, en la que se ve, cómo metalotectos litológicos y estructurales, dolomías del Trías y zonas de cabalgamiento controlan las mineralizaciones de galena y fluorita. Un metalotecto estratigráfico, el contacto Paleozoico-Trías, es el que marca la zona preferente donde encajan los criaderos de hierro más importantes. En cuanto a los metales preciosos de la región de Cabo de Gata aparecen en metalotectos de índole estructural-litológica-mineralógica, filones en rocas volcánicas posorogénicas, alteradas hidrotermalmente.

0.4 MAPAS METALOGENETICOS A ESCALA 1 : 1.500.000 DE LAS SUSTANCIAS PRIORITARIAS

Objetivos y fundamentos

Tras revisar los diversos objetivos propuestos en este apartado, el fundamental de los cuales es servir de puente entre los mapas metalogenéticos 1 : 200.000 y la confección de los programas de investigación de las sustancias prioritarias, se precisan los conceptos de zona metalífera y área metalífera. La primera tiene un carácter fundamentalmente geográfico, aunque debe estar incluida en una unidad geotectónica, y engloba a las diferentes áreas metalíferas. Cada una de éstas se individualiza por la agrupación de metalotectos comprobados, probables, posibles, aflorantes u ocultos, con la única condición de que no exista discontinuidad geológica notable entre ellos y correspondan a un mismo tipo de yacimiento.

Se advierte también de las inevitables limitaciones de este trabajo, no solamente por no haberse dispuesto de todas las hojas 1:200.000, sino también por la extraordinaria desigualdad de conocimiento geológico y metalogenético de las diversas zonas del país, lo que se refleja en variaciones muy acusadas de la viabilidad y precisión con que se pueden formular los metalotectos en cada una.

A continuación se analizan los diversos factores que en el momento actual pueden condicionar el interés relativo que las diferentes zonas y áreas metalíferas presenten para su investigación minera, destacándose entre otros los siguientes:

— Potencialidad económica, a escala mundial, del tipo de yacimiento característico de cada área, que es función de la dimensión económica de los yacimientos individuales y de la frecuencia con que aparecen en la corteza.

— Potencialidad económica, a escala nacional, del tipo de yacimiento, función como la anterior de la dimensión de los individuos y frecuencia con que aparecen en nuestro país.

— Intensidad de mineralización local del área, función de la dimensión económica de los yacimientos existentes en ella y de la frecuencia de indicios.

— Grado de confianza con que se puede formular la probabilidad que cada metalotecto presenta de contener yacimientos minerales de una sustancia.

— Extensión del área metalífera e incidencia relativa en ella de los metalotectos comprobados, probables, posibles, aflorantes y ocultos.

— Aspectos positivos y negativos que presentan los minerales específicos de cada área o zona en relación con su tratamiento mineralúrgico y metalúrgico.

— Factores condicionantes que provienen de la situación geográfica y geoeconómica de la zona.

— Indices de rendimiento técnico y de coste que corresponden a la metodología general y específica aplicable a la investigación minera.

— Probabilidad de éxito de las campañas de prospección basada en experiencias realizadas en áreas análogas.

— Grado de investigación minera que han sufrido el área y sus yacimientos.

Se discute la posibilidad teórica de llegar a cifrar todos estos factores para alcanzar, por una parte, una puntuación o índice de potencialidad de las diferentes áreas y zonas y, por otra, para poder precisar el grado de confianza e intervalo de confianza con que en cada una cabe esperar encontrar un yacimiento de un valor dado para una inversión determinada. En definitiva, se trataría de establecer, no solamente el orden de prioridad entre las zonas y áreas, sino también los valores mínimos de inversiones por debajo de los cuales se trabajaría con una probabilidad demasiado reducida, así como desechar aquellas inversiones en investigación que corresponden a grados de confianza e intervalos de confianza inaceptables.

Se señala este planteamiento como un camino a abordar en el futuro tomando como punto de partida la estimación semicuantitativa que para algunos de estos factores se formula e napartados ulteriores de esta monografía, completada especialmente con el adecuado tratamiento estadístico de la gran información almacenada sobre la relación entre metalotectos, indicios y yacimientos minerales.

Metodología

La metodología seguida para cada sustancia consta de dos etapas. En la primera se establece la tipología de yacimientos a escala mundial. En la segunda, se consideran, a partir del mapa metalogenético 1:200.000, las zonas y áreas metalíferas españolas, clasificándolas según los tipos anteriores. Finalmente, se representan en mapas metalogenéticos 1:1.500.000 las zonas y áreas, registrándose los factores más importantes que las caracterizan.

Para el establecimiento de los tipos de yacimientos en el mundo se ha seguido un camino que se puede denominar naturalista, en lugar de recurrir a criterios genéticos que suponen admitir hipótesis metalogénicas, a menudo demasiado especulativas, para clasificar los minerales usualmente mal conocidos. En consecuencia, se han tenido en cuenta características objetivas y observables en la prospección, tanto de la mineralización como de su contexto geológico, resultando los tipos por la simple agrupación de factores comunes. Aunque, naturalmente, tal comunidad de caracteres deba tener su origen en procesos genéticos comunes.

Así, la clasificación se basa en las columnas denominadas "Características internas de la mineralización" y "Metalotectos típicos". Los tipos y subtipos se describen por enumeración ordenada de los caracteres que los diferencian de otros, especificándose también la denominación del yacimiento más representativo y de otros notables.

A continuación se dan indicaciones sobre la metodología de investigación, distinguiéndose las escalas de prospección regional y estimación, y señalando para cada método una estimación de su rendimento e investigación, expresado de uno a tres, y de su coste de aplicación, valorado análogamente.

En la última columna, "Características económicas y mineras", se registra, en primer lugar, si existe algún condicionamiento en las menas de tipo físico o mineralógico que pueda influir en su tratamiento mineralúrgico y metalúrgico. Las tres subcolumnas siguientes pretenden caracterizar el mineral señalando, tanto para producciones de interior como de exterior, los órdenes de cubicación, leyes y producciones anuales usuales en el mundo. La última subcolumna, "Importancia económica", se cifra, según los datos disponibles, en porcentajes del total de producciones acumuladas y reservas o del valor de la producción anual.

En resumen, con estos datos se trata, por una parte, de tipificar los yacimientos y áreas españolas, orientando sobre la metodología de investigación a seguir y la calidad mineralúrgica y metalúrgica de las menas; por otra parte, se facilita una base de comparación, tanto para juzgar la dimensión de yacimentos españoles, o, lo que es lo mismo, la intensidad de mineralización nacional, como para estimar el orden de importancia de los yacimientos que cabe descubrir; finalmente, se aporta un dato de tanto interés como la potencialidad económica de un tipo de yacimiento.

La caracterización de las zonas y áreas metalíferas españolas se presentan en un cuadro muy similar al anterior. Se conserva la misma organización de las columnas centrales, que ahora recogerán datos específicos de los tipos españoles y suministrarán nuevos metalotectos y criterios de prospección de valor regional o local. Las diferentes zonas metalíferas y áreas metalíferas, con indicación de su extensión, quedan clasificadas por el tipo a que pertenecen, estableciéndose así el nexo con el cuadro anterior y con las conclusiones que de él se deducen.

Dentro de la columna de "Metalotectos específicos" se ha añadido una subcolumna en la que, con una va-

loración de la tercera, se pretende juzgar sobre el rendimiento global que en la prospección puedan tener los metalotectos específicos.

La columna de "Características económicas y mineras" permite corregir a escala nacional las conclusiones recogidas en la columna correspondiente del cuadro de tipología mundial.

En definitiva, entre ambos cuadros se facilita una estimación orientativa de algunos de los factores que condicionan el interés de investigación de una zona o área.

Por otra parte, las zonas y áreas metalíferas se representan en los mapas metalogenéticos 1: 500.000 por sustancias.

De nuevo cabe distinguir en la leyenda el fondo geológico del minero o yacimentológico. El primero es realmente un fondo geotectónico de Europa de 1962, simplificándole en algunos aspectos y añadiéndole, según las sustancias, rasgos geológicos, representables a escala 1: 1.500.000 y de claro significado metalogenético.

Por lo que se refiere al fondo minero, el objeto fundamental de la representación es el área metalífera; su tipo e importancia mundial relativa quedan expresados por el color de los límites, mientras que el grosor de estas líneas marca la importancia económica del tipo a escala nacional. La importancia económica del área en sí viene indicada por el tamaño de las letras de los términos geográficos con que se denominan.

Las áreas según su extensión o la disponibilidad que se ha tenido al trasponerlas a partir de los mapas metalogenéticos 1: 200.000, se cartografían a escala o se representan simbólicamente por círculos.

El hecho de que las líneas de contorno sean continuas, a trazos o puntos, representan la existencia de metalotectos comprobados, probables y posibles dentro del área. El tipo de metalotectos, de acuerdo con su naturaleza, se expresa a escala o simbólicamente. Se incluyen también los yacimientos e indicios más importantes.

Por las limitaciones impuestas en su confección, a las que se ha hecho referencia, estos mapas metalogenéticos 1: 1.500.000 deben considerarse como provisionales.

Mapas metalogenéticos 1:1.500.000 de las sustancias prioritarias

Consta este apartado de otros 20, que se refieren sucesivamente a las sustancias de interés prioritario: aluminio, azufre, bismuto, cinc, cobre, estaño, flúor, fosfato, hierro, hulla, manganeso, mercurio, níquel, oro, plata, plomo, potasa, sal gema, titanio y wolframio.

Para cada sustancia se presenta, en primer lugar, el cuadro de la tipología mundial acompañado de una nota explicativa en la que se comentan los criterios de la clasificación, sus aspectos dudosos, la correspondencia general entre tipos y procesos genéticos, las consecuencias que se deducen sobre la metodología de prospección y condicionamientos tecnológicos y, finalmente, el futuro económico previsible de los yacimientos más importantes. La nota termina con una selección bibliográfica.

A continuación se considera el cuadro de zonas y mapas de la sustancia en España, que se discuten en relación con los problemas planteados para definir las áreas metalíferas, la claridad y rendimiento en investigación de los metalotectos específicos y las características económicas y mineras.

I. LOS MAPAS DE YACIMIENTOS MINERALES

1.1 ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DE DESARROLLO

Como señala Laffite, tras una serie de intentos realizados en el pasado, que cristalizaron en el Mapa de Minerales Industriales de Francia, de Caillaud, en 1875, y en el Mapa Metalogenético de Italia, de Launay, en 1912, el estudio científico de los yacimientos minerales no se desarrolló en el sentido de su cartografía geológica. Los metalogenetistas dedicaron sus esfuerzos, fundamentalmente, a la concepción de teorías sobre los procesos generales de formación de las mineralizaciones.

Sin considerar los mapas que registran los yacimientos minerales desde el punto de vista exclusivo de su situación y valor económico, existe un lapso de tiempo sin que se aborde el problema de la cartografía metalogenética, hasta que en la década de los 40 los investigadores rusos se enfrentan con el estudio e investigación minera de grandes áreas.

Tras las concepciones metalogenéticas de Bilibin, suficientemente elaboradas a finales de 1949, un equipo de geólogos del VSEGEI (Instituto Pansoviético de Investigaciones Geológicas) confeccionó mapas metalogenéticos a escalas de 1: 1.000.000 a 1: 1.500.000 de diversas regiones de Rusia, entre 1947 y 1951. Posteriormente, diversos organismos acometieron este trabajo a escalas mayores, hasta 1: 500.000 y 1: 200.000.

Los resultados de estas investigaciones fueron presentados por Dvortzova y Goretztkaia en 1956 en el XX Congreso Geológico Internacional de Méjico. Por esa época, son dignos de destacar también los trabajos de cartografía metalogénica del francés J. Agard sobre Marruecos.

En ese mismo Congreso de Méjico, la Comisión del Mapa Geológico del Mundo, presidida entonces por el desaparecido Blondel, decidió la formación de la Subcomisión del Mapa Metalogenético del Mundo. Diversos países presentaron mapas metalogenéticos en el Congreso de 1960 en Copenhague, en el que se acordó acometer la confección del Mapa Metalogenético de Europa, a escala 1: 2.500.000, bajo la dirección de P. Laffite. Cabe destacar el Mapa de Yacimientos Minerales de Francia a escala 1: 320.000 (P. Laffitte y F. Permingeat, 1960), cuyas 14 hojas se publicaron entre 1960 y 1964.

Desde entonces se asiste a un fenómeno de explosión mundial en la realización de estos mapas, fruto, sin duda, de una toma de conciencia colectiva sobre la necesidad de ordenar, a escala terrestre, el conocimiento de los yacimientos minerales. Ordenación que es imperiosa, con el triple objeto de poder inventariar las reservas y recursos, de apoyar las teorías metalogenéticas sobre un número suficiente de datos y de plantear las investigaciones mineras a partir de bases más científicas.

De las reuniones celebradas en Guatemala, en diciembre de 1969, por el Comité del Mapa Metalogenético de América del Norte y Central, y en marzo de 1970, en París, por la Subcomisión del Mapa Metalogenético del Mundo, se desprende el resumen siguiente sobre los grandes proyectos recientes o en realización a escalas nacionales o continentales.

EUROPA

- Carte Métallogénique Internationale de l'Europe 1: 2.500.000. Consta de 9 hojas y se publica conjuntamente por el B.R.G.M. y la UNESCO, bajo la coordinación de P. Laffitte.
  Han aparecido ya las hojas 1, Aberdeen, y 4, París. En 1970 la 6, Moscú, estando previsto terminar la publicación de las restantes en 1972.
- Carte International des gisements de Fer de l'Europe 1: 2.500.000. Consta de 16 hojas y se publica por el B. f. B. (Bundesanstalt für Bodenforschung). En 1970 las hojas 10, Berna, y 9, Madrid. El resto de las hojas estarán prácticamente terminadas para 1972.
- Carte Internationale des Dépôts Houillers 1: 2.500.000. Consta de 16 hojas y se publica por la Academia de Ciencias de la URSS.
- A escalas nacionales existen numerosos mapas de Rusia, Austria, Hungría, Checoslovaquia y Francia, entre otros, sin olvidar en España los efectuados por el I.G.M.E., los mapas: metalogenético de Fe y carbón a 1: 2.500.000.

AFRICA

- Carte Minerale de l'Afrique 1: 10.000.000. Se ha publicado en 1969 conjuntamente por la UNESCO y la ASGA (Asociación de Servicios Geológicos Africanos), bajo la coordinación de J. Lombard.
- Carte des Mineralisations Plombozincifères du Maroc 1: 2.000.000. Se ha publicado en 1969 por el Servicio Geológico de Marruecos, siendo el responsable A. Emberger.

AMÉRICA

- Mapa Metalogenético de América Central 1: 2.000.000. Publicado en 1970 por el ICAITI (Instituto Central Americano de Investigación y Tecnología Industrial), bajo la dirección de G. Dengo, E. Levy y O. Bohnenberger.
- Mineral Deposits of Canada 1: 5.000.000. Fue publicado en 1968 por el Geological Survey of Canada.
- Metallogenic Map of North America at 1: 5.000.000.

Será publicado antes de 1972 por el IUGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos), bajo la dirección de P. Guild.

— Perú. Mapa Metalogenético 1: 1.000.000. Publicado por la Sociedad Nacional de Minería y Petróleo en 1969.

— Mapa Metalogenético de América del Sur 1: 2.500.000. Será publicado en 4 hojas bajo la coordinación de C. Ruiz Fuller. Se espera tener un primer bosquejo en 1972, contándose ya con mapas de Perú (1:5.000.000), Venezuela (1: 2.500.000), Argentina (1:2.500.000), Guayana Francesa (1: 2.000.000), Surinam (1: 2.000.000), NE del Brasil (1: 10.000.000), Colombia (1: 2.500.000) y Chile (1: 2.500.000).

ASIA

— Carte des Gisements Mineraux de l'Asie du Sud Est et de l'Extrème Orient. Se publicó este mapa por el Servicio Geológico del Japón en 1963, preparándose actualmente una nueva edición.

— Carte Métallogénique de l'Asie du Sud Est et de l'Extrème Orient 1: 5.000.000. Se trabaja actualmente en este mapa, bajo la coordinación del Servicio Geológico del Japón, sin que todavía esté prevista una fecha de publicación.

AUSTRALIA Y OCEANÍA

— Metallogenic Map of Australia 1: 5.000.000. Se publicó en 1971 por el Bureau of Mineral Resources.

— Mineral Map of New South Wales 1: 3.000.000. Publicado en 1962.

— Tasmania Mineral Resources Maps A y B 1: 1.000.000. Se refieren a yacimentos filonianos y aluviales el mapa A, y a yacimientos estratiformes y residuales el mapa B. Publicados en 1968.

— Mineral Deposits Map of Victoria 1: 1.000.000. Se encuentra en preparación y será publicado por el Depart. of Mines de Melbourne.

Tras esta revisión, necesariamente incompleta, de mapas continentales y nacionales, caben señalar a escala mundial dos mapas:

— Bases de la Metalogenia de los Continentes. Consta de 4 hojas a escala 1: 22.000.000 y fue editado en ruso, en 1959, por la Academia de Ciencias de Armenia, siendo su autor I. G. Magakian.

— Carte Minère du Globe Sur Fonde Tectonique au 1: 20.000.000. Consta de dos mapas que se refieren a: Au, Ba, Co, Cr, Cu, diamante, F, Hg, Mo, Ni, Pb + Zn + Ag, Pt, Sn, U y W, el primero, y a Al, asbestos, B_2O_3, Fe, BeO, K_2O, Li_2O, magnesita, Mn, $(Nb, Ta)_2 \cdot Os$, P_2O_5, S, talco, TiO_2, V y Zn el segundo. Fueron editados por el B. R G. M. en 1964 y 1965, y son sus autores P. Laffitte y P. Rouveyrol.

1.2 TIPOS DE MAPAS DE YACIMIENTOS MINERALES

Existe una gran diversidad de mapas que se refieren a yacimientos minerales y que, por otra parte, reciben denominaciones muy diferentes. La realidad es que, en general, los objetivos de los diferentes tipos no están suficientemente precisados ni, en consecuencia, se han llegado a sistematizar la representación y denominaciones.

Los elementos a representar dependen de los objetivos propuestos al mapa, así como de las posibilidades reales de cartografiarlos, en cada caso, a escala o de forma simbólica. La escala influye de manera definitiva, cuantitativamente, limitando los elementos, y cualitativamente condicionando su selección, pues es bien sabido que aunque muchos fenómenos y objetos geológicos se manifiestan, de una forma u otra, en un amplio intervalo de dimensiones, existe siempre una escala a la que el fenómeno u objeto resulta especialmente perceptible a la observación y, en consecuencia, expresable en la representación.

En la selección anterior influyen también las características geológicas peculiares de la zona a representar y el nivel de conocimientos, siempre tan variable, que se tenga de ella. Finalmente, como se señalará más adelante, a la subjetividad que supone hacer una selección en algunos mapas habrá que añadir nuevos márgenes de estimación personal: el de las interpretaciones genéticas y el de las relaciones entre rasgos geológicos y yacimientos, cuya frecuencia no se formula estadísticamente.

A pesar de las limitaciones anteriores, se pueden considerar varios tipos de mapas, según los objetivos fundamentales que persiguen.

1.2.1 MAPAS MINEROS

Su objetivo fundamental es mostrar la distribución geoeconómica de las sustancias minerales, indicando cuáles son los centros productores, minas activas e inactivas, valor de las producciones, sustancia principal y subproductos, e incluso datos sobre la infraestructura local de servicios.

Normalmente basta con que estos mapas lleven un fondo topográfico. Si además se les pone un fondo geológico, se les podrá denominar: Mapas Geológicos y Mineros. A este último tipo pertenece el Mapa Minero de España 1: 1.000.000.

1.2.2 MAPAS DE YACIMIENTOS MINERALES

Su fin primordial es mostrar de manera objetiva el mayor número posible de características internas (morfología, cubicación, ley, mineralogía, química, etc.) y algunas del contexto geológico (p. ej., rocas encajantes) de los yacimentos minerales, activos e inactivos, e indicios. Constituyen, en definitiva, un verdadero archivo gráfico de datos sobre las mineralizaciones. Por este mismo carácter, deberían llevar una base geográfica lo más detallada posible según la escala, que permita fácilmente su localización.

En atención al objetivo fundamental fijado para estos mapas, no tendrían por qué ir acompañados de un fondo geológico. Sin embargo, no hay que olvidar que, además de su papel de inventario, van a ser uno de los elementos básicos para la confección de los mapas metalogenéticos s. s. y de los mapas geológicos de yacimientos minerales. En efecto, éstos surgirán de la comparación de mapas geológicos normales y mapas de yacimientos minerales. Por ello es frecuente que se incluya un fondo geológico en los mapas de yacimientos minerales, que entonces podrían denominarse: mapas geológicos y de yacimientos minerales, o mapas de yacimientos minerales sobre fondo geológico.

Esta manera de proceder, si bien es cierto que enriquece los mapas de yacimientos minerales desde el punto de vista de su objetivo de inventario, no les mejora para las citadas aplicaciones a la confección de otros mapas. La simbolización de las características de los yacimientos e indicios obliga, con vistas a la mayor claridad del mapa, a una simplificación general del fondo geológico, y, por

el contrario, la concepción de mapas metalogenéticos y mapas geológicos de yacimientos minerales exige la comparación entre mapas geológicos, lo más detallados posible, y mapas de yacimientos minerales. En definitiva, la forma ideal de realizarlo será disponiendo del mapa de yacimientos minerales en papel transparente a superponer sobre el mapa geológico.

El mapa de yacimientos minerales de Francia 1: 320.000 constituye un ejemplo muy completo de mapa de este tipo sobre fondo geológico, aunque, como se indicará más adelante, el grado de especialización de este último supone ya un tránsito hacia un mapa geológico de yacimientos minerales.

1.2.3 MAPAS METALOGENETICOS S. S.

Ateniéndose, en sentido estricto, a la etimología, los mapas metalogenéticos deben mostrar la génesis de los yacimientos minerales. Es decir, si la aparición de una concentración mineral supone la movilización de un fluido o vehículo mineralizador en un ámbito general que ha de discurrir por un ámbito de transporte, para alcanzar un ámbito de constitución o deposición donde se forma físicamente el yacimiento, es necesario expresar en el mapa la relación de la mineralización con esos ámbitos, caracterizando en el espacio los elementos geológicos que los definen y situando en el tiempo, en la historia geológica y metalogenética los fenómenos que tuvieron lugar; todavía, desde un punto de vista ideal, habría que tener en cuenta la tercera dimensión de Amstuzt: la de los cambios de composición y equilibrio fisicoquímico que sufrió el sistema mineralizador.

Aun prescindiendo de esta última condición y tomando como definición de estos mapas la expresada concisamente por Routhier (1963): "Carte qui, en regroupant et en interprétant de nombreuses données, tend à mettre en évidence les lois de distribution des concentrations de substances minérales par rapport au cadre-spatio-temporel", su realización es extremadamente difícil en la práctica, por cuanto supone de conocimiento profundo de la historia geológica y metalogenética de una zona.

Es de interés en este sentido transcribir las premisas que Dvortzova y Goretztkaya (1956), de la escuela rusa que concibió los mapas metalogenéticos, imponían a su realización: "Para el establecimiento del mapa metalogenético se utilizan mapas geológicos y paleogeográficos, mapas de sustancias minerales útiles, mapas de desmuestres de minerales pesados y mapas de desmuestres geoquímicos, así como mapas hidrogeológicos y datos de investigaciones geofísicas y bioquímicas. Además, es necesario efectuar trabajos especiales sobre el terreno. Cuanto más detallado y mejor establecido sea el mapa geológico, mejor será el mapa metalogenético que se podrá establecer a la misma escala".

"Una estratigrafía insuficientemente detallada de ciertos sectores, un débil conocimiento de las rocas magmáticas y en particular de las intrusivas (épocas de formación, composición, individualización de complejos ígneos), la ausencia de clasificación de pliegues y en particular de fracturas, hacen más difícil y más complejo el establecimiento de mapas metalogenéticos. Hace falta, entonces, detallar previamente los mapas geológicos existentes por trabajos suplementarios en el campo."

"En principio, no debe realizarse un mapa metalogenético si no se dispone de una base geológica suficiente."

Esta conclusión, por rígida que pueda parecer, es insoslayable en relación con la confección de auténticos mapas metalogenéticos, explica su rareza y justifica que su planteamiento a escalas grandes (1: 500.000 o mayores) y aplicado a extensiones nacionales, salvo en países de un elevadísimo nivel de infraestructura geológica, sea una utopía.

Aun en el caso de zonas bien conocidas, se trata en la mayoría de los casos de un trabajo fundamentalmente interpretativo. Así concluye J. Agard, uno de los pioneros de estos mapas: "Il est donc nécessaire d'invoquer una hypothèse génétique pour chaque gîte, ce qui n'est pas toujours facile. Même si l'on s'en tient aux gîtes bien connus, il n'est pas toujours possible de conclure quant à leur origine d'après les éléments observables. Ce sont donc des cartes interprétatives qui peuvent être modifiées au fur et à mesure de la connaissance des gîtes et de celle de la science métallogénique". En el mismo sentido se pronuncian R. Sirois y J. Dugas (1966): "The final steps, which imply the reconstitution of past geological events, will necessitate the dating of intrusions, facults and other tectonic features... Metallogenic maps strictly are a result of interpretative work. It therefore follows that they are subject to changes as more data become available. It follows also that no two geologists, given the same legend, will produce indentical maps".

Afortunadamente, las dificultades que presenta la confección de estos mapas se aminoran progresivamente al disminuir la escala, que, al hacerse pequeña (menor de 1: 1.000.000), únicamente permite establecer relaciones de espacio y tiempo entre los grandes acontecimientos geológicos y las manifestaciones mineralíferas. En este sentido, cabe destacar el planteamiento del Mapa Metalogenético de Europa 1: 2.500.000.

Lo hasta aquí expresado se ha referido a mapas metalogenéticos en los que se han considerado todas las sustancias. Confeccionar un mapa de una sustancia determinada es factible y sin duda permitirá una representación de mayor número de elementos, pero requiere un análisis análogo de toda la historia geológica y metalogenética, por cuanto los procesos mineralizadores no se individualizan por elementos, sino que, todo lo más, se caracterizan en tiempo y espacio por determinadas asociaciones geoquímicas.

1.2.4 MAPAS METALOGENETICOS S. L.

Si la determinación de la génesis es el objetivo fundamental de la Metalogenia y el más profundo y distante, el hecho es que este término fue definido por De Launay para referirse al estudio de los yacimientos minerales en general y no exclusivamente a sus génesis. Comprende, por consiguiente, otros objetivos más próximos, cuales son las relaciones observables entre el yacimiento y su medio geológico, susceptibles de ser expresados en mapas, que serán mapas metalogenéticos en sentido amplio.

El concepto de génesis de los yacimientos minerales y, en consecuencia, el de Metalogenia, había venido degenerando para reducirse cada vez más a los aspectos fisicoquímicos y mineralógicos de la constitución de la concentración mineral en la última etapa de la historia geológica y metalogénica del yacimiento. La reacción ante esta desviación se viene dejando sentir en los últimos años impulsada por profesores de diferentes escuelas europeas (Routhier, Amstuzt, Lombard), con un enfoque más naturalista y descriptivo, consistente en analizar simultáneamente la concentración mineral y el medio geológico, tratando de poner de manifiesto características y relaciones, objetivas y observables entre ambos. Y ello indepen-

dientemente de que tales relaciones encajen o no en hipótesis genéticas apriorísticas y rígidas.

Esta postura no supone desprecio alguno de la preocupación genética, sino simplemente dejarla latente, de forma transitoria, mientras se acumulan más datos objetivos que, sin duda, permitirán nuevas formulaciones, enriquecidas y fortalecidas por la propia Naturaleza, de las hipótesis genéticas.

Reflejando ese espíritu innovador de la geología minera, se ha extendido en Francia el término de "gîtologie", de etimología no generalizable, como lamenta J. Lombard (1961): " 'gîtologie' ou de tout autre ayant la même signification, mais de meilleure consonnance et plus facile à traduire en anglais. Le mot allemand 'Lagerstättenkunde' (littéralement: science des gîtes minéraux) répond exactement à ce que voudraient introduire les inventeurs de la 'gîtologie'; c'est-à-dire une science des caractères observables de gîsements, abstraction faite de toute hypothèse génétique". En castellano habría que buscar un término comparable entre algunos como "Yacimentología mineral", "Yacimentogeología mineral" o simplemente "Geología de yacimientos minerales".

En resumen, el objetivo de los mapas metalogenéticos s. l., o mapas geológicos de yacimientos minerales, sería mostrar las relaciones entre el yacimiento y su medio. No resultará necesario, en consecuencia, dar gran importancia a la simbolización del tipo genético supuesto al yacimiento, aunque se podrá añadir como signo accesorio.

La concepción del mapa exigirá, como ya se ha señalado, un examen cuidadoso de los mapas geológicos y de yacimientos minerales. Se tratará de representar con el mayor detalle la geología de las zonas metalíferas, poniendo de manifesto cuantos rasgos físicos, litológicos, estratigráficos, estructurales, paleogeográficos y sedimentológicos pueden tener relación con las mineralizaciones. Los yacimientos e indicios deberán representarse de forma que no oculten el fondo geológico y puedan resaltar las relaciones buscadas.

El mapa tendrá necesariamente, cuanto menor sea la escala, mayor grado de interpretación y parcialidad, al obligar a una selección de rasgos geológicos, pero la representación será siempre objetiva. Constituirá una base magnífica para pensar en la posible génesis de los yacimientos, y en este sentido tales mapas suponen un paso hacia los metalogenéticos s. s.

Los mapas de Africa a 1: 10.000.000 y de mineralizaciones Pb y Zn de Marruecos 1: 2.000.000 son ejemplos de este tipo, a escalas pequeñas.

1.2.5 MAPAS PREVISORES DE MINERALIZACIONES

El objetivo de estos mapas es señalar las áreas más favorables desde el punto de vista geológico para la presencia de mineralizaciones. Su aplicación fundamental es, por consiguiente, el planteamiento metódico de investigaciones mineras.

Deben surgir directamente de la contemplación de los mapas metalogenéticos s. s. o de los mapas geológicos de yacimientos. En el primer caso, reconociendo áreas donde se dan condiciones geológicas, teóricas, aptas para la formación de yacimientos minerales. En el segundo, el más normal, señalando áreas nuevas por analogía de contexto geológico con otras en las que se conoce la existencia de mineralizaciones. En definitiva, la frecuencia con que se haya observado la relación entre determinadas mineralizaciones y un rasgo geológico, se convierte en la probabilidad de su repetición en otra zona geológicamente análoga. Es, con una sistemática y expresión científica, el método que espontáneamente, a veces de forma subconsciente, ha utilizado siempre el prospector.

En sí, desde un punto de vista puramente geológico, el mapa previsor no debe constituir un documento nuevo, a menos que para el establecimiento de comparaciones y prioridades entre las áreas posibles se ponderen otros criterios de orden social, económico, geográfico o de infraestructura de servicios.

Así, los mapas previsores serán necesariamente de concepción y escala muy variadas, según que vayan aplicados a la prospección de una sustancia o de una zona; que se realicen a nivel de una investigación a escala nacional, de una prospección regional, de una estimación del potencial minero de un área de interés o de la continuidad de la mineralización en un yacimiento determinado; que se trate de una zona virgen o con antecedentes mineros; el grado de conocimiento geológico que se tenga de ella, y tipo de mineralización buscada; en fin, de que se consideren o no factores de orden social, económico, geográfico o de infraestructura, y carácter nacional o local.

En cualquier caso, se tratará siempre de delimitar las zonas a investigar, por la existencia de los rasgos geológicos relacionados con la mineralización, poniendo de manifiesto su posible continuación en profundidad, y consiguiente existencia de yacimientos ocultos, y formulando, al menos orientativamente en términos de probable y posible, el interés de la zona.

Los mapas previsores presentan siempre un valor muy transitorio, por cuanto surgen de una interpretación de los conocimientos en un momento dado y porque consideran la influencia circunstancial de factores esencialmente fluctuables.

Finalmente, cabe señalar con J. Lombard que, salvo en casos extremos, especialmente a escalas nacionales, el que realiza el mapa debe añadir a la labor de gabinete la de reconocimiento en el campo: "It is still a good idea to get around and look at things in the field...", escribía con razón T. M. Broderick (1949).

1.3 CONFECCION DE LOS MAPAS

Se señalan en este apartado los elementos fundamentales representados y su importancia en los diferentes tipos, ilustrándose con ejemplos.

1.3.1 ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE LA REPRESENTACION

De los elementos que se analizan a continuación, unos, fondo geográfico y topográfico, fondo geotectónico y fondo geológico, son normales en diversos tipos de mapas, mientras que otros, metalotectos, mineralizaciones, áreas y zonas metalíferas, son específicos de los de yacimientos minerales.

1.3.1.1 **Fondo geográfico y topográfico**

Presenta una importancia general diversa, según los tipos de mapas, y progresiva a medida que la escala se hace mayor.

La localización precisa de yacimientos, incluso mediante coordenadas, es muy importante en los mapas mineros y de yacimientos minerales. Los nombres geográficos, por el ascendiente minero de mucha toponimia, no se deben despreciar, especialmente en relación con mapas previso-

res de grandes escalas. Igualmente son conocidas las implicaciones geológicas, y en algunos casos metalogenéticas, de la morfología, por lo que los sistemas montañosos, mesetas y otros rasgos del relieve deben recibir la consideración que permita la escala en todos los mapas que lleven un fondo geológico, así como en los mineros, por los condicionamientos que presentan a la accesibilidad a las explotaciones e indicios. Análogos razonamientos se pueden aplicar a la red hidrográfica, con la particularidad de su especial trascendencia en relación con la localización de yacimientos detríticos de tipo placer y el planteamiento y expresión de datos correspondientes a prospecciones y anomalías geoquímicas.

1.3.1.2 Fondo geotectónico

Se utiliza a escalas pequeñas, menores en general de 1:500.000, para los mapas metalogenéticos s. s. y s. l., aunque se añade con frecuencia al resto de los mapas. Se trata, en la mayoría de los casos, de simplificaciones y ampliaciones de los correspondientes mapas tectónicos a escalas nacionales o continentales.

Por lo que se refiere a Europa, se suele partir del Mapa Tectónico de Europa 1:2.500.000, publicado en 1963 por la Subcomisión del Mapa Tectónico del Mundo, a través de la Academia de Ciencias de Rusia, en 20 hojas. Se prepara actualmente una segunda edición de este mapa.

Los elementos a representar son los usuales. Se separan las diversas regiones de plegamientos con indicación, en el antiguo Mapa Tectónico de Europa, de miogeosinclinales, eugeosinclinales y prefosas, poniéndose de manifiesto en cada una las diferentes etapas estructurales, inferior, media y superior. Las rocas intrusivas se sitúan en su contexto espacial y temporal.

Igual consideración reciben las zonas de plataforma, en las que se especifican la edad orogénica de su zócalo y la profundidad probable a que se encuentra, cuando no supera unos pocos miles de metros.

Se indican también las facies rocosas fundamentales, volcánicas y terrígenas, y el metamorfismo. Finalmente, se exponen los signos estructurales, con especial distinción de las estructuras de cabalgamiento. Es de gran interés, como se pone de manifiesto en el Mapa Tectónico de los Estados Unidos, la representación de las curvas de nivel de algunas formaciones, obtenidas, en general, a partir de datos geofísicos y sondeos, pues ilustran la tercera dimensión, tan importante en todo lo que a tectónica se refiere.

1.3.1.3 Fondo geológico

Constituye normalmente el fondo fundamental para los mapas metalogenéticos s. s. y s. l. a escalas superiores a 1:1.000.000, añadiéndose por lo general a los otros tipos de mapas.

Como cualquier rasgo litológico (ígneo, sedimentario o metamórfico), estratigráfico, estructural, paleogeográfico y sedimentológico puede ser, en un momento dado, significativo en relación con los yacimientos minerales, cabe tenga representación en los correspondientes mapas. Se cartografiará a escala o simbólicamente una selección de rasgos geológicos que sea la que mejor defina la zona metalífera y cuya representación resulte compatible con la de mineralizaciones, sin que el mapa pierda la necesaria claridad.

1.3.1.4 Metalotectos

Por su oportunidad, y por estar en la línea de pensamiento que se ha señalado al definir los objetivos de los mapas metalogenéticos s. l., constituye un concepto de extrema utilidad, tanto para la cartografía metalogenética como para su aplicación a la investigación minera.

Definición

Son los autores de este concepto y neologismo P. Laffitte, F. Permingeat y P. Routhier (1965), que propusieron: "Donner le nom de métallotecte (du grec metalleion = mine et tecton = constructeur), à tout objet géologique lié à la tectonique, au magmatisme, au métamorphisme, à la lithologie, à la géochimie, à la paléoclimatologie, etc., qui semble favoriser l'édification d'un gîsement ou d'une concentration minérale et qui, par conséquent, est chois, lors des travaux de cartographie métallogénique, pour figurer sur la carte et entrer dans la légende". Posteriormente, P. Routhier (1963) ha señalado la conveniencia de cambiar en esta definición "favoriser" por "contribuer à". Es decir, que por metalotecto debe entenderse cualquier objeto geológico que parezca contribuir a la existencia de un yacimiento mineral. Como se justificará más adelante, a esta definición todavía se le puede dar un carácter más amplio considerando como metalotectos cualquier objeto geológico que parezca estar de alguna manera relacionado con la presencia de una mineralización.

Concepto

Los autores precisan que el metalotecto hay que situarlo en el campo de los objetos, en contraposición con el campo de las ideas, y que en consecuencia su definición física pertenece al dominio de las ciencias geológicas y geográficas. Solamente entra en el campo de las ideas, y de las hipótesis científicas, en tanto en cuanto se le estudia en sus relaciones probables con esos otros objetos geológicos que son las concentraciones minerales.

Se puede argüir que el término establecido "control de la mineralización" tiene ese significado, pero conviene señalar, además de las ventajas de una sola palabra de etimología pura, que en su acepción, al menos científica, es un anglicismo que supone, en general, una vinculación más rígida con el yacimiento y lleva a menudo implícitamente una generalización regional.

Respecto a la manera de atribuir el carácter de metalotecto a un objeto geológico, existen posiciones conflictivas entre los investigadores según se considere que los metalotectos se pueden formular en base a criterios estadísticos exclusivamente o también partiendo de hipótesis genéticas. Es probable que gran parte de la utilidad del concepto de metalotecto se perdiera al conferir a un objeto geológico el carácter de metalotecto en un caso aislado, porque encuadre en una supuesta hipótesis genética. El metalotecto debe formularse en cada caso, de una forma desapasionada y objetiva, en virtud de la observación de una frecuente asociación entre la existencia de una mineralización y un determinado objeto geológico, aunque no se sepa explicar el eslabón que pueda unirles en la historia genética. Asociación que hay que poner en cada ocasión de manifiesto a escala local, regional, nacional o mundial. En este sentido se aplica en el Mapa Metalogenético 1:200.000 de España.

De aquí el interés de considerar metalotectos probables y posibles para referirse a aquellos objetos geológicos cuyo valor metalotéctico no está comprobado a escala local,

pero sí se ha observado en zonas próximas o en virtud de correlaciones de carácter mundial.

Lo que sí suministran los metalotectos, en relación con la génesis, es una base seria para, tratando de desentrañar la causa de la relación metalotécnica, construir las teorías metalogenéticas.

Se ha señalado por P. Routhier (1963) que así como el metalotecto constituye siempre una guía hacia la mineralización, no en todos los casos una guía corresponde a un metalotecto. En este sentido cita el siguiente ejemplo explicativo. "Par exemple un haut-fond paléogéographique est métallotecte pour un gisement stratiforme de plomb-zinc. Plus tard ce haut-fond peut être exalté en un horst (cas de la région de Melle, dans le détroit pitevin, ou des Malines, en France) ou inversé en un fossé (cas de la région de Touissit-Bou Beker, Maroc). Les failles limitant ce horst ou ce fossé sont des guides structuraux d'une valeur incontestable pour la recherche minière; elles trahissent le métallotecte mais ne se confondent pas avec lui". Parece ésta una limitación innecesaria y peligrosa que llevaría a no poder definir un metalotecto hasta que no se hubiera esclarecido el proceso de formación del yacimiento.

En efecto, en grados de conocimiento inferiores al del ejemplo citado, pero de contexto similar, podría pensarse en un principo, también desde un punto de vista genético, que se trata de mineralizaciones epigenéticas producidas por fluidos mineralizadores alimentados por tales fallas. Se daría así la paradoja de que mientras se sostuviese la hipótesis genética equivocada se podrían considerar metalotectos a las fallas. Por otra parte, en relación con la etimología, no molesta considerarlas metalotectos, pues actualmente son elementos de la arquitectura geológica en la que se encuentra ubicado el yacimiento.

En resumen, a un metalotecto dado se puede llegar, y de aquí su mayor utilidad, por interpretaciones genéticas diferentes e incluso contrapuestas. Un nivel calizo en el que sistemáticamente aparezcan indicios de mineralizaciones es metalotecto de ellas, tanto si su origen es singenético, sedimentario o volcanosedimentario, como epigenético.

Cuantos más objetos geológicos sean metalotectos de una misma mineralización, mejor quedará definida y más fácil resultará su búsqueda.

Tipos

En primer lugar, los metalotectos, por tratarse de objetos geológicos, podrán ser ocultos o aflorantes. Por su naturaleza, como se explicará con mayor detalle en el apartado 3, cabe clasificarles en físicos, mineralógicos, biológicos, geoquímicos, geofísicos, litológicos, estructurales, estratigráficos, sedimentológicos y paleogeográficos, geométricos y, finalmente geotectónicos.

En relación con su origen, existen metalotectos propios del ámbito generador, del ámbito de transporte y del de constitución o deposición.

Según su relación física con la concentración mineral, podrán estar incluidos en ella, englobarla, encontrarse íntimamente asociados o especialmente distantes. La frecuencia de la relación, por otra parte, podrá formularse estadísticamente.

Escala y mapas

Como se ha señalado, el campo de aplicación fundamental en cartografía metalogénica es el de los mapas geológicos de yacimientos minerales (mapas metalogenéticos s. l.) y el de los mapas previsores de mineralizaciones. La representación es, como siempre, función de la escala de los mapas y según ella, salvo en casos aislados, es, en principio, factible, representar todos los tipos de metalotectos, bien sea cartografiándoles simbólicamente o a escala. A medida que ésta disminuye, surge el problema de selección.

P. Nicolini (1970) considera cuatro escalas y órdenes de metalotectos, que hace corresponder con el desarrollo progresivo de una campaña de investigación minera y relaciona con el grado de conocimiento del medio geológico. Estos órdenes son:

- Metalotectos de primer orden. Escala planetaria o continental. Condicionan la repartición de las provincias minerales y solamente son observables a las escalas del globo o de un continente (1:5.000.000 a 1:20.000.000). Localizan concentraciones minerales de naturaleza y tipos diversos y se trata, fundamentalmente de cinturones pericratónicos, inflexiones en el borde los escudos, y alineamientos continentales.
- Metalotectos de segundo orden. Escala de provincia metalogenética. Ponen de manifiesto la repartición de distritos o yacimientos minerales, apareciendo a escalas del orden de 1:500.000. El número de metalotectos susceptibles de representación se hace más variado y al mismo tiempo cada uno más específico de cierto tipo de mineralizaciones.
- Metalotecto de tercer orden. Escala de distrito o de yacimientos y se ponen de manifiesto a escalas próximas al 1:20.000.
- Metalotectos de cuarto orden. Escala de mina. Condicionan las zonas valiosas del yacimiento traduciéndose por objetos geológicos a escalas 1:5.000 y aún mayores.

Todavía señala Nicolini un quinto orden de metalotectos que correspondería a los observables a escala microscópica.

1.3.1.5 Mineralizaciones, áreas y zonas metalíferas

Por lo que se refiere a las mineralizaciones, las características susceptibles de representación son las internas (formales, materiales y temporales), las rocas relacionadas, las genéticas, las de laboreo, las económicas y, en algunos casos, otras de carácter tecnológico e industrial.

La importancia relativa de unas y otras varía según los tipos de mapas. En los mapas mineros, según la escala, son fundamentales los datos económicos, de laboreo, tecnológicos e industriales. En los mapas de yacimientos minerales, se trata de representar el mayor número de características, especialmente las internas, la relación con rocas encajantes, las económicas y de laboreo y las hipótesis genéticas. En los mapas metalogenéticos s. s., las hipótesis genéticas y características internas reciben la mayor atención. En los metalogenéticos s. l. imperan las características internas, relaciones con rocas encajantes y económicas, siendo de interés subordinado las genéticas. En los previsores, sucede algo análogo, con la diferencia de que en ellas revisten especial interés, según la escala, datos de laboreo y aspectos tecnológicos y de infraestructura de servicios.

Entre las que se han denominado características internas formales se incluyen, la morfología, dimensión, orientación del cuerpo mineralizado y forma en que se distribuye la mineralización en él; a las materiales pertenecen

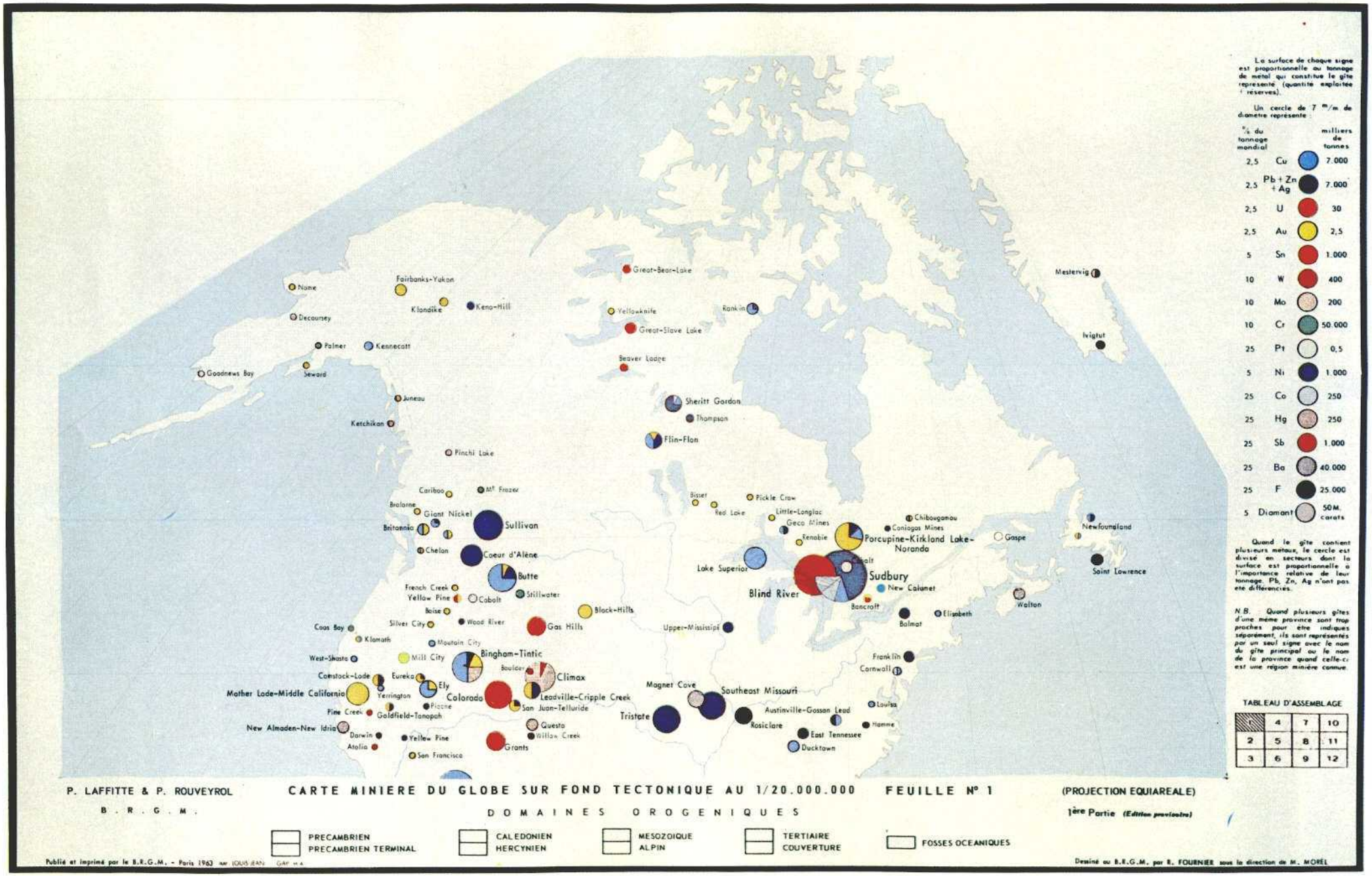

La surface de chaque signe est proportionnelle au tonnage de metal qui constitue le gite representé (quantité exploitée + reserves).
Un cercle de 7 m/m de diamètre représente :
% du tonnage mondial
milliers de tonnes
2,5 Cu 7.000
2,5 Pb + Zn + Ag 7.000
2,5 U 30
2,5 Au 2,5
5 Sn 1.000
10 W 400
10 Mo 200
10 Cr 50.000
25 Pt 0,5
5 Ni 1.000
25 Co 250
25 Hg 250
25 Sb 1.000
25 Ba 40.000
25 F 25.000
5 Diamant 50 M. carats
Quand le gîte contient plusieurs metaux, le cercle est divisé en secteurs dont la surface est proportionnelle a l'importance relative de leur tonnage. Pb, Zn, Ag n'ont pas été différencies.
N.B. Quand plusieurs gîtes d'une même province sont trop proches pour être indiqués séparément, ils sont représentés par un seul signe avec le nom du gîte principal ou le nom de la province quand celle-ci est une région minière connue.
TABLEAU D'ASSEMBLAGE
1 4 7 10
2 5 8 11
3 6 9 12
Nome
Fairbanks-Yukon
Klondike
Keno-Hill
Great-Bear-Lake
Mestervig
Yellowknife
Rankin
Decourney
Great-Slave Lake
Ivigtut
Palmer
Kennecott
Beaver Lodge
Goodnews Bay
Seward
Juneau
Sheritt Gordon
Thompson
Ketchikan
Flin-Flon
Pinchi Lake
Caribou
Mt Frazer
Bisset
Pickle Crow
Red Lake
Little-Longlac
Chibougamou
Geco Mines
Caniagas Mines
Renabie
Porcupine-Kirkland Lake-Noranda
Gaspe
Newfoumland
Bralorne
Giant Nickel
Britannia
Sullivan
Lake Superior
Sudbury
Blind River
New Calumet
Saint Lowrence
Chelan
Coeur d'Alène
Butte
Stillwater
French Creek
Yellow Pine
Cobalt
Bancroft
Walton
Boise
Black-Hills
Elisabeth
Silver City
Wood River
Gas Hills
Upper-Mississipi
Balmat
Coos Bay
Klamath
Moutain City
West-Shasta
Mill City
Bingham-Tintic
Franklin
Cornwall
Boulder
Climax
Comstock-Lode
Eureka
Ely
Magnet Cove
Southeast Missouri
Mother Lode-Middle California
Yerrington
Colorado
Leadville-Cripple Creek
Austinville-Gossan Lead
Louisa
Pine Creek
Picacho
San Juan-Telluride
Goldfield-Tonopah
Tristate
Rosiclare
Hamme
New Almaden-New Idria
Questa
East Tennessee
Darwin
Yellow Pine
Willow Creek
Ducktown
Atolia
Grants
San Francisco
P. LAFFITTE & P. ROUVEYROL
B . R . G . M .
CARTE MINIERE DU GLOBE SUR FOND TECTONIQUE AU 1/20.000.000
FEUILLE N° 1
(PROJECTION EQUIAREALE)
1ère Partie (Edition provisoire)
DOMAINES OROGENIQUES
PRECAMBRIEN
PRECAMBRIEN TERMINAL
CALEDONIEN
HERCYNIEN
MESOZOIQUE
ALPIN
TERTIAIRE
COUVERTURE
FOSSES OCEANIQUES
Publié et imprimé par le B.R.G.M. - Paris 1963
Dessiné au B.R.G.M. par R. FOURNIER sous la direction de M. MOREL

Fig. 3

Coordonnées Lambert tous les 100 km.

(Marseille)

LÉGENDE

A - REPRÉSENTATION DES GITES

N. B. - Les combustibles minéraux et les matériaux de construction ne figurent pas sur cette carte.

1 - **Localisation.** - Le centre du signe conventionnel marque la position du gisement.

2 - **Minéralisation.** - La couleur (en teinte pleine ou en barrés) indique la minéralisation caractéristique du gisement. Le symbole chimique désigne non seulement l'élément, mais aussi un minéral typique de cet élément (parfois un groupe de minéraux) ; les autres symboles désignent des substances minérales (voir tableau). Lorsqu'un élément se trouve sous une forme autre que celle du minéral-type, le symbole est encerclé. Dans les sources thermominérales, le symbole ne désigne que des ions. Les symboles placés au-dessus indiquent les éléments et minéraux principaux du gîte ; les symboles placés au-dessous, les éléments et minéraux accessoires.

3 - **Morphologie.** - La forme du signe conventionnel indique la forme du gîte (voir tableau).

4 - L'**importance** du gîte est indiquée par la grandeur du signe conventionnel et accessoirement par la typographie. Quatre catégories ont été distinguées d'après une estimation grossière de la valeur globale V du minerai exploité et des réserves certaines actuellement exploitables ou assez proches de la limite d'exploitabilité (voir tableau).

1ère catégorie : gros gisements. V supérieure à 100 000 000 NF.

2ème catégorie : gisements moyens, ayant été ou pouvant être l'objet d'une petite exploitation rationnelle. V entre 1 000 000 et 100 000 000 NF.

3ème catégorie : indices appelant des travaux de recherches relativement importants ou justifiant une exploitation du type artisanal. V entre 100 000 et 1 000 000 NF.

4ème catégorie : indices minéralogiques pouvant présenter un intérêt métallogénique ou indices mal connus. V inférieure à 100 000 NF.

5 - Les **gangues** sont indiquées sur le côté droit du signe conventionnel (voir tableau).

6 - Les **roches encaissantes** sont indiquées sur le côté gauche du signe conventionnel (voir tableau).

7 - **Référence au fichier.** - Le numéro porté à côté du signe conventionnel est aussi le numéro de la fiche de gisement. La numérotation a été établie en suivant sur la feuille, de l'W vers l'E, des bandes horizontales successives du N. vers le S. dans chacune des régions suivantes : Massif Central de 1 à 299, Alpes françaises de 301 à 499, Alpes italiennes de 501 à 599.

B - GÉOLOGIE, PÉTROGRAPHIE ET TECTONIQUE

Les principaux groupes de **roches éruptives et métamorphiques** sont indiqués par des couleurs et des figurés (voir tableau).

Les coupures de la **série stratigraphique** (voir tableau) ont été adoptées en fonction de l'histoire tectonique, de manière à représenter les principales étapes du drame varisque (hercynien) et du cycle pyrénéo-alpin.

(Marseille)

Eocène à Crétacé supérieur

Crétacé inférieur à Jurassique moyen

Jurassique inférieur

Trias et Permien

Carbonifère supérieur et moyen

Carbonifère inférieur à Cambrien

schistes lustrés } métamorphisme alpin

Paléozoïque métamorphique } métamorphisme alpin

gneiss et micaschistes

granite

granite à muscovite (granulite)

diorite quartzifère

andésites carbonifères

roches dioritiques et gabbroïques (Massif Central)

Ophiolites mésozoïques en général (Alpes)

amphibolites (serpentines pro parte) hercyniennes

spilites (Alpes)

basaltes miocènes (Alpes)

complexe volcanique non différencié (Miocène à Pleistocène) (Massif Central)

microgranite

niveau à bauxite

faille, contact anormal

Documents utilisés : Cartes géologiques au 1 320.000 et au 1 80.000. Archives du Service des Mines, du B.R.G.M., du C.E.A. et de la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine. Travaux publiés et inédits de : P. AICARD, A. BERNARD, BAUDINOT, A. BORDEAUX, J. BOULADON, A. CAILLAUX, J. CANET, A. CHERMETTE, J.B. DALMAS, G. DEREC, J. GEFFROY, M.L. GRUNER, E. GUEYMARD, L. HERICART, de THURY, JACQUOT et WILLM, F. KERVELLA, A. LACROIX, P. LAPADU-HARGUES Ch. LORY, J. LOUGNON, J. ORCEL, P.A. POULAIN, J.P. PROUHET, L. RAIBERTI, H. ROUVIER, R. ROY, J. SARROT-REYNAUD, J. VERNET, M. VIGOT, A. ZISERMAN.

(Marseille)

Dessin exécuté par H. DUROLLET, sous la direction de M. MOREL (B.R.G.M.)

MINÉRALISATION

Eléments	Minéraux	Symboles	Couleurs
plomb	galène	Pb	
zinc	blende	Zn	
zinc	calamine	Zn	
cuivre	chalcopyrite	Cu	
cuivre	bornite	Cu	
cuivre	cuivre gris	Cu	
cuivre	minéraux d'oxydation	Cu	
uranium	pechblende	U	
uranium	minéraux d'oxydation	U	
wolfram	scheelite	W	
antimoine	stibine	Sb	
nickel	sulfoantimoniures	Ni	
mercure	cinabre	Hg	
soufre	soufre natif	S	
titane	rutile	Ti	

Eléments	Minéraux	Symboles	Couleurs
or	or natif	Au	
arsenic	mispickel	As	
	pyrite	py	
molybdène	molybdenite	Mo	
fer	hématite gœthite limonite magnétite	Fe (Fe mo)	
fer	carbonates	Fe	
manganèse	oxydes	Mn	
manganèse	carbonates	Mn	
phosphore	phosphates	P	
tantale	tantalite	Ta	
lithium	micas	Li	
béryllium	béryl	Be	
niobium	niobite	Nb	
sodium	sel gemme	Na	
aluminium	bauxite	Al	
	kaolin	ka	
magnésium	magnésite talc amiante	Mg tc am	
strontium	célestine	Sr	

Eléments	Minéraux	Symboles	Couleur
baryum	barytine	Ba	
fluor	fluorine	F	
	graphite	gr	
	feldspath	f	
	quartz (hlon stérile)	q	
bismuth	bismuthinite	Bi	
cobalt	arséniures	Co	
argent	sulfosels	Ag	
thorium	monazite	Th	
chrome	chromite	Cr	
Sources thermominérales			
source chlorurée		Cl	
source bicarbonatée		C	
source sulfurée		S	
source sulfatée		S	
source ferrugineuse		Fe	
source radioactive		ra	

ion sodium	Na		
ion calcium	Ca	iode	I
ion magnésium	Mg	potasse	K
ion lithium	Li	silice	Si
manganèse	Mn	brome	Br

10 15 20 25 30 35 40 45 50 km

IMPORTANCE DES GITES

1ère catégorie — le Cellier

2ème catégorie — le Bleymard

3ème catégorie — la Gardette

4ème catégorie — Fiolera

MORPHOLOGIE DES GITES

filons avec direction et pendage

filon-couche

amas

gîte stratiforme et imprégnation diffuse

stockwerk ou champ filonien dense

chapeau d'oxydation

pegmatite

amas stratiforme

imprégnation diffuse

filon et amas

filon et imprégnation diffuse

gîte stratiforme

3624m — gîte atteint par sondage, avec profondeur

gîte stratiforme et filon

gîte résiduel

gîte alluvionnaire

forme indéterminée

36°5 — source thermominérale avec sa température

GANGUES

quartz

silicatée complexe

calcite

dolomie

amphibolite

tm tourmaline

sidérose

carbonatée complexe

barytine

fluorine

Sr célestine

ROCHES ENCAISSANTES

argile, marne

schistes, phyllades

micaschiste

gneiss

amphibolite

skarn

calc-schistes

calcaire

dolomie

grès, conglomérat, quartzite

granite

roches volcaniques basiques

roches plutoniques basiques

roches carbonatées mixtes

roches plutoniques acides

pegmatite

granulite

serpentine

GÉOLOGIE ET PÉTROGRAPHIE

Quaternaire à Oligocène

la Baume 2 Pb / py Cu - 151 les Combettes Pb Zn / Cu - 152 Malbosc-le-Crouzet Ba / 54 Cocurès 2 (les Peupliers) Pb / py - 155 Bedaures Pb - 156 les Bondons - 158 Cocurès 1 (la / py - 165 Prodal Pb Zn - 166 le Rouve Sb - 177 St Maurice-de-Ventalon Pb Ag - 183 Terrailon et-de-Dèze Sb / As - 190 Richalon Pb Zn / Ag - 197 Tremuejols Sb - 200 Chambors-

gaud As - 201 Ste Cécile-d'Andorge Pb Zn - 204 Theron As - 205 Chamban Pb / Ag - 206 St Jean-du-Pin Zn Fe py - 207 Cornas 2 Pb / Ag - 208 Peyremale Sb - 210 Cessous Pb / Ag - 211 Auzonnet Sb - 212 l'Alernet Pb Ag - 213 Bordezac Fe - 214 Cendras (L'Espinette) Fe py Zn Pb / Sb Cu - 216 le Moulin Pb / Ag - 217 Notre-Dame de Laval Ba / Pb Fe - 221 Mas Dieu 1 Ba - 222 Mas Carbonel Ba - 223 Mas Dieu 2 Fe py Zn -

227 les Ribots Fe py Zn - 2 vaillac Fe - 246 Pont-de-Cha Fama - 255 le Vigan Au - Pb Fe / Sb Cu - 262 Ferrus

Fig. 5

los aspectos químicos y mineralógicos (paragénesis, sucesión) de la mena y de la ganga, tanto para los contenidos mayores como para los trazas; en fin, a los temporales la edad del yacimiento. Las rocas encajantes se pueden indicar, así como el carácter de concordancia o discordancia que con ellas presentan las mineralizaciones.

En las hipótesis genéticas se consideran los tipos genéticos habituales referentes a yacimientos de origen ígneo, sedimentario o metamórfico.

Los datos económicos y de laboreo distinguen si el yacimiento se encuentra o no en explotación y su importancia económica se cifra, bien sea por el valor de su producción, o por el valor total de producciones acumuladas más las reservas conocidas.

Las áreas y zonas metalíferas, con los matices anteriores, son objeto de representación, en los mapas metalogenéticos s. s. y s. l., en los previsores, y algunas veces en los mineros.

1.3.2 MAPAS MINEROS

Son, como se ha señalado, de una gran variedad y no cabe hacer una sistematización de su representación.

Se han seleccionado dos ejemplos. Uno de carácter mundial con fondo geotectónico y otro de carácter nacional con fondo topográfico.

1.3.2.1 **Carte Minière du globe sur fond tectonique au 20.000.000e**

Como los autores señalan, a la escala escogida, un distrito minero de 20 km × 20 km está representado por una superficie de 1 mm², lo que permite una localización precisa. La proyección es equiareal. Se conservan las distancias entre paralelos y también entre puntos situados a la misma latitud.

La representación alcanza a 600 distritos o yacimientos de Au, Ba, Co, Cr, Cu, diamante, F, Hg, Mo, Ni, Pb + + Zn + Ag, Pt, Sb, Sn, U, W. En la Fig. 1.3-1 se presenta una de las 12 hojas que lo componen.

Los distritos y yacimientos son indicados por círculos, cuya superficie es proporcional a la importancia total de la acumulación mineral; es decir, a la suma del tonelaje ya extraído más las reservas. Se define, para cada sustancia, una superficie correspondiente a ese total, que varía entre $\pi/4 \times 200$ mm² (en el caso del Ba, F, Hg, etc.), a $\pi/4 \times 2.000$ mm² (en el caso de Au, Cu, etc.). La coexistencia de varios metales se representa por sectores dentro del círculo.

En el fondo geotectónico se consideran las divisiones siguientes: precambriano, precambriano terminal, caledoniano, herciniano, mesozoico, alpino, terciario, dominios de plataformas y fosas oceánicas.

Se acompañan dos series de tablas con la nota explicativa del mapa: unas, por hojas y países, otras, por sustancias. La primera para cada una de las 12 hojas da, con un número de referencia, la lista de los yacimientos y distritos clasificados por orden alfabético dentro de cada país. Así el nombre es seguido de la indicación de la sustancia o sustancias contenidas, del diámetro del círculo representativo y, para algunos países, de las coordenadas geográficas.

La tabla por sustancia de la lista de yacimientos y distritos que la contienen, ordenadas según diámetros decrecientes del círculo representativo. En la nota explicativa se dan datos complementarios de gran interés de carácter estadístico, económico y minero.

1.3.3 MAPAS DE YACIMIENTOS MINERALES

Se realizan especialmente a escalas pequeñas. Sin embargo, dado su carácter de documento base (1.2.2) para otros mapas, su confección es previsible a todas las escalas. Como se ha señalado, se debe procurar simbolizar en ellos el mayor número de características de las mineralizaciones, pero especialmente las internas, relación con rocas encajantes, económicas y de laboreo e hipótesis genéticas.

Entre otros, se pueden citar como ejemplos de estos mapas el Mineral Deposits of Canada, a escala 1:5.000.000 y la Carta des Gites Mineraux de la France, a 1:320.000, representativos de dos escalas.

1.3.3.1 **Mineral Deposits of Canada 1 : 5.000.000**

En el fondo se han conservado los contactos del mapa geológico, indicándose por colores las grandes unidades geotectónicas: escudos (Slave, Superior, Bear, Churchill, Southern, Nain, Grenville), ámbitos orogénicos (Cordilleras, Innvitian, Appalachian), plataformas (Artic, Interior Hudson, St. Lawrence) y llanuras costeras (Artic, Pacific).

Las condiciones geológicas de yacimientos se distinguen por la morfología del símbolo. Se utilizan siete con el significado siguiente:

- — Yacimientos en sedimentos que no sean eugeosinclinales.
- — Yacimientos en rocas volcánicas, en las intrusivas equivalentes y asociados con sedimentos eugeosinclinales.
- — Yacimientos en rocas intrusivas ácidas.
- — Yacimientos en rocas intrusivas básicas.
- — Yacimientos en rocas intrusivas ultramáficas y alcalinas.
- — Yacimientos en rocas metamórficas indiferenciadas incluyendo aquellos que se sitúan en ambientes complejos y dudosos.
- — Placeres.

Por lo que se refiere al tipo geológico del yacimiento, se distinguen las 10 posibilidades siguientes:

- — Sustituciones dominantemente piríticas.
- — Masas de sulfuros diseminados y de sustitución con pirita accesoria.
- — Filones simples, fisurales de carácter epitermal.
- — Filones mesotermales.
- — Greisen y pegmatitas.
- — Skarns, incluyendo algunos yacimientos metamorfizados.
- — Sedimentos químicos.
- — Otros depósitos sedimentarios y placeres.
- — Sulfuros y óxidos incluidos o asociados con rocas intrusivas.
- — Diversos.

Se distinguen también los campos productores de hidrocarburos, gases y yacimientos de carbón. El tamaño de símbolos indica la importancia económica relativa del yacimiento.

1.3.3.2 **Carte des Gites Mineraux de la France 1 : 320.000**

Su leyenda, muy completa como mapa de yacimientos minerales, puede observarse en la fig. 1.3-2. Presenta un fondo geológico especializado en la representación de las rocas ígneas. Así, la estratigrafía y litología de las formaciones sedimentarias se representa por sobreimpresiones,

correspondientes a conjuntos que se han agrupado en función de la historia tectónica, de manera que se separen las distintas etapas de los plegamientos hercinianos y alpinos. Las rocas ígneas merecen especial consideración utilizándose colores para distinguir los tipos rocosos intrusivos y efusivos, en los que, en algunos casos, se indica su edad.

Por lo que se refiere a las mineralizaciones, el color, bien sea rellenando completamente el símbolo o en barras, indica cuál es la mineralización característica del yacimiento. El símbolo químico designa no solamente el elemento fundamental, sino también un mineral típico del mismo; los otros símbolos se refieren a sustancias minerales. En el caso en que el elemento en cuestión se presente bajo una forma mineralógica distinta de la del mineral tipo, se envuelve en un círculo el símbolo correspondiente. Cuando se trata de manantiales termales, el símbolo designa únicamente los iones. Los símbolos colocados encima indican los elementos y minerales principales del yacimiento; los situados debajo, los elementos y minerales accesorios.

Por lo que a morfología se refiere, se distinguen hasta 19 formas distintas que constituyen la base fundamental de la representación.

La importancia económica del yacimiento se indica por la dimensión del símbolo y accesoriamente por el tamaño de las letras. Así, se han distinguido cuatro categorías según la estimación aproximada del valor global de la mena explotada y de las reservas ciertas que serían explotables actualmente o próximas a las leyes límites de explotación.

Las gangas se ponen de manifiesto sobre el lado derecho del símbolo por medio de signos convencionales.

De la misma manera, las rocas encajantes se señalan sobre el lado izquierdo, también por símbolos convencionales.

Cada yacimiento lleva un número, que es el que corresponde en el fichero a su ficha descriptiva.

Realmente, se ha incluido aquí este mapa por lo representativo de su simbología minera, pero se podía haber situado mejor entre los mapas geológicos de yacimientos minerales, metalogenéticos s. l., por la especialización de su fondo.

1.3.4 MAPAS METALOGENETICOS S. S.

La propiedad fundamental que, de acuerdo con los objetivos propuestos, debe reunir la representación en estos mapas es que sea capaz de poner de manifiesto, por una parte, las relaciones de origen y tiempo entre las mineralizaciones, formaciones sedimentarias ígneas, metamórficas y acontecimientos tectónicos, y por otra, los aspectos que se refieren al tipo genético y a las características internas de las mineralizaciones. En el supuesto de que exista base de conocimientos suficiente, el problema de representación es difícil, siendo necesario recurrir a una gran variedad de sobreimpresiones y colores. Estos son especialmente útiles para poner de manifiesto las relaciones genéticas entre rocas y yacimientos y la edad de los distintos elementos estructurales. A escalas pequeñas resulta imprescindible hacer una selección minuciosa, elegantemente resuelta en el caso del Mapa Metalogenético de Europa 1.2.500.000, que se comenta más adelante.

Es interesante resumir las características que A. V. Orlova y E. T. Shatalov (1960) señalan para los mapas, según su escala sea de 1:500.000 o de 1.50.000 a 1:25.000.

1.3.4.1 Mapas Metalogenéticos a 1 : 1.000.000 y 1 : 500.000 (hasta 1 : 200.000), según Orlova y Shatalov (1960)

El objetivo de estos mapas es mostrar la posición geológica que ocupa la región minera dentro de las grandes unidades metalogenéticas, así como las características generales de la mineralización.

Se utiliza un fondo tectónico especial con datos geológicos complementarios. Así, y por lo que se refiere a las formaciones estratificadas, se distinguen las zonas de plegamiento, con indicación de sus elementos estructurales, y las plataformas. Se indica la edad del zócalo plegado o la correspondiente a la etapa estructural inferior de la plataforma, así como la de la cobertura. Se muestra también la evolución de los principales complejos volcánicos y sedimentarios. Las rocas intrusivas son cartografiadas poniendo de manifiesto su edad, su relación con una etapa determinada de plegamiento, su composición petrográfica y su relación general con la tectónica. Se representan también los ejes de anticlinales y sinclinales y los accidentes de fractura. Estos se clasifican según su naturaleza, su edad y relación con el plegamiento y sus dimensiones.

Junto con la indicación de las zonas mineralizadas, de las áreas rocosas alteradas, de los datos geoquímicos y geofísicos, se representan los yacimientos y los indicios. En su simbolización se tiene en cuenta el tipo genético, la morfología, el quimismo y mineralogía, las condiciones geotectónicas de formación, las relaciones con las rocas intrusivas y los diversos elementos tectónicos, y, si es posible, la temperatura y profundidad de formación.

Finalmente, se distinguen los sectores mineralizados, los distritos, y aquellos sectores más esperanzadores dentro de los límites de la región mineralizada.

1.3.4.2 Mapas Metalogenéticos a 1 : 50.000 y 1 : 25.000 (hasta 1 : 200.000), según Orlova y Shatalov (1960)

Estos mapas, mucho más detallados, utilizan como fondo una base geológica especial. Por lo que se refiere a las rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas, se tratará de poner de manifiesto el mayor número de características posibles referentes a sus facies, composición, edad y relación con los plegamientos, particularmente en el caso de las ígneas. Los accidentes estructurales se clasificarán según sus tipos y edad, mostrando, en lo posible, los desplazamientos espaciales que producen. Igualmente, se incluirán con el mayor detalle todos los datos referentes a alteraciones hidrotermales o supergénicas, datos geoquímicos y geofísicos.

A estas escalas, en la medida de lo posible, se tratará de que los yacimientos aparezcan realmente cartografiados. De forma complementaria se podrán utilizar los mismos símbolos que en el mapa anterior.

1.3.4.3 Carte Metallogénique de l'Europe 1 : 2.500.000

La figura 1.3-3 es una reproducción fotográfica de parte de la hoja núm. 4, y en ella se muestra la leyenda general. La zona española fue compuesta con la colaboración del IGME.

Como ponen de manifiesto P. Laffitte y A. Ziserman (1970), el objetivo fundamental del mapa metalogenético de Europa es suministrar informaciones de carácter sintético y fácilmente utilizables sobre la metalogenia de Europa, la repartición de yacimientos y las relaciones entre estos yacimientos y los fenómenos geológicos. Para que este objetivo se pudiera alcanzar, hubo que tener en cuenta dos condicionamientos. Por una parte, era necesa-

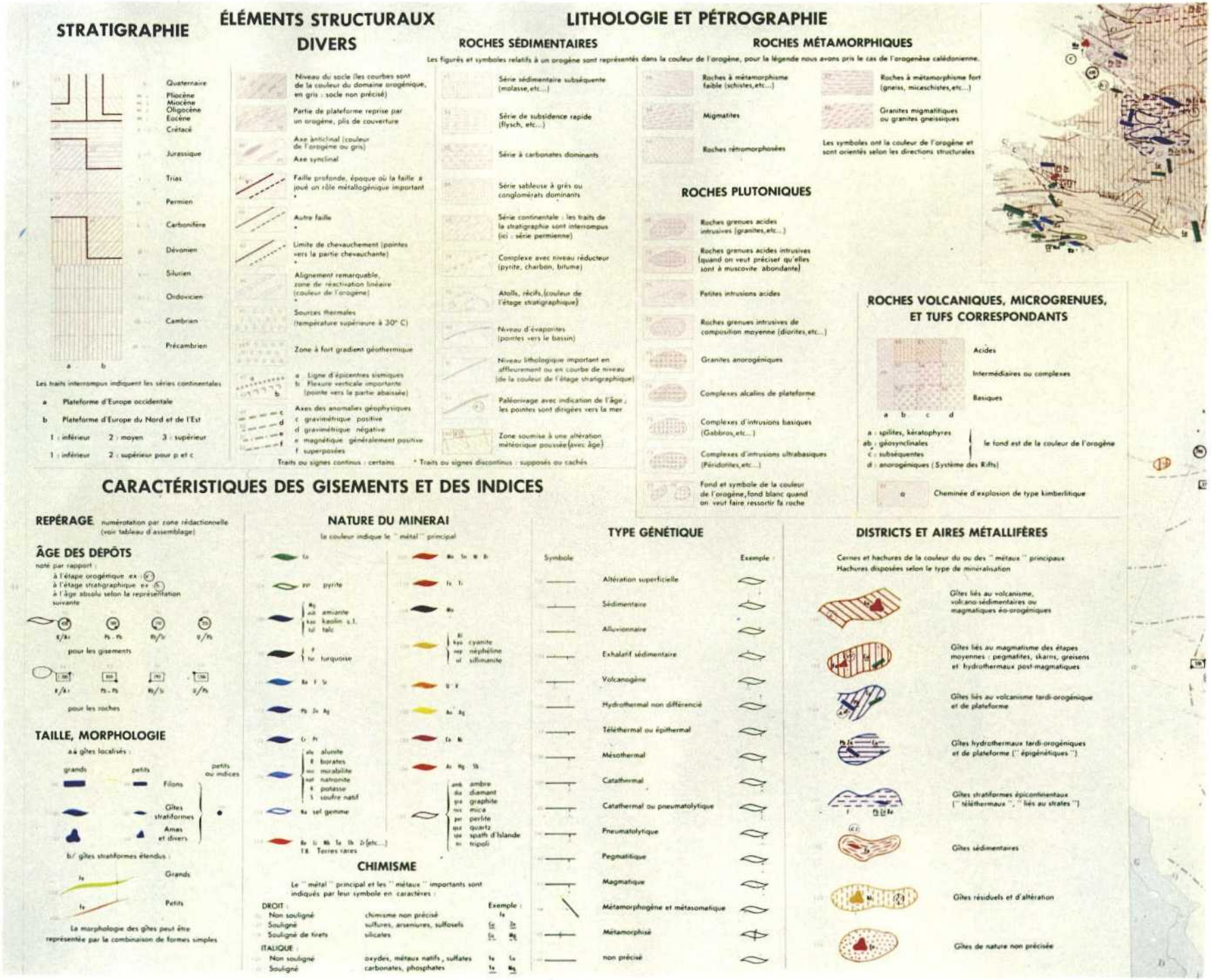

STRATIGRAPHIE
Quaternaire
Pliocène
Miocène
Oligocène
Eocène
Crétacé
Jurassique
Trias
Permien
Carbonifère
Dévonien
Silurien
Ordovicien
Cambrien
Précambrien
a
b
Les traits interrompus indiquent les séries continentales
a Plateforme d'Europe occidentale
b Plateforme d'Europe du Nord et de l'Est
1 : inférieur 2 : moyen 3 : supérieur
1 : inférieur 2 : supérieur pour p et c
ÉLÉMENTS STRUCTURAUX DIVERS
Niveau du socle (les courbes sont de la couleur du domaine orogénique, en gris : socle non précisé)
Partie de plateforme reprise par un orogène, plis de couverture
Axe anticlinal (couleur de l'orogène ou gris)
Axe synclinal
Faille profonde, époque où la faille a joué un rôle métallogénique important
Autre faille
Limite de chevauchement (pointes vers la partie chevauchante)
Alignement remarquable, zone de réactivation linéaire (couleur de l'orogène)
Sources thermales (température supérieure à 30° C)
Zone à fort gradient géothermique
a Ligne d'épicentres sismiques
b Flexure verticale importante (pointe vers la partie abaissée)
Axes des anomalies géophysiques
c gravimétrique positive
d gravimétrique négative
e magnétique généralement positive
f superposées
Traits ou signes continus : certains * Traits ou signes discontinus : supposés ou cachés
LITHOLOGIE ET PÉTROGRAPHIE
ROCHES SÉDIMENTAIRES
Les figurés et symboles relatifs à un orogène sont représentés dans la couleur de l'orogène, pour la légende nous avons pris le cas de l'orogenèse calédonienne.
Série sédimentaire subséquente (molasse, etc...)
Série de subsidence rapide (flysch, etc...)
Série à carbonates dominants
Série sableuse à grès ou conglomérats dominants
Série continentale : les traits de la stratigraphie sont interrompus (ici : série permienne)
Complexe avec niveau réducteur (pyrite, charbon, bitume)
Atolls, récifs, (couleur de l'étage stratigraphique)
Niveau d'évaporites (pointes vers le bassin)
Niveau lithologique important en affleurement ou en courbe de niveau (de la couleur de l'étage stratigraphique)
Paléorivage avec indication de l'âge ; les pointes sont dirigées vers la mer
Zone soumise à une altération météorique poussée (avec âge)
ROCHES MÉTAMORPHIQUES
Roches à métamorphisme faible (schistes, etc...)
Migmatites
Roches métamorphosées
Roches à métamorphisme fort (gneiss, micaschistes, etc...)
Granites migmatitiques ou granites gneissiques
Les symboles ont la couleur de l'orogène et sont orientés selon les directions structurales
ROCHES PLUTONIQUES
Roches grenues acides intrusives (granites, etc...)
Roches grenues acides intrusives (quand on veut préciser qu'elles sont à muscovite abondante)
Petites intrusions acides
Roches grenues intrusives de composition moyenne (diorites, etc...)
Granites anorogéniques
Complexes alcalins de plateforme
Complexes d'intrusions basiques (Gabbros, etc...)
Complexes d'intrusions ultrabasiques (Péridotites, etc...)
Fond et symbole de la couleur de l'orogène, fond blanc quand on veut faire ressortir la roche
ROCHES VOLCANIQUES, MICROGRENUES, ET TUFS CORRESPONDANTS
Acides
Intermédiaires ou complexes
Basiques
a b c d
a : spilites, kératophyres
ab : géosynclinales
c : subséquentes
d : anorogéniques (Système des Rifts)
le fond est de la couleur de l'orogène
Cheminée d'explosion de type kimberlitique
CARACTÉRISTIQUES DES GISEMENTS ET DES INDICES
REPÉRAGE numérotation par zone rédactionnelle (voir tableau d'assemblage)
ÂGE DES DÉPÔTS
noté par rapport :
à l'étape orogénique ex :
à l'étage stratigraphique ex :
à l'âge absolu selon la représentation suivante
pour les gisements
pour les roches
TAILLE, MORPHOLOGIE
a.à gîtes localisés :
grands
petits
petits ou indices
Filons
Gîtes stratiformes
Amas et divers
b/ gîtes stratiformes étendus :
Grands
Petits
La morphologie des gîtes peut être représentée par la combinaison de formes simples
NATURE DU MINERAI
la couleur indique le " métal " principal
pyrite
amiante
kaolin s.l.
talc
turquoise
sel gemme
alunite
borates
mirabilite
natronite
potasse
soufre natif
Terres rares
CHIMISME
Le " métal " principal et les " métaux " importants sont indiqués par leur symbole en caractères :
DROIT :
Non souligné chimisme non précisé
Souligné sulfures, arséniures, sulfosels
Souligné de tirets silicates
ITALIQUE :
Non souligné oxydes, métaux natifs, sulfates
Souligné carbonates, phosphates
Exemple :
TYPE GÉNÉTIQUE
Symbole
Exemple :
Altération superficielle
Sédimentaire
Alluvionnaire
Exhalatif sédimentaire
Volcanogène
Hydrothermal non différencié
Téléthermal ou épithermal
Mésothermal
Catathermal
Catathermal ou pneumatolytique
Pneumatolytique
Pegmatitique
Magmatique
Métamorphogène et métasomatique
Métamorphisé
non précisé
DISTRICTS ET AIRES MÉTALLIFÈRES
Cernes et hachures de la couleur du ou des " métaux " principaux
Hachures disposées selon le type de minéralisation
Gîtes liés au volcanisme, volcano-sédimentaires ou magmatiques éo-orogéniques
Gîtes liés au magmatisme des étapes moyennes : pegmatites, skarns, greisens et hydrothermaux post-magmatiques
Gîtes liés au volcanisme tardi-orogénique et de plateforme
Gîtes hydrothermaux tardi-orogéniques et de plateforme (" épigénétiques ")
Gîtes stratiformes épicontinentaux (" téléthermaux ", " liés au strates ")
Gîtes sédimentaires
Gîtes résiduels et d'altération
Gîtes de nature non précisée

Fig. 2

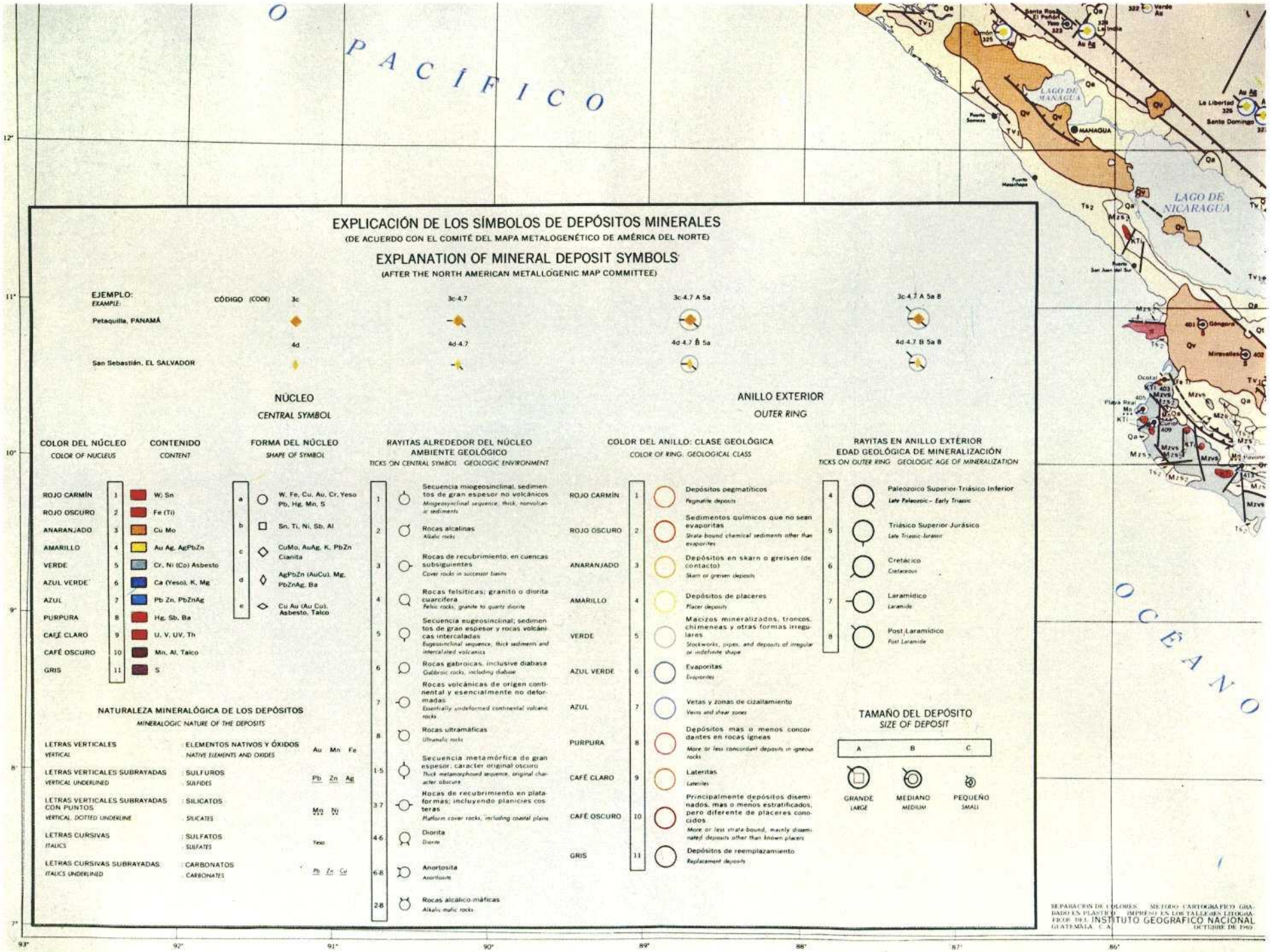

EXPLICACIÓN DE LOS SÍMBOLOS DE DEPÓSITOS MINERALES
(DE ACUERDO CON EL COMITÉ DEL MAPA METALOGENÉTICO DE AMÉRICA DEL NORTE)
EXPLANATION OF MINERAL DEPOSIT SYMBOLS
(AFTER THE NORTH AMERICAN METALLOGENIC MAP COMMITTEE)
EJEMPLO:
EXAMPLE:
CÓDIGO (CODE)
Petaquilla, PANAMÁ
San Sebastián, EL SALVADOR
3c
3c-4.7
3c-4.7 A 5a
3c-4.7 A 5a B
4d
4d-4.7
4d-4.7 B 5a
4d-4.7 B 5a B
NÚCLEO
CENTRAL SYMBOL
ANILLO EXTERIOR
OUTER RING
COLOR DEL NÚCLEO
COLOR OF NUCLEUS
CONTENIDO
CONTENT
FORMA DEL NÚCLEO
SHAPE OF SYMBOL
RAYITAS ALREDEDOR DEL NÚCLEO
AMBIENTE GEOLÓGICO
TICKS ON CENTRAL SYMBOL GEOLOGIC ENVIRONMENT
COLOR DEL ANILLO: CLASE GEOLÓGICA
COLOR OF RING. GEOLOGICAL CLASS
RAYITAS EN ANILLO EXTÉRIOR
EDAD GEOLÓGICA DE MINERALIZACIÓN
TICKS ON OUTER RING GEOLOGIC AGE OF MINERALIZATION
ROJO CARMÍN 1 W, Sn
ROJO OSCURO 2 Fe (Ti)
ANARANJADO 3 Cu Mo
AMARILLO 4 Au Ag. AgPbZn
VERDE 5 Cr, Ni (Co) Asbesto
AZUL VERDE 6 Ca (Yeso), K, Mg
AZUL 7 Pb Zn, PbZnAg
PURPURA 8 Hg, Sb, Ba
CAFÉ CLARO 9 U, V, UV, Th
CAFÉ OSCURO 10 Mn, Al, Talco
GRIS 11 S
a W, Fe, Cu, Au, Cr, Yeso Pb, Hg, Mn, S
b Sn, Ti, Ni, Sb, Al
c CuMo, AuAg, K, PbZn Cianita
d AgPbZn (AuCu), Mg, PbZnAg, Ba
e Cu Au (Au Cu), Asbesto, Talco
1 Secuencia miogeosinclinal, sedimentos de gran espesor no volcánicos
Miogeosynclinal sequence, thick, nonvolcanic sediments
2 Rocas alcalinas
Alkalic rocks
3 Rocas de recubrimiento, en cuencas subsiguientes
Cover rocks in successor basins
4 Rocas felsíticas; granito o diorita cuarcífera
Felsic rocks, granite to quartz diorite
5 Secuencia eugeosinclinal; sedimentos de gran espesor y rocas volcánicas intercaladas
Eugeosinclinal sequence, thick sediments and intercalated volcanics
6 Rocas gabroicas, inclusive diabasa
Gabbroic rocks, including diabase
7 Rocas volcánicas de origen continental y esencialmente no deformadas
Essentially undeformed continental volcanic rocks
8 Rocas ultramáficas
Ultramafic rocks
1-5 Secuencia metamórfica de gran espesor, caracter original oscuro
Thick metamorphosed sequence, original character obscure
3-7 Rocas de recubrimiento en plataformas; incluyendo planicies costeras
Platform cover rocks, including coastal plains
4-6 Diorita
Diorite
6-8 Anortosita
Anorthosite
2-8 Rocas alcálico-máficas
Alkalic-mafic rocks
ROJO CARMÍN 1 Depósitos pegmatíticos
Pegmatite deposits
ROJO OSCURO 2 Sedimentos químicos que no sean evaporitas
Strata-bound chemical sediments other than evaporites
ANARANJADO 3 Depósitos en skarn o greisen (de contacto)
Skarn or greisen deposits
AMARILLO 4 Depósitos de placeres
Placer deposits
VERDE 5 Macizos mineralizados, troncos, chimeneas y otras formas irregulares
Stockworks, pipes, and deposits of irregular or indefinite shape
AZUL VERDE 6 Evaporitas
Evaporites
AZUL 7 Vetas y zonas de cizallamiento
Veins and shear zones
PURPURA 8 Depósitos mas o menos concordantes en rocas ígneas
More or less concordant deposits in igneous rocks
CAFÉ CLARO 9 Lateritas
Laterites
CAFÉ OSCURO 10 Principalmente depósitos diseminados, mas o menos estratificados, pero diferente de placeres conocidos
More or less strata-bound, mainly disseminated deposits other than known placers
GRIS 11 Depósitos de reemplazamiento
Replacement deposits
4 Paleozoico Superior-Triásico Inferior
Late Paleozoic – Early Triassic
5 Triásico Superior-Jurásico
Late Triassic-Jurassic
6 Cretácico
Cretaceous
7 Laramídico
Laramide
8 Post-Laramídico
Post Laramide
NATURALEZA MINERALÓGICA DE LOS DEPÓSITOS
MINERALOGIC NATURE OF THE DEPOSITS
LETRAS VERTICALES
VERTICAL
: ELEMENTOS NATIVOS Y ÓXIDOS
NATIVE ELEMENTS AND OXIDES
Au Mn Fe
LETRAS VERTICALES SUBRAYADAS
VERTICAL UNDERLINED
: SULFUROS
SULFIDES
Pb Zn Ag
LETRAS VERTICALES SUBRAYADAS CON PUNTOS
VERTICAL DOTTED UNDERLINE
: SILICATOS
SILICATES
Mg Ni
LETRAS CURSIVAS
ITALICS
: SULFATOS
SULFATES
Yeso
LETRAS CURSIVAS SUBRAYADAS
ITALICS UNDERLINED
: CARBONATOS
CARBONATES
Pb Zn Cu
TAMAÑO DEL DEPÓSITO
SIZE OF DEPOSIT
A B C
GRANDE
LARGE
MEDIANO
MEDIUM
PEQUEÑO
SMALL
SEPARACIÓN DE COLORES: MÉTODO CARTOGRÁFICO GRABADO EN PLÁSTICO. IMPRESO EN LOS TALLERES LITOGRÁFICOS DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
GUATEMALA, C. A.
OCTUBRE DE 1969
PACÍFICO
OCEANO
LAGO DE MANAGUA
LAGO DE NICARAGUA
MANAGUA
Puerto Somoza
Puerto Masachapa
Puerto San Juan del Sur
Santa Rosa El Portón
Limón
La India
Verde
La Libertad
Santo Domingo
Gongora
Maravellas
Ocotal
Playa Real
Pavone
12°
11°
10°
9°
8°
7°
93°
92°
91°
90°
89°
88°
87°
86°

Fig. 1

rio evitar implicarse demasiado en hipótesis y teorías metalogenéticas, demasiado discutibles algunas veces. Por otra, debía evitarse también caer en el exceso contrario; es decir, olvidar parte de los conocimientos acumulados por la ciencia metalogenética.

Se ha considerado importante también prever el acceso a informaciones más detalladas que las que puede mostrar el mapa, por un sistema simple y moderno de identificación, bien sea en relación con ficheros de yacimientos, ficheros bibliográficos o ficheros de formaciones geológicas. Esto ha sido realizado mediante la puesta en ordenador de los datos relativos a la confección del mapa.

Ponen de manifiesto los autores que la inclusión de datos sobre litología, estratigrafía y tectónica, poco normal a estas escalas, si bien hace más compleja la interpretación de la carta indudablemente la enriquece.

Dominios orogénicos

La leyenda relativa a estos dominios está inspirada en la correspondiente a la Carta Tectónica Internacional de Europa. Sin embargo, no se ha tenido en cuenta la subdivisión entre eugeosinclinales y miogeosinclinales y se han incluido las antefosas en los dominios no plegados.

Se ha asignado un color único pálido y una letra a cada orogénesis. La densidad del color es idéntica en cada caso, tanto si se trata de una región no subdividida o de zonas donde los terrenos han sido separados en etapas estructurales ligadas a épocas preorogénicas, sinorogénicas y orogénicas tardías. Esto se ha realizado mediante la representación de tramas para las zonas no subdivididas y de rayados que indican si pertenecen a una u otra de las diferentes etapas estructurales.

En el caso que unas misma formación haya sufrido la acción de una orogénesis posterior, se indica bien por el color neutro del núcleo antiguo o por el color de la orogénesis más antigua. Las acciones orogénicas recientes se indican por letras.

Las líneas del nivel del zócalo, representadas del mismo color de la orogénesis, permiten seguir la marcha de las zonas plegadas bajo su recubrimiento sedimentario de terrenos posteriores.

Las coberteras de plataforma

En lo fundamental, las grandes cuencas sedimentarias se han representado como en los mapas geológicos normales. Se las distingue de los terrenos plegados por un color gris claro. Este gris es más claro en las zonas donde las potencias de los terrenos suprayacentes es inferior a 500 metros, lo que permite hacer resaltar mejor los macizos antiguos, que quedan así contorneados por una aureola de color gris más claro.

Las diversas unidades estratigráficas se indican con ayuda de letras y con rayados coloreados de manera que el mapa conserva una tonalidad suficientemente neutra y homogénea.

La dirección de los rayados espaciados, cuyo color precisa la edad estratigráfica, al igual que en el caso de las zonas plegadas, indican la sucesión de acontecimientos de naturaleza tectónica. Así, la orientación de tales rayados estaría en consonancia con la sucesión cronológica de los episodios, de la misma manera que la orientación de la aguja pequeña de un reloj. El conjunto de unidades estratigráficas para el cual la orientación del rayado es la misma, constituye, por definición, una etapa estructural de la cobertura.

Paleogeografía, litología y petrografía

En las zonas de plataformas se distinguen las formaciones continentales de aquellas de origen esencialmente marino, dibujando de forma discontinua los rayados. Igualmente, se indican los límites de los mares en algunas épocas, así como las zonas continentales de alteración.

La naturaleza litológica predominante de las series sedimentarias se indica mediante sobreimpresiones en gris. En el caso de las zonas volcánicas, las sobreimpresiones en gris o en color indican tanto la naturaleza ácida intermedia o básica de las rocas como su ubicación en una etapa del desarrollo orogénico. Las sobreimpresiones correspondientes a las rocas plutónicas indican al mismo tiempo la naturaleza, por la forma de la sobreimpresión, y la orogénesis a la cual pertenecen, por el color de la misma. Finalmente, la edad de las rocas se expresa, bien sea por la edad estratigráfica, la edad tectónica o la edad absoluta.

Mineralizaciones

Las mineralizaciones se representan en colores vivos. Son objeto de consideración separada, por una parte, por los yacimientos e indicios y, por otra, los distritos, zonas y áreas metalogénicas.

El símbolo básico de los yacimientos e indicios es la morfología, indicándose también la naturaleza de la mena, el quimismo y el tipo genético supuesto. Respecto a la importancia económica se han elegido dos categorías, correspondientes a yacimientos grandes y a yacimientos pequeños, y se ha añadido un símbolo especial para representar los indicios.

Es muy interesante la tipología de agrupaciones que se ha establecido para constituir los distritos metalíferos. Dentro de los yacimientos que acontecen en zonas plegadas se distinguen los tipos siguientes:

— Distritos ligados a la metalogenia eocinemática.
— Distritos ligados a la metalogenia sinorogénica.
— Distritos ligados al vulcanismo y plutonismo tardío.
— Distritos hidrotermales orogénicos tardíos.

Por lo que se refiere a los yacimientos de plataforma, los distritos considerados han sido los siguientes:

— Distritos con yacimientos estratiformes en los primeros niveles transgresivos.
— Distritos sedimentarios.
— Distritos de alteración superficial.

Se ha considerado también una tercera categoría de distritos imprecisos.

1.3.4.4 Mapa Metalogenético de América del Norte: 1 : 5.000.000

En la figura 1.3-4 se muestra la leyenda de mineralización que corresponde a este mapa, tomada del de América Central.

Según expone P. Guild, coordinador de la realización de este mapa, los yacimientos minerales se representan por un símbolo constituido por un núcleo y un anillo externo. La naturaleza de la mena se indica por medio de la forma y color del núcleo, disponiéndose de once colores y cinco formas diferentes. La importancia del yacimiento, que se expresa en tres categorías, depende del tamaño del referido núcleo. Por medio de rayitas radiales alrededor del núcleo, del mismo color del metal principal, se indica el ambiente sedimentario o ígneo en el que yacen los yacimientos; se dispone en este sentido de 13 posibilidades. El tipo geológico a que pertenece el yacimiento se expresa

ASGA . UNESCO
Carte minérale de l'Afrique
Mineral map of Africa
1 / 10 000 000
Fond géologique
Geological background
Gîtes minéraux / Mineral deposits
Morphologie / Morphology
Substances
Hydrocarbures
Hydrocarbons

FIGURA 1.3-5

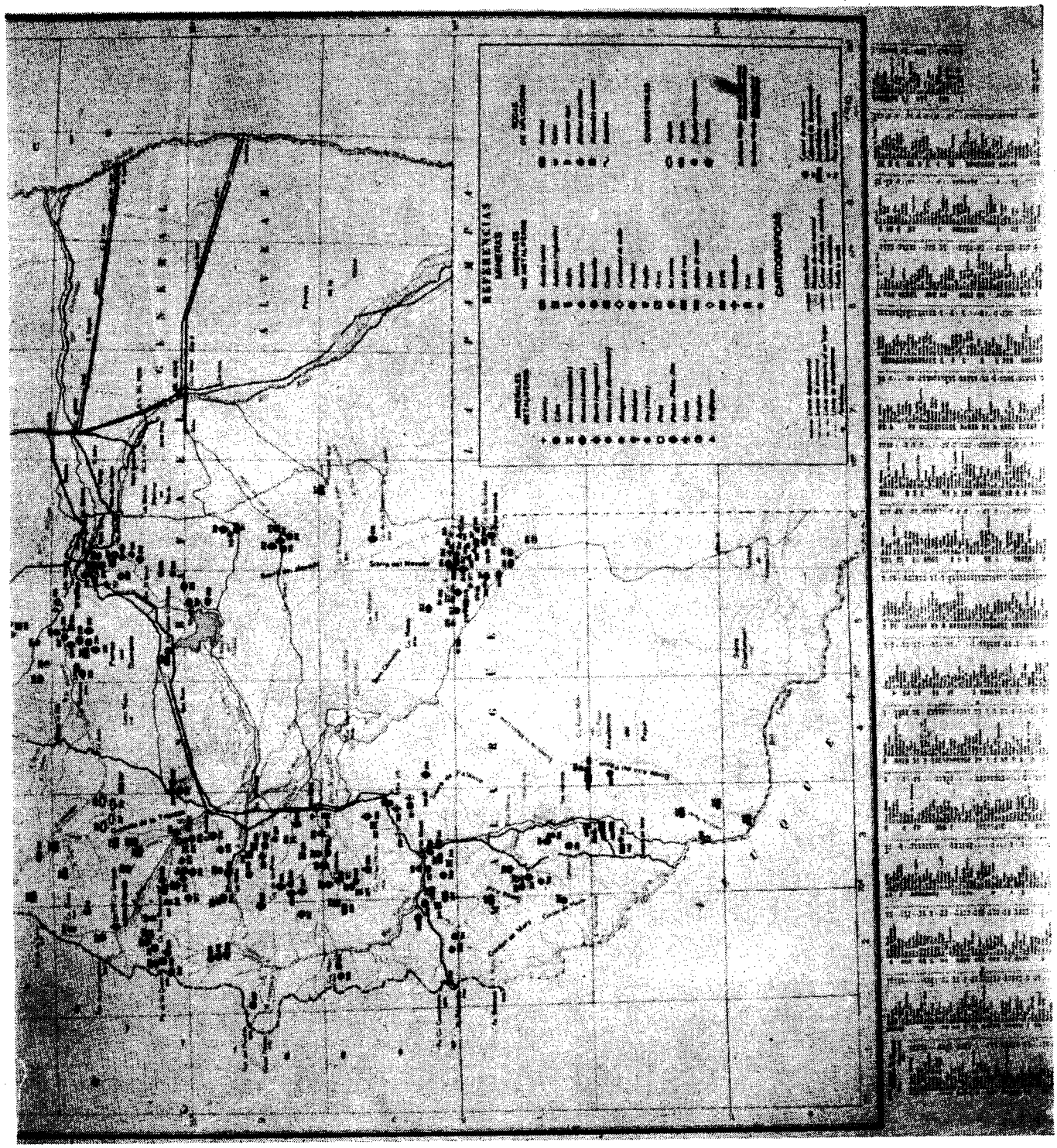


FIGURA 1.3-6

según el color del anillo externo, distinguiéndose las siguientes posibilidades:

— Depósitos pegmatíticos.
— Sedimentos químicos que no sean evaporitas.
— Skarns o greisen (de contacto).
— Depósitos de placeres.
— Macizos mineralizados, troncos, chimeneas y otras formas irregulares.
— Evaporitas.
— Vetas y zonas de cizallamiento.
— Depósitos más o menos concordantes en rocas ígneas.
— Lateritas.
— Principalmente, depósitos diseminados más o menos estratificados, pero diferentes de placeres conocidos.
— Depósitos de reemplazamiento.

La edad de la mineralización se representa por una o más rayas radiales externas del anillo. La posición de estas rayas y las edades que representan se suceden en el sentido de las agujas de un reloj.

Los distritos metalíferos de importancia suficiente se cartografían a escala, representando por el color del límite externo la clase o tipo geológico de los yacimientos, mientras que rayados internos indican por su color el metal a que corresponden.

En lo que se refiere a la base geológica, todavía no publicada, se van a distinguir los aspectos siguientes:

— Edad, en general, de las rocas encajantes.
— Naturaleza de las rocas, especialmente si son de origen volcánico.
— Condiciones generales de carácter estructural y metamórfico: no deformadas, plegadas, moderada y altamente metamorfizadas.
— Para las rocas ígneas, su naturaleza petrográfica esencial (alcalinas, graníticas, máficas y ultramáficas) y la edad de su intrusión en relación con las orogenias principales.

Se utilizan doce colores para mostrar estos aspectos de la geología con varias orientaciones y modelos de representación, que expresan áreas de zonas estratificadas, sedimentarias o volcánicas, según sus edades de formación. Se utilizan también cuatro colores, con diversas combinaciones de símbolos, para poner de manifiesto a las rocas intrusivas.

1.3.5 MAPAS METALOGENETICOS S. L.

(Mapas geológicos de yacimientos minerales.)

Algunas de las características de estos mapas se dan en los anteriormente descritos, especialmente en aquellos en que el símbolo base de las mineralizaciones no es el correspondiente al tipo genético.

Cabría clasificar parcialmente en este tipo el Mapa de Yacimientos Minerales de Francia, a 1: 320.000; el Mapa Metalogenético de América Central, y el Mapa Internacional de Yacimientos de Hierro de Europa. Todos ellos, salvo el primero, presentan caracteres mixtos de mapas metalogenéticos s. s. y s. l. En cambio, encajan perfectamente por su concepción el Mapa Mineral de Africa, a escala 1: 10.000.000, y el Mapa de Mineralizaciones de Pb y Zn de Marruecos, a escala 1: 2.000.000. A escalas mayores conviene señalar que el Mapa Metalogenético de España 1: 200.000 está planteado desde este punto de vista.

1.3.5.1 Carte minerale de l'Afrique 1 : 10.000.000, 1969 (figuras 1.3-5 y 1.3-6)

Según se expone en la nota explicativa que acompaña al mapa, el fondo geológico se ha preparado de manera que facilite la observación de las relaciones que puedan existir entre determinados yacimientos minerales y algunas unidades geológicas importantes; esto es, que trata de proporcionar las bases para la investigación metalogenética.

El mapa base utilizado proviene del esbozo estructural de Africa a 1: 10.000.000 y los rasgos geológicos y tectónicos son los de los mapas 1: 5.000.000, preparados por la Asociación de Geólogos Africanos y publicados bien sea por este Organismo o conjuntamente con la UNESCO en los últimos años.

Por lo que se refiere a la leyenda de los yacimientos minerales, el Comité encargado de su preparación decidió excluir toda la referencia genética en relación con el Mapa de Africa. Unicamente se utilizan símbolos morfológicos que corresponden a las siete variedades siguientes: filones, pegmatitas, pipas y complejos anulares, depósitos estratiformes, yacimientos aluviales y lateríticos, yacimientos aluviales y arenas de playa. El séptimo grupo comprende formas diversas no consideradas en los anteriores.

La naturaleza de la mena se indica por el color interno del símbolo morfológico o bien por rayados dentro de él.

Para estimar la importancia económica se han clasificado, según el tamaño del símbolo, en tres categorías: la categoría primera corresponde a yacimientos que comprenden más del 2 por 100 de la producción mundial; la segunda, a aquellos que suponen cantidades comprendidas entre el anterior y el 0,1 por 100; finalmente, la tercera se refiere a los que representan menos de 0,1 por 100 de la producción mundial.

1.3.6 MAPAS PREVISORES

Como ya se ha indicado, es tal la variedad de escalas y condiciones en que se pueden realizar estos mapas que parece superfluo acompañar ejemplos explicativos. P. Nicolino (1970), en su reciente obra, incluye algunos, y en este mismo tomo se presentan varios de España a escala 1: 1.500.000 por sustancias.

1.4 BIBLIOBRAFIA FUNDAMENTAL

Dengo, G. y Levy, E (1970). Mapa Metalogenético de América Central. ICAITI.

Dvortzova, K. Y. y Goretzkaia, E. E. (1956). Metalogenic map compilation methods. XX Congres Geol. Inter. Mexico. Resumen 88-85.

Emberger, A. (1969). Carte des mineralisations plombo-zinciferes du Maroc 1: 2.000.000. Service Geologique du Maroc.

Feito, J (1963). Bosquejo metalogenético de España, excluidos carbón e hidrocarburos. Not. Com. IGME, núm. 72.

Gorsky, I. I. et Leonenot, N .I. La Carte Internationale des dépots houillers en Europe (echelle 1: 2.500.000). XXIII International Geological Congres. Vol. II.

Guild, P. W. (1968). Metallotecs of North America SEG-SME. New York, Feb.

Khitarov, N. J. (Editor) (1969). Problems of Geochemistry. Israel Program for Scientific Translations.

Kinney, D. M. (1970). Commission de la Carte Géologique du monde. Assemblée plenière. Paris, 16 mars.

Laffitte, P. Commission for the geological map of the world subcommission for the metallogenic map editorial commitee for Europe. Report of the Convenor.

Laffitte, P. (1966). La métallogenie de la France. Bull. Soc. Geol. de France. 7.° sér., t. VIII, n.° 1.

Laffitte, P. et Permingeat (1961). Maquette d'une carte métallogénique de France an 2.500.000e. Bull. Soc. Geol. Fr. (7) III.

Laffitte, P., Permingeat et Routhier, P (1965). Cartographie métallogénique, metallotecte et geochimie régionale. Bull. Soc. France. Min. Crès. T. LXXXVIII.
Laffitte, P. et Rouveyrol, P. (1964-1965). Carte minière du globe sur fond tectonique a l'échelle de 1 : 20.000.000. Ann. Mines. Paris.
Laffitte, P. et Rouveyrol, P. (1964-1965). Carte minière du globe sur fond tectonique an 20.000.000e. BRGM.
Laffitte, P. et Ziserman, A. (1966). Compte-rendu des sessions du comite de redaction de la carte metallogenique de l'Europe. Paris. Juni.
Laffitte, P. et Ziserman, A. (1970). La carte metallogenique de l'Europe. Reunión de la Comisión del Mapa Geológico del Mundo. París.
Lombard, J. (1961). Notes relatives à la phase preparatoire de l'exploration minérale. Chron. Min. Avril.
Lombard, J. (1968). La carte géologique document fondamental. Chron. Mines. Rech. Min., n.° 372.
Magakjan, I. G. (1959). Eine metallogenetische Weltkarte. Zeit. Angew. Geol. Berlin. Vol. 5, n.° 3.
Magakjan, I. G. (1960). A metallogenetic map of the world. International Geology Review. Vol. 2, n.° 6, pp. 489-497.
Magakjan, I. G. Tacteurs determinant les caractères propies de la métallogénic d'une région. Trad. BRGM.
Nicolini, P. (1970). Gitologie des concentrations minérales stratiformes.
Oestreich, W. (1960). Reproduction d'une carte métallogénique du monde a 1 :22.000.000 publiée I. G. Magakjan en Arménie; cette carte a été presentée à la XXIe session du Congrès Géol. inten.
Orlova, A .V., Shatalov, E. I. (1960). Principes méthodiques de l'establissement des cartes métallogéniques et des cartes de prevision des régions minières. Trad. n.° 2695. BRGM.
Petrascheek, W. (1959). Considerations sur la rédactions des cartes métallogéniques des grands espaces. Chron. Mines. Rech. Min. Far. n.° 272, pp. 50-53.
Radkevich, Y. A. (1961). On the types of metallogenic provinces and ore districts. Int. Geol. Rev. V. 3, n.° 9.
Routhier, P. (1963). Les gisements métallifères Géologie et principes de recherches. Masson et Cie.
Routhier, P. (1969). Essai critique sur les méthodes de la Geologie. Masson et Cie.
Ruiz Fuller, C. Commission for the Geological map of the world. Subcommission por the metallogenic map. Resume of activities related to the preparation of the metallogenic map of South America.
Salas, G. Carta Metalogénica de la República Mexicana. 5 × 10. Instituto de Geología. Documento inédito.
Sierra, J .(1967). Consideraciones sobre el planteamiento y planificación de investigaciones mineras. Ec. Ind.
Sierra, J .(1970). El Mapa Metalogenético de España 1 : 200.000. Su aplicación en el SE. Conferencia en Cartagena. Mayo.
Sirois, R., Dugas, J. (1967). Métallogenic Maps in Quebec; their preparation and Use. The Canadiense Mining and Metállurgical Bulletin. Yarmary.
Tatarinov, P. M., Grushevey, J. V. G., Labazin, G. S. (1957). Principes généraux d'analyse métallogénique régionale, et méthode d'établissement des cartes métallogéniques des régions plissées. Trad. n.° 2072. BRGM.
Von Gaertner (1970). Report delivered by the Vice-President for Europe. Reunión de la Comisión del Mapa Geológico del Mundo. París, marzo.
Carte des gîtes Minéraux de la France au 1 :320.000, en 14 fenilles. Préparée au BRGM, sons la direction de F. Permingeat, publiée par la Soc. d'Ed. Technip.
Carte des gîtes mineraux de la France a 1 : 320.000. BRGM. 1960-1964.
Carte internationale des gisements de Fer de l'Europe 25 × 10⁵. Fenille 121. Congrés geologique international. BFB. 1968.
Carte minerale de l'Afrique 1 : 10.000.000. 1969. UNESCO. ASGA.
Mapa Minero de la Argentina 1 : 750.000. 1966-1967. Instituto Nacional de Geología y Minería.
Carte metallogenique de l'Europe 1 :2.500.000. UNESCO. BRGM Hojas núms. 1 y 4. 1968-1970.
Commissiun de la Carte Géologique du monde. Assemblée plenière. Paris, 16 mars 1970.
Compte-rendu des sessions du comite de redaction de la carte metallogenique de l'Europe. Paris, June 1966.
Informe final de la reunión preparatoria de expertos para formular un programa internacional de correlación geológica (PICG). UNESCO. 1970.
Mapa Metalogenético del Perú 1 : 1.000.000. Sociedad Nacional de Minería y Petróleo. Noviembre 1969.
Mineral Deposits of Canada 1 : 5.000.000. Geological Servey of Canada. 1968.
North American Metallogenic Map Committee. Minutes of the Fourth Meneting. Guatemala, C. A. December 1969.
Principal Mineral Areas of Canada. Department of Energey, Mines, and Resources. 19 ed. 1969.
Segunda reunión de geólogos de América Central. Leyenda para el Mapa metalogénico de América del Norte. Noviembre 1966.

2. MAPA METALOGENETICO DE ESPAÑA 1.200.000

2.1 OBJETIVOS Y FUNDAMENTOS

2.1.1 OBJETIVOS

Seleccionadas veintiuna sustancias de interés prioritario a la economía nacional, correspondía examinar la realidad de las posibilidades geológicas que nuestro país ofrecía a su búsqueda.

Los mapas metalogenéticos constituyen en el PNIM el instrumento encargado de precisar las áreas más favorables para la investigación y orientar sobre los criterios a seguir, sirviendo así de base a la confección de los programas sectoriales.

Hubiera sido factible confeccionar los mapas metalogenéticos referidos exclusivamente a tales sustancias prioritarias. Sin embargo, se han considerado en ellos la mayor parte de las sustancias minerales, lo que no suponía aumentar proporcionalmente la cantidad de la información a tratar, dada la común asociación, espacial y genética, de las más variadas sustancias.

Así, si los factores económicos y de mercado, esencialmente fluctuables, que determinaron la actual selección de sustancias cambiaran, incluyendo otras nuevas, se podría afrontar con mucho menos esfuerzo el problema de dónde y cómo ha de acometerse su investigación.

Siendo el objetivo fundamental de estos mapas el planteamiento de investigaciones mineras, sabía concebirlos, según se ha explicado en el apartado 1.2, como mapas metalogenéticos s. s. o como mapas geológicos de yacimientos minerales (metalogenéticos s. l.).

Los primeros (Fig. 1.2.3) exigían disponer de mapas geológicos muy detallados y de conocimientos metalogénicos profundos de los yacimientos españoles. Desafortunadamente, ésta no es la situación nacional en ninguno de los dos aspectos.

Por lo que se refiere a la base geológica utilizada, la 1 : 200.000, "Síntesis de la cartografía existente", constituye una toma de conciencia indispensable que pone muy claramente de manifiesto cuán heterogéneo, desigual e incompleto es ese conocimiento geológico del país, muy inferior, como término medio, al mínimo requerido para acometer la confección de un mapa metalogenético s. s. a escala nacional.

Por otra parte, si nunca el estudio metalogénico de nuestros yacimientos fue paralelo al ímpetu de su aprovechamiento histórico, es evidente que el desinterés parecía haberse acentuado en la segunda mitad de lo que va de siglo, como lo prueba el hecho de que el número de publicaciones realizadas no alcanzó el 50 por 100 de las que vieron la luz en la primera mitad.

En consecuencia, resulta obvio que, puesto que la investigación metódica de nuestro subsuelo no puede, ni debe, esperar a que se alcance un nivel adecuado de conocimiento de la infraestructura geológica y minera, era imprescindible adoptar un enfoque absolutamente realista, en consonancia con el concepto mismo de prospección, confeccionando mapas metalogenéticos, en sentido amplio, de los que se pudieran deducir criterios y guías, por pequeños que fueran; y había que realizarlo sin dejarse cautivar por la atracción estética de encuadrar pocos hechos de observación en grandes teorías o de presentar mapas que lograran un deseable equilibrio de expresividad recurriendo a extrapolaciones ligeras.

El espíritu fundamental que ha animado la realización del Mapa Metalogenético de España ha sido la objetividad, con el pensamiento de que por fragmentario que fuera el conocimiento de los yacimientos y su medio geológico las relaciones que entre ambos se pudieran poner de manifiesto, mediante su observación desapasionada y sistemática, serían válidas por ser naturales.

A estas limitaciones de partida habrá que añadir las propias de la ejecución del trabajo: desigual investigación de las fuentes, insuficiente comprobación en el campo, limitación en el tiempo, heterogeneidad de la experiencia personal... Indudablemente que estos mapas nacen afectados de un especial carácter de provisionalidad, pero ello no es en realidad una circunstancia, sino más bien un reflejo de su inmanente perfectabilidad, que se acentúa en las etapas más tempranas del desarrollo. Por esta razón, y aunque se hubiera partido de un nivel superior de conocimientos, la simbología siempre se habría concebido dentro de un sistema aditivo.

Paralelamente al cumplimiento del objetivo primordial, es de interés destacar otros logros que se esperan alcanzar:

- Ofrecer, por primera vez en España, una síntesis de los conocimientos actuales, publicados o que se han podido obtener, sobre nuestros indicios y yacimientos minerales. Esfuerzo que es el primer paso hacia una metalogenia española.
- Huir, a escala nacional, de la contemplación aislada de los individuos mineralizados, tan limitada en el espacio por el minifundismo histórico de nuestras concesiones y permisos, y relacionarlos con todos aquéllos, más o menos distantes, pero naturalmente vinculados por una comunidad de condiciones geológicas de yacimientos.
- Salir también del círculo vicioso de nuestros yacimientos minerales y sus áreas de interés conocidas, mediante un examen integral, de forma que puedan resaltar espontáneamente tipos de yacimientos nuevos en nuestros estilo y panorama clásicos, y no los mismos que de forma subconsciente siempre se buscan.

2.1.2 FUNDAMENTOS

La sistemática de representación elegida se apoya en dos principios fundamentales. El primero es que en investigación minera presenta un interés de orden superior la caracterización del ambiente geológico en el que yacen los indicios y yacimientos a las características individuales de éstos; el segundo, que la singularización de un ambiente o rasgo geológico por la incidencia sistemática en él de determinados indicios o yacimientos minerales, aunque se desconozcan las razones genéticas de su existencia, suministra una base analógica de carácter estadístico, suficiente para permitir suponer, en general, que la repetición del ambiente o rasgo geológico pueda ir acompañada de una correspondiente repetición de los indicios y yacimientos minerales.

Ambos principios se ponen de manifiesto en la cartografía mediante la representación, especial y destacada, de cualquier rasgo u objeto geológico (metalotecto comprobado) que manifieste una relación, de carácter estadístico y validez general o local, con la presencia de determinados yacimientos minerales y pueda constituir, por consiguiente, una guía para su búsqueda. Los metalotectos, así como los indicios y yacimientos con ellos asociados, se representan sobre un fondo geológico especialmente preparado para ser lo más significativo posible desde un punto de vista mineralífero.

La identificación y representación de rasgos geológicos análogos (metalotectos probables y posibles), próximos a los comprobados y acompañados de indicios minerales, da carácter de previsor al mapa metalogenético.

La composición de la base geológica con los símbolos de los yacimientos e indicios plantea problemas de representación. En efecto, a escalas inferiores a 1: 100.000, en las que un milímetro corresponde a cien metros, un yacimiento mineral de tamaño medio ha dejado de ser cartografiable, teniendo que venir expresado por un símbolo de superficie suficiente para poderle identificar y registrar en él las características de la mineralización.

A poco tamaño que tenga el símbolo del yacimiento o de sus agrupaciones, como la cartografía geológica básica se ha hecho a escala sin tener en cuenta que acaba de crearse un límite de dimensión de representación, por debajo del cual ya no se está en un sistema a escala, sino en un sistema simbólico, podrá ocurrir que rasgos geológicos tan importantes como la litología y estructura, en la que encajan los indicios, tengan una dimensión igual o menor que éstos o que sus agrupaciones, siendo ocultados por ellos o apareciendo los indicios fuera de los rasgos geológicos correspondientes. No sólo no se pondrían de manifiesto las relaciones buscadas, sino que podrían aparecer otras engañosas.

En consecuencia, si los rasgos geológicos se pueden acomodar de forma continua a las variaciones de escala y, por el contrario, los indicios y yacimientos resultan irrepresentables por debajo de ciertos órdenes, requiriendo una expresión simbólica de tamaño arbitrario, ya no servirá la base geológica normal a una escala dada, pues el límite de dimensión de rasgo geológico mínimo representable no vendrá solamente fijado por la escala, sino también por la dimensión del símbolo del yacimiento, por debajo de la cual la representación resulta confusa al mezclar sistemas a escala y simbólico. Habrá, pues, que acomodar la base geológica en este sentido.

Por otra parte, si un mapa geológico muestra en proyección la arquitectura de una zona de la corteza donde los elementos, rocas y yacimientos de edades diversas, se encuentran reunidos en un armazón de variados tipos estructurales, los mapas deben extraer de esa compleja arquitectura, simplificando el resto, aquellos elementos rocosos y aquellas estructuras del armazón, que realmente controlan la disposición tridimensional de los yacimientos y, por consiguiente, pueden servir de guía hacia ellos. Es decir, que habrá que modificar nuevamente, como ya se señaló, la geología base, simplificando los rasgos sin interés para que destaquen especialmente los potencialmente metalíferos (metalotectos).

Puesto que por debajo de determinadas escalas resulta inevitable, se utilizarán símbolos para los indicios y yacimientos. Ahora bien, el sistema de confección del símbolo deberá ser aditivo, de forma que se pueda pasar progresivamente en la representación desde la expresión del mero conocimiento de la existencia del indicio hasta la simbolización de todas sus características metalogenéticas, del ambiente geológico, económicas y de laboreo.

Finalmente, deben separarse claramente en la simbología los datos económicos y de laboreo de los metalogénicos, pues aquéllos, si bien pueden ayudar a cuantificar la posible potencialidad de las áreas favorables, no tienen significado para definir geológicamente a los metalotectos.

2.2 SIMBOLOGIA

2.2.1 FONDO GEOLOGICO

Se conservan todos los contactos y rasgos estructurales de la hoja 1: 200.000, simplificando unas formaciones mediante la uniformización del color y destacando especialmente otras por medio de sobreimpresiones litológicas clásicas.

En la figura 2.2-1 puede observarse la simplificación estratigráfica general, en la que con seis colores se diferencian las formaciones pertenecientes al Precámbrico, Paleozoico, Trías, resto del Mesozoico, Terciario y Cuaternario. El no poder disponer de más colores, por los condicionamientos de la impresión, ha hecho que se prefiera separar al Trías, con una especial significación metalogenética en España, en lugar de cualquier otro de los sistemas componentes del Paleozoico. En los casos necesarios también se puede realizar por sobrecargas adecuadas.

La litología se resuelve por un sistema mixto de colores y sobrecargas. Los colores se han empleado para marcar una gran división de las rocas ígneas en dos grupos principales, basados fundamentalmente en su nivel de consolidación. De este modo, las plutónicas llevan siempre un fondo de color rojo, mientras que las volcánicas lo llevan verde.

El quimismo diferenciador de unas y otras se señala por medio de sobrecargas, según sean de carácter ácido, intermedio, básico, ultrabásico o alcalino (fig. 2.2-2), que figuran en la primera columna. La segunda columna se reserva para los nombres de las rocas, diferenciados según estas características.

En algunos casos es preciso alcanzar una mayor precisión en la clasificación de las rocas que aparecen en la superficie de la hoja metalogenética de que se trate. Para esta situación está prevista la tercera columna, en la que, mediante diversos signos añadidos al fundamental del quimismo, se especifica la roca representada y su denominación.

Un sistema análogo es el que se emplea en la representación de rocas de elevado grado de metamorfismo y origen dudoso, para las que sobre un fondo de color se im-

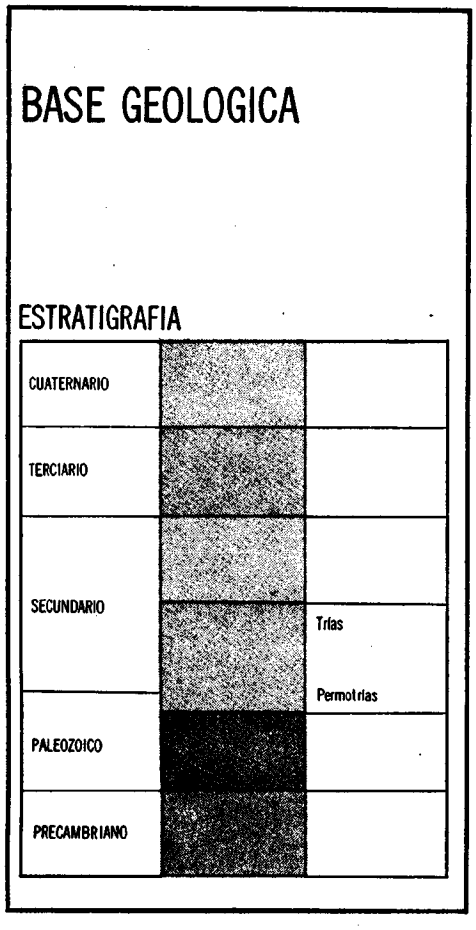


FIGURA 2.2-1

primen determinadas cargas, según el tipo de roca de que se trate (gneis, micacitas, etc.) (fig. 2.2.-2).

Por lo que se refiere a las rocas sedimentarias más comunes, cuando se considera necesario destacar su existencia se emplean sobrecargas adecuadas.

2.2.2 YACIMIENTOS E INDICIOS MINERALES

Se han separado en la representación las que son características geológicas del yacimiento, inmutables en nuestro período de observación, de aquellas esencialmente variables, como su importancia económica, grado de laboreo y reservas.

Las primeras constituyen un núcleo o módulo circular de dimensión constante y que tapa la geología infrayacente, mientras que las segundas se representan en una circunferencia concéntrica, pero independiente.

La unidad de representación corresponde a uno o más indicios o yacimientos contenidos en 30 has, que es la superficie ocupada por el módulo.

2.2.2.1 Morfología

La morfología se obtiene (fig. 2.2-3) mediante la adición de signos al módulo, que además indicarán por su orientación la del cuerpo mineralizado.

Se distinguen así: morfología desconocida, filoniana, estratiforme, masa y diversos, y el caso especial de que el yacimiento sea cartografiable.

En las áreas en las que la densidad de indicios obligaría a la superposición de unos símbolos con otros, se utilizan curvas de densidad, de grosor creciente proporcional a su incremento. Con esta forma de proceder no solamente se salva un problema de representación, sino que, además, se muestra la geometría, que puede ser significativa, de tales áreas geoquímicamente anómalas.

2.2.2.2 Menas

El elemento principal, del que la mineralización es mena, se representa por el color del símbolo.

Se utilizan 14 colores distintos, lo que con el relleno parcial del módulo supone 28 posibilidades, cubriéndose las asociaciones de elementos más frecuentes en España (fig. 2.2-4).

Los símbolos químicos de los elementos principales se ponen al lado del módulo, en orden decreciente de su importancia económica en el yacimiento.

2.2.2.3 Quimismo

Una letra antepuesta a las del correspondiente símbolo químico indica la mineralogía de la mena de acuerdo a la codificicación representada en la figura 2.2-5, en la que también, por medio de subrayados, se especifica el quimismo de la ganga.

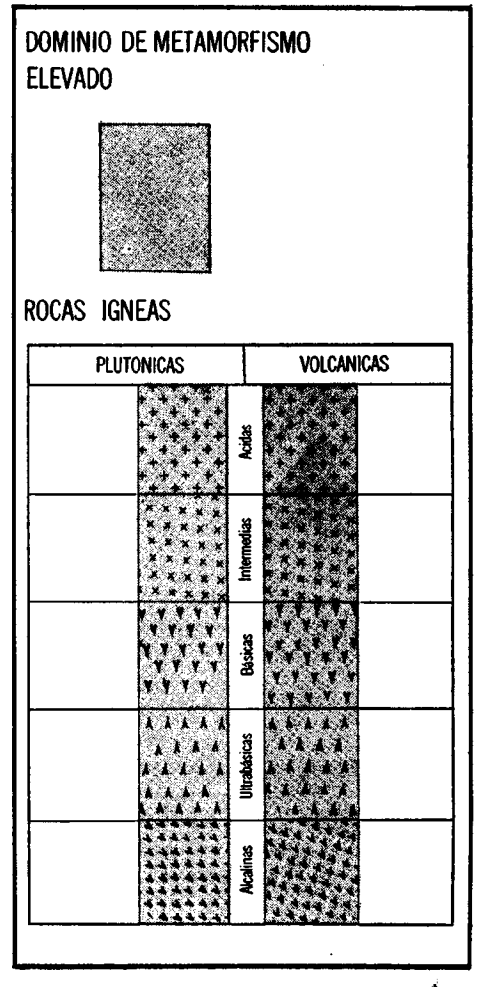


FIGURA 2.2-2

YACIMIENTOS E INDICIOS MINERALES

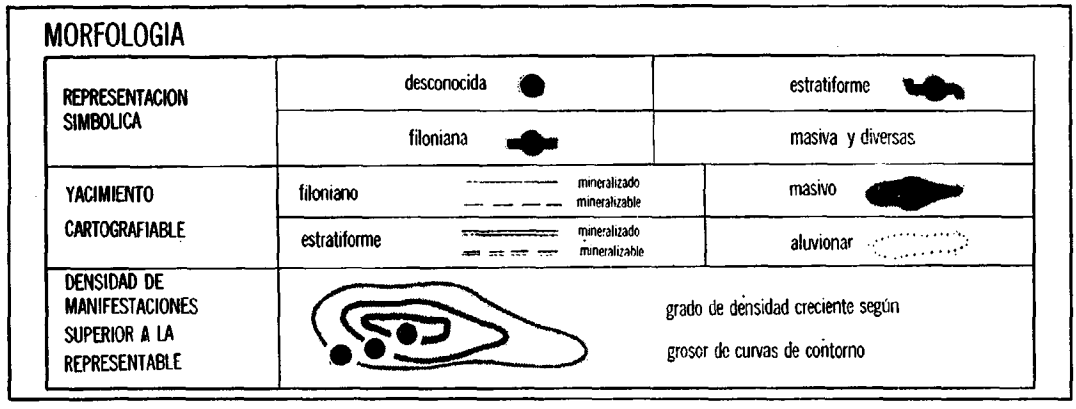


FIGURA 2.2-3

2.2.2.4 **Roca encajante**

Cuando, como es el caso más frecuente a la escala utilizada, la roca encajante esté representada en la geología base, no se utilizará este símbolo. En caso contrario, podrá variar de una hoja a otra y acomodarse así a los detalles locales (fig. 2.2-7).

Tipo genético

Se utilizan los mismos símbolos que los del Mapa Metalogenético de Europa (fig. 2.2-8).

2.2.2.6 **Laboreo y reservas**

La circunferencia externa únicamente aparecerá en los yacimientos que han sido o son objeto de explotación y no en los indicios; si es de trazos, querrá decir que el yacimiento está inactivo, y si es continua, que está activo. Según su diámetro, se indica sucesivamente: la falta de datos y la importancia económica: pequeña, grande y excepcional. La separación entre estas categorías se ha establecido de forma orientativa, según el valor del volumen de metal explotado más las reservas conocidas, apoyándose en las cifras de los mapas europeo y americano (fig. 2.2-8).

2.2.2.7 **Otras características**

Se ha aprovechado también la circunferencia externa para representar características geológicas que lógicamente sólo hay posibilidad de conocer en yacimientos explotados: la distribución interna de la mineralización, su control estructural de detalle y su edad.

Así, para la distribución interna de la mineralización (fig. 2.2-9) y su control estructural de detalle se dispone de seis posiciones de reloj; unas fijas, como la 1 (masivo), 4 (diseminado) y 2 (en enriquecimientos o bonanzas), y otras que pueden ser variables.

2.2.2.8 **Edad**

La edad de la mineralización se expresa por posiciones de reloj externas a la circunferencia y que se refieren a los distintos períodos geológicos y orogénicos; este sistema, tomado del americano, tiene la ventaja de que con un trazo complementario se puede señalar: si no se conoce el período exacto, si es posterior a uno, anterior a otro, comprendido entre dos o perteneciente a una orogenia (fig. 2.2-10).

2.2.3 METALOTECTOS

2.2.3.1 **Metalotecto comprobado**

Corresponde al caso en que los criaderos y su contexto geológico están claramente definidos y relacionados. Se representan por líneas continuas del mismo color que el de la mena correspondiente, que contornearán los rasgos geológicos y seguirán los estructurales. Para visualizarlos mejor llevarán un rayado interno vertical (fig. 2.2-11).

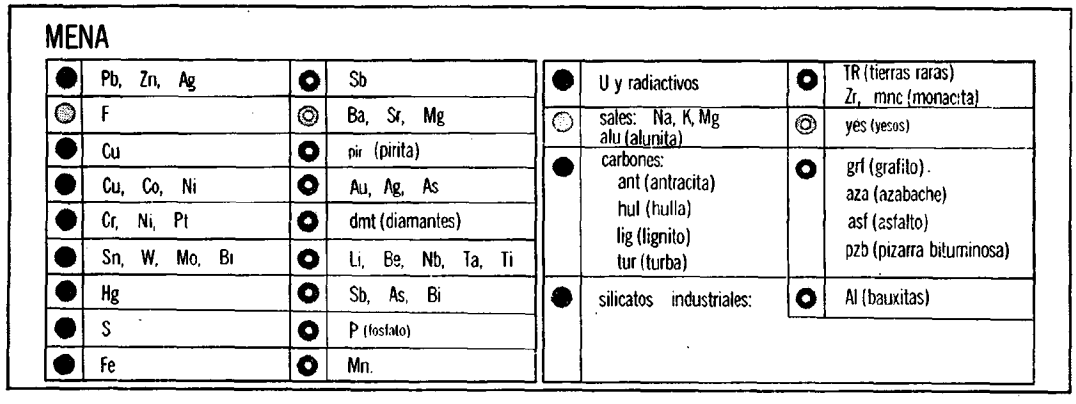


FIGURA 2.2-4

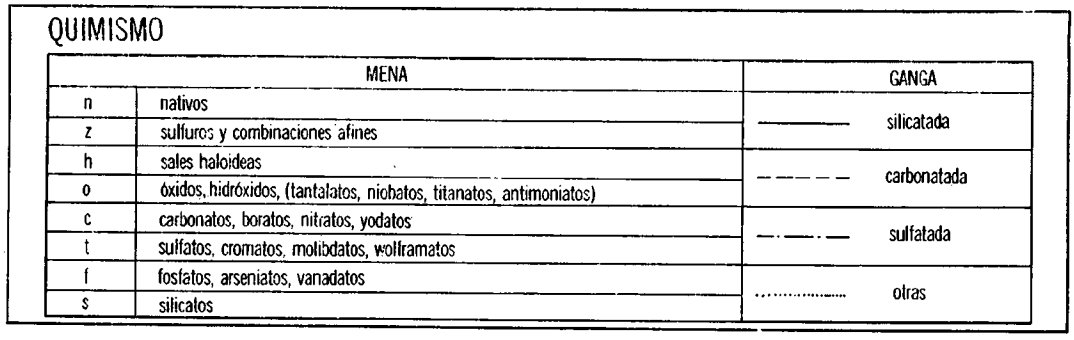


FIGURA 2.2-5

2.2.3.2 **Metalotecto probable**

Se define por analogía de contexto geológico, continuidad espacial con un metalotecto visto y existencia de indicios. Su representación es análoga al del anterior con líneas de trazos (fig. 2.2-12).

2.2.3.3 **Mealotecto posible**

Se define por analogía de contexto geológico, rareza o ausencia de indicios y no necesaria continuidad espacial (fig. 2.2-13).

2.2.3.4 **Metalotecto no aflorante**

Si el yacimiento se encuentra incluido físicamente en un metalotecto, pero en el mapa geológico no cae sobre él, por ejemplo, porque en superficie aflora una formación y el yacimiento se encuentra en otra en profundidad, se le relacionará con el afloramiento de ésta por una flecha continua (fig. 2.2-14).

2.2.3.5 **Metalotecto y yacimiento distanciados**

Si el yacimiento no se encuentra incluido físicamente en el metalotecto, pero puede tener una relación con él, por ejemplo, filones de Sn en pizarras y un granito próximo, se les relacionará por una flecha de trazos (fig. 2.2-15).

2.2.4 EJEMPLOS

Explicada ya la representación de fondo geológico con sus características estratigráficas y litológicas, y la simbología adoptada para la expresión de metalotectos, yacimientos e indicios, se muestra una serie de diversos ejemplos extraídos de las hojas metalogenéticas ya confeccionadas que, *a priori*, recojan la mayor cantidad de variaciones posibles.

Ejemplo 1 (fig. 2.2-16). Se representa un área con indicios de carácter mineralógico, mineralotéctico y minero de titanio. Se trata de ilmenita en aluviones y en relación con gabros. Esta roca, que supone un metalotecto litológico originario, se representa en color rojo con sobrecarga de básica, y su carácter metalotécnico comprobado o probable se indica limitando los afloramientos con líneas de color rojo en trazos continuos o interrumpidos, respectivamente.

Los indicios se señalan con el módulo circular, que en los yacimientos viene completado con la morfología de

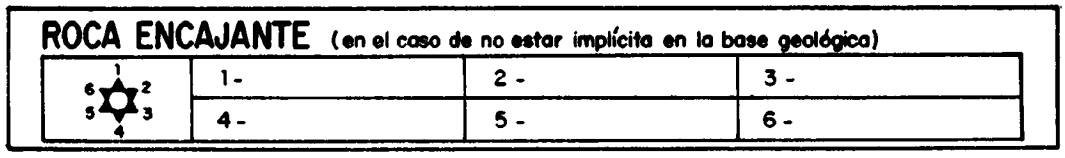


FIGURA 2.2-6

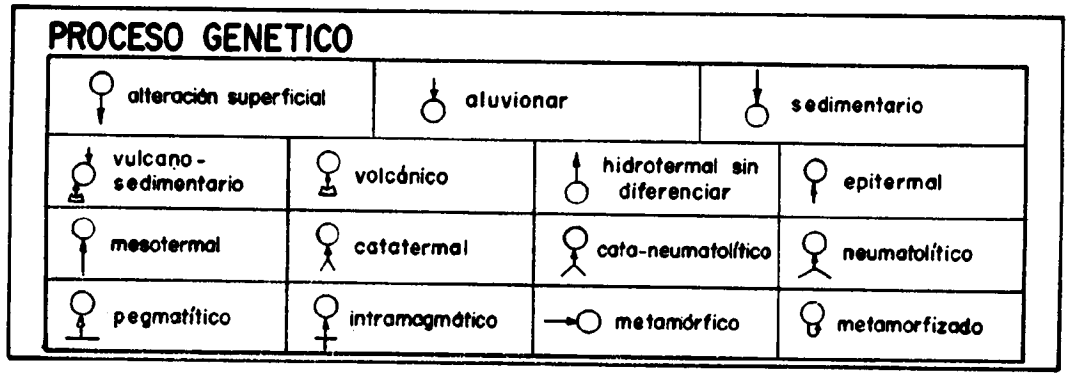


FIGURA 2.2-7

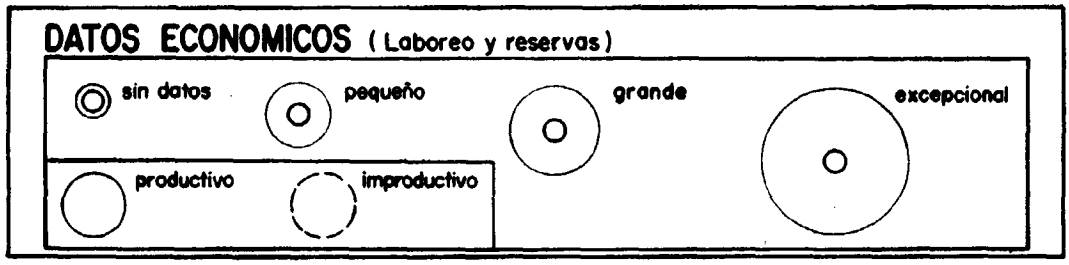


FIGURA 2.2-8

"diversos". Su color es el rojo, que corresponde al titanio.

El proceso de formación aluvionar lo marcan las flechas verticales de una longitud determinada y que en sentido descendente están situadas en la parte superior del módulo.

El hecho de estar o haber estado en explotación se deduce del círculo que entorna al módulo y que en el caso de actividad es de línea continua, y en el de inactividad, de línea de puntos.

La rayita que aparece en la parte interna del círculo expresa el carácter diseminado de la mineralización, y la relación conocida con rocas ígneas de ningún tipo. La importancia económica de algunos de los yacimientos es excepcional.

Aquí, el metalotecto a destacar tiene un doble carácter, litológico y estratigráfico. En el mapa deben figurar las calizas aptenses con una sobrecarga especial que las destaque del resto del fondo geológico, a la vez que deben ir entornadas por líneas de color azul, continuas, a trazos o en puntos, según representen metalotectos comprobados, probables o posibles.

Los yacimientos que naturalmente están situados en su metalotecto tienen símbolo morfológico estratiforme, no

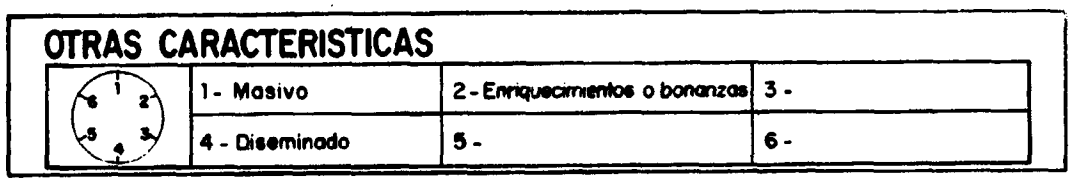


FIGURA 2.2-9

situación en la parte externa señala la edad actual de ésta.

Las letras colocadas en la vecindad del símbolo precisan el mineral de que se trata (óxidos de titanio), y el tipo de subrayado da a conocer la naturaleza de la ganga predominante.

Finalmente, el número que figura al lado de cada símbolo es el de orden dentro de la hoja metalogenética de que se trata y que facilita su búsqueda en el listado que acompaña a la memoria de cada mapa.

Ejemplo 2 (fig. 2.2-17). En este ejemplo se recoge un fragmento de la zona minera de plomo y cinc de Reocín. La mineralización, en general estratiforme, es de blenda, galena y pirita, encajando en calizas del Aptense y sin llevan indicación de roca encajante para evitar redundancia, ni tampoco de proceso genético, ya que en este caso se duda entre hidrotermal y sedimentario.

El círculo exterior es, en el caso de Reocín, del tamaño máximo y está dibujado con línea continua, dada la actividad de la mina. En su parte superior interna se encuentra la rayita indicativa de la distribución interna de la mineralización, y en la parte externa está dibujado el símbolo que indica que la edad se puede considerar desde el Aptense en adelante.

En la letra acompañante se observa una "Z" precediendo a los símbolos químicos del plomo y cinc, lo que permite conocer que los minerales presentes son sulfuros de estos elementos.

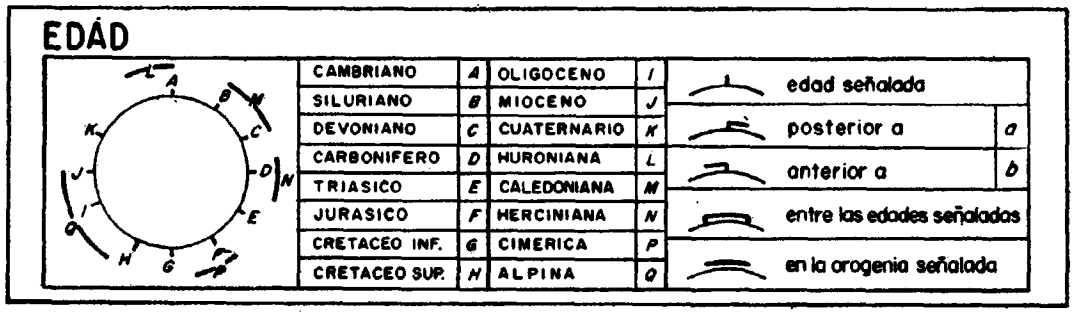


FIGURA 2.2-10

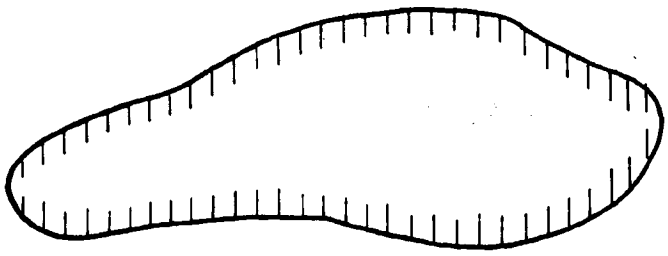


FIGURA 2.2-11

El número, como siempre, es el ordinal de la hoja que sirve de referencia para el listado de la memoria.

Ejemplo 3 (fig. 2.2-18). Se pretende mostrar en esta figura la resolución del caso en que la vecindad de yacimientos en una superficie determinada no permite la representación clara de los individuos.

Se trata del caso de los criaderos de hierro de Somorrostro (Bilbao). Son mineralizaciones masivas de carbonatos y óxidos de hierro encajando en calizas del Aptense y en relación con fracturas paralelas a los ejes de plegamiento.

Ante la imposibilidad física de representar a cada yacimiento con su símbolo, se ha optado por la solución de entornar las áreas mineralizadas con líneas del color representativo del metal de que se trata, y de grosores decrecientes según disminuye la densidad del yacimiento por unidad de superficie. El símbolo acompañante es, entonces, integral de los yacimientos incluidos dentro de dichas líneas.

El doble metalotecto a distinguir es el señalado más arriba: calizas del Aptense y fracturas longitudinales. Esto se realiza como en el ejemplo anterior, bordeando el límite del aptense calizo con el color correspondiente al hierro, por una parte, y, por otra, enmarcando la trayectoria de las fallas con una doble raya en el mismo color.

El símbolo integral consta de módulo con morfología masiva. La génesis hidrotermal metasomática se representa con una flecha situada en la parte inferior del núcleo en sentido ascendente, indicativo del proceso hidrotermal, más otra lateral, también adosada al núcleo en sentido de izquierda a derecha.

El círculo exterior, de tamaño correspondiente a excepcional, no necesita aditamentos en su zona interna, y en la externa se significa la edad como alpina, con un arco de círculo concéntrico enfrentado a la zona representativa de esta orogenia. El quimismo de la mena en este caso se indica con las letras "c" y "o" de carbonatos y óxidos. El subrayado expresa la ganga carbonatada y silícea, y finalmente en lugar de un número hay dos no consecutivos, cuya diferencia indica el número de yacimientos integrados en esta especial expresión simbólica.

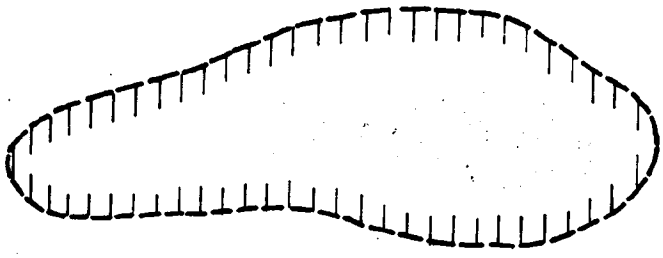


FIGURA 2.2-12

Ejemplo 4 (fig. 2.2-19). Otro caso de interpretación dudosa es el que se explica en este ejemplo. Se trata de mineralizaciones de estaño filonianas de alta temperatura, armando en rocas metamórficas o sedimentarias, relativamente alejadas de rocas plutónicas ácidas en cuyos bordes existen yacimientos análogos. La roca ígnea en estas circunstancias se considera como metalotecto relacionado con las mineralizaciones, sin que esta ligazón implique necesariamente una conexión genética.

Como ya se explicaba al hablar de metalotectos, este caso se resuelve entornando a la roca ígnea con líneas de trazos en color del elemento afectado, rojo para el wolframio y el estaño, y con una flecha a trazos que, saliendo del borde del metalotecto, alcanza el círculo exterior del símbolo.

Ejemplo 5 (fig. 2.2-20). Es éste un ejemplo de metalotecto litológico-mineralógico. Representa el área de cabo

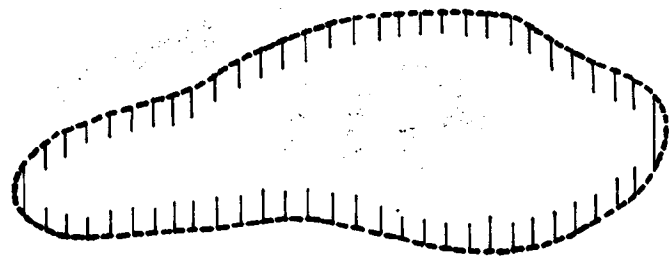


FIGURA 2.2-13

de Gata, donde existe un complejo campo filoniano con mineralizaciones de oro y plomo fundamentalmente. Los filones encajan en rocas volcánicas postorogénicas, de carácter ácido e intermedio, y precisamente en zonas de alteración hidrotermal.

Las rocas volcánicas están indicadas con color verde y sobrecargas indicativas de carácter ácido e intermedio entremezcladas, ya que no están cartografiadas según su quimismo. Además, la zona de alteración hidrotermal se destaca por un punteado en negro. Finalmente, se observa una clara zonalidad con las mineralizaciones de oro-plata en la parte nororiental y las de plomo en la zona suroriental.

Ejemplo 6 (fig. 2.2-21). Se ha elegido esta zona de bauxitas catalanas para representar un ejemplo de metalotecto paleogeográfico.

El gran hiato sedimentario existente entre el Trías superior y el Terciario ha permitido que durante la época en que las formaciones triásicas estuvieron emergidas, y gracias a condiciones climáticas favorables, se formaran estas bauxitas, posteriormente conservadas bajo los sedimentos terciarios.

Los plegamientos alpinos y la erosión subsiguiente han hecho posible el afloramiento actual de estos horizontes que se siguen claramente en la línea de contacto. El carácter de metalotecto seguro, probable o posible que se atribuye a este contacto Trías-Terciario, se da en función de la densidad de indicios de bauxita conocidos en él.

Ejemplo 7 (fig. 2.2-22). Una continuación del metalotecto de hierros de Bilbao es lo que se representa con este nuevo ejemplo. La única diferencia estriba en que aquí, en la zona más al sudeste, la influencia del carácter estructural del metalotecto es mucho más acusada, ya que el flanco norte del anticlinorio se ha resuelto mediante un frente de cabalgamiento que mantiene la dirección de los ejes de plegamiento.

Precisamente en la zona de trastorno y armando con predilección en las calizas del Aptense, es donde puedan encontrarse mineralizaciones de plomo, cinc, cobre e in-

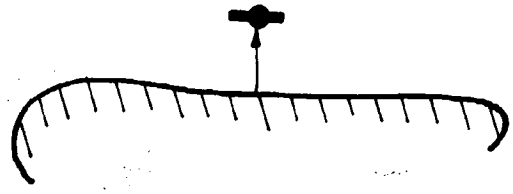


FIGURA 2.2-14

cluso fluorita, que en la mayor parte de los casos se representan sólo como indicios o como sin datos, dada la escasa información disponible sobre ella.

Ejemplo 8 (fig. 2.2-23). Para terminar la rápida ojeada que se está dando a la problemática concreta de aplicación de la simbología del Mapa Metalogenético 1:200.000 a casos reales, se comenta la zona de piritas de Huelva.

En esta zona, un vulcanismo de fondo de geosinclinal con riolitas, espilitas, etc., alterna con sedimentos devonianos y carboníferos, con los que se ha plegado simultáneamente.

Particularmente en el contacto de la formación riolítica con la sedimentaria, encajan masas estratiformes de piritas, consideradas de génesis exhalativo-sedimentarias.

Como metalotecto estratigráfico-litológico, se ha considerado la zona volcánica ácida desde su contacto con las formaciones sedimentarias. En el área del ejemplo se encuentran las grandes masas de Riotinto en la parte derecha y de La Zarza en la parte izquierda, a las que se ha atribuido el carácter de excepcionales.

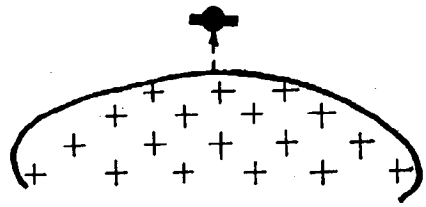


FIGURA 2.2-15

2.3 METODOLOGIA

Una vez dados a conocer los objetivos y fundamentos del Mapa Metalogenético de España a escala 1:200.000, así como mostrada y justificada la simbología creada para su expresión gráfica, se explica a continuación el mecanismo de su funcionamiento.

Desde un punto de vista temporal, la totalidad del trabajo se puede considerar dividida en tres etapas: previa, intermedia y final.

La etapa previa o el período de formación de infraestructura, en la que se obtiene un apoyo bibliográfico base, se crean los documentos necesarios y se planifican y programan las etapas siguientes. La etapa intermedia cubre el período de recopilación masiva y sistemática de datos. Durante la final y mediante el auxilio imprescindible de la síntesis geológica, se elabora de forma definitiva la información obtenida en la anterior.

2.3.1 ETAPA PREVIA

Las etapas fundamentales en las que se apoya toda la metodología seguida para la confección del mapa metalogenético nacional puede decirse que comprenden: una división geográfica de España en sectores de trabajo, la adopción de escala más adecuada para la realización de los mapas, la confección de una ficha-cuestionario, la preparación de una base bibliográfica minera del país y, finalmente, el proyecto de camino más lógico a recorrer por la gran cantidad de documentación en marcha durante el proyecto.

2.3.1.1 División de España en sectores

España se ha dividido en sectores de trabajo, cada uno de los cuales está constituido por una o varias provincias. Las razones para hacerlo así son evidentes, ya que las Secciones de Minas del Ministerio de Industria tienen jurisdicción provincial, la bibliografía es fácilmente localizable por provincias y, finalmente, porque los centros regionales del IGME y ENADIMSA cubren áreas de rango provincial.

Los sectores considerados han sido (fig. 2.3-1):

I. Galicia.
II. Asturias-león.
III. Vascongadas-Santander.
IV. Palencia-Burgos-Logroño.
V. Navarra-Zaragoza.
VI. Huesca.
VII. Cataluña.
VIII. Zamora-Valladolid.
IX. Salamanca-Avila.
X. Madrid-Toledo-Segovia.
XI. Guadalajara-Soria.
XII. Teruel-Castellón-Cuenca.
XIII. Cáceres.
XIV. Ciudad Real.
XV. Albacete-Murcia.
XVI. Valencia-Alicante.
XVII. Badajoz.
XVIII. Huelva-Cádiz-Sevilla.
XIX. Córdoba-Málaga.
XX. Jaén.
XXI. Granada-Almería.
XXII. Baleares.
XXIII. Canarias.

El IGME posee centro de investigación minera en los sectores XI, XII, XIV, XV y XVII, mientras que ENADIMSA lo hace en los II, III, V, VIII, XVIII, XIX, XX y XXI. Naturalmente, estas zonas no son en absoluto equivalentes. Existe una evidente desproporción entre las superficies cubiertas en cada una de ellas y además, y es lo más grave, una gran heterogeneidad en cuanto a abundancia y calidad de la información existente sobre las mismas.

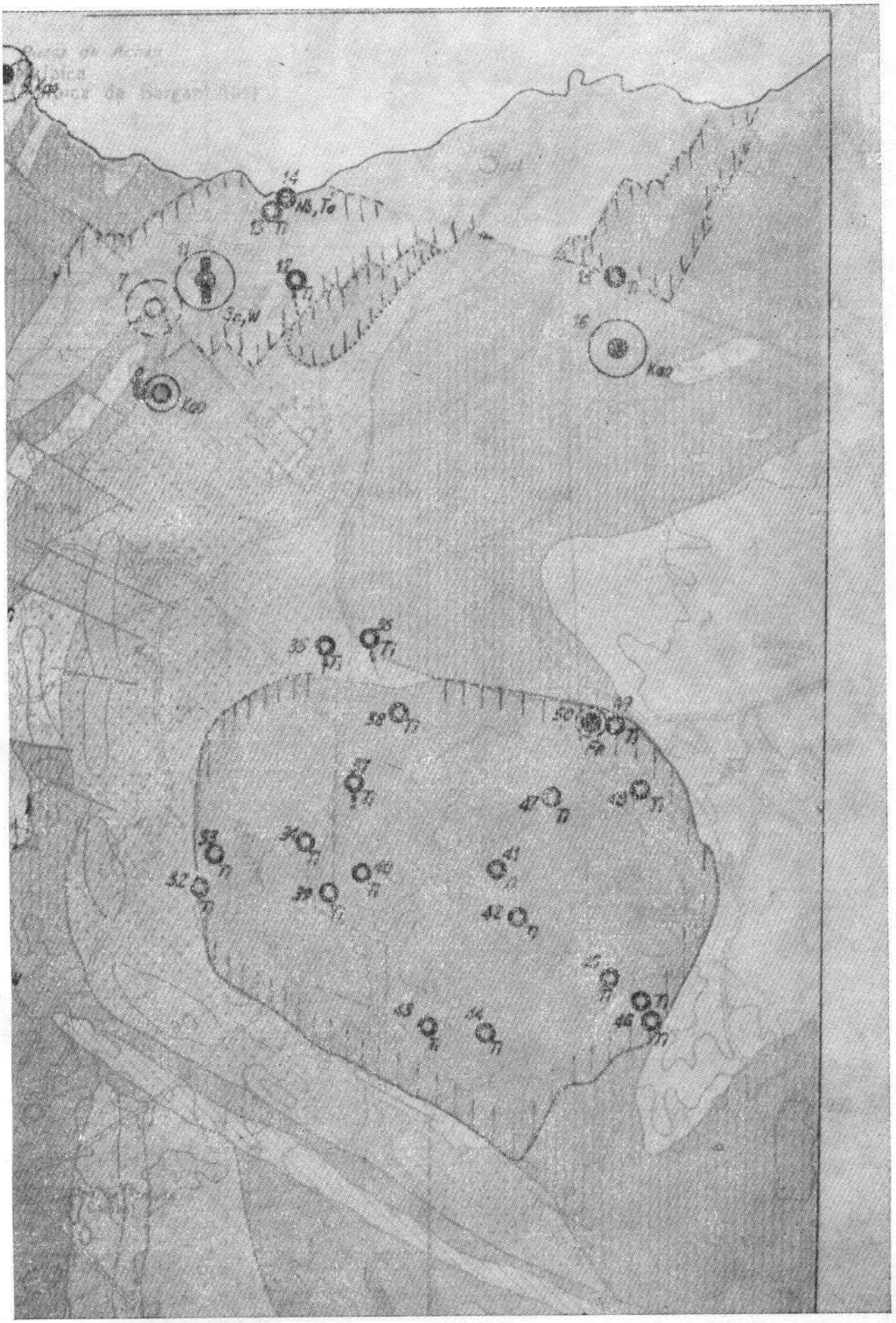


FIGURA 2.2-16

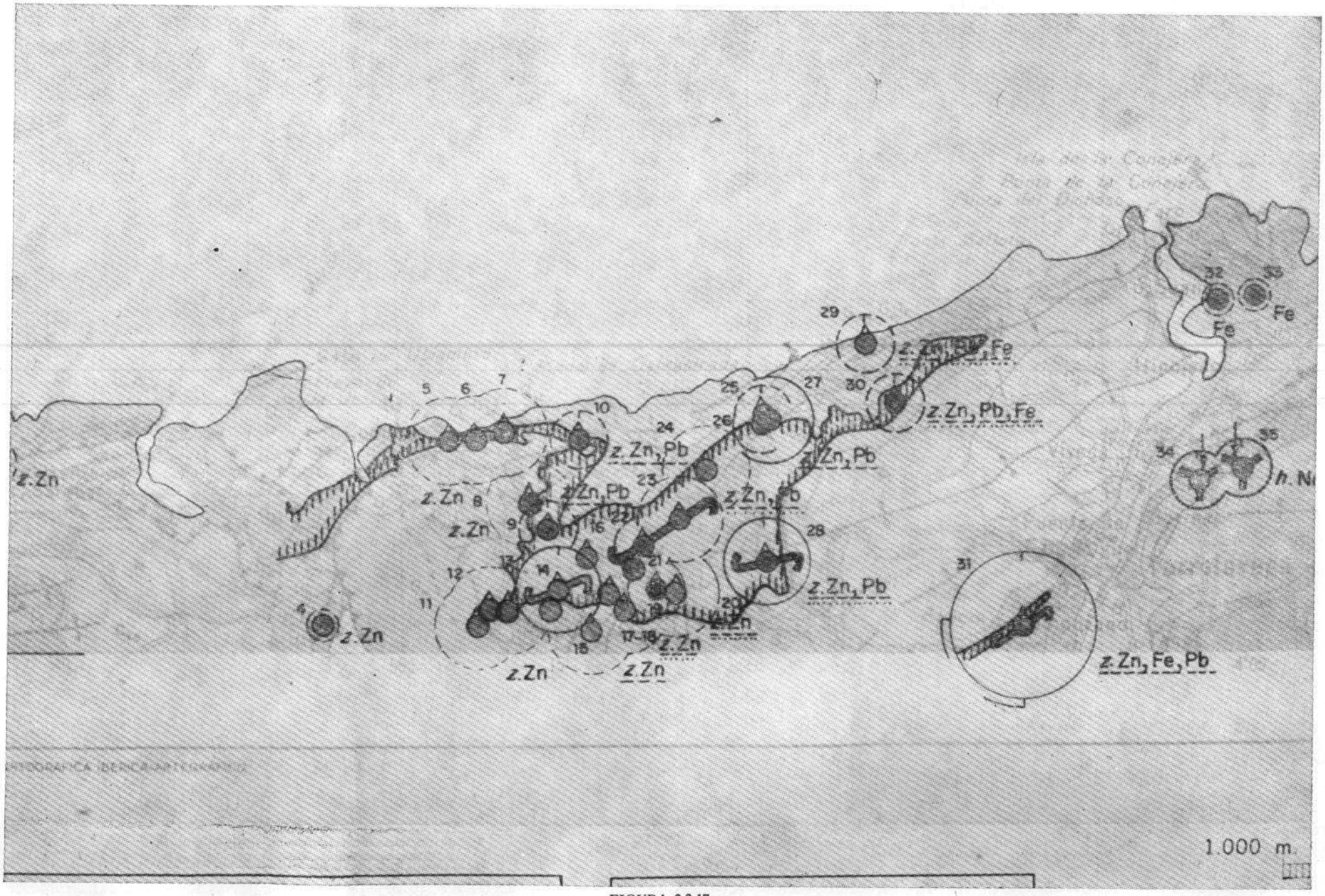

z.Zn
z.Zn
z.Zn
z.Zn
z.Zn
z.Zn
z.Zn
z.Zn
z.Zn, Pb
z.Zn, Pb
z.Zn, Pb
z.Zn, Pb
z.Zn, Pb
z.Zn, Pb, Fe
z.Zn, Pb, Fe
z.Zn, Fe, Pb
Fe
Fe
h. Ni
1.000 m

FIGURA 2.2-17

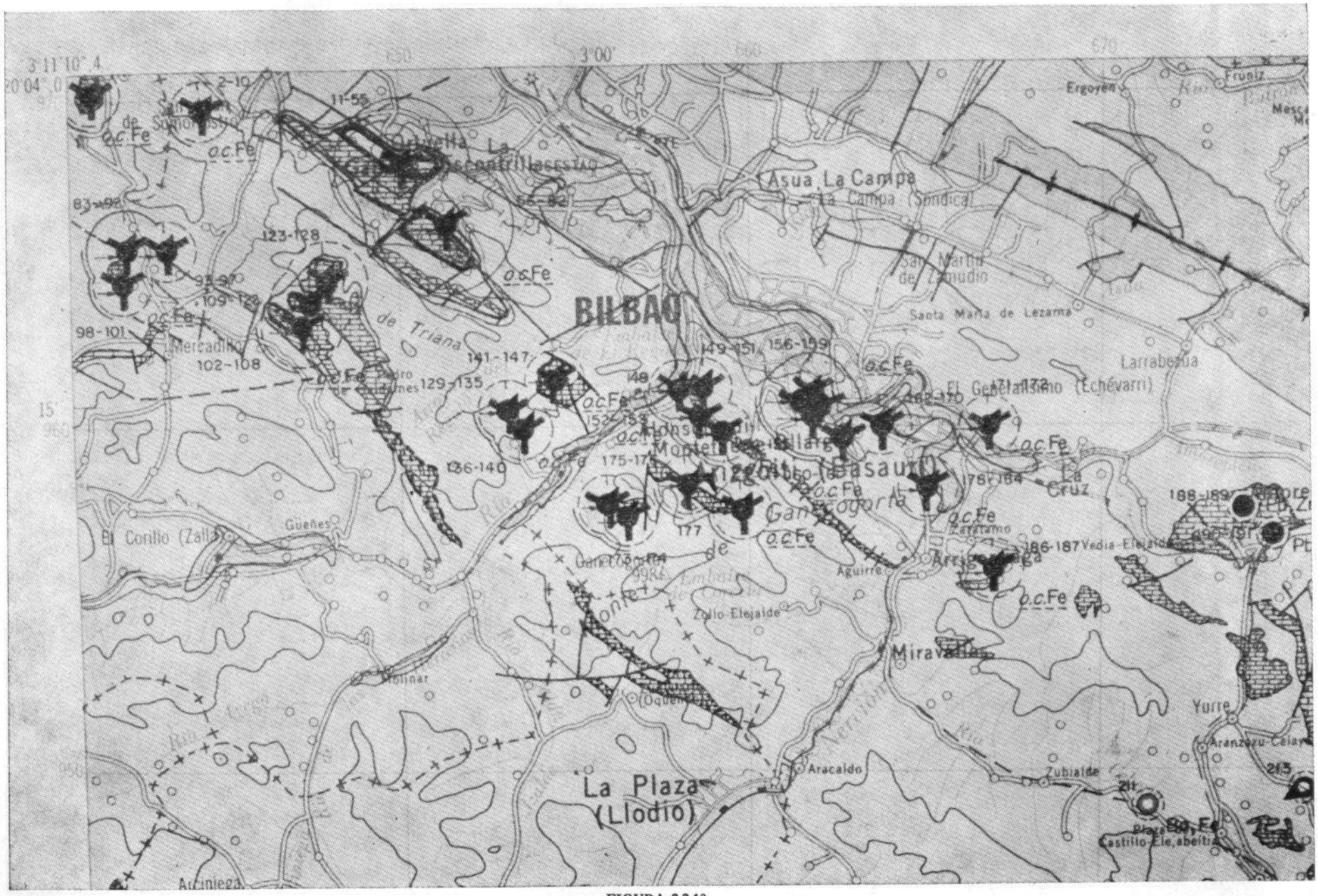

BILBAO
Asua La Campa
La Campa (Sondica)
Santa María de Lezama
Larrabetzu
Ergoyen
Fruniz
Mercadillo
de Triana
Gueñes
El Conillo (Zalla)
Molinar
Zuloaga
Zulo Elejalde
Miravalles
Aguirre
Arriaga
La Cruz
Yurre
Aranzazu
Zubialde
Aracaldo
La Plaza
(Llodio)
Arcinlega
Castillo Elejabeitia
o.c.Fe

FIGURA 2.2-18

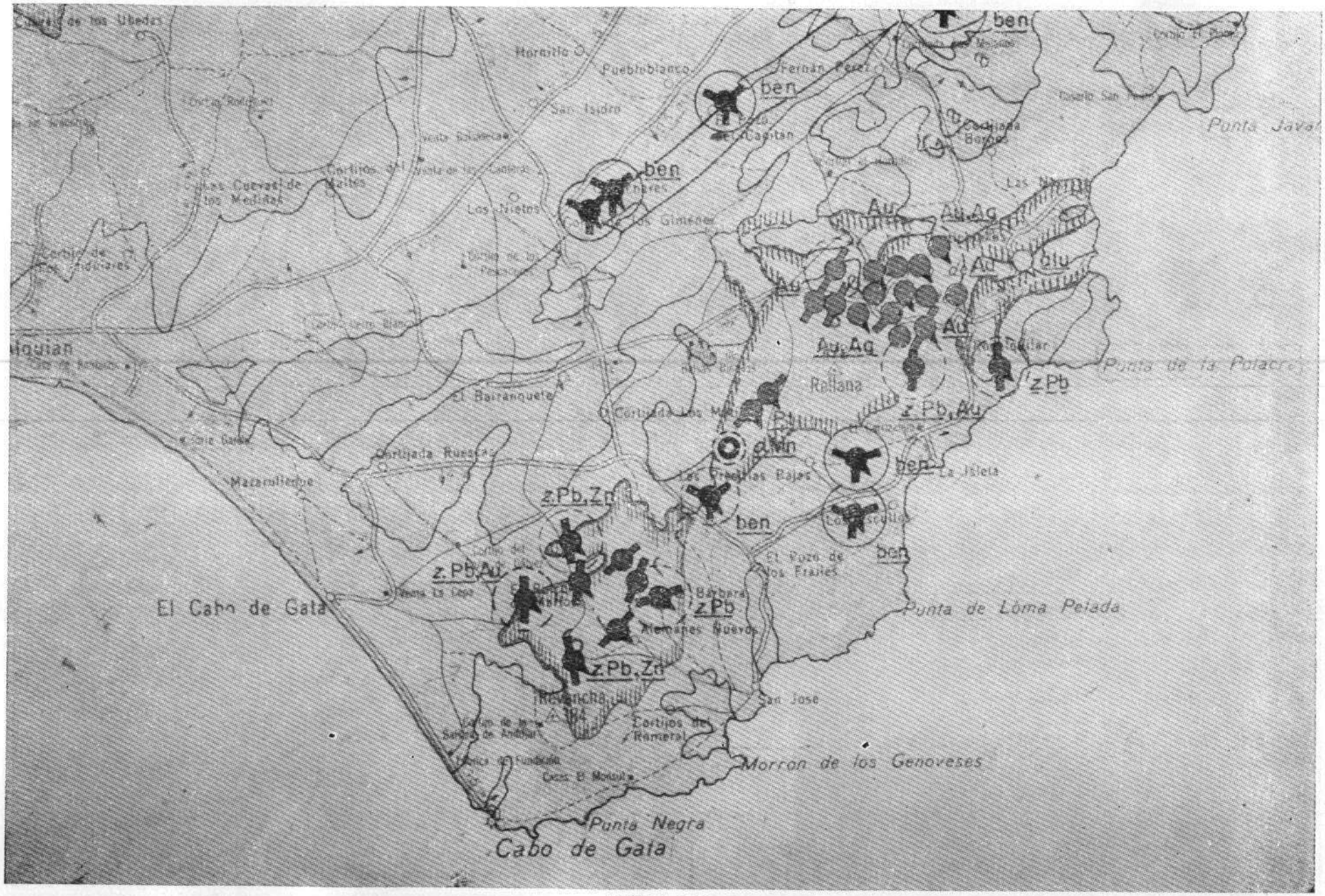
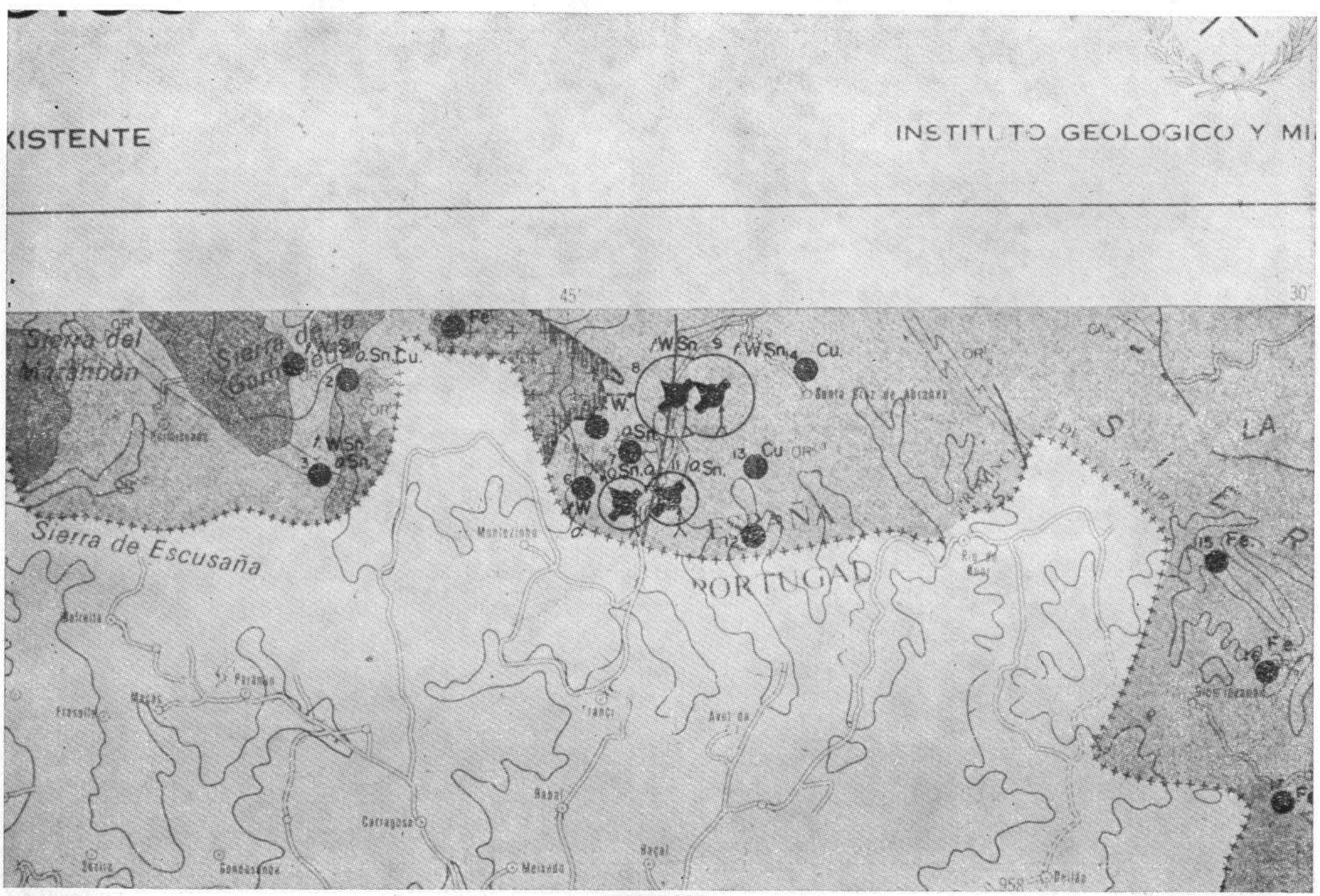

ben
ben
ben
Au
Au,Ag
Ag
Au
Au,Ag
Au
z.Pb
z.Pb,Au
Pb
g.Mn
ben
ben
ben
z.Pb,Zn
z.Pb,Au
z.Pb
z.Pb,Zn
El Cabo de Gata
Punta de Loma Pelada
Morron de los Genoveses
Punta Negra
Cabo de Gata
Punta Javal
Punta de la Polacra
Rellana
El Barranquete
Mazarrilleros
Las Frailes Bajos
La Isleta
El Pozo de los Frailes
Barbara
Nuevos
Cortijos del Romeral
San Jose

FIGURA 2.2-19


XISTENTE
INSTITUTO GEOLOGICO Y MI
Sierra del Marabón
Sierra de la Gamoneda
Sierra de Escusaña
PORTUGAL
ESPAÑA
FIGURA 2.2-20

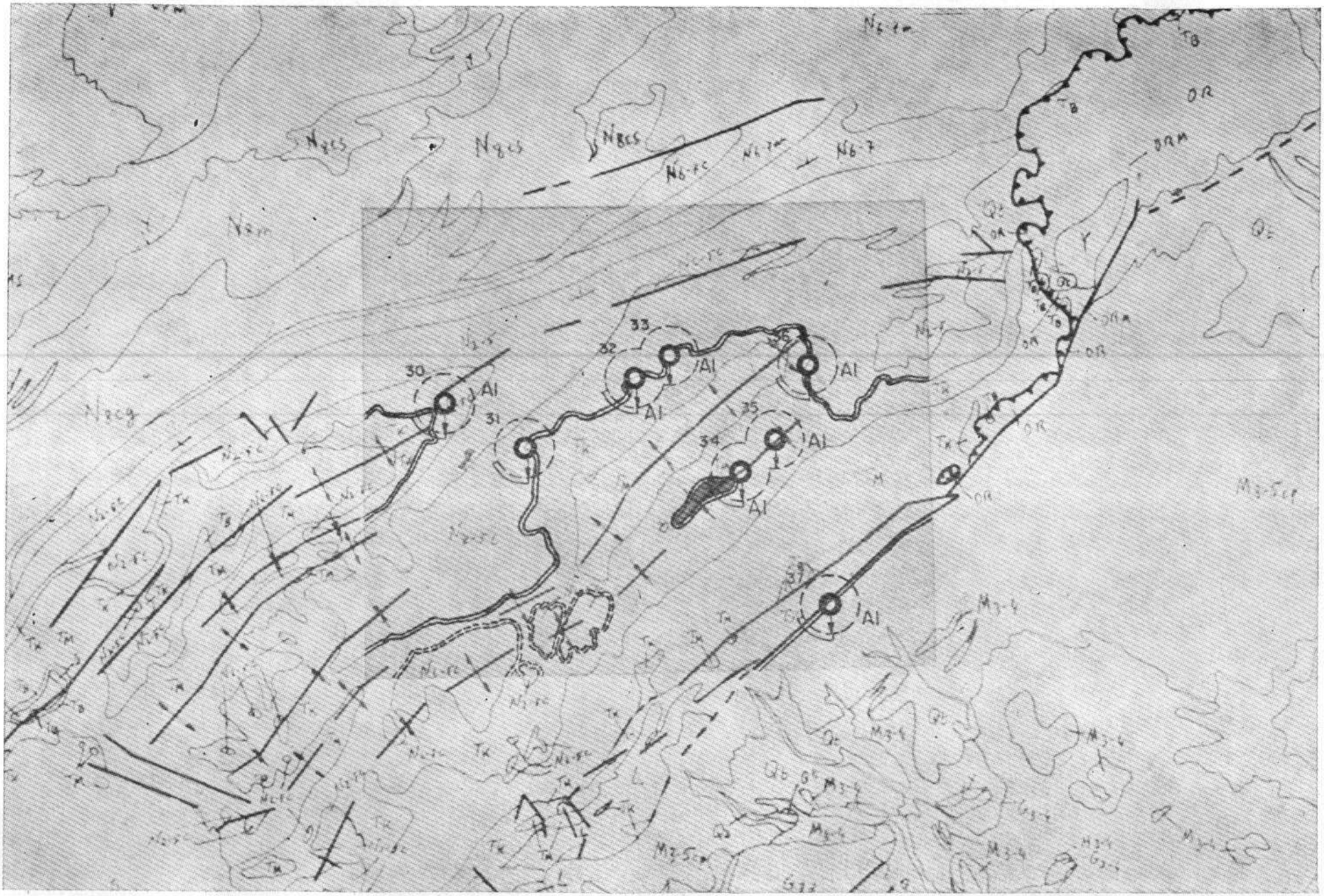

30
31
32
33
34
35
Al
Al
Al
Al
Al
Al
Al
DR
DRM
TB
Qt
Qe
Qb
Tx
Tb
M3-5
M3-4
M3-3
M3-2
M3-1
N6-7
N6-8
N6-9
N6-10
N6-11
N6-12
N6-13
N6-14
N6-15
N6-16
N6-17
N6-18
N6-19
N6-20
N6-21
N6-22
N6-23
N6-24
N6-25
N6-26
N6-27
N6-28
N6-29
N6-30
N6-31
N6-32
N6-33
N6-34
N6-35
N6-36
N6-37
N6-38
N6-39
N6-40
N6-41
N6-42
N6-43
N6-44
N6-45
N6-46
N6-47
N6-48
N6-49
N6-50
N6-51
N6-52
N6-53
N6-54
N6-55
N6-56
N6-57
N6-58
N6-59
N6-60
N6-61
N6-62
N6-63
N6-64
N6-65
N6-66
N6-67
N6-68
N6-69
N6-70
N6-71
N6-72
N6-73
N6-74
N6-75
N6-76
N6-77
N6-78
N6-79
N6-80
N6-81
N6-82
N6-83
N6-84
N6-85
N6-86
N6-87
N6-88
N6-89
N6-90
N6-91
N6-92
N6-93
N6-94
N6-95
N6-96
N6-97
N6-98
N6-99
N6-100

FIGURA 2.2-21

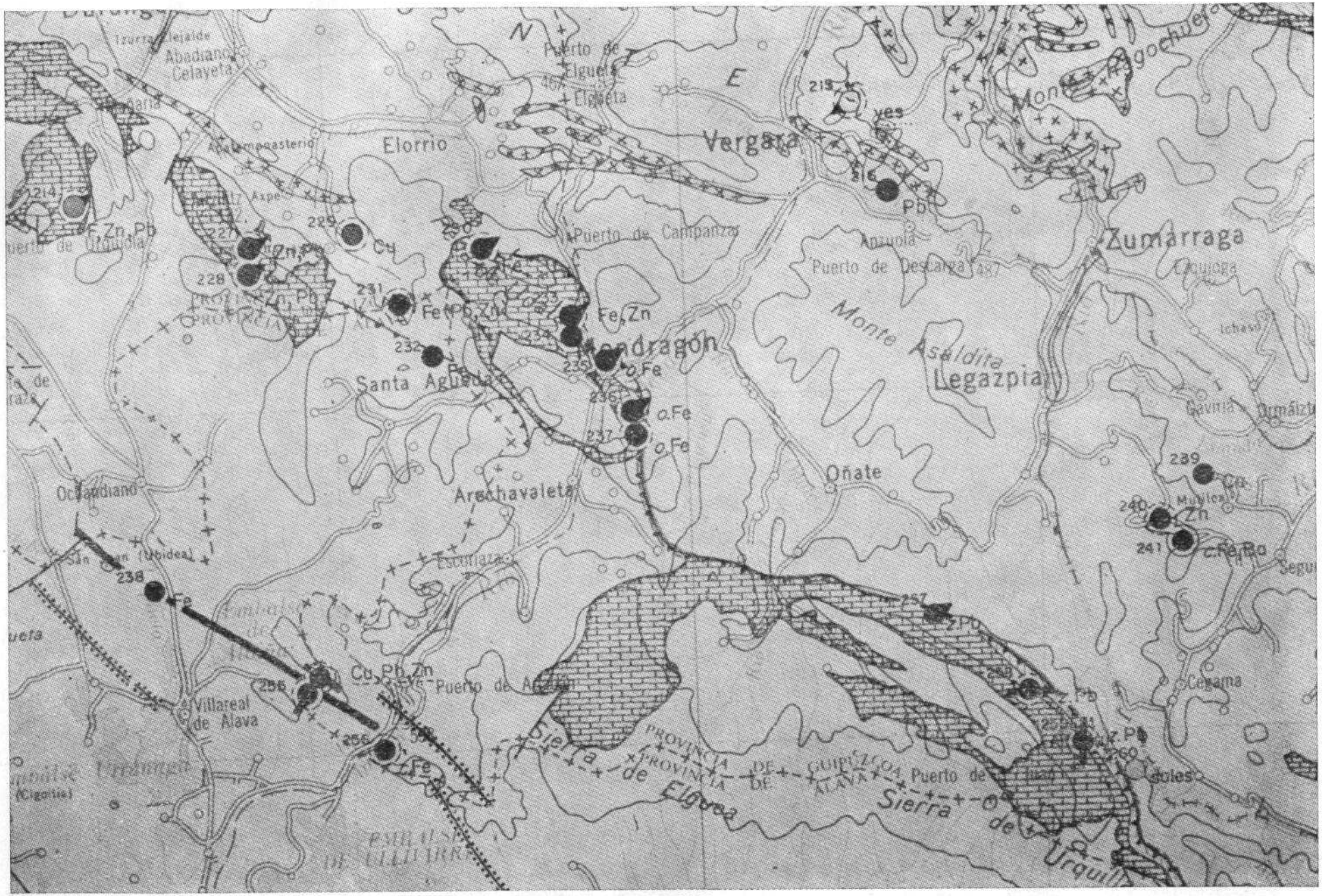

Elorrio
Vergara
Zumarraga
Legazpia
Oñate
Santa Agueda
Arechavaleta
Escoriaza
Villareal de Alava
Sierra de Elgoibar
Sierra de Urquilla
Puerto de Elgueta
Puerto de Campanzar
Puerto de Descarga
Monte Asaldua
Cu, Pb, Zn
Fe
Zn, Pb
Cu
Pb
Zn
Fe, Zn
Fe, Pb, Zn
c.Fe
c.Fe, Ba

FIGURA 2.2-22

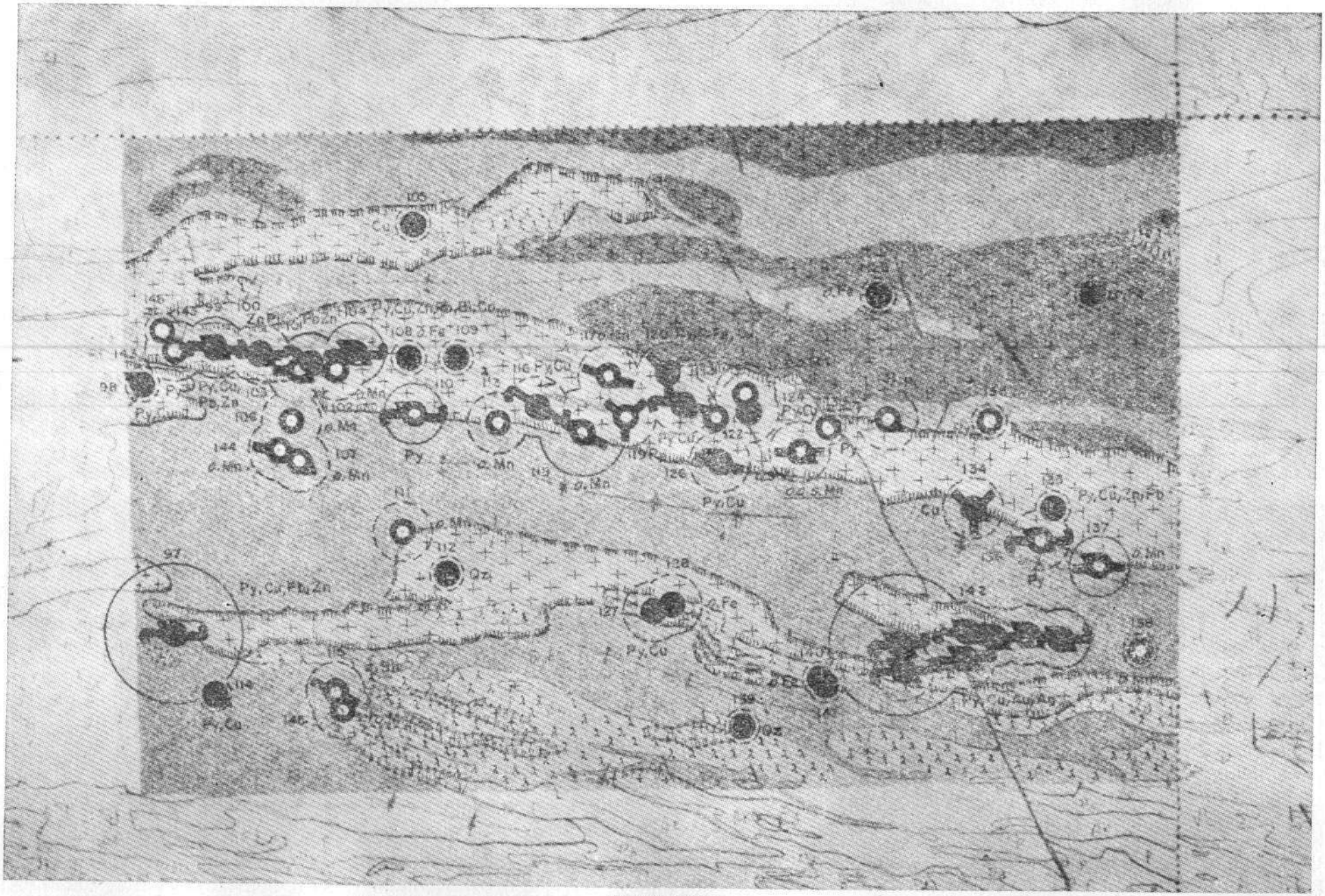


FIGURA 2.2-23

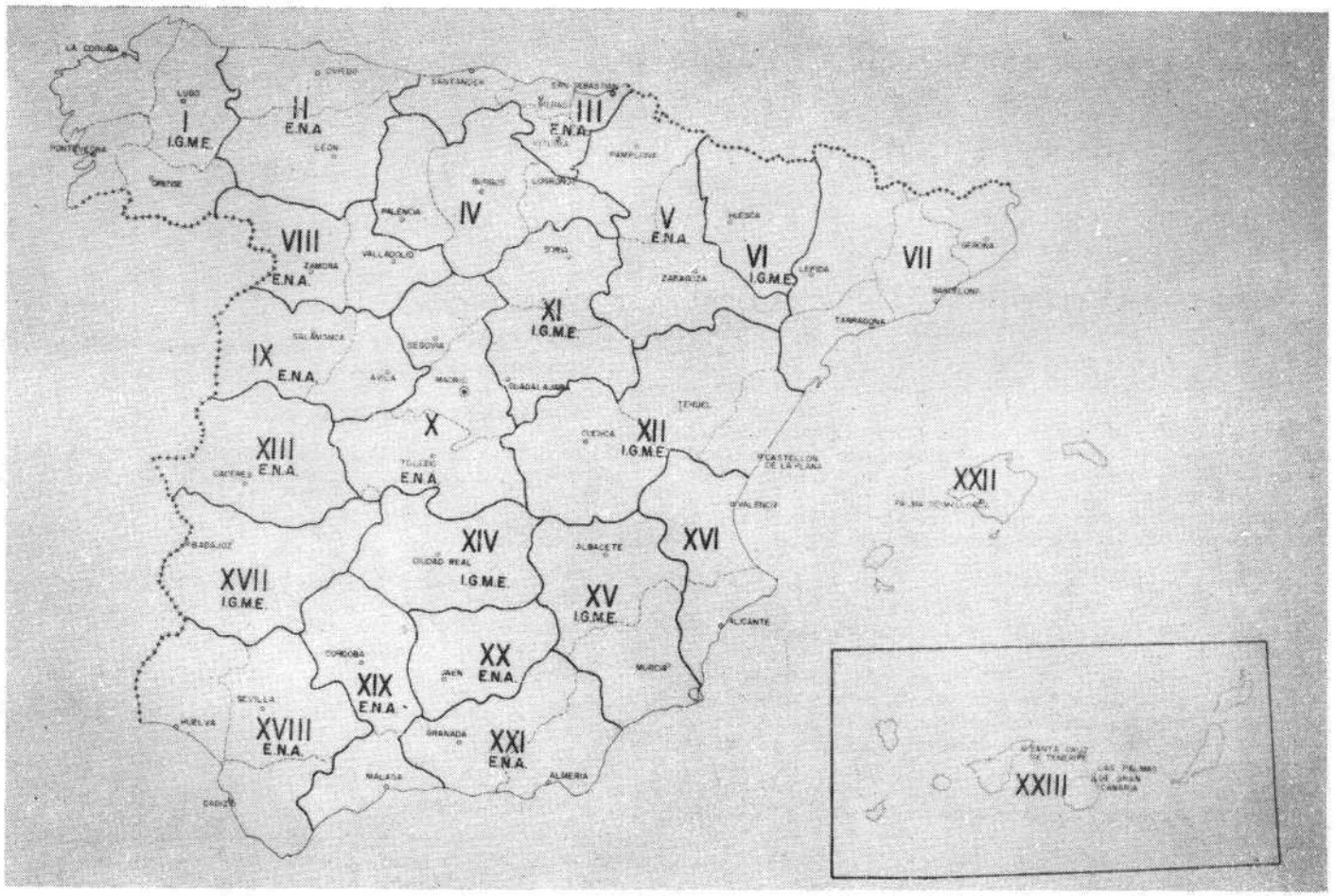


FIGURA 2.3-1

2.3.1.2 Escala de trabajo

La adopción de escala de trabajo no ha sido problema sencillo, ya que en el momento de iniciar el proyecto, cartografía de España completa, sólo existía la de escala 1: 1.000.000, estando iniciados, pero muy lejos de su final, los mapas de escalas 1: 400.000 y 1: 50.000. El saber sobre qué base geológica se va a apoyar es fundamental para un mapa metalogenético, ya que en función de este parámetro variará muchos su filosofía de concepción y su aplicabilidad. Finalmente, se decidió intentar conjugar los conocimientos existentes dispersos por el país y, una vez conjuntados, realizarlo a la escala de 1: 200.000, elegida para la presentación de las hojas metalogenéticas finales. Respecto a los trabajos sistemáticos a realizar en campo y gabinete, se acordó el empleo de las hojas topográficas 1: 50.000. Con esta diversidad de escala se consigue una gran precisión en la situación puntual de los yacimientos cuando se trabaja en los sectores y, a la vez, permite que en la central se sintetice, agrupe o suprima bajo un criterio único.

La adopción de hojas a la escala de 1: 200.000 ha planteado ciertos problemas, ya que casi nunca ha sido esta superficie unidad de trabajo geológico, por lo que obligadamente han de enfrentar criterios geológicos diferentes sobre una misma hoja, con el consiguiente trastorno para las interpretaciones metalogenéticas.

2.3.1.3 Fichas cuestionario

Las fichas cuestionario, documento en que se basa la sistematización de la información sobre cada yacimiento, se ha concebido de manera más completa, aún a sabiendas de la dificultad que entraña su total cumplimentación. No obstante, la vigencia que se supone tendrá el PNIM en el futuro permite abrigar la esperanza del relleno *a posteriori* de muchos apartados que hoy han quedado vacíos.

En síntesis, este cuestionario consta de un capítulo A, en el que se recogen los datos referentes a geografía, ubicación, situación legal, fuentes de información y otros generales de cada indicio minero. El capítulo B, denominado "datos metalogenéticos", es descriptivo de la mineralización en sí y en relación con su contexto geológico próximo. Informa sobre los elementos y especies minerales presentes, sobre sus interrelaciones e importancia relativa, sobre la morfología del cuerpo mineralizado y su situación en el espacio, sobre las guías existentes que faciliten su localización y sobre las hipótesis genéticas y su datación más aceptada en el momento.

Los capítulos C y D se refieren, respectivamente, a los datos relativos al análisis de Permisos de Investigación y Concesiones de Explotación. Además, existe un capítulo R que toma datos del contexto regional y pretende conseguir un enmarque general del conjunto de yacimientos para que aparezcan agrupados en unidades geológicas fácilmente individualizables.

Se incluye aquí un ejemplar parcial de la ficha cuestionario, en sus capítulos R (fig. 2.3-2), A (fig. 2.3-3) y B (figura 2.3-4), con las instrucciones dadas para facilitar su relleno.

NORMAS PARA LA CUMPLIMENTACION DE LA FICHA CUESTIONARIO

R - DATOS REGIONALES (fig. 2.3-2)

Un indicio mineral, por regla general, no se presenta aislado en el espacio, sino constituyendo conjuntos que representan diversas manifestaciones de uno o varios feómenos metalogenéticos. Por tanto, aun cuando sean de distintas sustancias e incluso de diferentes edades, aparecen dentro de un contexto común. La descripción de éste es lo que pretende la ficha R.

Haciendo esto se evitan repeticiones inútiles de carácter general a la hora de cumplimentar los datos pedidos de cada indicio, a la vez que se permite detallar más en la descripción del entorno próximo, supuesto ya incluido en la descripción general.

El criterio para realizar la división en unidades queda, hasta cierto punto, a elección del responsable del sector. No obstante, se procurará que los caracteres en que base su división se correspondan con rasgos bien definidos geográficos, geológicos, metalogenéticos o mineros.

Número hoja 1 : 200.000: El número o números de las hojas topográficas a esta escala en que esté comprendida la unidad que se separa.

DENOMINACIÓN DE LA UNIDAD

Procurar dar nombres característicos geográficos, geológicos o mineros. Ejemplos: Picos de Europa, Sierra de Guadarrama, Manto de Málaga, Batolito de los Pedroches. Distrito minero de Cartagena, de Bilbao, de Linares...

Naturaleza

Explicar someramente la índole geográfica, geológica o minera de las razones que permiten esa clasificación.

R-1 FACTORES GEOGRAFICOS-HISTORICOS

1.1 Límites geográficos: Datos

1.2 Topografía-Comunicaciones

Describir el carácter topográfico general de la zona (accidentado, suave, llanura, cotas medias y máximas, etc.) y reseñar las vías principales de comunicación que atraviesan la región (carreteras vecinales, provinciales, ferrocarriles, etc.), así como la existencia de puertos marítimos, etc.

1.3 Historia minera

Sintetizar las características de las diferentes épocas del laboreo que hayan tenido lugar en la región a lo largo de la historia.

R-2 FACTORES GEOLOGICOS

2.1 Ambito geotectónico

Marcar con una cruz el que corresponda. Si se trata de cinturón orogénico, especificar la época. Si hay influencias de dos, marcar ambas. En caso de duda entre dos, señalarlas añadiendo un signo de interrogación a la derecha de los conceptos con duda.

2.2 Litoestratigrafía regional

Reseñar los pisos geológicos con sus rocas características, que aparecen en el área descrita.

2.3 Sedimentología y petrología

Si se dispone de estudios más profundos, especificar las características petrológicas y sedimentológicas de estas formaciones.

2.4 Fisiografía

Dar los rasgos geomorfológicos de la región. Anotar el grado de erosión alcanzado, la existencia o no de suelos, régimen fluvial, existencia de aluviones, etc.

2.5 Paleogeografía

Si existen estudios de cierta profundidad sobre el tema. resumir los rasgos paleogeográficos más acusados (situación de tencia de mantos de cabalgamiento, etc.).

2.6 Tectónica regional

Describir las estructuras de orden mayor que aparecen en la región especificando sus características principales (tipos y direcciones de plegamiento, bloques y fallas que los controlan; existencia de mantos de cabalgamiento, etc.).

2.7 Manifestaciones ígneas

Dar ubicación y tipos de rocas que componen las manifestaciones ígneas de la región. Si es posible situarlas dentro del esquema de la evolución de un geosinclinal (Aubouin, por ejemplo).

2.8 Manifestaciones termales

Situarlas por sus coordenadas y dar su composición y temperatura de salida del agua.

2.9 Resumen de la evolución geotectónica

Breve resumen, por orden cronológico, de los fenómenos geológicos de importancia que han afectado a la zona en cuestión. Realmente es un compendio ordenado de todo lo anterior.

3. FACTORES METALOGENETICOS

3.1 Mineralizaciones

Citar las especies minerales, con importancia económica, existentes en la región.

3.2 Etapas mineralizantes

Si se distinguen mineralizaciones pertenecientes a diferentes épocas, reseñar éstas y sus mineralizaciones asociadas.

3.3 Distribución espacial

Señalar la distribución geográfica de las diferentes mineralizaciones dentro del área.

3.4 Características geoquímicas

A - DATOS GENERALES (fig. 2.3-3)

La primera columna especifica el estado legal del área en la que aparece el indicio que se describe. Bastará poner una cruz en el casillero correspondiente.

DIRECCION GENERAL DE MINAS	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA

R DATOS REGIONALES

NUM. HOJA 1:200.000 _____ _____

DENOMINACION DE LA UNIDAD _____

NATURALEZA _____

1 FACTORES GEOGRAFICO-HISTORICOS

EXTENSION APROX. _____ KM²

1. LIMITES GEOGRAFICOS _____

2. TOPOGRAFIA-COMUNICACIONES _____

3. HISTORIA MINERA _____

2 FACTORES GEOLOGICOS

1. AMBITO GEOTECTONICO: ☐ ESCUDO ☐ PLATAFORMA ☐ CINTURON OROGENICO ☐ ALPINO ☐ CIMERICO ☐ HERCINICO ☐ CALEDONIANO ☐ NUCLEOS ANTIG.

2. LITOESTRATIGRAFIA REGIONAL _____

3. SEDIMENTOLOGIA-PETROLOGIA _____

4. FISIOGRAFIA _____

FIGURA 2.3-2

5. PALEOGEOGRAFIA

6. TECTONICA REGIONAL

7. MANIFESTACIONES IGNEAS (y situación en la evolución geosinclinal)

8. MANIFESTACIONES TERMALES

9. RESUMEN DE LA EVOLUCION TECTONICA

3 FACTORES METALOGENICOS

1. MINERALIZACIONES

2. ETAPAS MINERALIZANTES

3. DISTRIBUCION ESPACIAL (zonalidades)

4. CARACTERISTICAS GEOQUIMICAS

5. METALOTECTOS*

FIGURA 2.3-2

NATURALEZA DEL INDICIO

Mineralógico

Debe entenderse como una manifestación mineral puntual conocida, o de la que se tienen referencias bibliográficas muy vagas.

Mineralotéctico

Se considerará esta casilla cuando el indicio que se describe esté estructurado, es decir, tenga alguna relación manifiesta con algún fenómeno geológico (estratigráfico, litológico, estructural, etcétera) que le dé una posibilidad de continuidad. Si ya ha sido objeto de explotación minera se pondrá cruz también en el apartado siguiente.

Minero

Se refiere a los indicios que son o han sido beneficiados mediante labores mineras. Naturalmente que de éstos es de los que se podrá obtener mayor número de datos para rellenar las fichas.

MAGNITUD DEL INDICIO

Este concepto resulta obligadamente impreciso y un tanto subjetivo, ya que, por una parte, las fichas han de aplicarse a una gran diversidad de sustancias, y, por otra parte, los términos de comparación han de ser variables, con una validez regional, nacional o internacional.

SUSTANCIA

En sustancias, se escribirán los símbolos del elemento o elementos principales de la mineralización de que se trate o el nombre de la sustancia que se explota, cuando ésta sea comercial en sí misma. (Ej. silicatos industriales: caolín, bentonita, etcétera).

REFERENCIA

Se rellenará en la central.

NÚMERO PROVINCIAL

Número de orden del indicio dentro de la provincia, a modo de matrícula de automóvil. (Ej. B-43, CO-157, etc.).

SECTOR

El que corresponda, en números romanos:

I. Galicia
II. Asturias-León
III. Santander-Vascongadas
IV. Palencia-Burgos-Logroño
V. Etcétera

SUSTITUYE A: Cuando de un indicio o ficha ya rellenado se encuentre nueva o mejor información, se rellenará una nueva ficha, con un nuevo número provincial, y en este espacio se pondrá el antiguo al que sustituye.

A-1 DATOS ADMINISTRATIVOS

Número de registro

Fecha de otorgamiento

Las que correspondan cuando se trate de un permiso de investigación o de una concesión.

En el caso de un grupo, se pondrá uno de ellos y se añadirá «y otras» que se especificarán en el apartado A-3.

En el caso de zona reservada por el Estado, en el sitio correspondiente al número de registro, se pondrá el número del «Boletín Oficial del Estado» en que se concedió.

1.1 Denominación

La que tiene en el registro. En el caso de no tener situación legal definida, con lo que no tendrá denominación registrada, se pondrá un nombre arbitrario en relación con el paraje en que se encuentra. Si se trata de varias se anotará la de la primera añadiendo «y otras».

1.2 Titular/Domicilio

1.3 Explotador/Domicilio

En el caso de grupos puede haber más de uno. Se recomienda entonces que se coloquen en A-3 bajo la denominación del permiso o concesión del que son titulares o explotadores. Caso de que falte espacio se recurrirá a la ficha E. (Ampliación de la información.)

A-2 DATOS GEOGRAFICOS

Unidad

Referida a la ficha R.

Provincia

La que corresponda.

2.1 Localización

(Centro principal, se refiere a un punto singular característico de la mina; por ejem., oficina, pozo, lavadero, etc.).

2.2 Coordenadas

2.3 Accesos

Describir el camino hasta el punto preciso, desde el último que sea fácil de localizar en un mapa de carreteras ordinario.

2.4 Comunicaciones

Carreteras
Ferrocarriles
Otras (puertos, cargaderos)

Se refiere a comunicaciones generales de la zona utilizada o con posibilidades de serlo por las explotaciones mineras.

2.5 Recursos

Hidráulicos

Existencia de pozos, fuentes, arroyos, ríos, embalses, mar, en las proximidades del indicio.

Energéticos

Línea eléctrica, central atómica, etc., y distancia a la zona en cuestión.

RESUMEN GRAFICO

A rellenar en la Central.

Cumplimentado: Nombre de la persona que ha cumplimentado el cuestionario y fecha en que lo ha hecho.

Revisado: Nombre del responsable del sector y fecha de la revisión.

Reseñado 1 : 50.000: SI/NO y fecha.

A-3 DATOS DE LAS CONCESIONES

Grupo

Denominación del grupo, si la tiene.

Rellenar las casillas correspondientes a cada concepto, teniendo en cuenta lo dicho antes para el caso de varios propietarios.

A-4 FUENTES DE INFORMACION

4.1 Comunicación verbal

Nombre y características profesionales de la persona que proporciona la información.

Ejemplos

D. Fulano de Tal, Ingeniero de Minas de la Jef. del distrito.
D. Fulano de Tal, pastor de la región.
D. Fulano de Tal, farmacéutico, propietario de la mina, etc.

4.2 Visita

Fecha, nombre y características profesionales de las personas que la realizan. «Profundidad» de la visita.

4.3 Bibliografía

Rellenar las casillas correspondientes a cada concepto, salvo el de referencia PNIM.

Dar números, 1, 2, 3, a la bibliografía y documentación correlativos, y en los datos de la ficha B hacer referencia a esta fuente poniendo tras la información el número (431, 432, etc.).

B - DATOS METALOGENETICOS (fig. 2.3-4)

B.1 MINERALIZACION

1.1 Elementos

Escribir los símbolos de los elementos presentes distinguiendo principales, accesorios, y en trazas, si se conocen.

DIRECCION GENERAL DE MINAS	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA

A DATOS GENERALES

SUSTANCIA

REF.* _____

NUM. PROV. _____

SECTOR _____

SUSTITUYE A _____

MENA _____

INDICIO ☐	NATURALEZA	☐ MINERALOGICO
P. INVEST. ☐		☐ MINERALOTECTICO
CONCESION ☐		☐ MINERO
GRUPO ☐	MAGNITUD	☐ GRANDE
RESERVA ☐		☐ MEDIANO
FRANCO ☐		☐ PEQUEÑO

1 DATOS ADMINISTRATIVOS

NUM. REGISTRO _____ FECHA OTORGAMIENTO _____

1. DENOMINACION _____

2. TITULAR/DOMICILIO _____

3. EXPLOTADOR/DOMICILIO _____

2 DATOS GEOGRAFICOS

UNIDAD _____

PROVINCIA _____

1. LOCALIZACION — CENTRO PRAL. _____ MUNICIPIO _____

PARAJE _____ LOCALIDAD _____

2. COORDENADAS

LAMBERT: DE LA ZONA _____ DEL PUNTO _____

GEOGRAFICAS: LONGITUD _____ LATITUD _____ ALTITUD _____

NUM. HOJAS TOPOGRAFICAS

1:25.000	
1:50.000	
1:200.000	

3. ACCESOS _____

4. COMUNICACIONES

CARRETERAS _____

FERROCARRIL _____

OTRAS _____

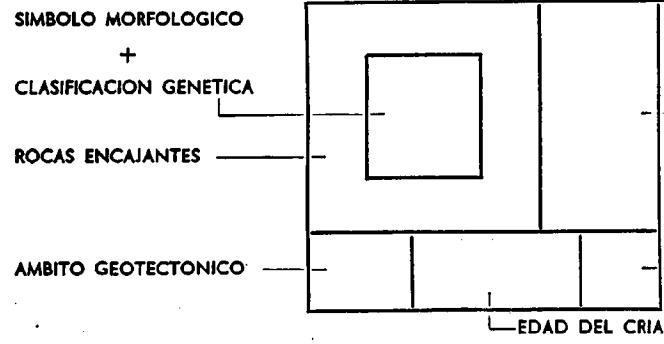
5. RECURSOS

HIDRAULICOS _____

ENERGETICOS _____

* RESUMEN GRAFICO

NUM. DEFINITIVO



(* A RELLENAR EN LA CENTRAL)

CUMPLIMENTADO	REVISADO

REVISADO	RESEÑADO 1:50.00

RESEÑADO 1:200.000

FIGURA 2.3-3

3 DATOS DE LAS CONCESIONES

I. GRUPO _____

NUM. ORDEN	NUM. REGISTRO	DENOMINACION DE LAS MINAS	MUNICIPIOS	HAS. PROPIAS	HAS. ARREND.
			TOTALES		

4 FUENTES DE INFORMACION

1. COMUNICACION VERBAL _____

2. VISITA _____

3. BIBLIOGRAFIA _____

NUM.	FECHA	AUTOR	TITULO	REFERENCIA P. N. I. M.	CONSULTAD. SI	CONSULTAD. NO

FIGURA 2.3-3

DIRECCION GENERAL DE MINAS	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA

B DATOS METALOGENICOS

REF.* _____

NUM. PROVINCIAL _____

DENOMINACION _____

1 MINERALIZACION

1. ELEMENTOS:

PRINCIPALES _____

ACCESORIOS _____

EN TRAZA _____

2. ESPECIES MINERALES

PRESENTES _____

_____

DE MENA _____

DE GANGA _____

3. PROCESOS MINERALIZANTES PRIMARIOS

PARAGENESIS	
SUCESION	
CONTEXTURA	
MINERALOTERMOMETRIA	
ELEMENTOS EN TRAZAS	
EDAD ABSOLUTA	

4. ZONALIDADES _____

☐ VERTICAL

☐ LATERAL

5. PROCESOS SUPERGENICOS

	OXIDACION	CEMENTACION
PARAGENESIS		
SUCESION		
CONTEXTURA		
CARACTERIST. GEOQUIM.		
DIMENSIONES		

2 CONDICIONES DE YACIMIENTO

RUMBO _____ BUZAMIENTO _____

1. CUERPO MINERALIZADO

MORFOLOGIA

☐ FILON ☐ ESTRATIFORME

☐ FILON - CAPA ☐ _____

☐ MASA ☐ _____

DISTRIBUCION FORMAL: ☐ MASIVO ☐ DISEMINADO ☐ _____

CONCORDANCIA: ☐ CONCORDANTE ☐ DISCORDANTE

LEYES ORIENTATIVAS _____

_____

DIMENSIONES _____

_____

2. ROCAS ENCAJANTES

	LITOLOGIA	EDAD	ALTERACION		ORIENTACION	
			PARAGENESIS	EDAD	RUMBO	BUZAM.
TECHO						
MURO						

FIGURA 2.3-4

3 CONTEXTO GEOLOGICO

1. RASGOS GENERALES

2. LITOLOGIA

3. GEOQUIMICA

4. ESTRATIGRAFIA

5. TECTONICA

RELACION CON MANIFESTACIONES: IGNEAS

TERMALES

4 GUIAS ESPECIFICAS

1. MINERALOGICA
2. GEOQUIMICA
3. LITOLOGICA
4. ESTRATIGRAFICA
5. ESTRUCTURAL
6. FISIOGRAFICA
7. PALEOGEOGRAFICA

5 INTERPRETACIONES GENETICAS

1. AMBITO GEOTECTONICO ☐ ESCUDO ☐ PLATAFORMA ☐ CINTURON OROGENICO

☐ ALPINO ☐ CALEDONIANO
☐ CIMERICO ☐ NUCLEOS ANTIG.
☐ HERCINICO

2. HIPOTESIS GENETICAS

3. ANALOGIA CON OTROS CRIADEROS

4. EDAD DEL CRIADERO

5. PROCESO GENETICO:

AMBITO GENERADOR

AMBITO DE TRANSPORTE

AMBITO DE CONSTITUCION

REMOVILIZACION

6. CLASIFICACION DEL CRIADERO

FIGURA 2.3-4

1.2 **Especies minerales**

Escribir primero todas las que se sabe aparecen, por orden de abundancia decreciente. Separar después las de mena de las de ganga.

1.3 **Procesos mineralizantes primarios**

Paragénesis

Anotar aquí la asociación o asociaciones de especies minerales «*primarias*» tanto de mena como de ganga que, con una cierta unidad de origen, suponen una de las características de la meneralización.

Sucesión

Si se sabe, añadir aquí el orden de deposición de las especies nombradas arriba (de más antigua a más moderna).

Contextura

Dar las de más características (relleno, coloidal, escarapela, en peine, festoneada, simétrica o asimétrica, etc.).

Mineralotermometría

Dar intervalos de temperatura de formación de las especies minerales de las que se conocen y, si es posible, naturaleza de la determinación (facies tipomorfas, soluciones sólidas, inclusiones fluidas).

Elementos en trazas

Citarlos cualitativa y cuantitativamente en p. p. m. (partes por millón).

Edad absoluta

En el caso de que se haya realizado algún estudio isotópico en este sentido. Si lo hay, dar el procedimiento empleado K/Ar, Rb/Sr, Pb/Pb, C 14...

1.4 **Zonalidades**

1.5 **Procesos supergénicos**

Se recogen en este epígrafe los efectos de la meteorización y su secuela de procesos descendentes.

Paragénesis, Sucesión, Contextura, Características geoquímicas

Se pide lo mismo que en 1.3, pero referido a las especies minerales «*secundarias*» que se forman en las zonas de alteración debido a los procesos de oxidación y cementación de tanta importancia a la hora de evaluar económicamente el criadero.

Dimensiones

Extensión y espesor de las zonas de oxidación y de cementación.

B-2 CONDICIONES DE YACIMIENTO

2.1 **Cuerpo mineralizado**

Rumbo - Buzamiento

Morfología

Poner cruz en el casillero correspondiente. Si no pertenece al tipo de los reseñados, escribir el adecuado en el espacio en blanco.

Otros tipos morfológicos son: capas, lentejones, pipas, chimeneas, etc.

Distribución formal

La mineralización, dentro del cuerpo mineralizado, puede adoptar diversas distribuciones especiales. Así, puede estar en masas dentro de un determinado horizonte o diseminada exclusivamente en un tipo de roca.

Marcar la que procede.

Otras distribuciones son: relleno, sustitución, arrosariado, etc.

Concordancia

Poner la cruz donde proceda.

Leyes orientativas

En el caso de que se trate de una explotación minera en actividad, o suficientemente conocida si ya está abandonada, dar leyes medias de todo-uno. En el caso de un indicio no explotado o de una mina antigua con escasa información, dar los datos que se posean (análisis de unas muestras, de una escombrera, etcétera).

Dimensiones

Si se trata de un filón, dar corrida, potencia real, media y reducida y profundidad máxima de explotación.

Si se trata de masas, dar dimensiones máximas y medias de las conocidas

En caso de capas, extensión superficial y espesor medio y máximo.

2.2 **Rocas encajantes**

De las rocas de techo y muro, anotar su litología (caliza, arenisca, esquisto, pizarra, granito, etc.), su edad geológica y su orientación. Caso de que haya existido alteración de estas rocas encajantes, dar, si es posible, la edad geológica de la alteración y los nombres de las especies minerales originadas (paragénesis).

B.3 CONTEXTO GEOLOGICO

Se pretende que en este apartado se describa el contexto geológico *próximo* al indicio, es decir, sus características geológicas de *detalle*, a escala de mina.

3.1 **Rasgos generales**

Situar la zona del indicio descrito dentro de la unidad geológica-geográfica de orden mayor que se ha descrito en la ficha R. y a la que pertenece este indicio.

3.2 **Litología**

Descripción detallada de las rocas (tipo, color, tamaño de grano, etc.) que se encuentran en el entorno de la mineralización.

3.3 **Geoquímica**

Descripción, si se conoce, de características geoquímicas de estas rocas. Por ejemplo, contenido anómalo en determinados elementos.

3.4 **Estratigrafía**

Ordenación cronológica, apoyada en datos macro y micropaleontológicos.

3.5 **Tectónica**

Fenómenos que tengan importancia a escala minera.

Pliegues: Tipo y dirección de ejes. Situación de la mineralización.

Fallas, fracturas: Tipo, dirección, salto, mineralizaciones o no.

Si es necesario, para completar los datos de 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, emplear la ficha E.

Relación con manifestaciones ígneas

Tipo de roca con la que relaciona la mineralización y distancia aproximada a la que se encuentran los afloramientos.

Relación con manifestaciones termales:

Temperatura y composición de las aguas y distancia como en el caso anterior.

B.4 . GUIAS ESPECIFICAS

En este apartado se intentan reseñar las características especiales de cada mineralización, que puedan emplearse como guías específicas para detectarla, por ser sus acompañantes de una forma persistente, al menos dentro de su entorno geológico.

4.1 **Mineralógica**

Cualquier especie mineral que se conozca como indicativa de que la mineralización está próxima y cuya aparición se debe a alteración supergenética, hidrotermal o cualquier otra causa desconocida.

4.2 **Geoquímica**

Si se conoce algún elemento o elementos satélites de la mineralización que, por sus especiales características geoquímicas (mayor capacidad de difusión en el medio, mayor estabilidad ante los agentes meteóricos, etc.), pueden indicar la proximidad de ésta.

4.3 Litológica

Rocas ligadas a la mineralización, si ésta es selectiva de algún tipo en particular.

4.4 Estratigráfica

Horizontes-guía, si existen.

4.5 Estructural

Cuando la mineralización esté ligada a algún rasgo estructural (determinada posición en ciertos pliegues, relleno de fracturas o fallas de determinada orientación, etc.).

4.6 Fisiográfica

Si existe una cierta conexión entre la ubicación de los cuerpos mineralizados y los gastos geomorfológicos.

4.7 Paleogeográfica

En los casos en que conociendo bien la evolución paleogeográfica del área se haya conseguido establecer alguna relación entre determinados rasgos paleogeográficos (líneas de costa, taludes, arrecifes...) y la situación de las mineralizaciones.

B.5 INTERPRETACIONES GENETICAS

5.1 Ambito geotectónico

Poner la cruz en el que corresponda y, en el caso de cinturón orogénico, especificar de qué orogenia se trata.

Si se superponen dos, poner la cruz en ambos, y si se duda entre dos, marcar ambos añadiendo un signo de interrogación al lado de la palabra que los designe.

5.2 Hipótesis genéticas

Reseñar las establecidas en las fuentes de información consultadas y aportar las propias si se cuenta con base para ello.

5.3 Analogía con otros criaderos

Cuando se conozca, relacionar con criaderos de características conocidas, ya sean nacionales o extranjeros.

5.4 Edad del criadero

Se refiere a la edad geológica en que se produjo la mineralización o, al menos, a la época orogénica.

5.5 Proceso genético

Referir la procedencia primaria anterior (en la corteza terrestre) de las sustancias que van a constituir la mineralización (ámbito generador), las vías de acceso (ámbito de transporte), el asiento de la mineralización (ámbito de constitución) y las posibles removilizaciones.

5.6 Clasificación del ciadero

En función de los apartados anteriores, clasificar el criadero según la relación siguiente:

alteración superficial,
sedimentario,
aluvionar,
exhalativo-sedimentario,
vulcanógeno,
hidrotermal (sin diferenciar),
tele-epitermal,
mesotermal
catatermal,
catatermal-neumatolítico,
pegmatítico,
intramagmático,
metamórfico,
metamorfizado,
no diferenciado.

2.3.1.4 Bibliografía

La recopilación de bibliografía minera del país, absolutamente necesaria en España, donde prácticamente es la única forma de conocer algún dato sobre la multitud de explotaciones antiguas, hoy impracticables, no sólo ha sido trabajo de la etapa previa, sino que es labor continuamente en mejora.

Dejando aparte los numerosos informes y documentos de carácter confidencial comentados, se dispone actualmente de más de 2.500 títulos, clasificados por autores, provincias, sustancias y números de identificación de hojas.

En la figura 2.3-5 aparece la distribución por provincias de estas publicaciones.

Es curioso resaltar, por las enseñanzas que se deducen, que si se clasifican cronológicamente estas publicaciones, se reparten de la siguiente manera:

Anteriores a 1900	31 %
Comprendidas entre 1900 y 1936	45 %
Comprendidas entre 1936 y 1950	6 %
Comprendidas entre 1950 y 1970	18 %

Esto es una pequeña prueba más de cómo el desinterés por los temas de investigación minera se había ido adueñando de la situación.

2.3.1.5 Flujo documental

Hecha la división de España en sectores, creada la ficha cuestionario y preparada la base documental, queda por resolver el problema de la organización, es decir, de cómo van a circular estos documentos y qué tipos de relaciones van a existir entre la Central y los sectores, por un lado, y la Central y el resto de los equipos (Síntesis Geológicas, Análisis de Permisos de Investigación y Concesiones de explotación), por otro.

La solución adoptada se indica en la figura 2.3-6 con el título de "Flujo documental" y que abarca el desarrollo de las tres etapas principales.

2.3.2 ETAPA INTERMEDIA

Como ya se ha dicho anteriormente, la etapa intermedia cubre el período de tiempo necesario para la toma de datos, a escala 1: 50.000, de todas las hojas 1: 200.000 integrantes del Mapa Metalogenético Nacional.

2.3.2.1 Fuentes de información

Esta es la auténtica columna en que se apoya todo el trabajo. La influencia de una cuidadosa y acertada selección de las fuentes de información es tan grande que de no ser así puede darse como seguro el fracaso.

Las empleadas con más asiduidad han sido:

- Los conocimientos adquiridos por experiencia personal de los jefes de investigación del IGME y ENADIMSA, responsables de sectores de trabajos.
- Bibliografía.
- Datos legales de las Secciones de las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria (obtenidos por los equipos de Análisis de Permisos de Investigación y de Concesiones de Explotación).
- Colaboración de entidades y personas consideradas con experiencia en determinadas sustancias o regiones.

2.3.2.2 Mecanismo de funcionamiento

El responsable del sector recibe en su centro de trabajo los cuestionarios, mapas 1: 50.000 y una información bibliográfica básica. Su labor consiste en hacer que se cumplimenten los cuestionarios para cada indicio y en situar éstos sobre los mapas 1: 50.000. Se recomienda que realicen las visitas que juzguen convenientes a yacimientos no conocidos y que requieran la ayuda del personal técnico de la Central preparado para esta misión, siempre que lo estimen necesario.

La información obtenida en el sector se envía a la Central, donde se analiza y archiva, hasta que, según programa, le llegue el momento de la elaboración, es decir, de su paso a las bases geológicas 1: 200.000 obtenidas del equipo de Síntesis Geológica, y adaptadas como fondos de mapas metalogenéticos.

Este tiempo de espera debe aprovecharse para trasladar la información contenida en las fichas a tarjetas codificadas que permitan su tratamiento por ordenador.

2.3.3 ETAPA FINAL

La etapa final de elaboración de cada hoja metalogenética 1: 200.000 está a cargo del equipo de la Central de Madrid, con el auxilio de aquellos que han participado en la toma de datos, de los asesores del proyecto y, naturalmente, del equipo de Síntesis Geológica, que facilita el fondo geológico correspondiente a la hoja, más una memoria explicativa de la cartografía. Este paso es de gran importancia, ya que el fundamento en el que se basa el mapa metalogenético consiste precisamente en poder destacar, lo más claramente posible, las íntimas relaciones existentes entre las mineralizaciones y el contexto geológico en que aparecen. Sólo un estudio conjunto de los dos objetos puede llevar a la definición gráfica de cada metalotecto, que en definitiva es lo que se pretende poner de manifiesto en los mapas para proporcionarles un carácter previsor.

Ya se han explicado en el apartado de Simbología las peculiaridades de las leyendas de los fondos geológicos y mineros, así como la representación de metalotectos comprobados, probables y posibles, con cuyo dibujo culmina la etapa final de cada mapa.

2.3.4 EQUIPO

El equipo dedicado a la realización de este trabajo puede considerarse como dividido en tres cuerpos. El primero, de carácter coordinador y programador, lo forma el Central de Madrid con cuatro titulados superiores.

El segundo, de naturaleza esencialmente productora, se caracteriza por ser variable en el espacio y en el tiempo. Lo constituyen los responsables de los distintos sectores con su personal y, por tanto, son titulados superiores adscritos al IGME y ENADIMSA; su dedicación es parcial, y su número llega a dieciocho.

El tercero, de carácter mixto entre productor y coordinador, es el llamado de auxiliares volantes, cuya misión

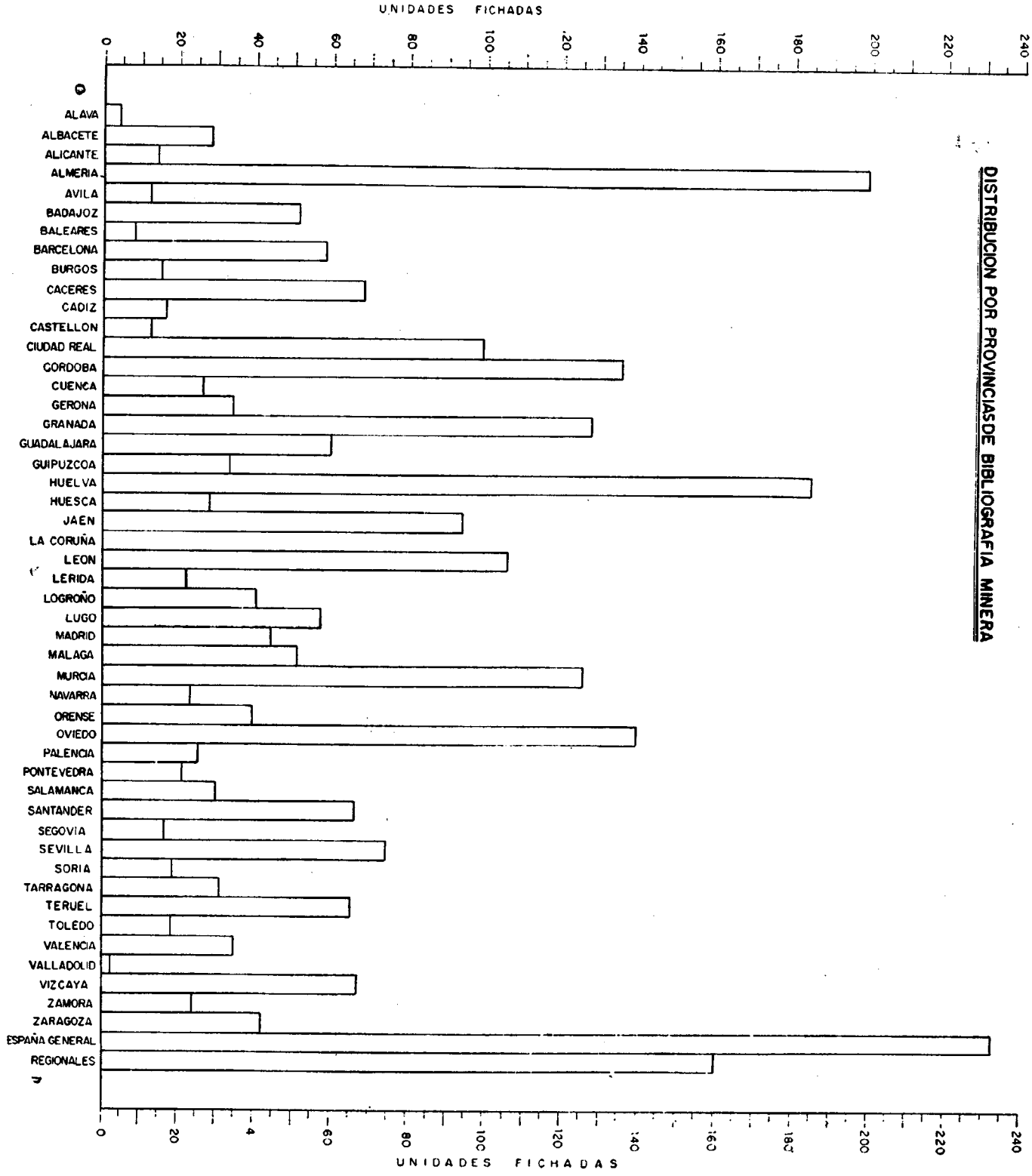

UNIDADES FICHADAS
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
ALAVA
ALBACETE
ALICANTE
ALMERIA
AVILA
BADAJOZ
BALEARES
BARCELONA
BURGOS
CACERES
CADIZ
CASTELLON
CIUDAD REAL
CORDOBA
CUENCA
GERONA
GRANADA
GUADALAJARA
GUIPUZCOA
HUELVA
HUESCA
JAEN
LA CORUÑA
LEON
LERIDA
LOGROÑO
LUGO
MADRID
MALAGA
MURCIA
NAVARRA
ORENSE
OVIEDO
PALENCIA
PONTEVEDRA
SALAMANCA
SANTANDER
SEGOVIA
SEVILLA
SORIA
TARRAGONA
TERUEL
TOLEDO
VALENCIA
VALLADOLID
VIZCAYA
ZAMORA
ZARAGOZA
ESPAÑA GENERAL
REGIONALES
DISTRIBUCION POR PROVINCIAS DE BIBLIOGRAFIA MINERA

FIGURA 2.3-5

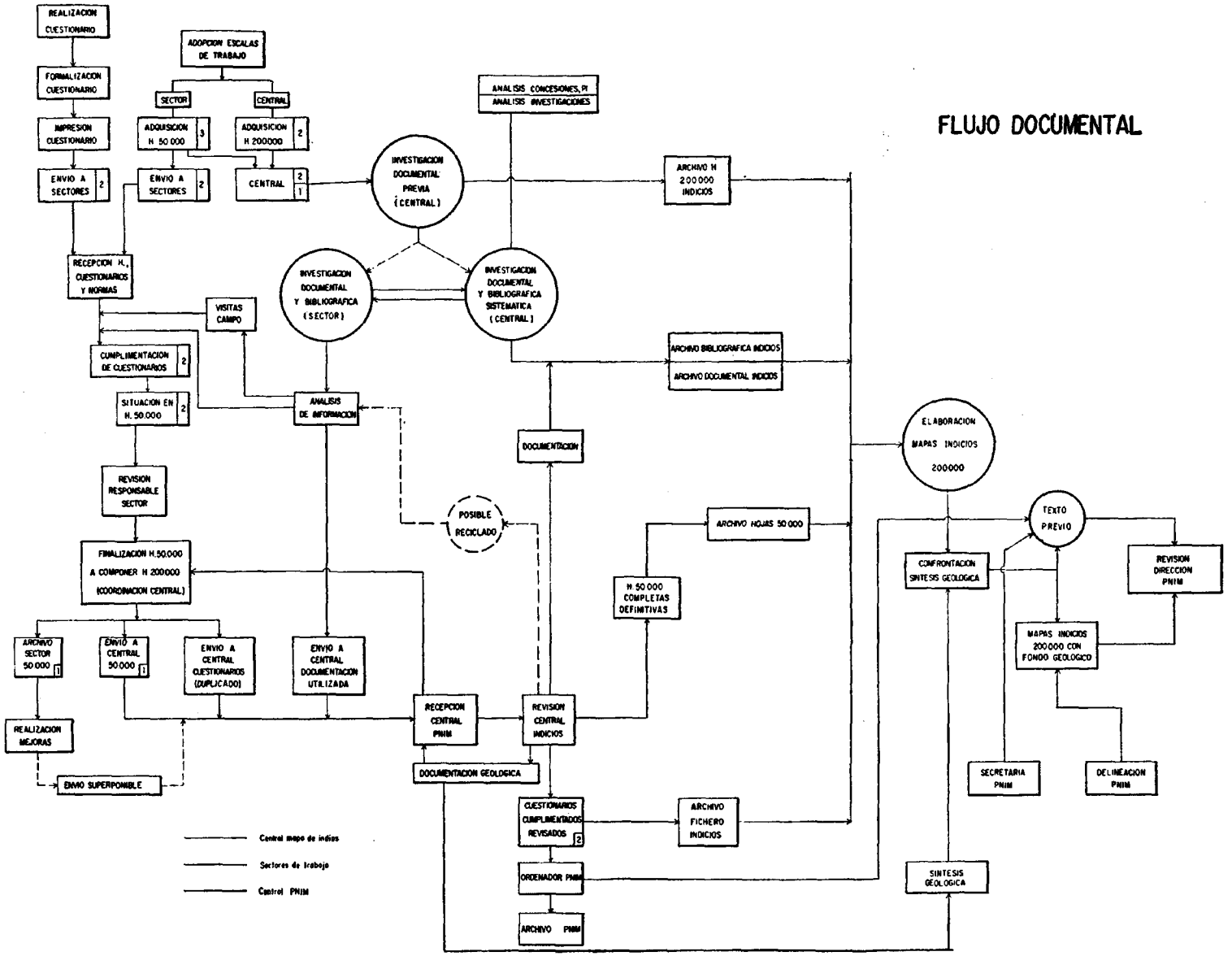

FLUJO DOCUMENTAL
REALIZACION CUESTIONARIO
FORMALIZACION CUESTIONARIO
IMPRESION CUESTIONARIO
ENVIO A SECTORES 2
ADOPCION ESCALAS DE TRABAJO
SECTOR
CENTRAL
ADQUISICION H. 50.000 3
ADQUISICION H. 200000 2
ENVIO A SECTORES 2
CENTRAL 2 1
ANALISIS CONCESIONES, PI
ANALISIS INVESTIGACIONES
INVESTIGACION DOCUMENTAL PREVIA (CENTRAL)
ARCHIVO H 200.000 INDICIOS
RECEPCION H., CUESTIONARIOS Y NORMAS
INVESTIGACION DOCUMENTAL Y BIBLIOGRAFICA (SECTOR)
INVESTIGACION DOCUMENTAL Y BIBLIOGRAFICA SISTEMATICA (CENTRAL)
VISITAS CAMPO
ARCHIVO BIBLIOGRAFICA INDICIOS
ARCHIVO DOCUMENTAL INDICIOS
CUMPLIMENTACION DE CUESTIONARIOS 2
SITUACION EN H. 50.000 2
ANALISIS DE INFORMACION
DOCUMENTACION
ELABORACION MAPAS INDICIOS 200000
REVISION RESPONSABLE SECTOR
POSIBLE RECICLADO
ARCHIVO HOJAS 50.000
TEXTO PREVIO
FINALIZACION H.50.000 A COMPONER H 200000 (COORDINACION CENTRAL)
H. 50.000 COMPLETAS DEFINITIVAS
CONFRONTACION SINTESIS GEOLOGICA
REVISION DIRECCION PNIM
ARCHIVO SECTOR 50.000 1
ENVIO A CENTRAL 50.000 1
ENVIO A CENTRAL CUESTIONARIOS (DUPLICADO)
ENVIO A CENTRAL DOCUMENTACION UTILIZADA
MAPAS INDICIOS 200.000 CON FONDO GEOLOGICO
RECEPCION CENTRAL PNIM
REVISION CENTRAL INDICIOS
REALIZACION MEJORAS
ENVIO SUPERPONIBLE
DOCUMENTACION GEOLOGICA
SECRETARIA PNIM
DELINEACION PNIM
CUESTIONARIOS CUMPLIMENTADOS REVISADOS 2
ARCHIVO FICHERO INDICIOS
ORDENADOR PNIM
SINTESIS GEOLOGICA
ARCHIVO PNIM
Control mapa de indios
Sectores de trabajo
Control PNIM

FIGURA 2.3-6

es ayudar a los responsables de cada sector en la etapa final de su trabajo. También lo forman titulados superiores y su número no baja de cuatro.

2.4 HOJAS DEL MAPA METALOGENETICO 1 : 200.000. EJEMPLOS REPRESENTATIVOS DE LAS PRINCIPALES REGIONES NATURALES METALIFERAS

2.4.1 INTRODUCCION

De las 93 hojas que componen el Mapa Metalogenético Nacional se presentan las nueve siguientes, representativas de otras tantas regiones naturales de interés metalífero (fig. 2.4-1):

Hoja n.° 12. Bilbao:	Cordillera Cantábrica.
Hoja n.° 22. Tudela:	Valle del Ebro.
Hoja n.° 25. Figueras:	Cordillera Pirenaica.
Hoja n.° 28. Alcañices:	Región antigua Galaico-Leonesa.
Hoja n.° 38. Segovia:	Sistema Central.
Hoja n.° 40. Daroca:	Sistema Ibérico.
Hoja n.° 70. Linares:	Sierra Morena Oriental.
Hoja n.° 75. Sevilla:	Sierra Morena Occidental.
Hoja n.° 84. Almería:	Sistema Penibético.

Con ellas se ofrece una muestra de la distribución de indicios y yacimientos en el suelo nacional y de la variedad de metalotectos con los que se encuentran asociados.

Así, en la hoja 12 cabe destacar el control de los yacimientos de Fe, tipo Bilbao, por metalotectos de carácter litológico, caliza de Toucasia del Aptense, y estructural, fracturas longitudinales del gran anticlinorio de Vizcaya. Igualmente, es muy sugestiva la asociación de indicios de Pb, Zn, Cu y Fe en relación con la prolongación estructural, en tectónica de fracturas a menudo inversas, del mismo anticlinorio hacia el sudeste.

La hoja 22, Tudela, pone de manifiesto, entre otros, dos importantes metalotectos, de carácter paleogeográfico y sedimentológico, uno; el Priaboniense en facies continental, en el que yacen los criaderos de sales potásicas; y estratigráfico y físico, el otro, un nivel del Oligoceno medio, con el que se asocian en muchos kilómetros manifestaciones de Cu.

De la hoja 25, Figueras, es interesante señalar un ejemplo de cuenca hullera, el de San Juan de las Abadesas, el destacado metalotecto estructural que supone el control de mineralizaciones filonianas de arsenopiritas auríferas según direcciones N 10° O del Paleozoico y una zona de "skarn" con presencia de scheelita en caliza al contacto con granito, muy cerca de la frontera.

Una muestra muy aparente de zonalidad es la que se observa en el área nordeste de la hoja 28, Alcañices, consistente en la disposición en bandas, paralelas a la Sierra de la Culebra, de mineralizaciones de manganeso, bario y variscitas, sin olvidar el metalotecto litológico, formación granítica de Losacio, con el que se relacionan sucesivamente mineralizaciones de plomo y antimonio.

El Sistema Central está representado por la hoja 38, Segovia, prácticamente inactiva, que incluye las mineralizaciones auríferas de tipo antiguo situadas en la zona occidental de la provincia de Guadalajara, así como la peculiar variedad mineralógica que distingue el macizo granítico de Somosierra, con filones de estaño, mispíquel, calcopirita, galena, blenda, barita y fluorita.

En la hoja 40, Daroca, representativa del Sistema Ibérico, se señalan: una cuenca lignitífera en Utrillas, el metalotecto ferrífero paleozoico de Sierra Morena, así como

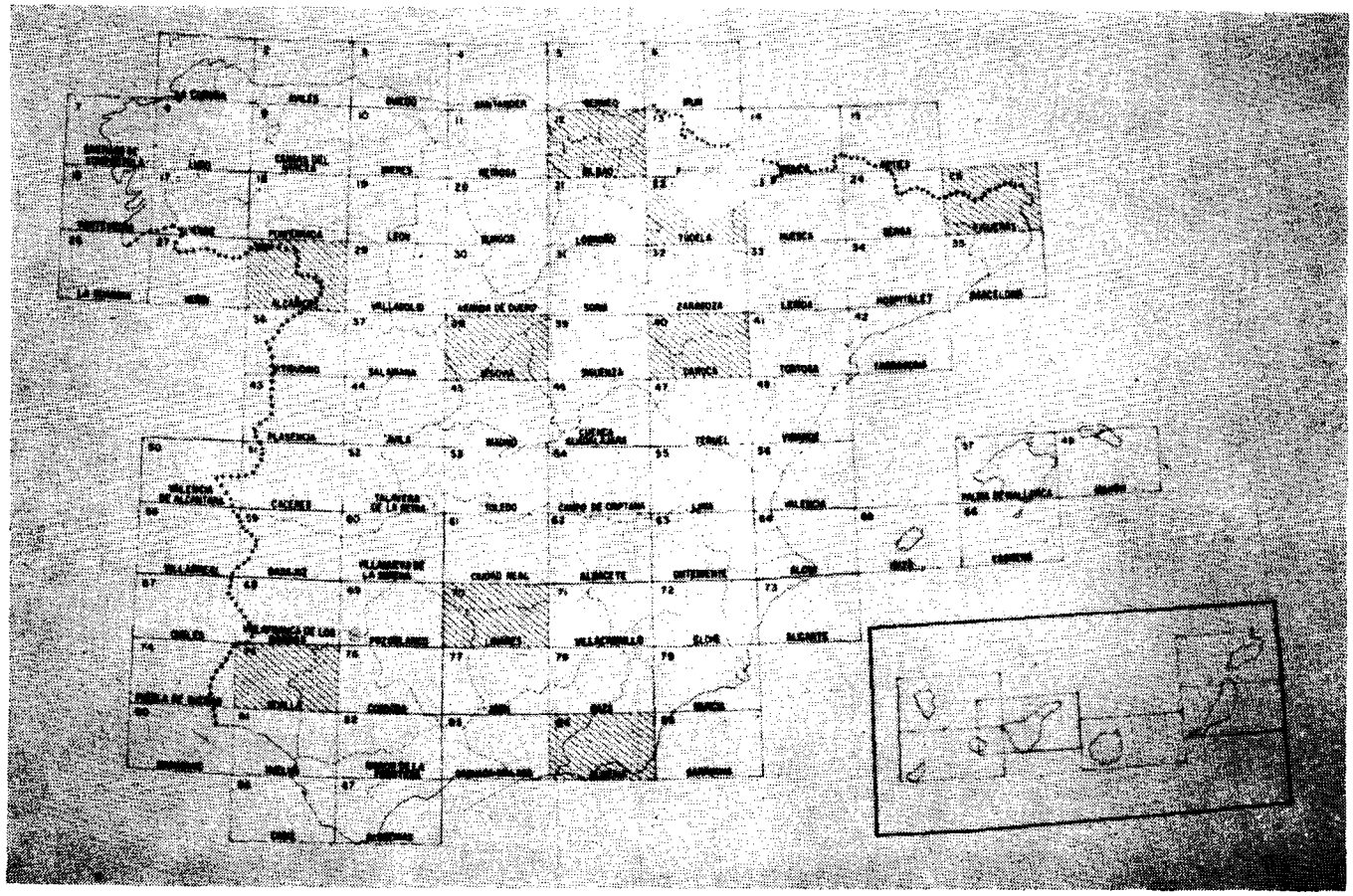


FIGURA 2.4-1

el campo filoniano de Pb-Zn-Ba y, por último, los manganesos, que aparecen desde las formaciones jurásicas hasta las terciarias más modernas.

La hoja 70 se enclava sobre el tercio oriental de Sierra Morena. Dentro de la misma se localizan los distritos mineros de Linares-La Carolina, Valle de Alcudia y extremo este de Los Pedroches, que por la profusión, diversidad e importancia de sus manifestaciones filonianas, representan perfectamente las peculiaridades metalogenéticas de la región a que pertenecen.

Se observan en el mapa los diferentes metalotectos establecidos y sus escalas distintas de actuación. Unos de índole estructural, como la falla Roso, reflejo de un accidente profundo, en cuyas inmediaciones se alinean N 60° E las manifestaciones metalíferas al nordeste de Linares, o como la banda de cizallamiento superficial del filón Zumajo, en Pedroches. Otros metalotectos revisten caracteres mixtos, como los granitos de Linares y Santa Elena, de naturaleza litológica-estructural, o el contacto silurianocarbonífero, más bien estratigráfico-estructural. También pueden notarse en esta hoja: la presencia de una aureola con Sb rodeando al norte los centros de Linares-La Carolina, productores esencialmente de Pb-Ag, o la existencia de manifestaciones de Cu o Zn radiactivos, al margen de las plumbíferas.

La zona occidental de la Sierra Morena se representa por la hoja 75, Sevilla, marco de metalotectos geotectónicos, litológicos y estratigráficos tan notables como aquellos que rigen la aparición de los famosos criaderos de piritas de hierro y cobre, sulfuros complejos y menas de manganeso, que generalmente arman al contacto de rocas volcánicas de carácter ácido con pizarras del Carbonífero.

Finalmente, la variedad minera de las Cordilleras Béticas queda reflejada en la hoja 84, Almería, en la que se ve cómo metalotectos litológicos y estructurales, dolomías del Trías y zonas de cabalgamiento controlan las mineralizaciones de galena y fluorita. Un metalotecto estratigráfico, el contacto Paleozoico-Trías, es el que marca la zona preferente donde encajan los criaderos de hierro más importantes. En cuanto a los metales preciosos de la región del Cabo de Gata aparecen en metalotectos de índole estructural-litológica-mineralógica, filones en rocas volcánicas postorogénicas alteradas hidrotermalmente.

A cada una de las hojas anteriores acompaña una memoria explicativa consistente en listados de los indicios y yacimientos por índice numérico, sustancia, provincia y municipio. Se incluye también la bibliografía más importante referente a la hoja.

2.4.2-1 **Hoja metalogenética número 12. Bilbao**

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
1	641,1	969,6	61	Fe	Santander	Castro-Urdiales	4	i	45	B	2	n	2 b	Q	1
2-10	644,2	969,2	61	Fe	Vizcaya	Musqués	4	i	45	B	2	n	2 b	Q	1
11-55	650,0	967,6	61	Fe	Vizcaya	Abanto y Santurce	4	i	45	B	2	n	4 a	Q	1
56-82	651,3	966,0	61	Fe	Vizcaya	Abanto, Santurce y San Salvador	4	i	45	B	2	n	4 a	Q	1
83-92	642,2	965,5	61	Fe	Vizcaya	Sopuerta	4	i	45	B	2	n	3 a	Q	1
93-97	643,3	965,3	61	Fe	Vizcaya	Sopuerta	4	i	45	B	2	n	2 b	Q	1
98-101	642,0	964,3	61	Fe	Vizcaya	Sopuerta	4	i	45	B	2	n	2 b	Q	1
102-8	647,2	962,8	61	Fe	Vizcaya	Galdames	4	i	45	B	2	n	3 b	Q	1
109-22	647,4	963,5	61	Fe	Vizcaya	Galdames	4	i	45	B	2	n	3 b	Q	1
123-28	647,8	964,5	61	Fe	Vizcaya	Galdames	4	i	45	B	2	n	3 b	Q	1
129-35	653,0	960,6	61	Fe	Vizcaya	Galdames, Musqués y Gueñes	4	i	45	B	2	n	2 b	Q	1
136-40	653,5	960,0	61	Fe	Vizcaya	Gueñes	4	i	45	B	2	n	2 b	Q	1
141-47	654,5	961,5	61	Fe	Vizcaya	Baracaldo	4	i	45	B	2	n	2 b	Q	1
148	658,0	961,2	61	Fe	Vizcaya	Bilbao	4	i	45	B	2	n	2 b	Q	1
149-51	658,7	962,2	61	Fe	Vizcaya	Bilbao	4	i	45	B	2	n	2 b	Q	1
152-53	658,6	960,4	61	Fe	Vizcaya	Bilbao	4	i	45	B	2	n	2 b	Q	1
154-55	659,2	960,0	61	Fe	Vizcaya	Bilbao	4	i	45	B	2	n	2 b	Q	1
156-59	661,7	960,4	61	Fe	Vizcaya	Bilbao y Baracaldo	4	i	45	B	2	n	3 a	Q	1
160-61	662,5	959,8	61	Fe	Vizcaya	Bilbao	4	i	45	B	2	n	2 b	Q	1
162-70	663,7	960,2	61	Fe	Vizcaya	Basauri, Bilbao y Arrigorriaga	4	i	45	B	2	n	2 b	Q	1
171-72	666,8	960,0	61	Fe	Vizcaya	Basauri y Galdácano	4	i	45	B	2	n	2 b	Q	1
173	655,9	957,8	61	Fe	Vizcaya	Baracaldo	4	i	45	B	2	n	2 b	Q	1
174	656,6	957,6	61	Fe	Vizcaya	Baracaldo	4	i	45	B	2	n	2 b	Q	1
175-76	658,2	958,4	61	Fe	Vizcaya	Baracaldo	4	i	45	B	2	n	2 b	Q	1
177	659,8	957,8	61	Fe	Vizcaya	Baracaldo	4	i	45	B	2	n	2 b	Q	1
178-84	665,0	958,4	61	Fe	Vizcaya	Basauri y Arrigorriaga	4	i	45	B	2	n	2 b	Q	1
185-87	666,9	956,0	61	Fe	Vizcaya	Zarátamo	4	i	45	B	2	n	2 b	Q	1
188-89	674,2	957,6	62	Pb, Zn	Vizcaya	Galdácano	1	a	2	—	2	—	1 b	—	—
190-91	675,0	956,8	62	Pb, Zn	Vizcaya	Galdácano	1	a	2	—	2	—	1 b	—	—
192	691,2	966,2	62	F, Pb, Zn	Vizcaya	Murélaga	1	b	3	B	2	—	—	Q	—
193	697,3	968,5	63	Ba	Vizcaya	Berriatúa	1	k	6	—	—	—	1 b	—	—
194	701,3	968,4	63	Zn	Vizcaya	Ondárroa	1	a	2	—	—	—	1 b	—	—
195	704,0	967,0	63	Fe	Guipúzcoa	Motrico	1	i	—	—	—	—	1 b	—	—
196	706,4	960,8	63	Fe	Guipúzcoa	Elgóibar	1	i	—	—	—	—	1 b	—	—
197	710,4	965,3	63	Zn	Guipúzcoa	Deva	1	a	2	—	—	—	1 b	—	—
198	710,8	963,8	63	lig	Guipúzcoa	Deva	1	u	1	—	—	c	1 b	—	1
199	717,8	959,2	63	lig	Guipúzcoa	Cestona	1	u	1	—	—	c	1 b	—	1

(Continuación.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Qumismo Mena	Qumismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
200	722,8	963,7	64	lig	Guipúzcoa	Zarauz	1	u	1	—	—	c	2 b	Q	1
201	725,9	956,2	64	Fe	Guipúzcoa	Larraul	1	i	—	—	—	—	2 b	Q	—
202	725,8	955,5	64	Fe	Guipúzcoa	Asteasu	1	i	—	—	—	—	1 b	—	—
203	729,4	957,2	64	lig	Guipúzcoa	Asteasu	1	u	1	—	—	c	1 b	—	—
204	702,2	906,2	139	asf	Alava	Laminoría (Maestu)	1	x	—	—	2	—	2 b	—	—
205	702,1	909,2	139	asf	Alava	Laminoría (Maestu)	1	x	—	—	2	—	2 b	—	—
206	736,2	959,8	64	Fe	Guipúzcoa	Andoain	1	i	—	—	—	—	—	—	—
207	736,7	955,4	64	Fe	Guipúzcoa	Andoain	1	i	—	—	—	—	1 b	—	—
208	661,7	938,2	86	Pb, Zn	Alava	Amurrio	2	a	2	BC	2	—	3 b	Q	—
209	663,8	938,4	86	Pb, Zn	Alava	Amurrio	1	a	2	BC	2	—	1 b	—	—
210	664,2	937,2	86	Pb, Zn	Alava	Amurrio	2	a	2	BC	2	—	3 b	Q	—
211	671,4	948,1	87	Ba	Vizcaya	Ceberio	1	k	6	—	—	—	1 b	—	—
212	674,0	945,9	87	pyr	Vizcaya	Villaro	1	l	2	—	5	—	1 b	—	—
213	676,0	949,6	87	pyr	Vizcaya	Dima	1	l	2	—	5	—	1 b	—	—
214	682,8	946,1	87	F	Vizcaya	Mañaria	1	b	3	—	2	—	1 b	—	—
215	657,4	911,4	137	ClNa	Alava	Salinas de Añana	1	t	3	—	5	c	1 b	E	—
216	705,8	945,7	88	Pb	Guipúzcoa	Anzuola	1	a	2	—	—	—	—	—	—
217	701,3	902,0	139	asf	Alava	Macstu	1	x	—	—	2	—	1 b	—	—
218-19	724,3	949,6	89	Fe, Cu	Guipúzcoa	Régil	2	i	42	—	2	—	1 b	—	—
220	731,3	952,3	89	Cu, Fe	Guipúzcoa	Tolosa	2	c	24	—	2	—	1 b	—	—
221	740,0	947,8	89	Cu, Fe	Guipúzcoa	Berástegui	1	c	24	—	—	—	—	—	—
222	742,5	947,1	89	Cu, Fe	Guipúzcoa	Berástegui	2	c	24	—	1	—	1 b	—	—
223	742,8	947,9	89	Pb, Zn	Guipúzcoa	Berástegui	1	a	2	AB	1	—	1 b	—	—
224	745,5	948,1	89	Pb, Zn	Guipúzcoa	Leiza	1	a	2	B	1	—	1 b	—	—
225	743,5	946,8	89	F, Pb, Zn	Guipúzcoa	Berástegui	1	ab	23	B	—	—	1 b	—	—
226	742,0	945,1	89	Fe	Guipúzcoa	Berástegui	2	i	—	D	1	—	1 b	—	—
227	687,8	944,7	87	Pb, Zn	Vizcaya	Abadiano	1	a	2	—	2	—	1 b	—	—
228	687,6	944,0	87	Zn, Pb	Vizcaya	Abadiano	1	a	2	—	2	—	1 b	—	—
229	690,6	945,0	87	Cu	Vizcaya	Arrazola	1	c	—	—	—	—	1 b	—	—
230	694,3	944,5	87	Fe	Vizcaya	Elorrio	1	i	2	—	—	—	1 b	—	—
231	692,0	943,0	87	Pb, Zn	Vizcaya	Arrazola	1	a	—	—	—	—	1 b	—	—
232	692,8	941,5	87	Fe	Vizcaya	Elorrio	1	i	—	—	—	—	—	—	—
233	696,8	942,5	88	Fe, Zn	Guipúzcoa	Mondragón	1	ia	—	—	2	—	1 b	—	—
234	696,7	941,9	88	Fe	Guipúzcoz	Mondragón	1	i	—	—	—	—	—	—	—
235	697,7	941,2	88	Fe	Guipúzcoa	Mondragón	1	i	4	—	2	—	1 b	—	—
236	698,4	939,8	88	Fe	Guipúzcoa	Mondragón	1	i	4	—	2	—	1 b	—	—
237	698,4	939,0	88	Fe	Guipúzcoa	Mondragón	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
238	684,6	935,0	87	Fe	Alava	Villarreal	1	i	—	—	—	—	—	—	—
239	714,6	937,3	88	Cu	Guipúzcoa	Mutiloa	1	c	—	—	—	—	—	—	—
240	713,4	936,2	88	Zn	Guipúzcoa	Cerain	1	a	—	—	—	—	1 b	—	—
241	714,0	935,3	88	Fe, Ba	Guipúzcoa	Cerain	1	ik	5	—	—	—	1 a	—	—
242	723,6	943,8	89	Pb, Zn	Guipúzcoa	Legorreta	2	a	2	B	1	—	2 a	Q	—
243	728,1	937,7	89	Pb, Zn	Guipúzcoa	Abalcisqueta	1	a	2	—	—	—	—	—	—
244	729,9	937,7	89	Pb, Zn	Guipúzcoa	Abalcisqueta	1	a	2	—	—	—	—	—	—
245	731,8	938,5	89	Pb	Guipúzcoa	Amezqueta	1	a	—	—	—	—	—	—	—
246	732,4	938,0	89	Fe	Guipúzcoa	Amezqueta	2	i	—	—	—	—	—	—	—
247	733,6	936,8	89	Cu, Zn, Pb	Guipúzcoa	Amezqueta	3	ac	2	B	12	—	3 b	Q	—
248	733,5	935,8	89	Cu, Zn, Pb	Guipúzcoa	Amezqueta	3	ac	2	B	2	—	2 b	Q	—
249	735,0	935,0	89	Pb	Guipúzcoa	Amezqueta	1	a	2	—	2	—	—	—	—
250	703,4	902,4	139	asf	Alava	Maestu	1	x	—	—	2	—	2 b	—	—
251	666,8	930,7	111	Pb, Zn	Alava	Zuya	1	a	2	—	—	—	1 b	—	—
252	706,2	998,1	139	asf	Alava	Antoñana	1	x	2	—	—	—	2 b	—	—
253	671,8	927,3	112	lig	Alava	Zuya	3	u	1	—	12	c	1 b	—	—
254	672,6	928,5	112	Pb	Alava	Zuya	1	a	—	—	—	—	—	—	—
255	688,8	931,9	112	Cu, Pb, Zn	Alava	Villarreal	2	ac	—	B	—	—	1 b	—	—
256	690,8	930,2	112	Fe	Alava	Arrazúa-Ubarrundia	1	i	5	—	—	—	1 b	—	—
257	706,8	933,5	113	Pb	Guipúzcoa	Oñate	1	a	2	—	2	—	—	—	—
258	709,5	931,3	113	Pb	Guipúzcoa	Legazpia	2	a	2	—	2	—	1 b	—	—
259	711,0	929,8	113	Pb, Zn	Guipúzcoa	Ccgama	2	a	2	—	2	—	1 b	—	—
260	691,8	965,8	62	F	Vizcaya	Murélaga	2	b	3	B	2	—	2 a	Q	—
261	743,7	950,6	89	Pb, Zn	Guipúzcoa	Berástegui	1	a	2	AB	1	—	1 b	—	—
262	689,2	932,4	112	Cu, Pb Zn	Guipúzcoa	Salinas de Leniz	2	ac	—	B	—	—	1 b	—	—
263	747,2	910,8	140	ClNa	Navarra	Salinas de Oro	1	t	3	—	5	—	1 b	—	—

BIBLIOGRAFIA DE LA HOJA METALOGENETICA, NUM. 12 BILBAO

1733. El Huyar, F.: Estado de las minas de Somorrostro.

1782. Bowles, G.: Las minas de hierro de Somorrostro. «Boletín Min. e Ind.». Enero, 1948.

1844. Amar de la Torre, R.: Algunas noticias sobre las minas de hierro de Somorrostro. «Bol. Of. de Min.», núms. 4 y 5.

1844. Amar de la Torre, R.: Ensayos de la venta de hierro de Somorrostro, practicados en el laboratorio de la Escuela de Ingenieros de Minas, y algunas noticias relativas a la ferrería de Araya (provincia de Alava), núm. 7, agosto.

1845. SCHULZ, G.: Relación calificada de las minas de Vizcaya que se hallaban en labor en noviembre de 1844. «Bol. Of. de Min.», números 18 y 5.
1848. COLLETE, C.: Reconocimiento geológico del señorío de Vizcaya.
1850. MANES: Sobre las minas de hierro de Somorrostro. «Ann. des Mines), serie 4.°, t. XIV, y «Rev. Min.», serie A, t. I.
1851. ALDANA, L.: Descripción de la mina de hierro «Triano», en Somorrostro, con un apéndice sobre los demás criaderos de este metal. «Rev. Min.», serie A, t. II, págs. 302, 353 y 385.
1856. BAUTISTA, M.: Vizcaína, Mina Vascongada. Informe.
1866. AMAR DE LA TORRE, R.: Estracto de las memorias estadísticas de 1866. Vizcaya. «Rev. Min.», t. XX.
1873. ANÓNIMO: Hierros: Historia del aprovechamiento de las reservas de Vizcaya. «Rev. Min.», t. XXIV.
1877. ADÁN DE YARZA, R.: Apuntes geológicos acerca del criadero de hierro de Somorrostro, en la provincia de Vizcaya. «Boletín» IV.
1878. ADÁN DE YARZA, R.: Bosquejo geológico y topográfico de la zona minera más importante de la provincia de Vizcaya. Mapa 1 : 50.000.
1879. BAILLS, R.: Nota sobre las minas de hierro de Bilbao (traducida por el señor don Ramón ADÁN DE YARZA). «Boletín» VI.
1879. BOURSON, E.: Las minas de Somorrostro (traducción y observaciones del señor don Ramón ADÁN DE YARZA acerca de). «Boletín» VI.
1879. CZYSZKOWSKI, S.: Exploration geologique de la región de Bilbao-Somorrostro. Mapa 1: 55.000.
1888. GANDOLFI, J.: Las minas de Somorrostro. «Rev. Min.», serie C, t. VI.
1892. ADÁN DE YARZA, R.: Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya. Memorias.
1896. ANÓNIMO: Minas de hierro de Villarreal de Alava. «Rev. Min», serie C, t XIV.
1902. MALLADA, L.: Minas en el término de Berástigue (Guipúzcoa). «Bol. Com. Map. Geol. Esp.», t. XXVI.
1907. MOCOROA, N.: Criaderos de mineral de hierro. Estad. Min.
1908. CALAFAT, J.: Un nuevo yacimiento de auricalcita en Ondárroa (Vizcaya). «Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. VIII.
1908. PEÑA, J.: Origen del asfalto de Maeztu. Estad. Min.
1916. ARISQUETA, J.: Las minas de Vizcaya. «Rev. Min.», serie C, t. XXXIV.
1918. ADÁN DE YARZA, R.: Geografía general del país vasco-navarro. Yacimientos metalíferos. Publicado bajo la dirección de Francisco Carreras y Candín. Barcelona, t. I. Mapa 1: 800.000.
1918. MOCOROA, ARECHAGA y ARRECHEA: Estudio industrial de criaderos de la zona de Galdames y Sopuerta. «Boletín», núm. 17. Diciembre.
1918. URRUTIA, R.: Plan de reconocimientos que se están realizando en la mina «Investigación». «Rev. Min. y Met», t. LXX, número 2.689.
1919. URRUTIA, R. DE: Estudio geológico-estratigráfico acerca de los criaderos de hierro de los valles de Sopuerta y Galdames. «Rev. Min.», mayo.
1922. VAN DER VEEN: Origin of the Bilbao, Almeria and Santander iron ores. «Econom. Geol.», vol. XVII.
1925. GIRAL Y PEREIRA, J.: Memorias acerca del análisis general de las aguas minero medicinales de Molinar de Carranza.
1926. ARISQUETA, J.: De las investigaciones mineras en Vizcaya. «Rev. Min.», serie C, t. XLIV, pág. 109.
1926. FÁBREGA, P.: Los criaderos de hierro de Bilbao. «Bol. IGME», t. XLVII (2.ª parte).
1926. ROTAECHE, R. M.ª de: Excursión C-2. Minas de Bilbao. Guía Geológica.
1930. REINA, R.: La minería de hierro en Vizcaya.
1930. ROTAECHE, R. M.ª de: Informe sobre una fusión entre la Cía. minera «El Morro», de Bilbao, y la mina «Hematites». «Rev. Min. Met.», t. LXXXI, núm. 3.240.
1931. GARCÍA BORREGUERO, E.: Estudio geológico industrial del criadero de hierro de la mina «Bilbao».
1931. JORGE, E. de: Espato de islandia de Dima. «Not. y Com.», número 3.
1932. ADÁN DE YARZA, R.: Reservas de cobre en España. «Not. y Com.», núm. 4.
1933. ANÓNIMO: Provincia de Vizcaya. «Cat. Des. Cr. Min. Esp.», t I.
1933. ARECHAGA, S.: Estudio industrial de criaderos de la zona de Galdames y Sopuerta. «Cat. Des. Cr. Min. Esp.», t. I.
1933. GARCÍA BORREGUERO, E.: Apuntes para un estudio de la supuesta zona petrolífera de Vizcaya. «Cat. Des. Cr. Min. Esp.», t. I.
1933. GARCÍA BORREGUERO, E.; JORGE Y ZUBIRIA, E.: Estudio de las aguas medicinales de la provincia de Vizcaya. «Cat. Des. Cr. Min. Esp.», t. I.
1934. GARCÍA BORREGUERO, E.: Estudio geológico industrial del criadero de hierro de la mina «Bilbao». «Cat. Des. Cr. Min.», t. II-2.
1934. GARCÍA BORREGUERO, E.; ARECHAGA, S.; ARRECHEA, J.: Estudio industrial del criadero de hierro «Los Cotorrios», Vizcaya. «Cat. Des. Cr. Min. Esp.», t. II.
1934. GARCÍA BORREGUERO, E.; ARRECHEA, S.: Estudio de criaderos de cinc del distrito minero de Vizcaya. «Cat. Des. Cr. Min.», t. II-2.
1934. JORGE DE ZUBIRIA, E.; FOLGUERA, A.: Estudio de conjunto de los criaderos de areniscas refractarias de la provincia. «Cat. Des. Cr. Min. Esp.», t. II.
1934. JORGE, E.: Estudio de catalogación de criaderos minerales correspondientes al distrito minero de Vizcaya. «Cat. Des Min.», t. II-2.
1934. MODESTO DEL VALLE, A.: Estudio de la zona asfáltica de la provincia de Alava. «Cat. Des. Cr. Min.», t. II-2.
1934. RIERA Y COELLO, E.: Estudio geológico e industrial de las minas de hierra de «Quinto-Real». «Cat. Des. Cr. Min. de Esp.», t. II.
1934. RIERA Y COELLO, E.: Estudio de los criaderos de plomo y cinc de Lanestosa-Carranza. Vizcaya. «Cat. Des. Cr. Min. Esp.», t. II.
1935. JORGE, E. de: Origen y constitución actual del criadero de hierro de Vizcaya. «Rev. Min.», t. LXXXVI, núm. 3.463.
1940. ANÓNIMO: Memoria estadística del distrito minero de Vizcaya. Inspección de Minería, Consejo de Minería y Distritos.
1941. MENDIZÁBAL, J.: Estudio industrial del caolín en la España nacional. «Not. y Com.», núm. 8.
1942. VALLE DE LERSUNDI, A.: Estudios previos necesarios para emprender el reconocimiento en profundidad de las zonas con mineral de hierro de Vizcaya. «Not. y Com.», núm. 10.
1943. ANÓNIMO: Memoria estadística del distrito minero de Vizcaya. Inspección de Minería. Consejo de Minería y Distritos.
1947. FERNÁNDEZ IRUEGAS, P.: El distrito minero de Guipúzcoa. «Rev. Min. y Met.».
1948. ANÓNIMO: El distrito minero de Vizcaya. Direc. Gen. Min. y Comb. «Distritos», núm. 11.
1948. Catastro y censo minero de Vizcaya. Direc. Gen. Min. y Comb. «Catastro», núm. 2.
1949. SANZ, R.: Datos para el conocimiento de los yacimientos primarios del petróleo en las regiones ibero-cantábricas. «Bol. IGME», t. LXII.
1950. RÍOS, J. M.ª: Estudio geológico de la zona de criaderos de hierro de Vizcaya y Santander. Direc. Gen. Min. y Comb. Colección «Temas Profesionales», núm. 9.
1951. BARREIRO, L.: La provincia de Vizcaya.
1953. CORTAZAR, R., y CASTELLS, J.: Estudios y reconocimiento del criadero de Vizcaya y Santander. «Instituto del Hierro y del Acero», t. VI, núm. 4.
1956. Catastro y censo minero de España, distrito minero de Vizcaya. «Direc. Gen. Min. y Comb.», núm. 21.
1958. VIE, G.: Filons fluorés de San Narciso, Guipúzcoa. Echo des mines et Metalurgie.
1959. REMACHA, R.: Mina «Europa». Informe.
1964. LUXAN, F.; DOETSCHE, J.; FEBREL, J.: ARGÜELLES, A.: La nacrita de Cerain (Guipúzcoa). «Not. y Com», núm. 76.
1964. TARAMONA, R.: La minería de hierro de Vizcaya en el día de hoy. «Las Ciencias», núm. 5, págs. 321-331.
1966. CAÑADA GUERRERO, F.: Sobre la génesis de algunos yacimientos de óxidos-carbonatos de hierro. Bilbao. «Not. y Com.», núm. 87.
1969. PERCONIG, E.: Geología estratigráfica de la zona minera de Bilbao. «Rev. Ind. Min.», núm. 105.
1969. ORTIZ RAMOS, A.: El criadero de Bilbao. Factores que lo gobiernan; estructural y genético. «Rev. Ind. Min.», número 106.
Sin fecha. ANÓNIMO: Informe geológico de las minas propiedad de don Domingo Sarachaga en Sopuerta. Informe.
Sin fecha. GOENAGAL, I. de: Memoria del estado de la industria minera en el distrito de Vizcaya. «Rev. Cient. del Min de Fom.», t. I.

2.4.2-2 Hoja metalogenética número 22. Tudela

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION									
							Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
1	757,0	897,2	173	Na	Zaragoza	Ubanos	4	t	3	—	—	—	—	—	—
2	762,6	897,2	173	Na	Zaragoza	Añorbe	4	t	3	—	—	—	—	—	—
3	756,8	893,4	173	Cu	Navarra	Añorbe	3	c	25	—	1	—	—	—	—
4	759,0	893,3	173	Cu	Navarra	Añorbe	3	c	25	—	1	—	—	—	—
5	760,3	893,8	173	Cu	Navarra	Añorbe	3	c	25	—	1	—	—	—	—
6	760,2	892,8	173	Cu	Navarra	Añorbe	3	c	25	—	1	—	—	—	—
7	776,2	887,2	173	Cu	Navarra	Leoz	3	c	25	—	1	—	—	—	—
8	775,0	885,6	173	Cu	Navarra	Leoz	3	c	25	—	1	—	—	—	—
9	770,4	882,8	173	Cu	Navarra	Tafalla	3	c	25	—	1	—	—	—	—
10	770,6	881,6	173	Cu	Navarra	Tafalla	3	c	25	—	—	—	—	—	—
11	769,4	881,7	173	Cu	Navarra	Tafalla	3	c	25	—	—	—	—	—	—
12	804,6	896,9	174	Fe	Navarra	Lumbier	4	i	4	—	—	—	—	—	—
13	796,4	894,4	174	Cu	Navarra	Lumbier	3	c	25	—	1	—	—	—	—
14	804,0	891,2	174	Na	Navarra	Javier	1	t	3	—	—	—	—	—	—
15	804,8	888,4	174	Na	Zaragoza	Undués de Lerda	1	t	3	—	2	—	—	—	—
16	804,5	880,7	174	lig	Zaragoza	Sos del Rey Católico	1	u	1	—	2	—	—	—	—
17	804,5	879,8	174	Cu	Zaragoza	Sos del Rey Católico	3	c	25	—	1	—	—	—	—
18	802,2	880,6	174	Cu	Zaragoza	Sos del Rey Católico	3	c	25	—	1	—	—	—	—
19	796,6	881,4	174	Cu	Navarra	Sangüesa	3	c	25	—	1	—	—	—	—
20	786,0	883,7	174	Cu	Navarra	Gallipienzo	3	c	25	—	—	—	—	—	—
21	783,3	888,6	174	Cu	Navarra	Eslava	3	c	25	—	—	—	—	—	—
22	782,4	885,4	174	Cu	Navarra	Lerga	3	c	25	—	—	—	—	—	—
23	805,8	890,4	175	Na	Zaragoza	Undués de Lerda	1	t	3	—	—	—	—	—	—
24	805,2	889,2	175	Na	Zaragoza	Undués de Lerda	1	t	3	—	2	—	—	—	—
25	806,0	887,5	175	Na	Zaragoza	Undués de Lerda	1	t	3	—	2	—	—	—	—
26	816,6	897,2	175	Fe	Navarra	Castillonuevo	4	i	4	—	—	—	—	—	—
27	813,0	890,3	175	Na	Zaragoza	Ruesta	4	t	3	—	—	—	—	—	—
28	813,6	885,2	175	Na	Zaragoza	Undués-Pintano	4	t	3	—	—	—	—	—	—
29	858,0	889,5	176	Fe	Huesca	Jaca	3	i	4	—	4	—	—	—	—
30	859,0	889,6	176	Mn	Huesca	Jaca	1	r	—	—	4	—	—	—	—
31	854,0	883,8	176	Na	Huesca	Atarés	4	t	3	—	—	—	—	—	—
32	761,4	869,8	206	Na	Navarra	Falces	4	t	—	—	—	—	—	—	—
33	755,2	866,4	206	Na	Navarra	Peralta y Falces	4	t	3	—	—	—	—	—	—
34	786,6	861,2	206	Fe	Navarra	Caparroso	4	i	4	—	1	—	—	—	—
35	803,6	879,8	207	Cu	Zaragoza	Sos del Rey Católico	3	c	25	—	1	—	—	—	—
36	800,6	866,0	207	Cu	Zaragoza	Castiliscar	3	c	25	—	1	—	—	—	—
37	790,8	862,3	207	Na	Zaragoza	Castiliscar	4	t	3	—	—	—	—	—	—
38	810,2	878,0	208	Cu	Zaragoza	Sos del Rey Católico	3	c	25	—	1	—	—	—	—
39	812,6	876,4	208	Cu	Navarra	Petilla de Aragón	3	c	25	—	1	—	—	—	—
40	811,0	864,4	208	Cu	Zaragoza	Uncastillo	3	c	25	—	1	—	—	—	—
41	819,8	866,3	208	Cu	Zaragoza	Luecia	3	c	25	—	1	—	—	—	—
42	827,0	879,0	208	Cu, Pb	Zaragoza	Longás	3	c	25	—	1	—	—	—	—
43	828,0	878,4	208	Cu	Zaragoza	Longás	3	c	25	—	1	—	—	—	—
44	825,8	875,6	208	Na	Zaragoza	Longás	4	t	3	—	—	—	—	—	—
45	825,0	871,2	208	Cu	Zaragoza	Biel	3	c	25	—	1	—	2 b	Ia	4
46	830,5	871,6	208	Fe, Cu	Huesca	Salinas de Jaca	3	c	25	—	1	—	2 b	Ia	4
47	830,6	872,3	208	Na	Huesca	Salinas de Jaca	4	t	3	—	—	—	—	—	—
48	828,2	870,7	208	Cu	Zaragoza	Biel	3	c	25	—	1	—	2 b	Ia	4
49	827,3	869,6	208	Cd, Zn	Zaragoza	Biel	1	a	—	—	1	—	—	—	—
50	828,2	869,2	208	Cu	Zaragoza	Biel	3	c	25	—	1	—	—	—	—
51	829,8	865,3	208	Cu	Zaragoza	Fuencalderas	3	c	25	—	1	—	—	—	—
52	818,8	877,5	208	Cu	Zaragoza	Lobera de Onsella	3	c	25	—	1	—	—	—	—
53	834,6	871,2	209	Na	Huesca	Salinas de Jaca	4	t	3	—	—	—	—	—	—
54	835,4	871,1	209	lig	Huesca	Salinas de Jaca	1	u	—	—	2	—	—	—	—
55	838,1	867,0	209	Cu	Huesca	Agüero	3	c	25	—	1	—	—	—	—
56	841,2	863,8	209	Na	Zaragoza	Murillo de Gállego	4	t	3	—	—	—	—	—	—
57	843,8	864,0	209	Cu	Huesca	Riglos	3	c	25	—	1	—	—	—	—
58	770,0	845,6	244	Na	Huesca	Valtierras	4	t	3	—	—	—	—	—	—
59	764,0	842,2	244	Fe	Navarra	Castejón	4	i	4	—	—	—	—	—	—
60	761,2	842,6	244	Cu	Logroño	Alfaro	3	c	25	—	1	—	—	—	—
61	796,7	861,0	245	Na	Zaragoza	Castiliscar	4	t	3	—	—	—	—	—	—
62	827,6	844,2	246	Cu	Zaragoza	Luna	1	c	25	—	1	—	—	—	—
63	841,2	857,6	247	Cu	Zaragoza	Santa Eulalia de Gállego	1	c	25	—	1	—	—	—	—
64	849,0	853,4	247	Cu	Huesca	Ayerbe	1	c	25	—	1	—	—	—	—
65	855,3	845,0	247	Cu	Huesca	Lupiñén	1	c	25	—	1	—	—	—	—
66	841,2	848,0	247	Cu	Zaragoza	Ardisa	1	c	25	—	1	—	—	—	—
67	851,5	861,6	247	asf	Huesca	Loarre	1	x	—	—	—	—	1 b	—	—
68	764,0	836,0	282	Na	Navarra	Tudela	1	t	3	—	2	—	—	—	—
69	772,0	830,0	282	Fe	Navarra	Tudela	3	i	4	—	—	—	—	—	—

BIBLIOGRAFIA DE LA HOJA METALOGENETICA, NUM. 22 TUDELA

1846. ALDAMA, J.: Apuntes geognóstico-mineros sobre la provincia de Huesca y parte de la de Zaragoza. «An. de Min.», t. IV.

1851. ABELEIRA, M.: Observación que hizo en enero último a la Sociedad Minera «La Pamplonesa» el ingeniero de Minas del Gobierno, en Navarra, D. M. Abeleira. «Rev. Min.», t. II.

1857. GONZÁLEZ LASALA, J.: Estado actual y porvenir de la industria minera en Zaragoza. «Rev. Min.», serie A, t. VIII.

1857. Descripción minera de la provincia de Zaragoza. «Rev. Min.», t. VIII.

1873. MARTÍN DONAIRE, F.: Bosquejo físico y geológico de la provincia de Zaragoza (Min. de la Prov.).

1907. SÁENZ DE SANTA MARÍA, S.: Criaderos salinos. Criaderos de combustibles fósiles. «Cr. Met. Est. Min.».

1912. ALVAREZ MENDILUCE, E.: El ferrocarril de Irún a Elizondo y las minas de hierro de Navarra. «Rev. Min.», 1912.

1918. GIMERO, A.: Impregnaciones cupríferas en Aragón. «Bol. Soc. Arag. Hist. Nat.», t. XVII. Zaragoza.

1919. HEREDIA Y RIERA: Estudio industrial de los criaderos de cobre de Arcos (Navarra). «Bol. IGME», núm. 28.

1924. ROMERO ORTIZ: Las sales alcalinas de las provincias de Zaragoza y Huesca. «Bol. Of. Min. y Met.», núm. 91.

1923. MARÍN, A.: Algunas notas estratigráficas sobre la cuenta terciaria del Ebro. «Bol. del Inst. Geol.», t. XLVII, VII de la 3.ª serie.

1929. VALLE DE LERSUNDI, A. de: Investigación de las sales potásicas de Navarra. «Bol. IGME», t. LI.

1932. MARÍN, A.; LARRAGÁN, A.: Reservas de cobre de España. Tercera región Noroeste-Aragón. «Not. y Com.», núm. 4.

1932. VALLE DE LERSUNDI, A. del: Descubrimiento de la cuenca potásica de Navarra. «Not. y Com.», núm. 4.

1933. ANÓNIMO: Provincia de Zaragoza. «Cat. Des. Cr. Min. Esp.», t. I, págs. 52 y 53.

1933. ANÓNIMO: Sondeos efectuados por el Estado. Investigación de sales potásicas, zonas de Navarra y Aragón. Sondeos de Tafalla. Javier (Navarra). «Not. y Com.», núm. 5.

1933. ANÓNIMO: Provincia de Navarra. «Cat. Des. Cr. Min. de Esp», t. I.

1933. DOMINGO, M.: Los cobres de Biel. «Rev. Min. Met. y de Ingeniería», núm. 3.363 (1), véase el núm. 3.361.

1933. GIMERO, D.: Las areniscas cupríferas de Aragón. «Cat. Des Cr. Min.», t. I.

1939. GIMERO, D.: Las areniscas cupríferas de Aragón. «Cat. Des. Cr. Min.», t. II.

1941. MENDIZÁBAL, J.: Estudio industrial de caolín en la España nacional. «Not. y Com», núm. 8.

1946. ARRECHEA ARRECHEA, J.: El distrito minero de Zaragoza. La España Min. y Met. Dist. de Zaragoza. Actividades profesionales. «Direc. Gen. de Min. y Comb.».

1946. ROSSO DE LUNA, I.: Estudio metalogénico de algunas muestras de las menas de los criaderos de Cu. Inf. IGME.

1958. BURG, G.: Kupferführende Sandsteine in oligozan Norspaniens. ERZMETAL Bd. 11, 1958, hoja 10.

1961. Distrito y censo minero de Zaragoza. «Direc. Gen. de Min. y Comb.», núm. 38.

1970. (Desde 1920). Estad. Min. y Met. de Esp. Formada y publicada por el Consejo de Minería.

Sin fecha. ANÓNIMO: Noticias sobre varias minas de Aragón y Navarra. «Bol. Of. de Min.», núms. 14, 15 y 16.

— ROMERO ORTIZ: Estudio petrográfico de los cobres de Biel. «Rev. Min. y Met. ENADIMSA», núm. 6 Z-I.

— Catastro y censo minero de Zaragoza. Direc. Gen. de Min. y Com. «Catastro», núm. 24.

2.4.2-3 **Hoja metalogenética 25. Figueras**

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
1	1.084,4	884,2	218	asb	Gerona	Caralps	2	z	8	—	—	—	2 b	—	—
2	1.086,5	885,0	218	Cu	Gerona	Caralps	2	c	2	A	—	—	1 b	—	—
3	1.088,0	882,2	218	asb	Gerona	Villalonga de Ter	1	z	8	—	—	—	1 b	—	—
4	1.089,3	883,2	218	Fe	Gerona	Setcasas	1	i	—	—	—	—	—	—	—
5	1.092,7	883,2	218	W	Gerona	Setcasas	1	f	6	AB	—	—	—	N	—
6	1.092,4	882,0	218	W	Gerona	Setcasas	1	f	6	AB	—	—	—	N	—
7	1.092,0	879,6	218	Cu	Gerona	Setcasas	1	c	2	—	—	—	1 b	—	—
8	1.094,0	883,3	218	W	Gerona	Setcasas	1	f	6	AB	—	—	2 b	N	—
9	1.094,3	882,5	218	Cu	Gerona	Setcasas	1	c	2	A	—	—	2 b	N	—
10	1.095,7	884,4	218	W	Gerona	Setcasas	4	f	6	AB	—	k	2 b	N	—
11	1.097,4	883,2	218	W	Gerona	Molló	4	f	6	AB	—	k	2 b	N	—
12	1.098,3	883,2	218	W	Gerona	Molló	4	f	6	AB	—	k	2 b	N	—
13	1.098,7	883,2	218	W	Gerona	Molló	4	f	6	AB	—	k	2 b	N	—
14	1.081,5	876,7	218	As	Gerona	Caralps	2	m	2	A	6	i	2 b	N	—
15	1.083,0	876,5	218	As	Gerona	Caralps	2	m	2	A	6	i	2 b	N	—
16	1.084,0	877,6	218	As	Gerona	Caralps	2	m	2	A	6	i	2 b	N	—
17	1.080,8	872,2	256	tlc	Gerona	Ribas de Freser	4	z	8	—	—	—	—	—	—
18	1.082,3	875,0	218	As	Gerona	Caralps	2	m	2	A	6	i	2 b	N	—
19	1.085,2	877,6	218	As	Gerona	Caraps	2	m	2	A	6	i	2 b	N	—
20	1.083,0	875,5	218	As	Gerona	Caralps	2	m	2	A	6	i	2 b	N	—
21	1.081,5	875,8	218	As	Gerona	Caralps	2	m	2	A	6	i	2 b	N	—
22	1.105,3	878,4	218	pyr	Gerona	Molló	1	l	2	—	—	—	—	—	—
23	1.106,8	878,8	218	Cu	Gerona	Baguet	2	c	25	A	6	—	2 b	—	—
24	1.105,8	876,8	218	hul	Gerona	Baguet	1	u	1	—	—	—	—	—	—
25	1.081,0	871,3	256	Sb	Geona	Ribas de Freser	1	j	2	—	—	g	—	—	—
26	1.084,0	867,5	256	Cu	Gerona	Ribas de Freser	2	c	25	—	—	f	1 b	—	—
27	1.086,5	872,2	256	Cu	Gerona	Pardinas	2	c	25	A	—	f	1 b	—	—
28	1.090,7	871,9	256	Sb	Gerona	Villalonga de Ter	1	j	2	A	—	—	—	—	—
29	1.094,0	873,8	256	Sb, Pb	Gerona	Villalonga (Pardinas)	2	j	2	A	6	g	2 b	—	—
30	1.092,6	869,5	256	hul	Gerona	Ogassa	3	u	1	—	6	c	2 b	D	—
31	1.092,6	869,5	256	hul	Gerona	Ogassa	3	u	1	—	6	c	2 b	D	—
32	1.092,6	869,5	256	hul	Gerona	Ogassa	3	u	1	—	6	c	2 b	D	—
33	1.090,3	868,7	256	hul	Gerona	Ogassa	3	u	1	—	6	c	2 b	D	—
34	1.090,3	868,7	256	hul	Gerona	Ogassa	3	u	1	—	6	c	2 b	D	—
35	1.127,0	885,5	219	tlc	Gerona	Massanet de Cabrenys	2	z	8	—	—	—	—	—	—

(Continuación.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
36	1.129,0	887,8	219	tlc	Gerona	Massanet de Cabrenys	2	z	8	—	—	—	—	—	—
37	1.128,0	886,4	219	tlc	Gerona	Massanet de Cabrenys	2	z	8	—	6	—	2 a	AB	—
38	1.132,6	885,0	219	tlc	Gerona	Massanet de Cabrenys	2	z	8	—	2	—	2 a	—	—
39	1.131,8	886,0	219	tlc	Gerona	La Bajol (M. de C.)	1	z	8	—	—	—	2 a	—	—
40	1.132,8	884,7	219	tlc	Gerona	Massanet de Cabrenys	2	z	8	—	12	—	2 a	—	—
41	1.133,4	884,4	219	tlc	Gerona	Darnius	2	z	8	—	—	—	2 a	B	—
42	1.128,0	884,5	219	Cu	Gerona	San Lorenzo de Muga	2	c	2	A	4	f	2 b	N	—
43	1.132,1	879,4	219	Cu	Gerona	San Lorenzo de Muga	2	c	2	A	—	f	1 b	N	—
44	1.133,5	880,0	219	Fe	Gerona	San Lorenzo de Muga	2	i	4	A	—	—	1 b	—	—
45	1.135,0	880,4	219	Fe	Gerona	Darnius	1	i	4	—	—	—	—	—	—
46	1.135,8	880,0	220	Cu	Gerona	San Lorenzo de Muga	2	c	2	—	—	—	1 b	—	—
47	1.136,4	879,2	220	Pb	Gerona	San Lorenzo de Muga	1	a	2	B	2	i	1 b	—	—
48	1.138,2	880,2	220	U	Gerona	Darnius	2	b	7	—	—	—	—	—	—
49	1.140,4	880,6	220	Ba	Gerona	Darnius	2	k	6	B	6	f	2 b	—	—
50	1.139,5	883,3	220	tlc	Gerona	Campmany	2	z	8	—	12	—	—	—	—
51	1.141,0	886,3	220	tlc	Gerona	La Junquera	2	z	8	—	—	—	1 b	—	—
52	1.141,0	887,6	220	tlc	Gerona	La Junquera	1	z	8	—	6	—	1 b	—	—
53	1.141,0	889,4	220	qrz	Gerona	La Junquera	1	z	4	—	6	—	1 b	—	—
54	1.144,2	890,0	220	Cu	Gerona	Cantallóps	2	c	2	A	4	f	2 b	—	—
55	1.143,7	893,4	220	As	Gerona	La Junquera	1	m	2	—	5	—	—	—	—
56	1.144,5	881,3	220	tlc	Gerona	Campmany	4	z	8	—	—	—	—	—	—
57	1.155,4	889,5	220	qrz	Gerona	Rabós	2	z	4	—	46	—	2 b	—	—
58	1.159,2	887,2	220	Cu	Gerona	Colera	2	c	2	A	—	—	2 b	—	—
59	1.160,3	887,4	220	Pb	Gerona	Colera	2	a	2	A	—	—	—	—	—
60	1.162,0	882,4	220	fdp	Gerona	Llansá	4	z	8	—	—	—	2 a	—	—
61	1.164,0	882,5	221	tlc	Gerona	Llansá	1	z	8	—	—	—	1 b	—	—
62	1.161,5	879,0	258	qrz	Gerona	Pau	2	z	4	—	—	—	—	—	—
63	1.162,8	878,5	258	qrz	Gerona	Palau Sabardera	2	z	4	—	6	—	2 a	—	—
64	1.165,0	878,6	259	qrz	Gerona	Palau Sabardera	2	z	4	—	1	—	2 a	—	—
65	1.164,8	880,3	259	tlc	Gerona	Puerto de la Selva	2	z	8	—	2	—	1 b	—	—
66	1.173,6	873,7	259	fdp	Gerona	Cadaqués	2	z	8	—	6	—	2 a	—	—
67	1.171,0	872,0	259	Fe	Gerona	Rosas	2	i	4	—	2	—	2 b	—	—
68	1.110,6	860,7	257	pmz	Gerona	Olot	4	z	8	—	—	e	2 a	—	—
69	1.112,4	861,4	257	pmz	Gerona	Olot	4	z	8	—	—	e	—	—	—
70	1.115,3	855,6	295	pmz	Gerona	Santa Pau	4	z	8	—	—	e	—	—	—
71	1.114,4	853,7	295	0mz	Gerona	Sant Aniol de Finestrá	4	z	8	—	—	e	—	—	—
72	1.114,0	851,6	295	pmz	Gerona	Las Planas	4	z	8	—	—	e	—	—	—
73	1.112,9	847,6	295	pmz	Gerona	San Feliu de Pallarols	4	z	8	—	—	e	—	—	—
74	1.109,4	842,0	294	Fe	Gerona	San Juan de Fábregas	1	i	—	—	—	—	—	—	—
75	1.126,8	844,6	295	pmz	Gerona	San Martín de Llémana	4	z	8	—	—	e	2 b	—	—
76	1.131,4	846,8	295	pmz	Gerona	Canet de Adri	4	z	8	—	—	e	—	—	—
77	1.140,5	843,4	296	Fe	Gerona	San Julián de Ramís	1	i	—	—	—	—	2 b	—	—
78	1.080,2	881,2	218	Cu	Gerona	Caralps	2	c	2	A	—	—	1 b	—	—
79	1.081,8	882,0	218	As	Gerona	Caralps	2	m	2	B	—	—	1 b	—	—
80	1.090,4	875,0	256	Cu	Gerona	Villalonga de Ter	2	c	25	B	—	i	2 b	—	—
81	1.110,4	869,5	257	Ba	Gerona	Monteagut	1	k	6	A	—	—	1 b	—	—
82	1.119,0	873,5	257	Pb	Gerona	Bassagoda	1	a	2	A	—	—	1 b	—	—
83	1.120,6	874,0	257	Pb	Gerona	Bassagoda	2	a	2	A	—	f	1 b	—	—
84	1.125,5	878,6	219	lig	Gerona	Albañá	1	u	1	—	—	e	1 b	—	—
85	1.134,5	881,7	219	Pb	Gerona	Darnius	2	a	2	—	—	—	—	—	—
86	1.135,2	779,4	220	Fe	Gerona	Darnius	2	i	4	A	—	—	—	—	—
87	1.137,3	779,6	220	Fe	Gerona	Darnius	2	i	4	—	—	—	1 b	—	—
88	1.160,2	888,8	220	fdp	Gerona	Colera	1	z	8	—	—	—	1 b	—	—
89	1.176,0	879,7	259	fdp	Gerona	Cadaqués	4	z	8	—	—	—	2 a	—	—
90				tlc	Gerona		—	—	—	—	—	—	—	—	—

BIBLIOGRAFIA DE LA HOJA METALOGENETICA, NUM. 25 FIGUERAS

1844. ANÓNIMO: Noticia de las minas de carbón de piedra de San Juan de las Abadesas en Cataluña. «Bol. Of. Min.», número 6.

1844. MAESTRE, A.: Descripción geognóstica y minera del distrito de Cataluña y Aragón. «An. de Min», t. III.

1845. ANÓNIMO: Estado de las minas de carbón de piedra de San Juan de las Abadesas. «Bol. Of. de Min.», núm. 20.

1851. ROSALES, E.: Reseña de las minas de Cukra. «Rev. Min.», serie A, t. II.

1852. SANTOS, J. M.ª: Informe presentado a la sociedad explotadora de las minas tituladas «Frasquito», «Montecatini», «Esperanza» y «Paula», sitas en el término de S. Miguel de Cullera. «Rev. Min.», serie A, t. III.

1853. FRIGOLA, J., e IGLESIAS, C.: Mina «Zaragoza».

1855. MESTRE, A.: Descripción geológica industrial de la cuenca carbonífera de S. Juan de las Abadesas, en la provincia de Gerona. Mem. IGME, 1855.

1860. MAFFEI, E.: Tercer distrito: Barcelona, Gerona, Lérida, Tarragona e Islas Baleares. «Rev. Min.», t. XI.

1861. ANÓNIMO: Informe de la visita verificada al distrito minero de Barcelona - Provincia de Gerona. «Rev. Min.», t. XII.

1874. BAUZA, F.: Breve reseña geológica de la provincia de Gerona. «Bol. IGME», núm. 1.

1877. ANÓNIMO: Riqueza minera de los Valles del Ter y del Fresser. «Rev. Min.».

1881. MAURETA, J.; THOS Y CODINA, S.: Descripción física, geológica y minera de la provincia de Barcelona. «Mem. Com. Map. Geol. de Esp.», t. IX.
1886. VIDAL, L. M.: Reseña geológica y minera de la provincia de Gerona. «Bol. IGME», t. XIII.
1904. THOS, S.: Exploración y explotación de los criaderos metalíferos del Valle de Ritas. Memoria sobre estado actual de trabajos. IGME.
1918. RUBIO, C.; MARÍN, A.: Sales potásicas de Cataluña. «Bol. Co. Map. Geol. de Esp.», t. XIII.
1926. MARÍN, A.; BATALLER, J. R.; LARRAGÁN, A.; SAN MIGUEL, M.; MARCET: Cuenca potásica, cretáceo de Berga. Región volcánica de Olot. «Guía excursión C-4», XIV Congr. Geol. Int. Madrid.
— MARÍN, A.: Fluorina de Osor (Gerona). «Minería y Metalurgia».
1929. GUASCH, P.: Estudio de los criaderos metalíferos del valle de Ribas. Jef. de Min. de Barcelona.
1932. MARÍN, A.; SIERRA, A.; LARRAGÁN, A.: Reservas de cobre en España. «Not. y Com.», núm. 4.
1933. ANÓNIMO: Provincia de Gerona. «Cat. Des. Cr. Min. Esp.», t. I.
1943. ANÓNIMO: Minas de Rocabruna. Informe.
1948. CLOSAS MIRALLES: Carbones de Cataluña. «Mis. Almera», t. VII, 2.ª parte (La Muga).
1949. CLOSAS MIRALLES: Carbones de Cataluña. «Mis. Almera», t. VII, 2.ª parte (Coll. de Narjo).
1956. CONCHA, S., de la, y COMA GUILLÉN, J. E: Zona reservada de molibdenita de los términos municipales de Setcasas y Molló (Gerona). Not. y Com. núm. 44.
1966. AMIGO, J. M. y FONT-ALTABA, M.: Contribución al conocimiento mineralogenético del yacimiento de fluorita de Osor (Gerona). Estudios geológicos, vol. XXII. Instituto «Lucas Mallada».
— AMIGO, J. M , y FONT-ALTABA, M.: Estudio mediante tratamientos térmicos (de coloración decrepitometría) de diversos ejemplares de fluorita, galena y esfalerita procedentes del yacimiento de Osor (Gerona). «Bol. Rev. Soc. Esp. Hist. Nat.» «Geol.), 66.
— AMIGO, J. M., y FONT-ALTABA, M.: Estudio roentgenográfico y espectrográfico de las especies minerales y rocas características del yacimiento de fluorita de Osor (Gerona). «Bol. Rev. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.), 64.
— AMIGO, J. M.: Mineralogía y génesis del yacimiento de fluorita de Osor (Gerona). Universidad de Barcelona.
1966. VALENCIANO HORTA, A.; SAÑE COLOMER, P.; MATA PERELLÓ, J. M.: Estudio geológico del filón de hierro «Las Minas». San Feliu de Buixalleu (Gerona).

2.4.2-4 Hoja metalogenética número 28. Alcañices

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
1	338,3	825,0	304	Fe, Sn, W	Zamora	Hermisende	1	f	6	A	—	—	—	—	—
2	340,0	824,6	305	Sn, Cu	Zamora	Hermisende	1	f	4	—	—	—	—	—	—
3	338,9	821,7	305	Sn	Zamora	Hermisende	2	f	4	—	—	k	1 b	—	—
4	343,0	826,0	305	Fe	Zamora	Hermisende y La Requejo	1	i	—	—	—	—	—	—	—
5	347,2	823,0	305	W	Zamora	Calabor	1	f	6	—	—	—	—	—	—
6	346,6	821,3	305	W	Zamora	Calabor y P. de la Pedrería	1	f	6	—	—	—	—	—	—
7	348,2	822,3	305	Sn	Zamora	Calabor	1	f	4	—	—	—	—	—	—
8	349,6	823,8	305	Sn, W	Zamora	Pedralba	2	f	6	—	6	i	3 a	—	—
9	350,2	823,8	305	Sn, W	Zamora	Pedralba de la Pedrería	2	f	6	—	6	i	3 a	—	—
10	347,9	820,7	305	Sn	Zamora	Pedralba de la Pedrería	2	f	—	—	6	i	2 a	—	—
11	348,2	820,8	305	Sn	Zamora	Pedralba de la Pedrería y Calabor	2	f	4	—	6	i	2 a	—	—
12	351,5	819,6	305	Sn, W	Zamora	Calabor y Santa Cruz de Abranes	1	f	—	—	—	—	—	—	—
13	351,6	821,7	305	Cu	Zamora	Pedralba de la Pedrería	1	c	—	—	—	—	—	—	—
14	353,2	824,4	305	Cu	Zamora	Santa Cruz de Abranes	1	c	—	—	—	—	—	—	—
15	364,6	818,6	305	Fe	Zamora	Santa Cruz de Cuérragos	1	i	—	—	—	—	—	—	—
16	366,0	815,4	306	Fe	Zamora	Figueruela de Arriba	1	i	—	—	—	—	—	—	—
17	366,4	811,6	306	Fe	Zamora	Figueruela de Arriba	1	i	—	—	—	—	—	—	—
18	370,0	810,6	306	Fe	Zamora	Figueruela de Abajo	1	i	—	—	—	—	—	—	—
19	370,0	811,4	306	Fe	Zamora	Figueruela de Arriba	1	i	—	—	—	—	—	—	—
20	371,6	824,6	306	Fe	Zamora	Figueruela de Arriba	1	i	—	—	—	—	—	—	—
21	374,0	811,3	306	Mn	Zamora	Figueruela de Arriba	3	r	4	—	1	—	—	—	—
22	373,8	812,3	306	Fe	Zamora	Figueruela	1	i	—	—	—	—	—	—	—
23	377,6	812,8	306	Fe	Zamora	Figueruela de Arriba y Mahide	1	i	—	—	—	—	—	—	—
24	380,8	808,0	306	vrs	Zamora	Pobladura de Aliste	3	q	—	—	—	—	—	—	—
25	415,5	808,7	307	Fe	Zamora	Faramontanos de Tábara	2	i	—	—	5	—	2 b	—	—
26	416,0	809,5	307	Fe	Zamora	Faramontanos de Tábara	2	i	—	—	5	—	2 b	—	—
27	367,0	805,8	338	Ba	Zamora	Urías y Trabazos	1	k	6	—	—	—	—	—	—
28	366,9	804,0	338	Ba	Zamora	Urías y Trabazos	1	k	6	—	2	—	2 b	—	—
29	366,1	800,9	338	Cu	Zamora	Viñas y Trabazos	1	c	—	—	—	—	—	—	—
30	367,8	803,4	338	Ba	Zamora	Viñas y Trabazos	2	k	6	—	2	—	2 b	—	—
31	369,0	801,7	338	Ba	Zamora	Viñas	1	k	6	—	—	—	—	—	—
32	377,6	803,6	338	Mn, Fe	Zamora	San Vitero y J. Cristóbal	3	r	4	—	2	—	2 b	—	5
33	378,0	702,7	338	Mn	Zamora	Alcañices	1	r	4	—	6	—	—	—	—
34	382,0	800,0	338	Mn, Cu	Zamora	Rabanales	3	r	4	—	2	—	2 a	—	5
35	383,1	799,8	338	Mn, Fe	Zamora	Rabanales	3	r	4	—	2	—	2 a	—	5
36	382,5	799,8	338	Mn, Fe	Zamora	Rabanales	3	r	4	—	2	—	2 a	—	5
37	385,0	797,8	338	Mn, Fe	Zamora	Rabanales	3	r	4	—	—	—	—	—	—
38	386,6	798,8	338	Mn	Zamora	Rabanales	1	r	4	—	—	—	—	—	—
39	382,0	806,4	338	vrs	Zamora	Mahide	3	q	7	—	—	—	2 b	—	5
40	383,7	805,4	338	vrs	Zamora	Mahide	3	q	7	—	—	—	3 b	—	5

(Continuación.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
41	384,5	805,0	338	vrs	Zamora	Mahide	3	q	7	—	—	—	2 b	—	5
42	385,0	804,6	338	vrs, Cu	Zamora	San Vicente de la Cabeza	3	q	7	—	—	—	2 b	—	5
43	385,8	803,6	338	vrs	Zamora	San Vicente de la Cabeza	3	q	7	—	—	—	2 b	—	5
44	386,8	802,6	338	vrs	Zamora	San Vicente de la Cabeza	3	q	7	—	—	—	2 b	—	5
45	387,8	803,8	338	Cu, Mn	Zamora	San Vicente de la Cabeza	2	r	4	—	—	—	—	—	—
46	387,6	802,9	338	Mn	Zamora	San Vicente de la Cabeza	1	r	4	—	—	—	—	—	—
47	389,6	802,0	338	Mn	Zamora	San Vicente de la Cabeza	1	r	4	—	—	—	—	—	—
48	390,2	801,3	338	Mn	Zamora	San Vicente de la Cabeza	3	r	4	—	—	—	—	—	—
49	390,6	798,9	338	Mn	Zamora	Rabanales y Grisuela	3	r	4	—	—	—	2 b	—	5
50	391,2	798,4	338	Mn	Zamora	Rabanales y Grisuela	3	r	4	—	—	—	2 b	—	5
51	391,0	797,4	338	Mn	Zamora	Gállegos del Río	3	r	4	—	—	—	—	—	—
52	384,3	793,0	338	Sn	Zamora	Matellanes	1	f	4	—	—	—	—	—	—
53	384,7	790,8	338	Sn	Zamora	Ceadea	2	f	4	—	—	—	3 a	—	—
54	385,5	791,6	338	Sn, W	Zamora	Arcillera	2	f	4	—	—	—	3 a	—	—
55	386,1	792,2	338	Sn	Zamora	Arcillera	2	f	4	—	—	—	3 a	—	—
56	392,4	794,2	339	Mn	Zamora	Gállegos del Río	3	r	4	—	2	—	—	—	—
57	392,6	796,2	339	Mn, Cu	Zamora	Gállegos del Río	3	r	4	—	—	—	—	—	—
58	393,2	795,8	339	Mn, Fe	Zamora	Gállegos del Río	3	r	4	—	—	—	—	—	—
59	394,6	796,1	339	Ba	Zamora	Gállegos del Río	4	k	6	—	—	—	—	—	—
60	392,9	793,1	339	vrs	Zamora	Manzanal del Barco	3	q	7	—	—	—	—	—	—
61	393,1	791,9	339	Mn	Zamora	Samir de los Caños	1	r	4	—	—	—	—	—	—
62	393,0	790,8	339	Mn	Zamora	Samir de los Caños	1	r	4	—	—	—	—	—	—
63	394,5	790,2	339	Mn	Zamora	Samir de los Caños	1	r	4	—	—	—	—	—	—
64	395,9	789,4	339	Mn	Zamora	Samir de los Caños	1	r	4	—	—	—	—	—	—
65	396,6	789,6	339	Ba	Zamora	Samir de los Caños	1	k	6	—	—	—	—	—	—
66	397,3	788,4	339	Fe, Mn	Zamora	Vide de Alba	1	r	4	—	—	—	—	—	—
67	398,0	788,4	339	Ba, Mn	Zamora	Samir de los Caños	3	k	6	—	—	d	3 a	—	—
68	399,2	788,8	339	vrs	Zamora	Losacino	3	q	7	—	—	—	—	—	—
69	399,7	788,2	339	vrs	Zamora	Losacino	3	q	7	—	—	—	—	—	—
70	400,7	787,8	339	vrs	Zamora	Losacino	3	q	7	—	—	—	—	—	—
71	401,8	800,7	339	Fe	Zamora	Ferreruela	1	i	—	—	—	—	—	—	—
72	404,6	794,6	339	Pb, Fe	Zamora	Losacio	2	a	2	A	2	f	3 b	—	—
73	405,8	793,0	339	Pb, Sb	Zamora	Losacio	2	a	2	A	2	f	3 b	—	—
74	406,6	793,6	339	Sb, Pb	Zamora	Losacio	2	j	2	A	2	f	3 b	—	—
75	407,2	792,7	339	Sb	Zamora	Losacio	2	j	2	A	2	f	3 b	—	—
76	385,2	786,0	367	Sn, W	Zamora	Losacio	1	f	4	A	—	—	—	—	—
77	388,3	784,7	367	Ti	Zamora	Fonfría	1	o	4	A	—	—	—	—	—
78	389,2	785,7	367	Ti	Zamora	Ceadea	1	o	4	A	—	b	2 b	K	—
79	389,0	783,2	367	Sn, W	Zamora	Fonfría	2	f	4	A	6	l	2 b	N	—
80	393,9	782,2	368	Sn, W	Zamora	Fonfría	1	f	4	A	—	—	—	—	—
81	397,7	786,4	368	Mn	Zamora	Fonfría	1	r	—	—	—	—	—	—	—
82	397,6	785,5	368	Mn	Zamora	Fonfría	1	r	—	—	—	—	—	—	—
83	398,6	785,6	368	Mn, Fe	Zamora	Fonfría	1	r	—	—	—	—	—	—	—
84	398,2	784,9	368	Fe, Mn	Zamora	Fonfría	1	r	—	—	—	—	—	—	—
85	399,6	785,2	368	Fe	Zamora	Fonfría	1	r	—	—	—	—	—	—	—
86	399,2	784,3	368	Fe	Zamora	Fonfría	1	r	—	—	—	—	—	—	—
87	402,6	786,7	339	vrs	Zamora	Losacio	3	q	7	—	—	—	—	—	—
88	403,1	785,5	339	Mn	Zamora	Losacio	1	r	—	—	—	—	—	—	—
89	404,0	785,7	368	vrs	Zamora	Carbajales de Alba	3	q	7	—	—	—	—	—	—
90	404,8	784,6	368	Mn	Zamora	Carbajales de Alba	3	r	4	—	—	—	—	—	—
91	402,6	783,7	368	vrs	Zamora	Villanueva de los Corchos	3	q	7	—	—	—	—	—	—
92	407,8	780,6	368	Mn	Zamora	Videmala	3	r	4	—	—	—	—	—	—
93	408,8	781,8	368	Mn	Zamora	Carbajales de Alba	1	r	4	—	2	—	—	—	—
94	409,8	781,4	368	Mn	Zamora	Carbajales de Alba	1	r	4	—	2	—	—	—	—
95	411,6	782,1	368	Mn, Fe	Zamora	Manzanal del Barco	1	r	4	—	—	—	—	—	—
96	412,8	783,0	368	Mn	Zamora	Manzanal del Barco	1	r	4	—	—	—	—	—	—
97	411,2	779,4	368	Fe, Mn	Zamora	Villarino de Manzanas	1	i	—	—	—	—	—	—	—
98	416,4	778,0	368	Mn, Fe	Zamora	Valdeperdices	1	r	4	—	—	—	—	—	—
99	403,3	779,0	368	Sn	Zamora	Cerezal de Alcote	2	f	4	A	5	i	2 b	—	—
100	405,8	777,3	368	Sn	Zamora	Cerezal de Aliste	1	f	4	A	—	—	—	—	—
101	396,8	778,5	368	Sn, W	Zamora	Pino de Oro	1	f	4	A	—	—	—	—	—
102	395,7	777,5	368	Pb, Zn	Zamora	Pino de Oro	2	a	—	A	6	f	1 b	—	—
103	395,1	776,6	368	Sn	Zamora	Villadepera	1	f	4	—	—	—	—	—	—
104	394,5	775,8	368	Sn	Zamora	Villadepera	1	f	4	—	—	—	—	—	—
105	389,7	774,4	367	W	Zamora	Villardegua de la Ribera	1	f	6	—	—	—	—	—	—
106	397,0	775,0	368	Sn	Zamora	Villadepera	1	f	4	—	—	—	—	—	—
107	397,7	774,3	368	Sn	Zamora	Villadepera	2	f	4	—	6	i	3 a	—	—
108	398,6	774,6	368	Sn	Zamora	Villadepera	2	f	4	—	6	i	2 b	—	—
109	396,3	772,4	368	Fe	Zamora	Villadepera	1	i	—	—	—	—	—	—	—
110	396,3	771,6	368	Mn	Zamora	Villadepera	1	f	4	A	—	—	—	—	—
111	399,3	773,0	368	Mn	Zamora	Carbajosa del Alba	1	f	4	A	—	—	—	—	—

(Conclusión.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
112	400,7	772,9	368	Mn	Zamora	Carbajosa del Alba	1	f	4	A	—	—	—	—	—
113	414,8	775,8	368	Fe	Zamora	Zamora	1	i	—	—	—	—	—	—	—
114	385,9	768,5	395	As	Zamora	Torregamones	1	p	—	A	—	—	—	—	—
115	376,0	757,0	395	Fe	Zamora	Fornillos de Fermoselle	1	i	—	—	—	—	—	—	—
116	386,8	758,2	395	W	Zamora	Záfara	1	f	6	A	—	—	—	—	—
117	387,2	757,0	395	W	Zamora	Záfara y Muga	2	f	6	A	—	—	1 b	—	—
118	386,2	755,4	395	W	Zamora	Muga de Sayago	2	f	6	A	—	—	1 b	—	—
119	386,4	754,7	395	W, Sn	Zamora	Muga de Sayago	1	f	6	A	—	—	1 b	—	—
120	383,0	754,7	395	W	Zamora	Palazuelo de Sayago	1	f	6	A	—	—	—	—	—
121	383,8	756,5	395	W	Zamora	Palazuelo de Sayago	2	f	6	A	—	—	1 b	—	—
122	414,1	764,0	396	Sn	Zamora	Almaraz de Duero	2	f	4	A	6	—	2 b	—	—
123	414,5	763,0	396	Sn, W	Zamora	Pereruela	1	f	4	A	—	—	—	—	—
124	416,5	764,4	396	Sn	Zamora	San Román de los Infantes	1	f	4	A	—	—	—	—	—
125	416,1	762,5	396	Sn, W	Zamora	Pereruela	1	f	4	A	—	—	—	—	—
126	413,2	764,3	396	Sn	Zamora	Pereruela	2	f	4	A	6	—	2 b	—	—
127	396,5	782,1	368	Ba	Zamora	Fonfría	1	k	6	—	—	—	1 b	—	—
128	411,0	780,0	368	Sn	Zamora	Almendra	1	f	4	—	—	—	1 b	—	—

BIBLIOGRAFIA DE LA HOJA METALOGENETICA, NUM. 28 ALCAÑICES

1844. ANÓNIMO: Descripción geognóstica y minera de la provincia de Zamora. «Bol. Of. Min.», núm. 12.

1844. ESCOSURA, L. de: De los minerales de antimonio de Losacio en la provincia de Zamora. «Bol. Of. de Min.».

1844. EZQUERRA DEL BAYO, J.: Descripción geognóstica y minera de la provincia. «Bol. Of. de Min.», núm. 12.

1845. NARANJO Y GANZA, F.: Informe sobre las principales minas de mineral plomizo y antimonial que se hallan en actual laboreo en término de Losacio. «Bol. Of. Min.», núm. 35.

1846. ESCOSURA, L. de la: Descripción de las minas de la provincia de Zamora. Insp. de Min. Consj. de Min. y Dist.

1859. PÉREZ MORENO, A.: Memorias sobre el estado y necesidades de la industria minera del distrito de Zamora durante el año 1859. Cient. Min. de Fom., t. I.

1865. ARCINIAGA, J. de: Informe acerca de la industria minera en el antiguo distrito de Zamora. «Rev. Min.», serie A, t. XVI.

1874. CORTAZAR, D.: Datos geológico-mineros de las provincias de Zamora y Orense. «Bol. IGME».

1880. PUIG: Descripción física-geológica de la provincia de Zamora. «Bol. Soc. Geog.», t. VIII.

1903. RODRÍGUEZ MOURELO, J.: Minerales españoles, la cervantita. «Bol. Min. y Com.», año VI, t. V, núm. 7.

1918. GARCÍA PUELLES: Criaderos de Wolfram. Sayago. «Bol. Of. de Min.».

1933. ANÓNIMO: Provincia de Zamora. «Cot. Des. Cr. Min. Esp.», t. I.

1940. HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.: Informe sobre las minas de manganeso.

1965. SÁENZ DE SANTA MARÍA, J.: Hierros de Tabara. Informe ENADIMSA.

Sin fecha. NARANJO Y GARZA, F.: Informe de las minas de plomo y antimonio en laboreo, en el término de Losacio (Zamora). «Bol. Of. Min.», t. II, núm. 35.

— Relación de concesiones, permisos, producciones y otros datos de la provincia de Zamora. Jefatura de Minas de Zamora. Particular.

2.4.2-5 **Hoja metalogenética número 38. Segovia**

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
1	599,0	732,5	431	qrz	Segovia	Castroserna	1	z	4	—	—	—	1 b	—	—
2	612,6	771,3	431	Sb	Segovia	Cerezo	2	p	2	A	1	g	—	—	—
3	612,5	735,2	431	Ag	Segovia	Cerezo	1	m	—	—	—	f	—	—	—
4	616,7	730,3	432	qrz	Guadalajara	Cardoso	1	z	4	—	—	—	2 a	—	—
5	618,3	735,2	432	Ag	Segovia	Cerezo	1	m	2	—	—	—	—	—	—
6	629,3	742,7	432	grf	Segovia	Becerril	1	x	1	—	—	—	1 b	—	—
7	628,2	742,7	432	Fe	Segovia	Becerril	4	i	4	—	—	—	2 b	K	—
8	631,6	746,0	432	Fe	Segovia	Madriguera	1	i	4	—	—	—	2 b	K	—
9	630,1	745,6	432	kao	Segovia	Madriguera	1	z	8	—	—	a	3 a	—	—
10	631,6	745,0	432	kao	Segovia	Madriguera	1	z	8	—	—	a	—	—	—
11	553,3	714,4	456	kao	Segovia	Carboneros	1	z	8	—	—	—	1 b	—	—
12	555,6	713,6	456	Ti	Segovia	Carboneros	1	o	4	—	—	c	—	—	—
13	594,4	726,3	458	Sn	Segovia	Alcones	2	f	4	A	4	—	2 b	N	—
14	603,7	722,6	458	Ag	Madrid	Robregordo	2	m	2	—	—	f	2 b	N	—
15	602,8	716,4	458	qrz	Madrid	Robregordo	2	z	4	—	4	—	2 a	—	—
16	606,5	721,4	458	Ag	Madrid	Robregordo	2	m	2	—	1	f	2 b	N	—
17	607,2	721,4	458	Ag	Madrid	Robregordo	2	m	2	—	4	f	2 b	N	—

(Continuación.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Vena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
18	606,3	722,6	458	Ag	Madrid	Robregordo	2	m	2	A	—	f	2 b	N	—
19	606,5	722,0	458	Ag	Madrid	Robregordo	2	m	2	—	—	f	2 b	N	—
20	609,0	727,6	458	Mg	Madrid	Somosierra	1	k	5	—	—	—	—	—	—
21	611,2	716,7	458	Ag	Madrid	Horcajuelo	1	m	—	—	—	f	1 b	—	—
22	611,6	716,7	458	Ag	Madrid	Horcajuelo	1	m	—	—	2	f	2 b	M	—
23	600,4	715,8	458	mic	Madrid	Prádena	1	z	8	—	—	—	1 b	—	—
24	612,6	716,5	458	Ag, Pb	Madrid	Prádena	2	m	2	A	—	f	—	N	—
25	614,4	727,5	459	Ag	Guadalajara	Cardoso	1	m	—	—	—	—	1 b	—	—
26	615,8	727,6	459	Ag	Guadalajara	Cardoso	1	m	—	—	—	—	1 b	—	—
27	616,3	724,5	459	slm	Guadalajara	Cardoso	1	z	8	—	—	—	—	—	—
28	617,4	724,4	459	qrz	Guadalajara	Cardoso	1	z	4	—	—	—	2 a	—	—
29	617,6	722,8	459	qrz	Guadalajara	Cardoso	1	z	4	—	—	—	2 a	—	—
30	633,8	719,6	459	Ag	Guadalajara	Tamajón	1	m	2	—	6	f	2 b	—	—
31	634,8	719,3	459	Ag	Guadalajara	Tamajón	1	m	2	—	6	f	2 b	—	—
32	633,5	717,7	459	Ag	Guadalajara	Tamajón	1	m	2	—	6	f	2 b	—	—
33	633,9	717,3	459	Ag	Guadalajara	Tamajón	1	m	2	—	6	f	2 b	—	—
34	632,8	783,4	459	Ag	Guadalajara	Tamajón	1	m	2	—	6	f	2 b	—	—
35	634,5	716,8	459	Ag	Guadalajara	Tamajón	1	m	2	—	6	f	2 b	—	—
36	634,0	717,7	459	Ag	Guadalajara	Tamajón	1	m	2	—	6	f	2 b	—	—
37	641,5	717,5	459	Au	Guadalajara	Palancares	1	m	1	—	—	i	1 b	—	—
38	641,5	721,2	459	Au	Guadalajara	Palancares	1	m	1	—	—	i	1 b	—	—
39	641,5	718,4	459	Au	Guadalajara	Palancares	2	m	1	A	36	i	2 b	N	—
40	635,2	714,0	459	Ag	Guadalajara	Tamajón	1	m	2	—	6	f	2 b	—	—
41	635,2	713,1	459	Ag	Guadalajara	Tamajón	1	m	2	—	6	f	2 b	—	—
42	638,0	710,7	459	kao	Guadalajara	Tamajón	3	z	8	—	—	—	2 b	GH	—
43	564,9	703,6	483	fdp	Segovia	Segovia	1	z	8	—	—	—	2 a	—	—
44	563,8	702,4	483	kao	Segovia	Segovia	1	z	8	—	—	—	1 b	—	—
45	563,8	665,2	483	kao	Segovia	Hontoria	1	z	8	—	—	—	—	—	—
46	562,8	701,7	483	Fe	Segovia	Hontoria	1	i	—	—	—	—	1 b	—	—
47	569,0	690,6	483	Pb	Segovia	Espirdo	1	a	2	—	—	—	1 b	—	—
48	583,1	698,6	483	Au	Segovia	Rascafría	1	m	1	—	—	—	—	—	—
49	597,4	706,3	484	Pb, Zn	Madrid	Gargantilla de Lozoya	2	a	2	AB	1	f	2 b	—	—
50	597,0	705,4	484	Pb, Zn	Madrid	Gargantilla de Lozoya	2	a	2	AB	1	f	2 b	—	—
51	604,5	711,8	484	Au	Madrid	Buitrago	1	m	1	—	—	—	—	—	—
52	602,3	704,7	484	Fe	Madrid	Garganta de los Montes	1	i	—	—	—	—	1 b	—	—
53	600,7	701,6	484	Cu	Madrid	Garganta de los Montes	2	c	2	A	1	f	2 b	N	—
54	596,7	696,7	484	As	Madrid	Bustarviejo	2	f	2	A	1	l	2 b	N	—
55	591,8	695,5	484	tur	Madrid	Bustarviejo	1	u	1	—	—	—	1 b	K	—
56	594,0	696,4	484	tur	Madrid	Bustarviejo	1	u	1	—	—	—	1 b	K	—
57	599,6	699,8	484	W	Madrid	Garganta de los Montes	1	f	6	A	—	—	—	—	—
58	600,0	698,8	484	W	Madrid	Garganta de los Montes	2	f	6	A	4	—	1 b	—	—
59	601,1	699,5	484	W	Madrid	Lozoyuela	1	f	6	A	—	l	1 b	—	—
60	602,3	699,5	484	Sn	Madrid	Lozoyuela	1	f	4	—	—	—	—	—	—
61	643,7	703,9	484	Cu	Madrid	Lozoyuela	2	c	2	A	1	f	2 b	—	—
62	605,2	699,8	484	Sn	Madrid	Lozoyuela	1	f	4	—	—	—	1 b	—	—
63	606,8	700,4	484	Sn	Madrid	Lozoyuela	4	f	4	—	—	c	2 a	—	—
64	609,2	700,6	484	Sn	Madrid	Sieteiglesias	1	f	4	—	—	c	—	—	—
65	607,2	696,2	484	qrz			2	z	4	—	—	—	2 b	—	—
66	610,9	694,9	484	Cu	Madrid	El Berrueco	1	c	2	—	—	f	2 b	—	—
67	611,6	698,4	484	qrz	Madrid	El Berrueco	1	z	4	—	—	—	1 b	—	—
68	614,6	702,8	484	As	Madrid	Cervera de Buitrago	1	m	2	—	—	—	1 b	—	—
69	629,0	707,4	485	hul	Guadalajara	Valdesotos	3	u	1	—	5	c	1 b	D	—
70	632,0	708,8	485	hul	Guadalajara	Retiendas	3	u	1	—	5	c	1 b	D	—
71	633,2	708,3	485	hul	Guadalajara	Retiendas	3	u	1	—	5	c	—	D	—
72	635,4	710,4	485	hul	Guadalajara	Tamajón	3	u	1	—	5	c	1 b	D	—
73	550,6	690,5	507	kao	Segovia	Vega de Matute	4	z	8	—	—	a	2 a	—	—
74	552,2	687,9	507	fdp	Segovia	Vega de Matute	1	z	8	A	—	—	2 b	—	1
75	555,2	689,3	507	kao	Segovia	Otero de Herreros	1	z	8	—	—	—	1 b	—	—
76	555,7	693,3	507	kao	Segovia	Otero de Herreros	1	z	8	—	—	—	—	—	—
77	557,0	785,0	507	Cu	Segovia	Otero de Herreros	1	c	5	—	—	—	—	—	—
78	555,8	785,3	507	Cu	Segovia	Otero de Herreros	2	c	2	A	—	—	—	—	—
79	554,8	687,9	507	fdp	Segovia	Otero de Herreros	1	z	8	—	—	—	1 b	—	—
80	556,0	687,3	507	W, Sn	Segovia	Otero de Herreros	1	f	64	A	—	—	1 b	—	—
81	556,0	687,3	507	Cu	Segovia	Otero de Herreros	2	c	2	—	—	—	2 b	—	—
82	556,6	681,4	507	Cu	Segovia	El Espinar	2	c	2	A	4	—	2 b	—	—
83	558,0	680,2	508	Cu	Segovia	San Rafael	1	c	2	A	—	—	—	—	—
84	559,6	679,2	508	Sn, W	Segovia	San Rafael	1	f	46	A	—	—	2 a	—	—
85	556,8	677,4	507	W	Segovia	El Espinar	1	f	6	A	—	b	—	—	—
86	561,0	677,4	508	W	Madrid	Guadarrama	2	f	6	A	—	—	2 a	—	—
87	559,8	676,3	508	W	Madrid	Guadarrama	1	f	6	A	—	—	2 b	—	—
88	560,3	675,1	508	Sn	Madrid	Guadarrama	1	f	4	—	—	—	—	—	—
89	562,2	674,8	508	Sn	Madrid	Guadarrama	1	f	4	—	—	—	1 b	—	—
90	569,6	674,7	508	F	Madrid	Collado Mediano	1	b	3	—	—	—	—	—	..

(Conclusión.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
91	573,7	676,4	508	W	Madrid	Collado Mediano	1	f	6	—	—	—	—	—	—
92	573,7	676,7	508	W	Madrid	Collado Mediano	1	f	6	—	—	—	1 b	—	—
93	575,3	676,1	508	W	Madrid	Morazarzal	1	f	6	A	—	—	1 b	—	—
94	583,6	676,7	508	Sn	Madrid	Manzanares el Real	1	f	4	—	—	—	1 b	—	—
95	583,3	676,7	509	Sn	Madrid	Manzanares el Real	2	f	4	—	—	—	2 a	—	—
96	583,9	675,4	509	Sn, W	Madrid	Colmenar	2	f	4	A	—	—	2 a	—	—
97	592,0	681,7	509	fdp	Madrid	Colmenar	1	z	8	—	—	—	1 b	—	—
98	591,0	680,0	509	qrz	Madrid	Colmenar	1	z	4	—	—	—	—	—	—
99	591,1	693,0	509	As	Madrid	Miraflores	2	m	2	A	1	1	2 b	—	—
100	592,0	690,4	509	As	Madrid	Miraflores	1	m	2	A	—	—	—	—	—
101	592,3	689,2	509	As	Madrid	Miraflores	1	m	2	A	—	—	—	—	—
102	595,0	680,8	509	Sn	Madrid	Guadalix	1	f	4	—	—	—	—	—	—
103	595,8	681,3	509	fdp	Madrid	Guadalix	2	z	8	—	1	—	2 b	N	—
104	595,8	677,4	509	As	Madrid	Colmenar	2	m	2	A	1	—	2 b	—	—
105	598,4	683,6	509	Ba	Madrid	Guadalix	2	k	6	—	1	f	2 b	—	—
106	600,0	685,6	509	fdp	Madrid	Guadalix	1	z	8	—	—	—	2 a	—	—
107	600,1	684,6	509	Sn	Madrid	Guadalix	2	f	4	A	1	i	2 b	—	—
108	600,4	683,7	509	Sn	Madrid	Guadalix	2	f	4	A	1	i	2 b	—	—
109	602,0	684,8	509	W, As	Madrid	Guadalix	2	f	62	A	1	i	2 b	—	—
110	602,8	685,5	509	W, As	Madrid	Guadalix	1	f	62	A	1	i	2 b	—	—
111	603,2	684,6	509	W, As	Madrid	Guadalix	1	f	62	A	1	i	2 b	—	—
112	599,8	681,4	509	W, Sn	Madrid	Guadalix	1	f	64	—	—	—	—	—	—
113	601,7	675,4	509	Sn	Madrid	Colmenar	1	f	4	—	—	—	—	—	—
114	604,2	677,6	509	Sn	Madrid	San Agustín	1	f	4	—	—	c	—	—	—
115	604,2	680,7	509	W, Sn	Madrid	Pedrezuela	4	f	6	A	—	—	2 b	—	—
116	605,1	681,6	509	W	Madrid	Pedrezuela	2	f	6	A	14	—	2 a	—	—
117	607,1	605,5	509	Mn	Madrid	El Molar	1	r	4	—	—	—	1 b	—	—
118	607,1	691,5	509	Cu	Madrid	Redueñas	1	c	2	A	—	f	2 b	—	—
119	612,4	687,8	509	Ti	Madrid	El Vellón	1	o	4	—	—	—	—	—	—
120	610,1	710,2	458	slm	Segovia	Paredes de Buitrago	1	z	8	—	—	—	1 b	—	—
121	584,5	674,5	508	Sn	Madrid	Manzanares el Real	1	f	4	—	—	—	1 b	—	—
122	555,0	689,0	507	Sn, W	Segovia	Otero de Herreros	1	f	46	A	4	—	1 b	—	—
123	605,0	718,0	458	Ag, Pb	Madrid	Robregordo-Acebeda	2	a	2	—	—	—	2 b	—	—
124	591,6	726,0	458	Sn, W	Segovia	Pedraza	4	f	46	A	4	—	2 a	—	—

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL DE LA HOJA METALOGENETICA, NUM. 38. SEGOVIA

1799. HERRGEN, Ch.: Titanio de Horcajuelo. «An. Hist. Nat.», t. I.

1800. HERRGEN, Ch.: Venturina de los contornos de Horcajuelos. «An. Hist. Nat.», t. II.

1851. ANÓNIMO: Registro «Soledad» en Somosierra, término de Cervera de Buitrago. «Rev. Min.», serie A, t. II.

1852. ESCOSURA, L.: Análisis de un mineral de cinc de la mina «Cuadrón». «Rev. Min.», serie A, t. XXII.

1853. NARANJO, F.: Refutación dè los escritos de don Lotario Castelain sobre las minas de Gargantilla de Buitrago. «Rev. Min.», serie A, t. IV.

1853. NARANJO, F.: Descripción de las minas de galena argentífera de Gargantilla de Buitrago. «Rev. Min.», serie A, t. IV.

1856. ANÓNIMO: Gargantilla: Noticia de la mina «Mirla». Madrid. «Rev. Min.», t. VII.

1860. ANÓNIMO: Sustancias minerales más notables del distrito de Madrid. «Rev. Min.», serie A, t. XI.

1860. ARCINIAGA, J.: Informe acerca del estado de la industria minera en el distrito de Madrid. «Rev. Cient. Min. Fom.», t. I.

1860. MAFFEI, E.: Octavo distrito: Soria, Guadalajara, Cuenca. «Rev. Min.», t. XI.

1860. MAFFEI, E.: Décimo distrito: Madrid, Segovia, Avila y Toledo. «Rev. Min.», t. XI.

1862. ANÓNIMO: Memoria sobre el distrito minero de Guadalajara. «Rev. Min.», serie A, t. XIII.

1864. ALDANA, L.: Estadística minera correspondiente al año 1862. «Rev. Min.», serie A, t. XV.

1864. PRADO, Casiano: Descripción física y geológica de la provincia de Madrid. Mem. IGME.

1868. ANÓNIMO: Minas de Bustarviejo (beneficio de sus minerales). «Rev. Min.», t. XIX.

1869. AMAR DE LA TORRE, R.: Extracto de las memorias estadísticas de 1866. Madrid. IGME.

1871. PIQUET, M. A.: Nota sobre los caolines de Cercedilla en la provincia de Madrid. «Rev. Min.», serie A, t. XXII.

1874. MARTÍN DONAIRE, F.: Datos geológicos-mineros recogidos en la provincia de Guadalajara y en el terreno de Valdesotos. «Bol ICME», t. I.

1874. GIL Y MAESTRE, A.: Datos geológico-mineros sobre algunos grupos del distrito de Madrid. «Bol. IGME», I.

1877. ARANZAZU, J. M.: Apuntes para una descripción físico-geológica de las provincias de Burgos, Logroño, Soria y Guadalajara. «Bol. IGME», t. IV.

1879. PALACIOS, P.: Reseña física y geológica de la parte Noroeste de Guadalajara. «Bol. IGME», t. VI.

1880-1882. CASTELL, C.: Descripción física, geognóstica, agrícola y forestal de la provincia de Guadalajara. «Bol. IGME», tomos VII, VIII y IX.

1890. CORTAZAR, D.: Descripción física y geológica de la provincia de Segovia. «Bol. IGME», t. XVII.

1896. SÁNCHEZ LOZANO, R.: Nota sobre algunos criaderos argentíferos en los términos de la Acebeda y Robregordo. «Boletín IGME», t. XXIII.

1905. FERNÁNDEZ NAVARRO, L.: Las minas de El Espinar. «Bol. Rev. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. V.

1905. MUÑOZ DEL CASTILLO, J.; RETAMAL MARTÍN, J.: Minerales radioactivos de El Espinar. An. Soc. Fis. Quim. Año III.

1906. MUÑOZ DEL CASTILLO, J.: Nuevos minerales radioactivos de S. Rafael. «An. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. VI.

1908. NARANJO, E.: Estudios geológico-mineros del distrito de Guadalajara. «Bol. IGME», t. XXIX.

1910. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M.: Yacimiento de pirolusita en el cerro de las Cancheras, El Molar. «Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. X.

1916. FERNÁNDEZ NAVARRO, L.: Noticia sobre minas de la sierra de Guadarrama: cuarzo, molibdenita, ortosa, asfalto, sienita. «Boletín Soc. Esp. Hist. Nat.», t. XVI.

1920. MILANS DEL BOSCH, J.: Yacimientos de hierro del partido de Riaza, en la provincia de Segovia. «Bol. IGME», núm. XLI.
1920. PÉREZ, P.: Casiterita de San Rafael. «Bol. Of. Min. y Met.», año IV.
1920. PÉREZ, P.: Estudio de los criaderos minerales de San Rafael. «Bol. Of. Min. y Met.», núms. 32 y 33.
1920. PÉREZ-COSSÍO, L.: El terreno carbonífero de Tamajón, Retiendas y Valdesotos en la provincia de Guadalajara. «Boletín IGME», t. XLI.
1920-21. PÉREZ-COSSÍO, L.: Estudio de los criaderos de Tamajón, Retiendas y Valdesotos (Guadalajara). «Bol. Of. Min. Met.», números 43 y 44.
1921. HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.: Informes sobre los yacimientos de sulfato de colmenar.
1922. LACASA, E.: Estudio de los criaderos de minera lde Cu de la zona de Otero de los Herreros. «Bol. Of. Min. y Met.», números 60 y 63.
1924. FERNÁNDEZ AGUILAR, R.: Sobre una zona argentífera en Somosierra. «Bol. IGME», t. XLV.
1928. MENÉNDEZ ORMAZA, J.: Estudio de criaderos metalíferos en las cercanías de Bustarviejo. «Bol. Of. Min. y Met.», núm. 139.
1932. ANÓNIMO: Reservas de Cu en España. «Not. y Com.», número 4.
1933. ANÓNIMO: Provincia de Segovia. «Cat. Des. Cr. Min. Esp.», t. I.
1933. ANÓNIMO: Provincia de Madrid. «Cat. Des. Cr. Min. Esp.», t. I.
1933. ANÓNIMO: Provincia de Guadalajara. «Cat. Des. Cr. Min. Esp.», t. I.
1933. PÉREZ SÁNCHEZ: Estudio de los criaderos minerales de San Rafael. «Cat. Des. Cr. Min.», t. I-II.
1935. JORNADA Y SOLER, L.: Breve reseña físico-geológica de la provincia de Guadalajara. IGME.
1947. ANÓNIMO: El distrito minero de Madrid. Direc. Gen. Min. y Comb. «Distrito», núm. 10.
1952. GERLACH, H.: Informe sobre la mina de hierro denominada «Santa Elena», sita en el término municipal de Madriguera (Segovia).
1953. MELGAR, J.: Nota sobre la mina de mineral de hierro «Santa Elena», del término municipal de Madriguera (Segovia).
1958. FEBREL, T.; FUSTER. J. M.: Hoja geológica 1 : 50.000, número 484 (Buitrago). IGME. Hoja geológica 1 : 50.000, núm. 509 (Torrelaguna). IGME.
1968. CANEPA, C.; SALVADOR, P.: Geotermometría de blendas en las manifestaciones metálicas de las hojas 484 y 509 (provincia de Madrid). «Bol. Geol. y Min.», t. XC, V fase.
1970. Jefatura de Minas Guadalajara. Memoria y planos de concesiones mineras en la provincia de Guadalajara. Informe Jefatura.
1970. PÉREZ REGODÓN, J.: Guía geológica, hidrogeológica y minera de la provincia de Madrid. «Mem. IGME», t. 76.
1970. (Anual desde 1920). Estadística Minera y Metalúrgica de España. Ministerio de Industria.

2.4.2.6. Hoja metalogenética número 40. Daroca

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
1	759,1	744,7	437	Pb	Zaragoza	Ateca	2	a	2	A	1	f	2 b	—	4
2	760,2	745,0	437	Pb	Zaragoza	Ateca	2	a	2	AD	1	f	2 b	—	4
3	763,4	741,5	437	Ba	Zaragoza	Munébrega	2	k	6	A	—	f	2 a	—	1
4	793,0	749,9	438	Ba	Zaragoza	Codos	2	k	6	A	—	f	2 a	—	1
5	793,8	749,5	438	Ba	Zaragoza	Codos	2	k	6	A	—	f	2 a	—	1
6	792,8	748,8	438	Cu	Zaragoza	Codos	1	c	25	AD	—	—	—	—	—
7	793,4	748,2	438	Ba	Zaragoza	Codos	1	k	6	A	—	—	—	—	—
8	758,2	737,3	437	kao	Zaragoza	Nuévalos	4	z	8	A	26	—	1 b	—	—
9	762,9	735,4	437	Na	Zaragoza	Nuévalos	4	t	3	—	5	—	1 b	—	—
10	774,6	737,3	437	Mn	Zaragoza	Alarba	1	r	4	B	—	c	—	—	—
11	804,7	740,3	438	Pb	Zóragoza	Aguila	2	a	2	A	3	f	2 b	—	4
12	810,2	741,5	439	Ba	Zaragoza	Alabrén	1	k	6	A	—	—	—	—	—
13	781,0	735,0	437	Cu, Pb	Zaragoza	Villafeliche	1	c	2	A	3	—	1 b	—	—
14	813,9	736,3	439	Ba	Zaragoza	Herrera de los Navarros	1	k	6	A	—	—	—	—	—
15	815,7	735,7	439	Ba	Zaragoza	Herrera de los Navarros	2	k	6	A	1	—	2 b	—	1
16	816,6	736,4	439	Fe	Zaragoza	Luesma	1	i	45	BA	—	—	—	—	—
17	811,0	734,7	439	Fe	Zaragoza	Luesma	1	i	45	BA	—	—	—	—	—
18	768,6	728,7	464	Cu, Pb	Zaragoza	Pardos	1	c	2	A	3	f	2 b	—	4
19	805,0	732,0	465	Ba	Zaragoza	Badules	2	k	6	A	3	f	2 a	N	—
20	807,7	731,5	465	Cu	Zaragoza	Fombuena	2	c	2	A	—	f	2 b	Ea	—
21	810,7	730,6	466	Pb, Zn	Zaragoza	Fombuena	1	a	2	A	—	—	—	—	—
22	816,0	730,8	466	Ba	Zaragoza	Luesma	2	k	6	A	3	f	2 b	N	1
23	817,0	731,3	466	Ba	Teruel	Nogueras	2	k	6	A	1	f	2 b	N	—
24	768,9	724,6	464	kao	Zaragoza	Cubel	4	z	8	—	—	—	2 a	—	—
25	772,0	724,4	464	kao	Zaragoza	Cubel	4	z	8	A	26	—	—	—	—
26	810,4	729,3	466	Cu, Fe	Zaragoza	Fombuena	2	c	2	A	3	f	2 b	N	—
27	816,4	729,3	466	Pb, Zn	Teruel	Santa Cruz de Nogueras	2	a	2	—	1	—	—	—	—
28	810,0	728,2	466	Pb, Zn	Teruel	Lanzuela	2	a	2	AB	12	f	2 b	N	4
29	816,4	728,2	466	Pb, Zn	Teruel	Santa Cruz de Nogueras	2	a	2	AB	2	f	2 b	N	4
30	818,5	727,6	466	Pb	Teruel	Santa Cruz de Nogueras	2	a	25	AB	12	f	2 b	N	4
31	809,3	726,5	465	pyr	Teruel	Lanzuela	1	L	2	—	—	—	—	—	—
32	816,5	726,0	466	pyr	Teruel	Santa Cruz de Nogueras	1	L	2	—	—	—	—	—	—
33	771,7	722,5	464	kao	Zaragoza	Cubel	4	z	8	—	—	—	2 b	—	—
34	809,4	734,3	466	Pb, Ba	Teruel	Lanzuela	2	a	26	A	1	f	2 b	N	4
35	810,4	724,0	466	Sb	Teruel	Cucalón	1	p	2	AB	—	—	1 b	—	—
36	815,7	724,8	466	Ba	Teruel	Bádenas	2	k	6	AB	1	f	2 b	N	1
37	818,0	725,2	466	Pb	Teruel	Santa Cruz de Nogueras	2	a	2	A	1	f	2 b	N	4
38	820,8	725,0	466	As, Bi	Teruel	Loscos	2	p	2	A	1	—	2 b	N	4
39	822,4	724,7	466	pyr	Teruel	Loscos	2	l	2	—	3	—	1 b	—	—
40	779,7	720,7	464	kao	Zaragoza	Used	4	z	8	—	—	—	—	—	—
41	813,3	723,4	466	Pb, Ba	Teruel	Bádenas	2	k	6	A	13	f	2 b	N	1

(Continuación.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION								
							Morfología	Mena	Quimismo: Mena	Quimismo: Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
42	817,8	723,0	466	Pb, Zn	Teruel	Bádenas	2	a	2	AB	13	f	2 b	N	4
43	819,6	722,6	466	pyr	Teruel	Mezquita de Loscos	1	L	2	—	1	—	2 b	N	—
44	821,6	723,2	466	Pb, Zn	Teruel	Loscos	2	a	2	A	3	f	2 b	N	4
45	815,0	722,2	466	Ba	Teruel	Mezquita de Loscos	2	k	6	A	13	f	2 b	N	1
46	819,0	721,4	466	Pb	Teruel	Mezquita de Loscos	2	a	25	A	1	f	2 b	N	4
47	821,1	717,7	466	Ba	Teruel	Monforte de Moyuela	2	k	6	AD	3	f	2 b	N	1
48	860,4	718,3	467	lig	Teruel	Ariño	3	u	1	—	25	c	2 a	G	1
49	862,5	718,0	467	lig	Teruel	Ariño	3	u	1	—	2	c	2 a	G	1
50	831,3	712,4	492	Pb, Ba	Teruel	Anadón	2	a	2	A	13	f	2 b	Ea	4
51	850,0	711,9	493	lig	Teruel	Oliete	3	u	1	—	5	c	2 b	G	1
52	852,2	711,7	493	lig	Teruel	Oliete	3	u	1	—	5	c	2 b	G	1
53	857,8	712,6	493	lig	Teruel	Alloza	3	u	1	—	5	c	2 b	G	1
54	834,0	709,0	492	Sb	Teruel	Maicas	1	p	2	—	—	—	—	—	—
55	832,7	706,0	492	Pb, Zn	Teruel	Antillón	2	a	2	A	2	f	2 b	—	4
56	833,4	705,3	492	Pb, Zn	Teruel	Segura de Baños	2	a	2	AB	2	f	2 b	—	4
57	834,0	705,8	492	Pb, Zn	Teruel	Segura de Baños	2	a	2	A	2	f	2 b	—	4
58	835,7	705,8	492	Pb, Zn	Teruel	Armillas	4	a	2	A	3	f	2 b	—	4
59	835,0	705,4	492	Pb	Teruel	Armillas	1	a	2	A	—	—	—	—	—
60	832,2	705,0	492	Mn	Teruel	Segura de Baños	1	r	4	—	—	c	—	—	—
61	833,0	704,5	492	Pb	Teruel	Armillas	1	a	2	A	—	—	—	—	—
62	833,0	705,4	492	Pb, Ba	Teruel	Armillas	2	a	2	A	—	—	1 b	—	—
63	833,3	703,7	492	Mn	Teruel	Armillas	3	r	5	—	25	c	2 b	—	1
64	834,5	702,8	492	Pb	Teruel	Armillas	2	a	2	BA	2	—	2 b	Ea	4
65	839,0	705,6	493	Pb	Teruel	La Hoz de la Vieja	2	a	2	A	2	f	2 b	Ea	4
66	852,6	711,0	493	lig	Teruel	Oliete	3	u	1	—	5	c	2 b	G	1
67	859,6	707,7	493	Mn	Teruel	Crivillén	3	r	4	A	5	c	2 b	GH	1
68	859,3	707,0	493	Mn	Teruel	Crivillén	3	r	4	A	5	c	2 b	GH	1
69	860,5	707,4	493	Mn	Teruel	Crivillén	0	r	4	A	5	c	—	GH	—
70	861,5	707,0	493	Mn	Teruel	Crivillén	3	r	4	A	5	c	2 b	GH	1
71	859,7	706,2	493	Mn	Teruel	Crivillén	3	r	4	A	5	c	2 b	GH	1
72	859,8	705,4	493	Mn	Teruel	Crivillén	3	r	4	A	5	c	2 b	GH	1
73	862,2	705,7	493	Mn	Teruel	Crivillén	3	r	4	A	5	c	2 b	GH	1
74	857,8	704,6	493	lig	Teruel	Estercuel	3	u	1	—	—	c	2 b	G	1
75	860,8	703,8	493	kao	Teruel	Crivillén	1	z	8	—	—	—	—	—	—
76	861,4	704,2	493	lig	Teruel	Crivillén	3	u	1	—	—	c	2 b	G	1
77	769,0	697,8	490	Fe	Guadalajara	Campillo de Dueñas	1	i	54	A	23	—	2 b	—	1
78	772,8	697,4	490	Fe	Guadalajara	Campillo de Dueñas	1	i	54	A	23	—	2 b	—	4
79	823,4	698,5	492	Mn	Teruel	Fuenferrada	4	r	4	A	5	c	2 b	J	4
80	831,9	697,8	492	Mn	Teruel	Martín del Río	4	r	4	A	5	c	2 b	J	4
81	856,2	701,9	493	lig	Teruel	Estercuel	1	u	1	—	—	c	—	—	—
82	855,0	700,8	493	lig	Teruel	Estercuel	1	u	1	—	—	c	—	—	—
83	856,2	700,3	493	lig	Teruel	Estercuel	3	u	1	—	—	c	2 a	G	1
84	858,4	700,6	493	lig	Teruel	Estercuel	1	u	1	—	—	c	—	—	—
85	860,0	700,8	493	lig	Teruel	Crivillén	1	u	1	—	—	c	—	—	—
86	854,7	699,7	493	lig	Teruel	Estercuel	1	u	1	—	—	c	—	—	—
87	860,0	699,2	493	lig	Teruel	Gargallo	1	u	1	—	—	c	—	—	—
88	862,0	699,4	493	Mn	Teruel	Gargallo	1	r	4	A	4	c	2 b	—	1
89	770,6	695,0	490	Fe	Guadalajara	Hombrados	1	i	54	AB	—	—	—	—	—
90	771,2	694,8	490	Fe	Guadalajara	Hombrados	1	i	54	AB	—	—	—	—	—
91	772,9	695,2	490	Fe	Guadalajara	El Pobo de Dueñas	1	i	54	AB	23	—	2 b	—	1
92	830,4	696,2	493	Mn	Teruel	La Rambla de Martín	4	r	4	A	5	c	2 b	J	4
93	855,7	698,5	493	lig	Teruel	Estercuel	1	u	1	—	—	c	—	—	—
94	858,3	698,2	493	lig	Teruel	Estercuel	3	u	1	—	5	c	2 a	G	1
95	860,7	698,7	493	lig	Teruel	Gargallo	3	u	1	—	—	c	2 b	G	1
96	862,2	698,3	493	lig	Teruel	Gargallo	1	u	1	—	—	c	—	—	—
97	855,5	697,8	493	lig	Teruel	Estercuel	1	u	1	—	—	c	—	—	—
98	861,4	697,8	493	kao	Teruel	Gargallo	4	z	8	—	26	—	1 b	—	—
99	765,3	693,6	515	Ba	Guadalajara	Hombrados	1	k	6	A	14	f	2 b	Ea	1
100	773,2	693,2	515	Fe	Guadalajara	Hombrados	3	i	54	AB	—	—	—	—	—
101	774,9	693,8	515	Fe	Guadalajara	El Pedregal	3	i	54	AB	1	—	2 a	—	—
102	771,4	692,3	515	Fe	Guadalajara	Hombrados	1	i	54	AB	—	—	—	—	—
103	772,0	692,4	515	Fe	Guadalajara	Hombrados	3	i	54	AB	—	—	—	—	—
104	773,4	692,1	515	Fe	Guadalajara	Hombrados	3	i	54	AB	—	—	—	—	—
105	775,2	692,4	515	Fe	Guadalajara	El Pedregal	1	i	54	AB	—	—	—	—	—
106	828,3	695,2	517	lig	Teruel	La Rambla de Martín	1	u	1	—	—	c	—	—	—
107	855,6	696,2	518	kao	Teruel	Cañizar del Olivar	3	z	8	—	—	c	2 a	—	—
108	856,8	696,5	518	lig	Teruel	Cañizar del Ollvar	1	u	1	—	—	c	—	—	—
109	855,2	695,4	518	lig	Teruel	Cañizar del Olivar	1	u	1	—	—	c	—	—	—
110	857,5	695,7	518	lig	Teruel	Cañizar del Olivar	1	u	1	—	—	c	—	—	—
111	771,2	691,1	515	Fe	Guadalajara	Hombrados	3	i	54	AB	1	—	2 a	—	1
112	772,6	691,3	515	Fe	Guadalajara	Hombrados	3	i	54	AB	—	—	—	—	—

(Conclusión.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
113	775,4	691,6	515	Fe	Guadalajara	El Pedregal	3	i	54	AB	1	—	2 a	—	—
114	820,8	692,0	517	kao	Teruel	Alpeñes	4	z	8	—	26	—	1 b	—	—
115	823,4	693,1	517	lig	Teruel	Portalrubio	1	u	1	—	—	c	2 b	G	—
116	830,0	693,0	517	lig	Teruel	Las Parras de Martín	3	u	1	—	—	c	2 b	G	1
117	835,7	693,4	517	lig	Teruel	Utrillas	3	u	1	—	—	c	2 b	G	1
118	838,3	693,2	517	lig	Teruel	Escucha	3	u	1	—	5	c	2 a	G	1
119	840,7	693,6	518	lig	Teruel	Utrillas	3	u	1	—	5	c	2 a	G	1
120	838,3	692,5	517	lig	Teruel	Utrillas	3	u	1	—	—	c	2 a	G	1
121	839,4	692,2	518	lig	Teruel	Utrillas	3	u	1	—	5	c	3 a	G	1
122	841,0	691,7	518	lig	Teruel	Escucha	3	u	1	—	12	c	2 a	G	1
123	845,3	691,7	518	lig	Teruel	Palomar de Arroyo	3	u	1	—	—	c	2 b	G	1
124	847,6	694,3	518	Mn	Teruel	Castel de Cabra	1	r	4	A	—	c	—	—	—
125	848,7	694,0	518	kao	Teruel	Castel de Cabra	4	z	8	—	26	—	1 b	—	—
126	854,2	695,0	518	lig	Teruel	Cañizar de Olivar	1	u	1	—	—	c	—	—	—
127	855,4	694,6	518	kao	Teruel	Cañizar del Olivar	3	z	8	—	1	—	2 a	—	—
128	856,5	695,4	518	lig	Teruel	Cañizar del Olivar	1	u	1	—	—	c	—	—	—
129	858,0	695,0	518	lig	Teruel	Cañizar del Olivar	1	u	1	—	—	c	—	—	—
130	857,8	693,4	518	Pb, Zn	Teruel	La Zoma	2	a	26	AB	12	f	2 b	Ea	4
131	862,8	694,3	518	Fe	Teruel	Ejulve	1	i	—	—	—	—	—	—	—
132	857,4	692,4	518	Pb	Teruel	La Zoma	1	a	2	A	—	—	—	—	—
133	772,6	689,3	515	Fe	Guadalajara	El Pobo de Dueñas	3	i	54	AB	—	—	—	—	—
134	774,2	691,0	515	Fe	Guadalajara	El Pedregal	3	i	54	AB	—	—	—	—	—
135	774,2	690,2	515	Fe	Guadalajara	El Pobo de Dueñas	3	i	54	AB	—	—	—	—	—
136	776,4	690,3	515	Fe	Guadalajara	El Pedregal	3	i	54	AB	12	—	2 a	B	1
137	774,2	688,8	515	Fe	Guadalajara	El Pobo de Dueñas	3	i	54	AB	—	—	—	—	—
138	778,8	689,9	515	Fe	Guadalajara	El Pedregal	1	i	54	AB	—	—	—	—	—
139	776,8	688,2	515	Fe	Guadalajara	El Pedregal	3	i	54	AB	—	—	—	—	—
140	837,7	690,0	517	kao	Teruel	Valdeconejos	4	z	8	—	25	—	1 b	—	—
141	839,4	690,7	518	lig	Teruel	Escucha	3	u	1	—	—	c	2 a	G	1
142	841,8	690,8	518	lig	Teruel	Escucha	3	u	1	—	—	c	2 a	G	1
143	843,2	690,7	518	lig	Teruel	Escucha	3	u	1	—	—	c	2 a	G	1
144	846,4	690,9	518	lig	Teruel	Palomar de Arroyo	3	u	1	—	—	c	2 b	G	1
145	847,6	689,7	518	lig	Teruel	Palomar de Arroyo	3	u	1	—	—	c	2 b	G	1
146	856,7	692,0	518	Pb, Ba	Teruel	La Zoma	2	a	26	AB	2	f	2 b	Ea	—
147	858,4	692,2	518	Pb	Teruel	La Zoma	1	a	2	AB	—	—	—	—	—
148	857,8	691,8	518	Pb	Teruel	La Zoma	2	a	2	AB	—	—	—	—	—
149	771,6	687,0	515	Fe	Teruel	El Pobo de Dueñas	1	i	54	AB	18	—	2 b	Q	1
150	779,0	686,6	515	Fe	Guadalajara	Setiles	3	i	54	AB	2	—	2 b	B	1
151	778,2	685,3	515	Fe	Guadalajara	Setiles	3	i	54	AB	2	—	2 b	B	1
152	777,2	684,4	515	Fe	Guadalajara	Setiles	1	i	54	AB	—	—	—	—	—
153	778,2	683,7	515	Fe	Guadalajara	Setiles	1	i	54	AB	—	—	—	—	—
154	781,6	686,0	515	Na	Guadalajara	Setiles	4	t	3	—	—	—	1 b	—	—
155	780,0	683,6	515	Fe	Teruel	Ojos Negros	3	i	54	AB	23	—	2 a	B	1
156	777,5	681,7	515	Fe	Guadalajara	Setiles-Tordesilos	3	i	54	AB	2	—	3 a	—	1
157	779,0	682,2	515	Fe	Guadalajara	Setiles	3	i	54	AB	23	—	2 a	—	1
158	781,2	682,0	515	Fe	Teruel	Ojos Negros	3	i	54	AB	23	—	3 a	B	1
159	780,6	681,3	515	Fe	Teruel	Ojos Negros	3	i	54	AB	23	—	2 a	B	1
160	830,0	684,3	517	lig	Teruel	Rillo	1	u	1	—	—	c	—	—	—
161	829,8	683,3	517	lig	Teruel	Rillo	1	u	1	—	—	c	—	—	—
162	759,2	679,0	515	Na	Guadalajara	Traid	1	t	3	—	—	—	—	—	—
163	780,0	679,8	515	Fe	Guadalajara	Setiles	3	i	54	AB	23	—	2 a	B	1
164	849,8	680,6	518	lig	Teruel	Aliaga	3	u	1	—	25	c	2 a	—	1
165	837,5	680,3	517	lig	Teruel	Cañada-Vellida	1	u	1	—	—	c	—	—	—
166	809,6	719,5	466	Cu	Teruel	Langueruela	2	c	2	A	—	f	1 b	—	—
167	800,6	712,3	491	Cu	Teruel	Collados	2	c	2	—	—	f	2 b	—	—
168	835,6	708,5	492	Pb, Zn	Teruel	La Hoz de la Vieja	2	a	2	A	1	—	2 b	—	—
169	819,2	725,3	466	Ba	Teruel	Santa Cruz de Nogueras	4	k	6	—	13	—	—	—	—
170	804,4	778,0	490	kao	Teruel	Odón	4	z	8	—	—	—	—	—	—
171	835,2	701,6	492	Na	Teruel	Armillas (Salinas)	4	t	3	—	—	c	2 a	—	—

BIBLIOGRAFIA DE LA HOJA METALOGENETICA, NUM. 40 DAROCA

1624. FUSTER Y MORALES, A.: Tratado sobre las minas de hierro de Ojos Negros, pueblo de Aragón, y un papel sobre las minas de Ojos Negros. Bibl. nueva de los escritores aragoneses que nacieron desde 1600-1640, por Félix Latassa.

1794. ANGULO, F.: Viaje de inspección a las minas de Valencia y Teruel. practicado por el Direc. de Minas, D. F. Angulo, en el año 1794. Arch. Gen. Cent. Fom. 1.ª región. Legajo 200.

1800. HERRGEN, Ch.: Observaciones geognósticas sobre el terreno que hay desde Madrid a Teruel y sobre las minas de esta ciudad. «An. Hist. Nat.», t. II.

1827. GASTÓN Y GIMBAU, D.: Miscelánea turolense. Map. Min. de la provincia de Teruel.

1841. BRAUN, M.: Sur un gisement du soufre, et sur le terrain qui le renferme dans la province de Teruel. «Bull. Soc. Geol. de France», serie 1.ª, vol. XII.

1851. RUIZ DE ORDÓÑEZ, J.: Descripción de las minas «Ascensión» y «Desgraciada», situadas en los términos de Munebrega y Ateca. «Rev. Min.», serie A, t. II.

1853. TEICHMULLER, M.: Sobre el metamorfismo y las facies de

los carbones del cretáceo inferior de Hernani (Guipúzcoa) y Utrillas y Esteruel (Teruel). «Not. y Com.», núm. 31.
1854. LASALA, J. E.: La mina de la ciudad de Daroca. «Rev. Min.», serie A, t. V.
1855. ANÓNIMO: Minas de manganeso de Crivillén. «Rev. Min.», serie A, t. VI.
1856. ANÓNIMO: Sobre el carbón mineral de la provincia de Teruel. «Rev. Min.», t. VII.
1857. PEÑUELAS, L.: Extracto de una memoria sobre la cuenca carbonífera de Utrillas. «Rev. Min.», t. VIII.
1858. MARTÍNEZ ALCÍBAR, A.: Escoriales de la provincia. «Rev. Min.», serie A, t. IX.
1862. ALDANA, L.: Memoria sobre los depósitos carboníferos de Utrillas y Gargallo. Insp. de Min. Consj. de Min. y Dis.
1885. CORTAZAR, D. de: Bosquejo físico-geológico y minero de la provincia de Teruel. «Bol. IGME», t. XII.
1891. ANÓNIMO: Calamina en Teruel. «Rev. Min. y Met. de Ing.», serie C, t. IX.
1899. JIMENO, H.: Pirolusita cristalizada de Torrecilla. «Act. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. XXVIII.
1899. JUSUÉ, T.: Las minas de la provincia de Teruel. «Rev. Min. Met. Ing.», serie C, t. VII.
1903. FÁBREGA, P.: Aclaraciones de los apuntes de Utrillas. «Rev. Min. y Met.», t. XXI.
1903. GASCÓN, A.: Sobre la cuencia de Utrillas. «Rev. Min. y Met.», t. XXI.
1903. FÁBREGA, P.: Apuntes sobre la cuenca lignitífera de Utrillas. «Rev. Min. y Met.», t. XXI.
1905. LEIS, P.; RÍOS, M.; S. M. VILDOSOLA, C.: Minas de hierro de sierra Menera. «Rev. Min.», serie C, t. XXIII.
1905. SÁNCHEZ BLANCO, L.: La explotación de los carbones de Utrillas. «Bol. Of. Min. y Met.».
1907. PUIG Y LARRAAZ: Minas de Ojos Negros. Est. Min. de Esp. de 1907.
1908. BOSCA Y SEYTRE, A.: Notas geo-mineralógicas. Asoc. Esp. C. Cong. Zaragoza, t. VI.
1912. BOSCA Y SEYTRE, A.: Memoria geo-mineralógica-minera de la provincia de Teruel.
1913. FERRANDO Y MÁS, P.: Ejemplares notables de hematites parda pseudomórfica, procedentes de Ojos Negros (Teruel). «Bol. Rev. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. XIII.
1914. ARIZA, R.: Rapport sur le coteau minerai de cuivre. Informe.
1918. KINDELAN, V.; TANZ, M.: Criaderos de hierro, tomo III. Criaderos de las provincias de Guadalajara y Teruel. IGME. Mem. 1918.
1925. MORALES Y DE LAS POZAS, G.: El porvenir de la minería de la provincia de Teruel. «Rev. Min.», serie C.
1932. PÉREZ COSSÍO, M.: Criaderos de hierro de Setiles y Tordesilos. «Bol. Of. Min. y Met.», núm. 185.
1933. ANÓNIMO: Provincia de Teruel. «Cat. Des. Cr. Min. Esp.», t. I.
1933. BENITO, F.; ALFARO, J.: Yacimientos de la provincia de Teruel. «Cat. Des. Cr. Min. Esp.», t. I-II.
1933. BENITO, F.; ALFARO, J.; MENÉNDEZ, J.: Yacimientos de plomo de la provincia de Teruel. «Cat. Des. Cr. Min.», t. I-II.
1946. ALFARO LÓPEZ, J.: El distrito minero de Teruel. La Esp. Min. y Met. Act. Prof.
1946. ALVAREZ DE LA BRAÑA, E.: Explotaciones de minas e industrias de Aliaga, S. A. La Esp. Min. y Met. Act. Prof.
1946. ALVAREZ DE LA BRAÑA, E.: Minas de Aliaga. «Rev. Min. y Met.», núm. 63.
1946. ALVAREZ DE LA BRAÑA, E.: La cuenca lignitífera de Utrillas. «Rev. Min. y Met.», núm. 63.
1946. BARBER Y CAMPOY, J. M.: Minas de lignito en Rillo. «Rev. Min. y Met.», núm. 63.
1946. BARBER Y CAMPOY, J. M.: Las minas de lignito de Omnium Ibérica, S. A., en Rillo. La Esp. Min. y Met. Act. Prof.
1946. LAVIÑA Y BERANGUER, E.: La compañía minera de sierra Menera. La Esp. Min. y Met. Act. Prof.
1946. PEDRO SAN GIL, J. M.: Nota sobre la cuenca lignitífera de Escucha. «Rev. Min. y Met.», núm. 63.
1946. PEDRO SAN GIL, S. M.: La cuenca lignitífera de Castellote. La Esp. Min. y Met. Act. Prof.
1946. REIANO FERNÁNDEZ, E.: Cuenca del Val de Ariño. «Rev. Min. y Met.», núm. 63.
1948. Catastro y censo minero de Teruel. Direc. Gen. de Min. y Com. «Catastro», núm. 4.
1949. MARÍN, A.: Investigación de los distritos mineros más importantes de España XVI. «Cr. de sierra Menera. Min. y Met.», 2.ª época, núm. 102.
1953. TEICHMULLER, M.: Sobre el metamorfismo y las facies de los carbones del cretáceo inferior de Hernani (Guipúzcoa) y Utrillas y Estercuel (Teruel). «Not. y Com.», núm. 31.
1955. FEBREL, T.: Resumen de nuestra visita a las concesiones que la Soc. Gen. Esp. de Minería (G. E. M.) tiene en las provincias de Teruel y Guadalajara. Informe Emp. Nac. ADARO.
1966. CAÑADA, F.: Sobre la génesis de algunos yacimientos de óxidos carbonatos de hierro (Teruel). «Not. y Com.», núm. 87.
1967. SÁENZ DE SANTA MARÍA, J.: Nota sobre el yacimiento de sierra Menera. Informe ENADIMSA.

2.4.2-7 Hoja metalogenética número 70. Linares

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
1	528,4	449,4	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	—	3	f	2 b	—	—
2	529,8	451,6	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	A	—	f	—	—	—
3	530,4	448,6	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	AB	3	f	3 b	—	—
4	530,4	447,8	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	A	3	f	2 b	—	—
5	530,5	446,0	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	A	3	f	2 b	—	—
6	529,8	434,6	835	Pb, Ag	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	A	3	f	3 b	—	—
7	531,4	444,2	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
8	533,0	443,8	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
9	534,0	436,6	835	Pb, Ag	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	A	3	f	—	—	—
10	533,8	435,6	835	Pb, Ag	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	A	3	f	4 b	—	—
11	533,8	446,0	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	A	—	f	2 b	—	—
12	534,0	447,0	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	A	—	f	2 b	—	—
13	534,6	450,0	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	AB	—	f	2 b	—	—
14	536,0	449,0	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
15	536,4	446,4	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	—	3	f	2 b	—	—
16	537,6	450,0	835	Pb, Zn	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	A	3	f	2 b	—	—
17	538,2	446,0	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	A	—	f	2 b	—	—
18	538,6	440,7	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	—	3	f	3 b	—	—
19	539,0	449,0	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	A	3	f	2 b	—	—
20	540,8	449,4	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	A	—	f	—	—	—
21	540,6	447,6	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo.....	2	a	2	A	3	f	3 b	—	—
22	540,6	442,6	835	Pb	Ciudad Real	Brazatortas.....	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—

(Continuación.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION									
							Morfología	Mena	Quimismo		Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
									Mena	Ganga					
23	540,6	440,5	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
24	542,0	448,0	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo	2	a	2	AB	—	f	2 b	—	—
25	541,8	447,2	885	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo	2	a	2	A	3	f	2 b	—	—
26	542,2	444,2	835	Pb	Ciudad Real	Brazatortas	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
27	542,0	441,6	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
28	543,2	446,8	835	Pb	Ciudad Real	Brazatortas	2	a	2	A	3	f	2 b	—	—
29	543,2	444,6	835	Pb	Ciudad Real	Brazatortas	2	a	2	AB	—	f	—	—	—
30	543,4	441,8	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
31	543,0	440,0	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
32	544,4	447,0	835	Pb, Zn	Ciudad Real	Brazatortas	2	a	2	A	3	f	3 b	—	—
33	544,4	444,6	835	Pb	Ciudad Real	Brazatortas	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
34	545,2	443,8	835	Pb	Ciudad Real	Brazatortas	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
35	546,0	443,4	835	Pb	Ciudad Real	Brazatortas	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
36	545,8	440,0	835	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
37	547,2	446,0	835	Pb	Ciudad Real	Brazatortas	2	a	2	A	—	f	2 b	—	—
38	547,6	445,2	835	Pb	Ciudad Real	Brazatortas	2	a	2	A	—	f	—	—	—
39	548,2	444,6	835	Pb	Ciudad Real	Brazatortas	2	a	2	A	—	f	2 b	—	—
40	547,0	442,0	835	Pb	Ciudad Real	Brazatortas	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
41	547,6	442,8	835	Pb	Ciudad Real	Brazatortas	2	a	2	—	—	f	3 b	—	—
42	549,6	445,6	835	Pb	Ciudad Real	Brazatortas (Mina la Reina)	2	a	2	A	3	f	2 b	—	—
43	549,0	443,4	835	Pb	Ciudad Real	Brazatortas	2	a	2	A	—	f	2 b	—	—
44	548,8	442,0	835	Pb	Ciudad Real	Brazatortas	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
45	550,8	441,6	835	Pb	Ciudad Real	Cabezarrubias	2	a	2	A	—	f	2 b	—	—
46	550,6	440,0	835	Pb	Ciudad Real	Cabezarrubias	2	a	2	A	2	f	3 b	—	—
47	551,4	438,0	835	Pb	Ciudad Real	Cabezarrubias	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
48	550,0	437,2	835	Pb, Zn	Ciudad Real	Cabezarrubias (Mina La Zarza)	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
49	551,6	447,4	835	Pb	Ciudad Real	Cabezarrubias	2	a	2	A	3	f	2 b	—	—
50	552,2	445,6	835	Pb	Ciudad Real	Cabezarrubias	2	a	2	A	3	f	2 b	—	—
51	552,8	444,6	835	Pb, Ag	Ciudad Real	Cabezarrubias	2	a	2	A	3	f	—	—	—
52	552,8	443,4	835	Pb	Ciudad Real	Cabezarrubias	2	a	2	—	3	f	2 b	—	—
53	553,6	441,8	835	Pb	Ciudad Real	Cabezarrubias	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
54	554,0	440,7	835	Pb	Ciudad Real	Calatrava	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
55	554,4	450,3	835	Pb	Ciudad Real	Puertollano	2	a	2	—	—	f	—	—	—
56	553,8	446,8	835	Pb	Ciudad Real	Cabezarrubias	2	a	2	A	3	f	3 b	—	—
57	554,0	446,0	835	Pb	Ciudad Real	Cabezarrubias	2	a	2	A	3	f	2 b	—	—
58	556,0	451,0	835	hul	Ciudad Real	Puertollano	3	u	1	—	—	c	2 a	D	—
59	557,2	447,4	836	Pb	Ciudad Real	Cabezarrubias	2	a	2	—	—	f	—	—	—
60	558,0	446,2	836	Pb, Zn	Ciudad Real	Cabezarrubias	2	a	2	—	—	—	—	—	—
61	558,0	443,6	836	Pb, Zn	Ciudad Real	Hinojosa de Calatrava	2	a	2	—	2	f	2 b	—	—
62	559,0	444,0	836	Pb, Zn	Ciudad Real	Hinojosa de Calatrava	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
63	558,0	442,6	836	Pb, Zn	Ciudad Real	Hinojosa de Calatrava	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
64	558,4	439,5	836	Pb	Ciudad Real	Hinojosa de Calatrava	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
65	558,0	438,2	836	Pb, Zn	Ciudad Real	Hinojosa de Calatrava	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
66	559,2	451,8	836	hul	Ciudad Real	Puertollano	3	u	1	—	—	c	2 b	D	—
67	560,4	451,2	836	hul	Ciudad Real	Puertollano	3	u	1	—	—	c	3 a	D	—
68	561,6	440,4	836	hul	Ciudad Real	Puertollano	3	u	1	—	—	c	2 b	D	—
69	560,4	445,9	836	Pb, Zn	Ciudad Real	Hinojosa de Calatrava	2	a	2	—	—	f	—	—	—
70	561,0	444,8	836	Pb	Ciudad Real	Hinojosa de Calatrava	2	a	2	A	—	f	3 b	—	—
71	561,2	443,6	836	Pb, Zn	Ciudad Real	Hinojosa de Calatrava	2	a	2	—	2	f	3 b	—	—
72	559,6	442,4	836	Pb	Ciudad Real	Hinojosa de Calatrava	2	a	2	—	3	f	2 b	—	—
73	561,2	442,4	836	Pb, Zn	Ciudad Real	Hinojosa de Calatrava	2	a	2	A	3	f	3 b	—	—
74	560,0	437,4	836	Pb, Zn	Ciudad Real	Hinojosa de Calatrava	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
75	562,2	435,8	836	Pb, Ag	Ciudad Real	Solana del Pino (Diógenes)	2	a	2	AB	2	f	3 a	—	—
76	561,0	434,2	836	Pb	Ciudad Real	Solana del Pino	2	a	2	AB	—	f	2 b	—	—
77	563,3	451,6	836	hul	Ciudad Real	Puertollano	3	u	1	—	—	c	2 b	D	—
78	563,0	450,6	836	hul	Ciudad Real	Puertollano	3	u	1	—	—	c	3 a	D	—
79	564,8	450,6	836	hul	Ciudad Real	Puertollano	3	u	1	—	—	c	2 b	D	—
80	564,4	443,4	836	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	—	—	—
81	562,6	440,5	836	Pb	Ciudad Real	Hinojosa de Calattava	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
82	567,0	451,0	836	hul	Ciudad Real	Puertollano	3	u	1	—	—	c	3 a	D	—
83	565,6	443,2	836	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	—	—	—
84	565,8	441,3	836	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	4 b	—	—
85	567,2	439,6	836	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	AB	—	f	3 b	—	—
86	566,2	438,6	836	Pb, Zn	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	AB	—	f	3 b	—	—
87	566,4	437,6	836	Pb, Zn	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	AB	2	f	3 b	—	—
88	565,2	436,0	836	Pb, Ag	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
89	567,4	438,0	836	Pb, Zn	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	AB	—	f	—	—	—
90	567,2	436,0	836	Pb, Zn	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
91	569,4	450,8	836	hul	Ciudad Real	Puertollano	3	u	1	—	—	c	3 b	D	—
92	567,6	442,2	836	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	AB	—	f	—	—	—
93	569,4	443,0	836	Pb, Zn	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	AB	3	l	3 b	—	—

(Continuación.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION								
							Morfología	Mena	Quimismo		Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
									Mena	Ganga					
94	569,2	441,4	836	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	A	3	f	3 b	—	—
95	569,4	439,8	836	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	A	—	f	3 b	—	—
96	571,2	442,4	836	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	A	3	f	3 b	—	—
97	571,0	441,4	836	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	A	—	f	3 b	—	—
98	571,0	439,0	836	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	A	—	f	3 b	—	—
99	570,4	435,6	836	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
100	570,4	435,0	836	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
101	573,3	447,2	836	Pb	Ciudad Real	Puertollano	1	a	2	—	—	f	—	—	—
102	575,8	443,4	836	Pb	Ciudad Real	Puertollano	1	a	2	—	—	f	—	—	—
103	573,4	439,6	836	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	AC	3	f	3 b	—	—
104	573,0	438,4	836	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	A	—	f	3 b	—	—
105	572,0	437,6	836	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	A	—	f	3 b	—	—
106	573,4	436,0	836	Pb, Fe	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	A	3	f	1 b	—	—
107	578,0	443,0	836	Pb	Ciudad Real	Puertollano	1	a	2	—	—	f	—	—	—
108	579,4	444,6	836	Pb	Ciudad Real	Villanueva de San Carlos	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
109	580,2	441,8	836	Pb	Ciudad Real	Villanueva de San Carlos	1	a	2	—	—	f	—	—	—
110	579,8	435,0	836	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
111	581,2	447,2	836	pmz	Ciudad Real	Villanueva de San Carlos	4	z	8	—	—	c	—	—	—
112	583,0	442,6	836	Pb	Ciudad Real	Villanueva de San Carlos	1	a	2	—	—	f	—	—	—
113	583,4	440,0	836	Pb	Ciudad Real	Calzada de Calatrava	1	a	2	—	—	f	—	—	—
114	584,4	443,4	836	Zn, Pb	Ciudad Real	Villanueva de San Carlos	2	a	2	A	3	f	2 b	—	—
115	602,4	445,4	837	Pb	Ciudad Real	Viso del Marqués	1	a	2	—	—	f	—	—	—
116	610,0	445,4	837	Sb	Ciudad Real	Viso del Marqués	2	j	2	—	—	g	2 b	—	—
117	611,4	444,0	837	Sb	Ciudad Real	Santa Cruz de Mudela	2	j	2	—	—	g	2 b	—	—
118	614,2	439,8	837	Sb	Ciudad Real	Viso del Marqués	2	j	2	—	—	g	2 b	—	—
119	617,0	437,0	838	Sb	Ciudad Real	Viso del Marqués	2	j	2	—	—	g	2 b	—	—
120	620,0	434,8	838	src	Ciudad Real	Viso del Marqués	4	z	8	—	—	—	—	—	—
121	621,4	450,5	838	Sb	Ciudad Real	Santa Cruz de Mudela	2	j	2	—	—	g	3 b	—	—
122	625,4	437,0	838	Sb	Ciudad Real	Torrenueva	2	j	2	—	—	g	2 b	—	—
123	528,0	428,8	860	Sn, Ti	Córdoba	Conquista	1	f	4	—	—	—	—	—	—
124	528,8	427,6	860	Sn	Córdoba	Conquista	1	f	4	—	—	—	—	—	—
125	529,0	426,0	860	Sn	Córdoba	Conquista	1	f	4	—	—	—	—	—	—
126	530,3	424,4	860	Bi	Córdoba	Conquista	2	f	2	—	3	k	3 b	—	—
127	528,2	415,8	860	Pb	Córdoba	Conquista	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
128	530,2	432,6	860	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo	2	a	2	A	—	f	2 b	—	—
129	531,2	432,0	860	Pb	Ciudad Real	Almodóvar del Campo	2	a	2	A	—	f	3 b	—	—
130	536,8	433,4	860	Fe	Ciudad Real	Brazatortas	2	i	4	—	—	—	1 b	—	—
131	535,8	431,6	860	Pb	Ciudad Real	Brazatortas	1	a	2	—	—	f	2 b	—	—
132	536,0	420,8	860	Cu	Córdoba	Cardeña	1	c	2	—	—	f	—	—	—
133	539,4	432,0	860	Pb	Ciudad Real	Cabezarrubias	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
134	540,0	431,0	860	Pb	Ciudad Real	Fuencaliente	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
135	539,2	426,2	860	Ba	Ciudad Real	Fuencaliente	1	k	6	—	—	—	1 b	—	—
136	542,8	430,6	860	Pb	Ciudad Real	Fuencaliente	1	a	2	—	—	f	1 b	—	—
137	542,0	428,0	860	Pb, Zn	Ciudad Real	Fuencaliente	1	a	2	—	—	f	2 b	—	—
138	543,2	425,2	860	Fe	Ciudad Real	Fuencaliente	1	i	4	—	—	—	—	—	—
139	542,4	421,0	860	Pb	Ciudad Real	Fuencaliente	2	a	2	—	—	f	1 b	—	—
140	540,8	418,6	860	Bi	Córdoba	Cardeña	2	f	2	—	3	k	2 b	—	—
141	547,8	433,6	860	Pb	Ciudad Real	Cabezarrubias	1	a	2	—	—	f	1 b	—	—
142	546,7	432,6	860	Fe	Ciudad Real	Cabezarrubias	1	i	4	—	—	—	—	—	—
143	548,8	432,4	860	Pb	Ciudad Real	Cabezarrubias	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
144	545,2	431,2	860	Pb, Zn	Ciudad Real	Fuencaliente	1	a	2	—	—	f	2 b	—	—
145	545,6	427,2	860	Pb	Ciudad Real	Fuencaliente	2	a	2	—	—	f	3 b	—	—
146	544,8	426,8	860	Pb	Ciudad Real	Fuencaliente	1	a	2	—	—	f	—	—	—
147	546,8	425,0	860	Pb	Ciudad Real	Fuencaliente	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
148	545,0	423,4	860	Mn	Ciudad Real	Fuencaliente	1	r	4	—	—	—	1 b	—	—
149	545,8	423,0	860	Cu	Ciudad Real	Fuencaliente	2	c	2	—	—	f	1 b	—	—
150	546,8	422,8	860	Pb	Ciudad Real	Fuencaliente	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
151	543,6	419,2	860	Pb	Ciudad Real	Fuencaliente	1	a	2	—	—	f	—	—	—
152	543,0	416,8	860	Bi	Córdoba	Cardeña	2	f	2	—	—	k	1 b	—	—
153	548,4	427,0	860	Fe	Ciudad Real	Fuencaliente	1	i	4	—	—	—	—	—	—
154	548,5	425,4	860	Pb	Ciudad Real	Fuencaliente	1	a	2	—	—	f	—	—	—
155	550,4	423,7	860	Pb	Ciudad Real	Fuencaliente	2	a	2	—	—	f	—	—	—
156	549,0	422,5	860	Pb, Zn	Ciudad Real	Fuencaliente	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
157	547,2	417,7	860	Pb	Ciudad Real	Fuencaliente	1	a	2	—	—	f	—	—	—
158	546,8	415,8	860	Cu	Córdoba	Cardeña	1	c	2	—	—	f	—	—	—
159	552,6	432,4	860	Pb	Ciudad Real	Hinojosa	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
160	552,8	423,8	860	Pb	Ciudad Real	Fuencaliente	2	a	2	—	—	f	—	—	—
161	556,9	424,6	861	Pb	Ciudad Real	Fuencaliente	2	a	2	—	—	f	—	—	—
162	556,9	428,6	861	Pb, Fe	Ciudad Real	Solana del Pino	1	a	2	—	—	f	—	—	—
163	559,0	421,8	861	Fe	Ciudad Real	Fuencaliente	2	i	4	—	—	—	—	—	—
164	560,0	427,7	861	Pb	Ciudad Real	Solana del Pino	1	a	2	—	—	f	—	—	—
165	560,0	418,6	861	Pb	Jaén	Andújar	1	a	2	—	—	f	—	—	—

(Continuación.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION								
							Morfología	Mena	Quimismo		Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
									Mena	Ganga					
166	561,6	421,0	861	Pb	Ciudad Real	Solana del Pino	1	a	2	—	—	f	—	—	—
167	563,2	426,0	861	Pb	Ciudad Real	Solana del Pino	1	a	2	—	—	f	—	—	—
168	564,0	425,0	861	Pb	Ciudad Real	Solana del Pino	1	a	2	—	—	f	—	—	—
169	564,5	429,4	861	Pb	Ciudad Real	Solana del Pino	1	a	2	—	—	f	1 b	—	—
170	566,2	429,4	861	Pb	Ciudad Real	Solana del Pino	2	a	2	—	—	f	—	—	—
171	566,3	428,2	861	Pb	Ciudad Real	Solana del Pino	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
172	565,5	427,8	861	Pb	Ciudad Real	Solana del Pino	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
173	565,8	427,0	861	Pb	Ciudad Real	Solana del Pino	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
174	566,3	426,4	861	Pb	Ciudad Real	Solana del Pino	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
175	565,9	424,4	861	Pb	Ciudad Real	Solana del Pino	1	a	2	—	—	f	—	—	—
176	567,4	424,0	861	Pb	Ciudad Real	Solana del Pino	1	a	2	—	—	f	—	—	—
177	567,2	422,8	861	Pb	Ciudad Real	Solana del Pino	1	a	2	—	—	f	—	—	—
178	565,8	421,6	861	Pb, Fe	Ciudad Real	Solana del Pino	1	a	2	—	—	f	—	—	—
179	567,8	422,0	861	Pb	Ciudad Real	Solana del Pino	1	a	2	—	—	f	—	—	—
180	560,5	432,8	861	Pb, Fe	Ciudad Real	Solana del Pino	1	a	2	—	—	f	—	—	—
181	566,5	430,2	861	Pb	Ciudad Real	Solana del Pino	1	a	2	—	—	f	—	—	—
182	568,5	430,3	861	Cu	Ciudad Real	Mestanza	1	c	2	—	—	f	1 b	—	—
183	570,6	430,4	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
184	572,7	417,6	861	Pb	Jaén	Andújar	1	a	2	—	—	f	—	—	—
185	574,0	429,0	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
186	574,0	427,4	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
187	574,4	424,8	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	m/m
188	573,8	424,0	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
189	573,8	422,6	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
190	574,8	428,5	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	1	a	2	—	—	f	—	—	—
191	575,8	428,6	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	1	a	2	—	—	f	—	—	—
192	575,6	427,2	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
193	575,2	426,2	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
194	575,3	424,4	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
195	574,4	423,4	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	—	—	—
196	575,4	423,4	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
197	575,0	422,0	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
198	577,0	433,0	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
199	576,8	431,2	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	m/m
200	578,0	432,0	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
201	579,4	432,0	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
202	580,0	430,8	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
203	578,5	431,0	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
204	577,8	430,4	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
205	576,8	428,0	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
206	578,5	428,2	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
207	580,5	428,3	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
208	579,2	427,2	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
209	577,0	426,0	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
210	588,8	426,2	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
211	588,8	425,2	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
212	577,0	424,8	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
213	577,4	423,2	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
214	578,8	423,4	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
215	579,6	424,0	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
216	579,6	422,6	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	m/m
217	576,3	422,2	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	—	—	—
218	576,4	421,4	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
219	580,2	416,8	861	Pb	Jaén	Andújar	1	a	2	—	—	f	—	—	—
220	581,6	423,4	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
221	583,0	423,6	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
222	582,0	420,3	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
223	581,4	422,8	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
224	582,4	421,2	861	Pb	Ciudad Real	Mestanza	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
225	583,7	431,6	861	Pb	Ciudad Real	San Lorenzo de Calatrava	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
226	583,0	430,4	861	Pb	Ciudad Real	San Lorenzo de Calatrava	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
227	583,6	429,8	861	Pb	Ciudad Real	San Lorenzo de Calatrava	2	a	2	—	—	f	2 b	—	m/m
228	584,8	430,4	861	Pb	Ciudad Real	San Lorenzo de Calatrava	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
229	585,0	429,8	861	Pb	Ciudad Real	San Lorenzo de Calatrava	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
230	585,4	429,0	861	Pb	Ciudad Real	San Lorenzo de Calatrava	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
231	587,0	431,0	862	Pb	Ciudad Real	San Lorenzo de Calatrava	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
232	587,4	430,0	862	Pb	Ciudad Real	San Lorenzo de Calatrava	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
233	588,6	431,6	862	Pb	Ciudad Real	Calzada de Calatrava	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
234	588,6	430,6	862	Pb	Ciudad Real	San Lorenzo de Calatrava	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
235	589,4	429,4	862	Pb	Ciudad Real	San Lorenzo de Calatrava	2	a	2	—	—	f	3 b	—	—
236	594,0	428,5	862	Pb	Ciudad Real	San Lorenzo de Calatrava	2	a	2	—	—	f	—	—	—
237	597,0	416,4	862	Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	a	2	—	—	f	4 b	—	—
238	599,0	417,2	862	Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—

(Continuación.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION									
							Morfología	Mena	Quimismo		Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
									Mena	Ganga					
239	598,0	415,4	862	Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
240	600,6	418,0	862	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
241	602,2	417,2	862	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
242	603,4	416,0	862	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
243	604,6	416,0	862	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
244	604,8	419,6	862	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
245	606,0	416,0	862	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
246	606,4	432,2	862	Sb	Ciudad Real	Viso del Marqués	2	j	2	—	—	g	2 b	—	—
247	610,0	432,0	862	Sb	Ciudad Real	Viso del Marqués	2	j	2	—	—	g	2 b	—	—
248	608,2	419,7	862	Pb	Jaén	Santa Elena	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
249	608,4	416,6	862	Pb	Jaén	Santa Elena	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
250	614,0	431,2	862	Sb	Ciudad Real	Viso del Marqués	2	j	2	—	—	g	2 b	—	—
251	611,7	418,6	862	Pb	Jaén	Santa Elena	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
252	611,6	415,4	862	Pb	Jaén	Santa Elena	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
253	614,2	415,4	862	Pb	Jaén	Santa Elena	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
254	617,0	431,8	863	Sb	Ciudad Real	Almuradiel	2	j	2	—	—	g	2 b	—	—
255	617,2	421,2	863	Zr(u)	Jaén	Santa Elena	3	s	—	A	—	a	—	—	—
256	624,8	415,4	863	Pb	Jaén	Vilches	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
257	627,3	421,2	863	Zr(u)	Jaén	Aldeaquemada	3	s	—	A	—	a	—	—	—
258	631,4	416,6	863	U	Jaén	Santisteban del Puerto	1	s	—	—	—	a	—	—	—
259	530,0	415,0	882	Pb	Córdoba	Cardeña	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
260	528,6	405,0	882	Cu	Córdoba	Montoro	2	c	2	—	—	f	2 b	—	—
261	528,2	403,0	882	Cu	Córdoba	Montoro	2	c	2	—	—	f	2 b	—	—
262	533,2	413,0	882	Pb	Córdoba.	Cardeña	2	a	2	—	—	f	2 a	—	—
263	534,6	412,0	882	Pb	Córdoba	Cardeña	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
264	538,4	410,0	882	Pb	Córdoba	Cardeña	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
265	540,0	407,0	882	Pb	Córdoba	Cardeña	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
266	540,8	410,0	882	Sn	Córdoba	Cardeña	1	f	4	—	—	—	2 b	—	—
267	542,7	413,8	882	W, Sn	Córdoba	Cardeña	1	f	6	—	—	b	—	—	—
268	542,5	408,0	882	U	Córdoba	Cardeña	1	s	2	—	—	—	2 b	—	—
269	543,0	406,7	882	U	Córdoba	Cardeña	1	s	2	—	—	—	2 b	—	—
270	544,0	415,0	882	W, Sn	Córdoba	Cardeña	1	f	6	—	—	b	—	—	—
271	544,2	413,0	882	W, Sn	Córdoba	Cardeña	1	f	6	—	—	b	—	—	—
272	544,6	404,6	882	Pb, F	Córdoba	Cardeña	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
273	547,8	414,0	882	Pb	Córdoba	Cardeña	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
274	550,0	412,0	882	Sn, W	Córdoba	Cardeña	1	f	4	—	—	—	—	—	—
275	549,8	413,7	882	Sn, W	Córdoba	Cardeña	2	f	4	—	—	k	—	—	—
276	548,8	406,5	882	U	Córdoba	Cardeña	2	s	2	—	—	—	2 a	—	—
277	547,8	402,8	882	Pb	Córdoba	Cardeña	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
278	554,0	411,3	882	U	Córdoba	Cardeña	2	s	7	—	—	a	—	—	—
279	550,6	407,0	882	U	Córdoba	Cardeña	1	s	2	—	—	—	2 b	—	—
280	551,5	406,2	882	U	Córdoba	Cardeña	1	s	2	—	—	—	2 b	—	—
281	554,0	412,2	882	Cu	Jaén	Andújar	2	c	2	—	—	f	—	—	—
282	555,2	409,6	882	U	Jaén	Andújar	2	s	2	—	—	—	—	—	—
283	554,4	407,7	882	U	Jaén	Andújar	2	s	2	—	—	—	—	—	—
284	555,0	404,0	882	U	Córdoba	Cardeña	1	s	2	—	—	—	2 b	—	—
285	552,0	397,2	882	Pb	Córdoba	Montoro	2	a	2	—	—	f	—	—	—
286	553,0	397,4	882	Pb	Córdoba	Montoro	1	a	2	—	—	f	—	—	—
287	554,4	397,3	882	Pb	Córdoba	Montoro	2	a	2	—	—	f	—	—	—
288	555,6	397,0	882	W	Córdoba	Montoro	2	f	6	—	—	i	2 b	—	—
289	557,7	405,0	883	Cu, Pb	Jaén	Andújar	1	c	2	—	—	—	—	—	—
290	558,8	398,8	883	Cu	Jaén	Andújar	1	c	2	—	—	—	2 b	—	—
291	560,8	405,0	883	Sn	Jaén	Andújar	1	f	4	—	—	—	—	—	—
292	563,4	400,0	883	Cu(U)	Jaén	Andújar	2	c	2	—	—	f	2 b	—	—
293	566,0	405,0	883	Pb	Jaén	Andújar	1	a	2	—	—	f	—	—	—
294	567,2	404,4	883	U(As)	Jaén	Andújar	1	s	7	—	—	a	—	—	—
295	567,8	403,8	883	Pb	Jaén	Andújar	1	a	2	—	—	f	—	—	—
296	567,8	402,0	883	Cu(U)	Jaén	Andújar	2	c	2	—	—	f	2 b	—	—
297	569,6	401,0	883	Cu(U)	Jaén	Andújar	2	c	2	—	—	f	3 b	—	—
298	568,8	398,2	883	Cu(U)	Jaén	Andújar	2	c	2	—	—	f	3 b	—	—
299	580,2	410,6	883	Pb, Zn	Jaén	Andújar	1	a	2	—	—	—	—	—	—
300	580,5	402,8	883	Cu	Jaén	Andújar	1	c	2	—	—	—	1 b	—	—
301	579,2	401,4	883	Pb	Jaén	Andújar	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
302	579,4	398,0	883	Cu(pyr)	Jaén	Andújar	2	c	2	A	—	f	3 b	—	—
303	584,0	402,3	883	Pb	Jaén	Villanueva de la Reina	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
304	583,7	401,0	883	Pb	Jaén	Villanueva de la Reina	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
305	585,0	400,2	883	Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	a	2	—	—	f	2 b	—	—
306	585,6	398,8	884	Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
307	587,5	402,2	884	Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
308	588,0	401,0	884	Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
309	590,0	400,6	884	Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
310	590,6	411,6	884	Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—

(Continuación.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
311	592,0	410,8	884	Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
312	593,0	405,4	884	Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
313	593,0	397,6	884	Cu, Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	c	2	—	—	h	2 b	—	—
314	594,5	408,0	884	Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
315	595,2	409,2	884	Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
316	596,6	415,2	884	Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
317	598,2	414,8	884	Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
318	596,8	409,6	884	Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
319	599,4	415,0	884	Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
320	599,4	413,6	884	Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	a	2	—	—	h	4 b	—	—
321	600,0	409,4	884	Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
322	599,0	407,6	884	Pb	Jaén	Baños de la Encina	2	a	2	—	—	h	4 b	—	—
323	600,4	403,7	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
324	602,0	404,2	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
325	601,4	408,8	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	3 b	—	—
326	600,0	404,0	884	Pb, Zn	Jaén	Guarromán	1	a	2	—	—	h	—	—	—
327	601,0	397,2	884	Pb	Jaén	Guarromán	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
328	603,8	414,0	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
329	604,0	415,0	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
330	605,0	413,6	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
331	605,4	414,6	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
332	606,0	415,0	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
333	603,3	412,2	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	4 a	—	—
334	603,0	409,2	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
335	604,0	409,4	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
336	604,2	408,3	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
337	604,5	407,4	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
338	603,5	398,8	884	Pb	Jaén	Guarromán	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
339	605,0	398,0	884	Pb	Jaén	Guarromán	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
340	605,2	396,8	884	Pb	Jaén	Guarromán	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
341	606,4	398,0	884	Pb	Jaén	Guarromán	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
342	608,0	414,8	884	Pb	Jaén	Santa Elena	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
343	608,3	414,5	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
344	606,2	412,0	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
345	606,4	411,0	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	4 b	—	—
346	609,2	415,2	884	Pb	Jaén	Santa Elena	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
347	609,8	413,5	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
348	609,0	412,4	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
349	604,0	411,4	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 a	—	—
350	608,2	397,2	884	Pb	Jaén	Guarromán	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
351	609,0	399,3	884	Pb, Ag	Jaén	Guarromán	2	a	2		—	h	2 b	—	—
352	610,8	414,0	884	Pb	Jaén	Santa Elena	2	a	2	—	—	h	3 b	—	—
353	612,3	414,8	884	Pb	Jaén	Santa Elena	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
354	614,2	414,0	884	Pb	Jaén	Santa Elena	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
355	613,0	412,8	884	Pb	Jaén	Santa Elena	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
356	610,4	412,6	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
357	611,5	412,4	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
358	611,4	411,5	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	4 b	—	—
359	613,0	412,0	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
360	612,5	410,6	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
361	614,0	411,0	884	Pb	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
362	613,4	406,4	884	Pb	Jaén	Vilches	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
363	614,0	405,2	884	W, Sn	Jaén	Vilches	2	a	6	—	—	i	2 b	—	—
364	611,4	402,4	884	Pb	Jaén	Vilches	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
365	611,6	401,6	884	Pb	Jaén	Vilches	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
366	611,4	399,0	884	Pb	Jaén	Vilches	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
367	610,6	397,3	884	Pb	Jaén	Vilches	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
368	611,2	397,2	884	Pb	Jaén	Vilches	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
369	615,0	410,0	885	Pb, Ni	Jaén	La Carolina	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
370	619,0	411,0	885	Pb	Jaén	Vilches	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
371	621,0	398,0	885	Cu, Pb	Jaén	Arquillos	2	c	2	—	—	f	—	—	—
372	622,3	415,0	885	Pb, Ba	Jaén	Vilches	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
373	632,6	403,8	885	Pb	Jaén	Nava de San Juan	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
374	633,0	400,0	885	Cu	Jaén	Nava de San Juan	3	c	2	—	—	—	2 b	—	—
375	535,8	393,8	903	Pb	Córdoba	Montoro	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
376	536,0	395,0	903	W	Córdoba	Montoro	2	f	6	—	—	i	2 a	—	—
377	540,0	394,0	903	Pb	Córdoba	Montoro	1	a	2	—	—	—	—	—	—
378	546,8	394,0	903	Pb	Córdoba	Montoro	1	a	2	—	—	—	—	—	—
379	547,3	392,4	903	W	Córdoba	Montoro	4	f	6	—	—	—	2 b	—	—
380	549,0	392,6	903	W	Córdoba	Montoro	4	f	6	—	—	—	2 b	—	—
381	560,4	387,4	904	Pb	Jaén	Marmolejo	2	a	2	—	—	h	—	—	—
382	563,6	393,0	904	Cu	Jaén	Andújar	1	c	2	—	—	—	—	—	—

(Conclusión.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
383	564,6	394,6	904	Cu	Jaén	Andújar	1	c	2	—	—	—	—	—	—
384	566,4	393,4	904	Cu	Jaén	Andújar	1	c	2	—	—	—	—	—	—
385	567,0	387,3	904	Pb	Jaén	Andújar	2	a	2	—	—	h	—	—	—
386	568,8	395,6	904	Cu	Jaén	Andújar	1	c	2	—	—	—	—	—	—
387	571,2	385,6	904	Cu	Jaén	Andújar	1	c	2	—	—	—	1 b	—	—
388	571,3	389,0	904	Pb	Jaén	Andújar	2	a	2	—	—	h	—	—	—
389	572,5	390,0	904	Pb	Jaén	Andújar	2	a	2	—	—	h	—	—	—
390	574,0	387,8	904	Cu	Jaén	Andújar	1	c	2	—	—	—	1 b	—	—
391	574,8	390,6	904	Cu	Jaén	Andújar	1	c	2	—	—	—	1 b	—	—
392	575,0	393,2	904	Cu	Jaén	Andújar	1	c	2	—	—	—	1 b	—	—
393	577,0	393,6	904	Cu	Jaén	Andújar	1	c	2	—	—	—	1 b	—	—
394	581,7	395,2	904	Cu	Jaén	Villanueva de la Reina	1	c	2	—	—	—	1 b	—	—
395	587,2	387,0	905	Pb	Jaén	Bailén	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
396	597,2	393,2	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	4 a	—	—
397	598,4	392,0	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	3 a	—	—
398	596,8	390,0	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
399	599,6	395,2	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
400	600,0	393,0	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	3 a	—	—
401	598,4	390,0	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
402	600,5	395,7	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
403	600,2	394,5	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
404	601,0	392,2	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
405	601,0	390,4	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	3 b	—	—
406	599,8	388,6	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
407	601,6	396,2	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
408	602,4	396,2	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	3 b	—	—
409	603,7	395,6	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
410	602,2	395,7	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
411	613,2	392,6	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
412	601,6	388,8	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	3 b	—	—
413	603,0	388,4	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
414	604,2	393,0	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	4 b	—	—
415	604,7	391,8	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	2 a	—	—
416	605,2	393,8	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
417	605,0	390,2	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
418	606,2	393,8	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	4 b	—	—
419	606,4	392,8	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	3 b	—	—
420	607,4	396,5	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	4 b	—	—
421	608,8	396,5	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
422	607,8	394,0	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
423	607,2	392,6	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	3 b	—	—
424	609,0	394,4	905	Pb	Jaén	Linares	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
425	617,0	395,0	906	Pb	Jaén	Vilches	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
426	619,4	394,4	906	Pb	Jaén	Vilches	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
427	620,0	394,2	906	Pb	Jaén	Vilches	2	a	2	—	—	h	2 b	—	—
428	620,4	393,5	906	Pb	Jaén	Vilches	2	a	2	—	—	h	3 b	—	—

BIBLIOGRAFIA DE LA HOJA METALOGENETICA, NUM. 70 LINARES

1799. García Fernández, D.: Sobre las minas de plomo de la Carolina en Sierra Morena. «An. Hist. Nat.», t. I.

1844. Anónimo: Informe sobre el estado de la minería de la provincia de Córdoba. «Bol. Of. de Min», núm. 9.

1844. Escosura, L.: Nota sobre la mina y fundiciones del «Guindo». «Bol. Of. de Min.», núm. 18.

1845. Anónimo: Minas y fundiciones del «Guindo». «Bol. Of. de Min.», núm. 18.

1845. Cía, P.: Sobre beneficio de los minerales de cobre en Linares. «An. de Min.», t. III.

1851. Anónimo: Escoriales del campo de Linares. Rectificación. «Rev. Min.», t. II.

1853. Anónimo: Resumen del estado de la minería en el distrito de Linares. «Rev. Min.», t. IV.

1853. Anonimo: Mina de «Los Arrayanes» en Linares. «Rev. Min.», t. IV.

1853. Gómez Salazar, I.: Dictamen sobre las circunstancias actuales y porvenir de la mina de los «Arrayanes» perteneciente al Estado, evacuado en 1846, acompañado de un plano croquis para su inteligencia. «Rev. Min.», t. IV.

1857. Anónimo: Linares. Plano geológico-minero de este distrito. Rev. Min.», t. VIII.

1859. Sánchez, E.: Memoria científico-estadística de este establecimiento nacional de Linares. «Rev. Min.», serie A, t. X.

1860. Maffei, I.: Séptimo distrito. Granada, Málaga, Jaén. «Rev. Min.», t. XI.

1865. Anónimo: Linares. Sobre el estudio de un proyecto de socavones generales. «Rev. Min.», t. XVI.

1874. García Araus, F.: Datos geológicos-mineros de la provincia de Jaén. «Bol. IGME», t. I.

1875. Naranjo, E.: Datos geológicos-mineros de la provincia de Jaén. «Bol. IGME», t. II.

1876. Anónimo: Minas del distrito de Linares. «Rev. Min.».

1876. Anónimo: Reseña minera del distrito de Linares. «Rev. Min.», serie B, t. II.

1877. Bautista y Muñoz, M.: Reconocimiento del terreno de Montoro hasta el río Yeguas. «Rev. Min.», serie B.

1877. Herrera, A.: Datos geológicos-mineros de la provincia de Jaén. «Bol. IGME», núm. 4.

1884. Mallada, L.: Reconocimiento geológico de la provincia de Jaén. «Bol. IGME», núm. 11.

1889. Calderón, S.: Wufenita de Linares. «Act. Sve. Esp. Hist. Nat.», t. XVIII.

1889. MESA ALVAREZ, P. de: Memorias sobre la zona minera de Linares - La Carolina. «Rev. Min. y Met.», t. VII y t. VIII.
1890. MESA, P.: Memoria sobre la zona minera de Linares - La Carolina. Bosquejo geológico. «Rev. Min. y de Met. Ing.».
1890. MESA, P.: Memoria sobre la zona minera Linares - La Carolina. Criaderos metalíferos. «Rev. Min.», serie C, t. VIII.
1890. MESA, P.: Memoria sobre la zona minera Linares - La Carolina, sistema, origen y edad relativa de los criaderos. «Rev. Min.», serie C, t. VIII.
1890. MESA, P.: Memoria sobre la zona minera Linares - La Carorolina. Resumen de los filones de Linares. «Rev. Min.», serie C, t. VIII.
1890. MESA. P.: Memoria sobre la zona minera Linares - La Carolina (conclusión). «Rev. Min.», serie C, t. VIII.
1891. ANÓNIMO: Minas de plomo en Linares. «Rev. Min. y Met.», t. IX. IGME.
1892. MESA ALVAREZ, P. de: Minas de La Carolina. «Rev. Min. y Met.», t. X.
1892. MESA, P.: Minas de La Carolina y de Alcudia. «Rev. Min.», serie C, t. X.
1897. ORIOL, R.: El distrito de Linares. «Rev. Min.».
1898. MAZARRASA, J. M.: Mina de plomo «Arrayanes», de Linares. «Rev. Min.», serie C.
1904. CHALON, P. F.: Contribución al estudio de los filones de galena de Linares. «Rev. Min.», serie C, t. XXII.
1905. SANDARS: The Linares bas-relief and roman mining operations in Baetica. Archaelogia.
1908. RODRÍGUEZ ROMERO, C.: Bosquejo geológico-minero sobre algunos criaderos de Andújar y Villanueva de la Reina. Estad. Minera.
— RODRÍGUEZ ROMERO, C.: Estudio de criaderos. Plomo. Estad. Minera.
1909. MARTÍNEZ CARRIDO, J. G.: Región minera de La Carolina. Estad. Minera.
1910. MARTÍNEZ GARRIDO, J. G.: Explotaciones modernas del distrito de Linares. Estad. Minera.
1911. MARTÍNEZ GARRIDO, J. G.: Minas en explotación (Jaén). Estad. Minera.
1911. HERRERA, A.: Una novedad de explotación en la mina «El Sinapismo». «Rev. Min.», serie C, t. XXIX.
1911. JORDANA, A.: Sobre una variante del sistema de disfrute en las minas de La Carolina. «Rev. Min.», serie C, t. XXIX.
1912. BRAECKEL, G.: La región minera de Linares-La Carolina. «Rev. Min.», serie C, t. XXX.
1913. GUARDIOLA, R.: Informe sobre la mina «El Guindo» (La Carolina).
1915. MARÍN, A.: Informe sobre la mina de plomo «Santa Catalina», de La Carolina.
1916. CARBONELL, A.: Sustancias radioactivas de la provincia de Córdoba. (Defensor de Córdoba, 21 abril.)
1917. AGUIRRE, G.: Extracto del informe de la visita girada a los distritos de la 7.ª Región en junio de 1917. «Bol. Of. Min. y Comb.», núm. 7.
1917. CARBONELL, A.: Tungsteno en la provincia de Córdoba. «Rev. Min.».
1919. MARTÍNEZ GARRIDO, J. G.: Explotaciones mineras. Zona de Linares. Zona de La Carolina. Estad. Min.
1919. LLAVE. R.; PACHECO, J.: Estudio industrial de criaderos de antimonio en las regiones de los términos de Torrenueva, Santa Cruz de Mudela, Almuradiel y Viso del Marqués. Jef. de Minas de Ciudad Real.
1919. SORIANO Y DULCE: Estudio sobre los yacimientos metalíferos de los términos de Andújar, Villanueva de la Reina y Motizón. «Bol. Of. Min. y Met.», núms. 23 y 24.
1920. HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.: Informe sobre las minas de hierro de Santisteban.
1921. MARTÍNEZ GARRIDO, J. G.: Formación del catálogo correspondiente a la zona que comprende el grupo minero «El Centenillo» en término municipal de Baños de la Encina. Jef. de Min. de Jaén.
1292. ARRIOLA, E.: Estudio industrial del grupo minero «Los Guindos», Jef. de Min. de Jaén.
1923. CARBONELL, A.: Catalogación de los yacimientos de cinc en la provincia de Córdoba.
1923. ALVARADO, A.: Algunas ideas sobre el probable desarrollo del distrito de Linares-La Carolina. «Rev. Min»., serie C, t. XLI
1923. ALVARADO, A.: Distrito minero de Linares-La Carolina. Campo filoniano de La Carolina. «Bol. IGME», t. XLIII.
1923. ALVARADO, A.: Región Este de Sierra Morena. Datos referentes a tectónica y formaciones filonianas de plomo. «Bol. IGME», t. XLIV.
1924. LÓPEZ CALLEJAS, J. M.: Estudio del criadero de mineral de plomo de las minas pertenecientes a los grupos «San Miguel», «El Mimbre» y «Coto de la Luz». Jef. de Min. de Jaén.
1924. LÓPEZ CALLEJAS, J. M.: Estudio industrial de los criaderos de mineral de plomo denominados «Venus», «Cristo del Valle». «Calvario», «Los Gregorios», «San Lorenzo» y «Santa Ana», de la zona de Linares. Jef. de Min. de Jaén.
1924. SANDARS: Apuntes sobre la apellidada «Mina de la Plata», próxima a Baeza, en la provincia de Jaén. «Rev. de Archivos, Bibliot. y Museos».
1925-26. ARRIOLA, E.: Estudio industrial acerca de los grupos mineros «Sinapismo» y «Rafaelito». Jef. de Min. de Jaén (Linares).
1925. CARBONELL, A.: La provincia de Córdoba y los minerales raros. «Rev. Minera».
1925. GÓMEZ IZQUIERDO, V. M.: Estudio del grupo minero «Majadahonda», término de Guarromán. Jef. de Min. de Jaén.
1925-26. GÓMEZ IZQUIERDO, V. M.: Estudio del grupo minero «Collado del Lobo», término de Guarromán. Jef. de Min. de Jaén.
1925-26. CARBONELL. A.: Estudio de los criaderos de Pb de la región SE del Soldado y su continuidad hacia el término municipal de Montoro y provincia de Jaén. Dist. Min. de Córdoba.
1926-27-28. CARBONELL, A.: Catálogo de las minas de la provincia de Córdoba. «Defensor», de Córdoba, artículos aparecidos durante los años 1926, 1927 y 1928.
1926. ALVARADO, A.: Fracturas metalizadas del término de Andújar. «Bol. IGME», t. XLVII.
1926. FÁBREGA, P.: Los filones de Linares-La Carolina. «Bol. IGME», t. XLVII (2.ª parte).
1926. HEREZA, J.; ALVARADO, A.: Yacimientos metalíferos de Linares y Huelva. Guía Geológica. Madrid. Congreso Internacional Geológico. Guía Excursión, A-3.
1926. HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.: Informe de una mina de cobre en Andújar.
1926. LÓPEZ CALLEJAS, J. M.: Estudio industrial de los criaderos de mineral de plomo del grupo denominado «Pozo Ancho», en la zona de Linares. Jef. Min. de Jaén.
1928. ANÓNIMO: Catálogo de los yacimientos de plomo de la provincia de Córdoba. Cámara Of. de Min. de Córdoba, núm. 5.
1928. HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.: Informe sobre las minas de plomo de Matacabras (Jaén).
1928-29. CARBONELL. A.: Catalogación de los yacimientos de plomo. «Bol. Cám. Of. Min.», 1928 y Jef. Min. Córdoba, 1929.
1929. MOORE, J. V.: La zona cuprífera de Andújar.
1930. AGUIRRE, R.: Memoria del distrito minero de Córdoba, Cám. Of. de Min. de Córdoba, núm. 14.
1931. VALDÉS, A.; ALVARADO, A. de; MESEGUER PARDO, J.: Hoja número 885. Santiesteban del Puerto (Jaén). IGME.
1932. MARÍN, A.; SIERRA, A.; LARRAGÁN, A.: Reservas de cobre en España. «Not. y Com.», núm. 4.
1933. ANÓNIMO: Provincia de Jaén. «Cat. Des. Cri. Min. Esp.», t. I.
1933. SORIANO; DULCE: Estudio sobre los yacimientos metalíferos de los términos de Andújar, Villanueva de la Reina y Montizón (Jaén). «Cat. Des. Cr. Min.», t. I-II.
1942. HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.: Siluriano de Andalucía (Santiesteban del Puerto). «Bol. IGME», t. XLV.
1942. HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.: Informe sobre las minas de plomo de Montoro.
1942. MESEGUER, J.; CANTOS, J.: Investigación de nuevas metalizaciones en el distrito Linares-La Carolina. «Not. y Com.» número 10.
1942. SUÁREZ INALÁN, P.: Estudio general del Coto de «Sta. Teresa» y de otras minas de Santa Elena. Informe.
1943. PANCORBO, L.: El antimonio en España. «Minería y Metalurgia».
1944. CARBONELL, A.: Criaderos de hierro en España. Hierros de Córdoba y Jaén. Criaderos de la provincia de Jaén. Mem. IGME.
1945. ANÓNIMO: Memoria del grupo minero «Los Alemanes», del término de Linares.
1948. CARBONELL, A.: Introducción a los criaderos de Zn de la provincia de Córdoba.
1954. BECHENBERG, H. P.: Zur Geologie und Mineralogie der wolframlagerstäten von Belalcázar und Vilches Spanien. «Z. DGG. Bd.», 106, II S, 505.
1957. BECHENBERG, H. P.: Algunas observaciones respecto a los criaderos de plomo de Linares (España). «Not. y Com.», n.º 46.
1957. MARÍN, A.: Nota de la visita efectuada a las escombreras de Linares de la sociedad EMITER en junio 1957.
1958. ANÓNIMO: Catastro y censo minero de España. Dist. Min. de Córdoba. Direc. Gen. de Minas y Comb., núm. 30.

1958. MARÍN, A.: Nota de la visita efectuada a las minas de Collado del Lobo (Jaén).

1959. Catastro y censo minero de Jaén. Direc. Gen. de Min. y Comb., núm. 34.

1962. ENADIMS: Minas de plomo de Linares. Informe.

1964. ARRIBAS, A.: Mineralogía y metalogenia de los yacimientos españoles de Cardeña (Córdoba) de uranio. «Not. y Com.», número 76.

1966. MÁRQUEZ; TRIGUERO: Contribución al estudio metalogénico de Los Pedroches. «Not. y Com.», núm. 82.

1968. FUGANTI, A.: Ricerche stratigrafiche, petrografiche, e strutturale nella zona mineraria di Linares (Spagna meridionale). Univ. Stud. Trieste. «Inst. Geol.», núm. 76 A.

1968. TAMAIN: Le district Minier de Linares-La Carolina et son cadre methallogenique en Sierra Morena Orientale (Espagna). «B. b. Grul de France», 7.ª Serie.

1969. ANÓNIMO: Indicios zona Carolina. «Bol. Soc. Geol. France», 7.ª Serie, t. X, núm. 1.

1969. SÁNCHEZ CELA, V.: Consideraciones petrogenéticas sobre el Trías de la zona de Linares. Beas de Segura. «Est. Geol.», vol. 25.

2.4.2-8 Hoja metalogenética número 75. Sevilla

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
1	322,0	375,0	916	Fe	Huelva	Aroche-Cortegana	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
2	322,4	372,8	917	Fe	Huelva	Aroche-Cortegana	3	i	4	—	3,1	CP	1 b	—	—
3	322,5	371,6	917	Fe	Huelva	Cortegana	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
4	324,2	379,2	917	Fe	Huelva	Galaroza-La Nava	4	i	4	—	—	—	1 b	—	—
5	325,4	377,4	917	Fe	Huelva	Galaroza-La Nava	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
6	336,4	366,4	917	Cu, pyr	Huelva	Alajar	1	c	2	—	—	—	1 b	—	—
7	327,6	379,0	917	Fe	Huelva	Galaroza-La Nava	4	i	4	—	—	—	1 b	—	—
8	330,4	381,6	917	Pb	Huelva	La Nava	1	a	2	—	1	—	—	—	—
9	331,6	379,4	917	Fe	Huelva	La Nava	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
10	329,5	374,2	917	pyr, Cu	Huelva	Jabugo	3	e	2	—	—	C	2 a	—	1
11	330,0	374,0	917	Fe	Huelva	Jabugo	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
12	330,4	374,2	917	Fe	Huelva	Jabugo	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
13	332,8	377,8	917	Cu, pyr	Huelva	La Nava	3	c	2	A	3	—	2 a	—	4
14	333,0	376,4	917	Fe	Huelva	La Nava-Galaroza	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
15	333,4	376,0	917	Cu, Zn	Huelva	Galaroza	2	c	2	A	—	—	1 b	—	—
16	332,4	374,2	917	Fe	Huelva	Jabugo	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
17	332,9	373,8	917	pyr	Huelva	Jabugo	2	l	2	—	—	—	1 b	—	—
18	335,0	371,5	917	Pb	Huelva	Galaroza	1	a	2	A	1	—	1 b	—	—
19	336,0	371,0	917	Pb, Zn	Huelva	El Castaño	3	a	2	—	1	C	2 b	—	—
20	337,0	371,0	917	Fe	Huelva	Fuenteheridos	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
21	338,0	372,2	917	Fe	Huelva	Fuenteheridos	1	i	4	—	1	—	2 a	—	—
22	337,8	375,4	917	Fe	Huelva	La Nava	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
23	338,5	371,6	917	Fe	Huelva	Fuenteheridos	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
24	331,5	368,3	917	grf	Huelva	La Corte	3	x	1	—	5	—	2 b	—	—
25	330,6	367,4	917	Cu, pyr	Huelva	Santa Ana la Real	1	c	2	—	—	—	2 b	—	—
26	332,7	365,8	917	pyr	Huelva	Santa Ana la Real	2	l	2	—	14	—	2 b	—	—
27	335,4	368,2	917	Fe	Huelva	Alajar	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
28	335,7	368,8	917	Fe, pyr	Huelva	Alajar	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
29	339,0	368,2	917	Fe, Zn	Huelva	Alajar	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
30	341,6	369,0	917	Fe	Huelva	Linares	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
31	343,0	370,2	917	Pb	Huelva	Aracena	3	c	2	—	1	C	—	—	—
32	343,6	373,0	917	Fe	Huelva	Aracena	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
33	344,8	373,3	917	Fe	Huelva	Cortelazor-Aracena	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
34	342,8	368,4	917	pyr, Cu	Huelva	Linares-Aracena	2	l	2	—	1,3	—	1 b	—	—
35	344,6	368,0	917	pyr	Huelva	Linares-Aracena	2	l	2	—	1,3	—	2 b	—	—
36	345,4	367,4	917	Fe, Zn	Huelva	Alajar	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
37	348,4	370,0	917	Fe	Huelva	Aracena	2	i	4	—	1	—	2 b	—	4
38	350,2	358,8	917	Fe	Huelva	Aracena	2	i	4	—	1	—	2 b	—	4
39	357,4	365,8	918	Pb	Huelva	Higuera de la Sierra	1	a	2	—	—	—	1 a	—	—
40	365,6	376,4	918	Fe, pyr	Huelva	Cala	3	i	4	AB	14	nk	3 a	aC	1
41	367,6	374,0	918	Fe	Huelva	Cala	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
42	372,5	378,9	918	Cu	Huelva	Cala	2	c	2	A	4	—	2 b	—	—
43	373,0	377,7	918	Cu	Heulva	Cala	2	c	2	A	4	—	2 b	—	—
44	371,8	374,0	918	Fe	Huelva	Santa Olalla de Cala	3	i	4	AB	14	nk	2 a	N	1
45	374,8	374,0	918	Fe	Huelva	Santa Olalla de Cala	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
46	363,3	364,2	918	Ba	Huelva	Zufre	2	k	6	—	13	—	—	—	—
47	372,6	364,4	918	Fe	Huelva	Higuera de la Sierra	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
48	368,6	374,4	918	Fe	Huelva	Cala	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
49	382,0	374,2	919	Fe	Sevilla	Real de la Jara	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
50	383,4	376,1	919	Fe, Cu	Sevilla	Real de la Jara	3	i	4	—	1	nk	2 b	—	—
51	384,4	373,5	919	Fe	Sevilla	Real de la Jara	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
52	388,6	373,4	919	Fe	Sevilla	Real de la Jara	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
53	390,4	373,2	919	Fe	Sevilla	Real de la Jara	3	i	4	—	1,3	f	2 b	N	6
54	392,4	380,0	919	Pb, Zn	Sevilla	Real de la Jara	1	a	2	—	—	—	—	—	—
55	394,0	380,0	919	Pb, Zn	Sevilla	Real de la Jara	2	a	2	A	—	—	2 b	—	—
56	396,2	378,8	919	Pb, Zn	Sevilla	Real de la Jara	2	a	2	—	—	—	—	—	—
57	397,7	375,8	919	Pb, Zn	Sevilla	Real de la Jara	1	a	2	—	—	—	—	—	—

(Continuación.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
58	405,2	377,2	919	Fe	Sevilla	Cazalla de la Sierra	3	i	4	—	—	L	2 b	—	—
59	383,8	364,8	919	Cu	Sevilla	Almadén de la Plata	1	c	2	—	3	—	1 b	—	—
60	387,2	367,7	919	Fe	Sevilla	Almadén de la Plata	1	i	4	—	—	—	—	—	—
61	387,7	368,6	919	Fe	Sevilla	Almadén de la Plata	3	i	4	—	1	—	1 b	—	—
62	393,0	369,4	919	Cu	Sevilla	Almadén de la Plata	1	c	2	A	—	—	1 b	—	—
63	397,7	368,6	919	Cu	Sevilla	Almadén de la Plata	1	c	2	—	—	—	1 b	—	—
64	404,0	369,7	919	Fe	Sevilla	Cazalla de la Sierra	3	i	4	—	—	k	1 b	—	—
65	407,6	368,5	919	Fe	Sevilla	Cazalla de la Sierra	3	i	4	—	1	k	1 b	—	—
66	294,6	352,4	937	pyr	Huelva	Cabezas Rubias	1	l	2	—	—	—	1 b	—	—
67	297,2	357,3	937	Fe	Huelva	Cabezas Rubias	1	i	4	—	—	a	—	—	—
68	297,4	352,8	937	Cu, pyr	Huelva	Cabezas Rubias	3	c	2	A	—	—	2 b	—	—
69	297,8	352,0	937	Cu, pyr	Huelva	Cabezas Rubias	1	c	2	—	—	—	—	—	—
70	298,0	352,5	937	pyr	Huelva	Cabezas Rubias	1	l	2	—	—	—	—	—	—
71	298,3	353,0	937	Mn	Huelva	Cabezas Rubias	3	r	8	A	6	—	1 b	—	—
72	302,5	357,3	937	pyr	Huelva	Cabezas Rubias	1	l	2	—	—	—	2 b	—	—
73	306,0	359,4	937	pyr	Huelva	Cerro de Andévalo	1	l	2	—	36	—	2 b	—	—
74	306,4	357,6	937	Cu, pyr	Huelva	Cerro de Andévalo	2	c	2	—	6	d	2 a	—	1
75	307,0	354,2	937	Cu, pyr	Huelva	Cerro de Andévalo	1	c	2	—	36	—	2 b	—	—
76	306,0	353,2	937	Mn	Huelva	Cerro de Andévalo	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
77	308,7	351,4	937	Cu	Huelva	Cerro de Andévalo	1	c	2	—	—	—	1 b	—	—
78	310,0	363,0	937	Cu,Zn,Pb	Huelva	Cortegana	3	c	2	—	6,3	d	2 b	—	—
79	311,0	361,6	937	pyr	Huelva	Cortegana	3	l	2	—	6,3	—	2 a	—	—
80	311,6	361,4	937	Cu, pyr	Huelva	Cortegana	3	c	2	—	3	—	2 a	N	—
81	310,8	361,0	937	Cu, pyr	Huelva	Cortegana	4	c	2	—	—	—	3 a	N	—
82	314,6	361,8	937	Cu, Pb, Zn	Huelva	Cortegana	3	c	2	—	3,2	d	2 a	CD	—
83	315,0	360,5	937	pyr	Huelva	Cortegana	1	l	2	—	—	—	1 b	—	—
84	312,2	358,2	937	Fe	Huelva	Cerro de Andévalo	1	i	4	—	—	—	2 b	—	—
85	311,5	356,0	937	Cu, pyr	Huelva	Cerro de Andévalo	3	c	2	—	6	d	2 a	—	—
86	313,8	359,8	937	Mn	Huelva	Cerro de Andévalo	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
87	314,6	358,8	937	Mn	Huelva	Cerro de Andévalo	2	r	4	A	3	—	2 b	—	—
88	314,0	359,0	937	Mn	Huelva	Cerro de Andévalo	1	r	4	A	3	—	2 b	—	—
89	318,7	360,6	937	Cu, pyr	Huelva	Cortegana	3	c	2	—	3	—	2 b	—	—
90	320,6	361,2	937	pyr	Huelva	Almonaster	1	l	2	—	—	—	—	—	—
91	320,5	360,7	937	Cu, pyr	Huelva	Almonaster	3	c	2	—	3	—	2 b	—	—
92	320,5	358,8	937	Cu, pyr	Huelva	Almonaster	3	c	2	AC	3	—	2 b	—	—
93	321,0	357,2	937	Cu, pyr	Huelva	Almonaster	3	c	2	—	3	—	2 a	—	—
94	317,2	351,8	937	Fe	Huelva	Cerro de Andévalo	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
95	310,8	351,0	937	Cu, Pb, Zn	Huelva	Calañas	3	c	2	—	36	d	3 a	—	—
96	299,4	353,0	937	Fe	Huelva	Cabezas Rubias	2	i	4	—	3	a	2 b	—	—
97	322,2	350,8	938	Cu, pyr	Huelva	Calañas	3	c	2	—	6	d	4 a	CD	—
98	321,7	358,0	938	Cu, pyr	Huelva	Almonaster	1	c	2	—	6	—	1 b	—	—
99	323,8	350,0	938	Cu, Pb, Zn	Huelva	Almonaster	3	c	2	—	36	—	2 a	—	—
100	325,0	358,8	938	Pb, Zn	Huelva	Almonaster	2	a	2	—	3	—	2 b	—	—
101	326,5	358,6	938	Pb, Zn, pyr	Huelva	Almonaster	2	a	2	—	3	—	2 a	—	—
102	327,2	358,2	938	Mn	Huelva	Almonaster	1	r	4	—	—	—	2 a	—	—
103	326,2	358,2	938	Mn	Huelva	Almonaster	3	r	4	A	3	—	2 b	—	—
104	327,8	358,6	938	Cu, Zn	Huelva	Almonaster	3	c	2	—	36	—	2 a	—	—
105	329,6	362,4	938	Cu	Huelva	Almonaster	1	c	2	—	—	—	1 b	—	—
106	326,0	356,8	938	Mn	Huelva	Almonaster	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
107	326,2	355,6	938	Mn	Huelva	Almonaster	1	r	4	A	3	—	2 b	—	—
108	329,4	358,4	938	Fe	Huelva	Almonaster	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
109	330,4	358,4	938	Fe	Huelva	Almonaster	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
110	329,4	357,7	938	pyr	Huelva	Almonaster	3	l	2	—	3,6	—	2 a	—	—
111	328,8	353,4	938	Mn	Huelva	Almonaster	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
112	330,0	352,3	938	grz	Huelva	Almonaster	1	z	4	—	—	—	1 b	—	—
113	331,6	356,5	938	Mn	Huelva	Almonaster	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
114	323,2	349,3	938	Cu, pyr	Huelva	Calañas	1	c	2	—	3	—	1 b	—	—
115	326,8	349,3	938	Sb	Huelva	Zalamea la Real	2	p	2	—	—	—	2 b	—	—
116	332,7	356,8	938	Cu, pyr	Huelva	Almonaster	3	c	2	—	3	—	2 b	—	—
117	334,8	357,7	938	Mn	Huelva	Almonaster	3	r	4	A	3	—	2 b	—	—
118	334,0	356,1	938	Mn	Huelva	Almonaster	3	r	4	A	3,6	—	3 a	—	—
119	335,2	356,3	938	pyr	Huelva	Almonaster	4	l	2	—	3,6	—	2 b	—	—
120	336,4	357,6	938	Cu, pyr	Huelva	Almonaster	3	c	2	—	3,6	d	2 a	CD	—
121	336,8	356,7	938	Cu, pyr	Huelva	Almonaster	3	c	2	—	36	—	2 b	—	—
122	337,8	356,3	938	pyr	Huelva	Aracena	1	l	2	—	—	—	—	—	—
123	338,6	357,0	938	Mn	Huelva	Aracena	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
124	338,6	356,4	938	pyr	Huelva	Aracena	1	c	2	—	—	—	2 b	—	—
125	342,3	359,6	938	Fe	Huelva	Aracena	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—

(Continuación.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION: Morfología	Mena	Quimismo: Mena	Quimismo: Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
126	337,8	355,0	938	Pb, Zn	Huelva	El Campillo	2	a	2	A	56	f	2 b	—	—
127	335,7	351,0	938	Cu, pyr	Huelva	Zalamea la Real	1	c	2	—	—	—	2 b	—	—
128	336,3	351,2	938	Fe	Huelva	El Campillo	1	i	4	—	—	—	2 b	—	—
129	339,9	355,3	938	Mn	Huelva	Campofrío	3	r	45	A	3	—	2 b	—	—
130	340,8	356,0	938	pyr	Huelva	Campofrío	1	l	2	—	—	—	1 b	—	—
131	343,4	356,0	938	pyr	Huelva	Campofrío	1	l	2	—	3	—	2 b	—	—
132	348,3	359,3	938	Fe	Huelva	Campofrío	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
133	345,3	355,8	938	pyr	Huelva	Campofrío	1	l	2	—	—	—	1 b	—	—
134	344,6	353,5	938	Cu	Huelva	Nerva	4	c	2	—	3,6	—	2 b	—	—
135	347,0	353,4	938	Cu	Huelva	La Granada de R.	1	c	2	—	—	—	1 b	—	—
136	341,6	352,5	938	Cu, pyr	Huelva	Nerva	3	l	2	—	3,6	—	2 b	—	—
137	348,2	351,8	938	Mn	Huelva	Nerva	3	r	4	A	6	—	2 a	—	—
138	349,3	349,3	938	Mn	Huelva	Nerva	1	r	4	—	—	—	1 b	—	—
139	338,0	347,7	938	qrz	Huelva	Zalamea la Real	1	z	4	A	—	—	1 b	—	—
140	340,2	348,8	938	Fe	Huelva	Zalamea El Campillo	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
141	340,2	348,8	938	Fe	Huelva	Zalamea El Campillo	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
142	341,0	351,4	938	Mn	Huelva	Zalamea El Campillo	1	r	5,8	—	—	—	—	—	—
143	298,0	338,4	938	Cu, pyr	Huelva	Almonaster	3	l	2	—	—	—	2 a	—	—
144	325,5	356,0	938	Mn	Huelva	Almonaster	3	r	4	A	3	—	2 b	—	—
145	327,0	348,6	938	Mn	Huelva	Almonaster	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
146	298,8	337,8	938	Mn	Huelva	Almonaster	1	r	4	—	—	—	1 b	—	—
147	351,3	353,0	939	Mn	Huelva	La Granada de R.	1	r	4	A	—	—	1 b	—	—
148	352,6	349,2	939	Mn	Huelva	Nerva	1	r	4	A	—	—	—	—	—
149	356,0	347,5	939	Cu, pyr	Sevilla	Castillo de los Guardas	3	cl	2	—	3	—	2 b	—	—
150	357,8	348,5	939	Cu, pyr	Sevilla	Castillo de los Guardas	2	cl	4	—	3	—	2 a	—	—
151	359,0	348,3	939	Cu, pyr	Sevilla	Castillo de los Guardas	2	cl	4	—	3	—	2 a	—	—
152	359,7	349,4	939	W	Sevilla	Castillo de los Guardas	1	f	6	—	—	—	2 a	—	—
153	358,0	346,5	939	Cu, pyr	Sevilla	Castillo de los Guardas	3	c	2	—	—	—	1 b	—	—
154	361,8	351,0	939	F	Sevilla	Castillo de los Guardas	4	b	3	—	—	—	2 a	—	—
155	366,3	361,3	939	pyr	Sevilla	Zufre	1	l	2	—	—	—	2 b	—	—
156	369,9	347,8	939	Fe	Sevilla	Zufre	1	i	4	—	—	—	2 b	—	—
157	363,5	349,7	939	As	Sevilla	Castillo de los Guardas	1	m	2	—	2	—	—	—	—
158	364,0	348,6	939	Fe	Sevilla	Castillo de los Guardas	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
159	363,4	348,0	939	pyr, Cu	Sevilla	Castillo de los Guardas	3	l	2	—	6	—	2 b	—	—
160	373,4	353,2	939	Zn	Sevilla	Castillo de los Guardas	1	a	2	—	—	—	1 b	—	—
161	371,7	348,4	939	Cu	Sevilla	Castillo de los Guardas	4	c	2	A	2	—	2 b	—	—
162	378,0	350,9	939	Fe	Sevilla	Ronquillo	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
163	382,7	347,6	940	Pb	Sevilla	Ronquillo	1	a	2	—	—	—	1 b	—	—
164	292,0	342,0	959	Mn	Huelva	Puebla de Guzmán	1	r	4	A	—	—	1 b	—	—
165	293,0	343,0	959	pyr	Huelva	Puebla de Guzmán	4	l	2	—	—	—	2 b	—	—
166	295,7	342,7	959	Mn	Sevilla	Alosno	3	r	4	A	—	—	2 b	—	—
167	297,6	343,6	959	pyr	Huelva	El Cerro de Andévalo	4	l	2	—	3	d	2 b	—	—
168	298,0	342,7	959	Mn	Huelva	El Cerro de Andévalo	1	r	4	A	—	d	2 b	—	—
169	299,9	345,2	959	Mn	Huelva	El Cerro de Andévalo	1	r	45	A	3	d	2 b	—	—
170	296,6	340,6	959	Mn	Huelva	Alosno	1	r	4	A	—	d	2 b	—	—
171	296,4	340,2	959	Mn	Huelva	Alosno	3	r	4	A	—	d	2 b	—	—
172	296,9	339,3	959	Mn	Huelva	Alosno	3	r	4	A	—	d	2 b	—	—
173	299,3	341,4	959	Mn	Huelva	Alosno	1	r	4	A	—	d	2 b	—	—
174	300,2	341,1	959	Mn	Huelva	El Cerro de Andévalo	3	r	4	A	—	—	2 b	—	—
175	303,6	345,4	959	Sb	Huelva	El Cerro de Andévalo	2	p	2	A	3	—	2 b	—	—
176	304,0	345,7	959	Sb	Huelva	El Cerro de Andévalo	2	p	2	A	3	—	2 b	—	—
177	296,5	338,5	959	pyr, Cu	Huelva	Tharsis	3	ce	2	—	1,2	d	4 a	CD	—
178	297,0	337,8	959	Au	Huelva	Tharsis	—	—	—	—	—	—	—	—	—
179	299,5	338,5	959	Cu, pyr	Huelva	Alosno	1	cl	2	—	—	—	—	—	—
180	277,7	339,3	959	Fe	Huelva	Alosno	1	i	4	—	3,6	—	—	—	—
181	299,0	337,0	959	Cu, pyr	Huelva	Alosno	3	c	2	—	3	—	2 b	—	—
182	296,8	334,6	959	Pb	Huelva	Alosno	1	a	2	—	—	—	1 b	—	—
183	298,0	334,5	959	Mn	Huelva	Alosno	1	r	4	A	—	—	1 b	—	—
184	298,2	332,0	959	Fe	Huelva	Alosno	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
185	298,3	330,7	959	Mn	Huelva	Villanueva de Castillejos	1	r	4	A	3	—	2 b	—	—
186	298,5	330,0	959	Mn	Huelva	Villanueva de Castillejos	1	r	4	A	3	—	2 b	—	—
187	299,0	332,3	959	Pb, Zn	Huelva	Alosno	2	a	2	A	6,3	—	2 b	—	—
188	300,8	335,4	959	Mn	Huelva	Alosno	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
189	300,4	336,6	959	Mn	Huelva	Alosno	3	r	4	A	3	—	2 b	—	—
190	308,2	340,4	959	Mn	Huelva	Villanueva de las Cruces	1	r	4	A	3	—	2 b	—	—
191	322,0	343,3	960	Cu, pyr	Huelva	Calañas	4	c	2	—	3	—	2 b	—	—
192	322,1	343,5	960	Mn	Huelva	Calañas	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
193	323,0	343,0	960	Mn	Huelva	Zalamea la Real	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
194	323,7	342,9	960	Cu, pyr	Huelva	Zalamea la Real	4	c	2	—	36	—	2 b	—	—
195	324,8	344,0	960	Sb	Huelva	Zalamea la Real	1	p	2	—	—	—	1 b	—	—
196	325,0	343,0	960	Cu, Zn, Pb	Huelva	Zalamea la Real	4	c	2	—	6	—	2 b	—	—

(Continuación.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
197	325,4	344,3	960	Sb	Huelva	Zalamea la Real	1	p	2	—	—	—	1 b	—	—
198	326,0	343,0	960	Cu, Zn, Pb	Huelva	Zalamea la Real	4	c	2	—	—	—	2 b	—	—
199	326,4	345,0	960	Sb	Huelva	Zalamea la Real	1	p	2	—	—	—	1 b	—	—
200	308,8	340,2	959	Mn	Huelva	Villanueva de las Cruces	1	r	4	A	3	—	2 b	—	—
201	311,8	342,6	959	Mn	Huelva	Calañas	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
202	313,0	346,5	959	Mn	Huelva	Calañas	3	r	4	A	—	—	2 b	—	—
203	321,4	342,2	960	Pb, Zn	Huelva	Zalamea la Real	4	a	2	—	3	—	2 b	—	—
204	314,0	345,0	959	Mn	Huelva	Calañas	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
205	314,8	346,0	959	Cu, pyr	Huelva	Calañas	2	l	2	—	—	—	1 b	—	—
206	313,0	345,0	959	Fe	Huelva	Calañas	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
207	313,5	345,3	959	Mn	Huelva	Calañas	1	r	4	—	6	—	—	—	—
208	314,7	342,8	959	Mn	Huelva	Calañas	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
209	316,1	343,0	959	Mn	Huelva	Calañas	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
210	315,9	346,4	959	Mn	Huelva	Calañas	1	r	4	A	6	—	2 b	—	—
211	316,7	346,4	959	Mn	Huelva	Calañas	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
212	317,6	346,2	959	Mn	Huelva	Calañas	1	r	4	—	—	—	—	—	—
213	317,5	345,3	959	Mn	Huelva	Calañas	3	r	4	A	3	—	2 b	—	—
214	318,2	345,6	959	Mn	Huelva	Calañas	3	r	4	A	3,5	d	2 b	—	—
215	318,9	340,3	959	Mn	Huelva	Calañas	3	r	4	A	3	a	2 b	—	—
216	318,2	344,2	959	Mn	Huelva	Calañas	3	r	4	A	—	—	2 b	—	—
217	319,6	345,0	959	Mn	Huelva	Calañas	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
218	320,0	345,0	959	Mn	Huelva	Calañas	1	r	4	A	—	—	1 b	—	—
219	319,8	344,4	959	Mn	Huelva	Calañas	3	r	4	A	3	—	2 b	—	—
220	313,5	339,3	959	Mn	Huelva	Calañas	1	r	4	A	—	—	1 b	—	—
221	313,7	338,7	959	pyr	Huelva	Calañas	1	l	2	—	3	—	2 b	—	—
222	314,2	337,0	959	Mn	Huelva	Calañas	3	r	4	A	3	d	2 b	—	—
223	315,0	337,4	959	Mn	Huelva	Calañas	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
224	316,7	338,3	959	Fe	Huelva	Calañas	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
225	316,8	339,0	959	Cu, Pb, Zn	Huelva	Calañas	3	c	2	—	36	—	2 b	—	—
226	314,0	333,7	959	Cu, pyr	Huelva	Calañas	1	c	2	—	3	—	2 b	—	—
227	314,5	331,1	959	pyr	Huelva	Calañas	2	l	2	—	—	—	2 b	—	—
228	315,3	331,2	959	Mn	Huelva	Calañas	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
229	317,2	332,0	959	pyr	Huelva	Calañas	2	l	2	—	—	—	2 b	—	—
230	320,5	339,3	960	Cu, pyr, Pb	Huelva	Valverde del Camino	3	c	2	—	3	d	4 a	CD	1
231	328,4	342,6	960	pyr, Cu	Huelva	Zalamea la Real	4	l	2	—	—	—	2 a	—	—
232	329,0	343,0	960	Fe	Huelva	Zalamea la Real	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
233	335,0	343,7	960	Mn	Huelva	Zalamea la Real	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
234	335,5	342,4	960	Mn	Huelva	Zalamea la Real	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
235	335,7	341,0	960	Mn	Huelva	Zalamea la Real	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
236	336,1	342,2	960	Mn	Huelva	Zalamea la Real	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
237	337,2	343,3	960	Mn	Huelva	Zalamea la Real	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
238	336,7	342,1	960	Mn	Huelva	Zalamea la Real	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
239	339,1	343,2	960	Mn	Huelva	Zalamea la Real	3	r	4	A	3	d	2 b	—	—
240	339,0	339,5	960	Cu, pyr	Huelva	Zalamea la Real	2	c	2	—	6	—	2 b	—	—
241	337,7	339,2	960	Zn, Pb, Cu	Huelva	Valverde del Camino	4	a	2	—	3,6	—	2 b	—	—
242	337,0	336,5	960	pyr	Huelva	Valverde del Camino	1	l	2	—	—	—	2 b	—	—
243	333,5	336,5	960	pyr	Huelva	Valverde del Camino	1	l	2	—	3	—	2 b	—	—
244	333,5	335,4	960	Fe	Huelva	Valverde del Camino	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
245	331,7	336,0	960	pyr	Huelva	Valverde del Camino	1	l	2	—	—	—	2 b	—	—
246	328,5	334,6	960	pyr	Huelva	Valverde del Camino	4	l	2	—	—	—	2 b	—	—
247	329,3	334,0	960	Mn	Huelva	Valverde del Camino	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
248	329,2	332,4	960	pyr	Huelva	Valverde del Camino	2	l	2	—	—	—	—	—	—
249	324,7	335,2	960	Mn	Huelva	Valverde del Camino	3	r	4	A	3,2	—	2 b	—	—
250	322,2	333,2	960	Mn	Huelva	Valverde del Camino	1	r	4	A	6	—	2 b	—	—
251	322,5	332,6	960	Cu, pyr	Huelva	Valverde del Camino	3	c	2	—	3	—	2 b	—	—
252	323,0	332,2	960	Cu, pyr	Huelva	Valverde del Camino	3	c	2	—	—	—	2 b	—	—
253	323,4	331,6	960	Cu, pyr	Huelva	Valverde del Camino	3	c	2	—	3	—	2 b	—	—
254	331,3	328,0	960	Mn	Huelva	Valverde del Camino	1	r	4	A	—	—	2 b	—	—
255	337,3	327,7	960	Fe	Huelva	Niebla	1	i	4	—	—	—	2 b	—	—
256	353,6	340,4	961	pyr	Sevilla	Madroño	1	l	2	—	3	—	1 b	—	—
257	371,3	338,0	961	pyr	Sevilla	Aznalcóllar	1	l	2	—	3	—	2 b	—	—
258	376,0	444,6	961	Fe	Sevilla	Castillo de los Guardas	1	i	4	—	3	—	2 b	—	—
259	375,5	339,5	961	grz	Sevilla	Gerena	1	z	4	—	—	—	1 b	—	—
260	377,5	336,3	961	grz	Sevilla	Garrobo	2	z	4	—	—	—	2 a	—	—
261	377,5	336,3	961	grz	Sevilla	Garrobo	2	z	4	—	—	—	2 a	—	—
262	375,7	334,5	961	Fe	Sevilla	Gerena	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
263	376,6	334,2	961	Cu, pyr	Sevilla	Gerena	2	c	2	—	—	—	1 b	—	—
264	369,5	329,2	961	pyr	Sevilla	Aznalcóllar	3	l	2	—	—	d	1 b	—	—

(Conclusión.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
265	371,2	329,0	961	pyr	Sevilla	Aznalcóllar	3	l	2	—	—	d	1 b	—	—
266	372,0	329,2	961	Cu	Sevilla	Aznalcóllar	3	c	2	A	3	d	4 a	—	—
267	373,0	329,4	961	Fe	Sevilla	Aznalcóllar	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
268	373,2	328,6	961	Fe	Sevilla	Aznalcóllar	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
269	374,0	328,0	961	Cu, pyr	Sevilla	Aznalcóllar	3	c	2	—	3	d	2 a	—	—
270	372,3	328,2	961	Cu	Sevilla	Aznalcóllar	3	c	2	A	3	d	—	—	—
271	371,4	328,0	961	pyr	Sevilla	Aznalcóllar	1	l	2	—	3	d	1 b	—	—
272	376,2	329,6	961	Pb, Zn, pyr	Sevilla	Aznalcóllar	1	a	2	—	—	—	1 b	—	—
273	346,3	325,7	982	Fe	Huelva	Berrocal	1	i	4	—	36	—	—	—	—
274	353,3	325,3	983	Cu	Huelva	Paterna	2	c	2	—	2	—	2 b	—	—
275	353,0	322,3	983	Pb	Huelva	Villalba	1	a	2	A	3	—	2 b	—	—
276	353,5	321,5	983	Pb, Zn	Huelva	Villalba	2	a	2	—	3	—	2 b	—	—
277	354,0	322,7	983	Pb	Huelva	Paterna	1	a	2	—	3	—	2 b	—	—
278	355,0	323,3	983	pyr	Huelva	Paterna	2	l	2	—	3	—	1 b	—	—
279	359,0	326,5	983	Fe	Huelva	Paterna	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
280	362,8	326,0	983	Pb, Zn	Huelva	Escacena	2	a	2	—	—	—	2 b	—	—
281	361,7	325,5	983	pyr	Huelva	Escacena	2	l	2	—	3	—	1 b	—	—
282	363,0	324,5	983	Fe	Huelva	Paterna	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
283	346,5	314,0	982	P	Huelva	Palma del Condado	1	q	7	—	—	—	—	—	—
284	314,0	376,4	916	grf	Huelva	Aroche	1	x	1	—	5	—	1 b	—	—
285	315,6	374,4	916	grf	Huelva	Aroche	1	x	1	—	5	—	1 b	—	—
286	324,8	371,2	917	grf	Huelva	Almonaster la Real	1	x	1	—	—	—	—	—	—
287	324,6	370,4	917	grf	Huelva	Almonaster la Real	1	x	1	—	5	—	1 b	—	—
288	328,6	369,5	917	grf	Huelva	Santa Ana la Real	1	x	1	—	—	—	—	—	—
289	328,3	369,0	917	grf	Huelva	Santa Ana la Real	1	x	1	—	5	—	2 b	—	—
290	342,5	349,7	938	Cu, pyr	Huelva	Minas de Riotinto	3	c	2	A	36	d	4 a	—	—
291	342,6	349,0	938	Cu, pyr	Huelva	Minas de Riotinto	3	c	2	—	36	d	2 b	—	1
292	344,5	350,0	938	Cu, pyr	Huelva	Minas de Riotinto	3	c	2	—	36	d	2 b	D	—
293	344,4	349,2	938	Cu, pyr	Huelva	Minas de Riotinto	3	c	2	—	36	d	2 b	—	—
294	345,2	349,8	938	Cu, pyr	Huelva	Minas de Riotinto	3	c	2	—	36	d	2 b	—	—
295	346,2	349,8	938	Cu, pyr	Huelva	Minas de Riotinto	3	c	2	—	36	d	2 b	—	—
296	347,2	349,7	938	Cu, pyr	Huelva	Minas de Riotinto	3	c	2	—	36	d	2 a	D	—

BIBLIOGRAFIA DE LA HOJA METALOGENETICA, NUM. 75 SEVILLA

1835. SEVOZ, S. V.: Memoire sur les gisements pyrite-cuivreux du sudoest de l'Andalousie et de l'Alentejo (Portugal). «Bull. Soc. Ind. Min.», 9. París, 1865-66.

1841. EZQUERRA DEL BAYO, J.: Riotinto y azufre de Conil. «An. de Min.», t. II.

1844. ANÓNIMO: Datos y noticias para la historia de las minas de Riotinto. Comunicación dirigida por el administrador de dichas minas al comisionado en las mismas por la Dirección General del ramo. «Bol. Of.», núm. 3.

1845. ANÓNIMO: Fenómeno de la cementación cobriza que presentan algunas minas en el distrito de Riotinto. «Bol. Of. Min.», números 438 a 440.

1850. J. M. L.: Noticia sobre una formación metalífera de la provincia de Huelva. «Rev. Min.», serie A, t. I.

1850. RUBIO, J.: Noticia de algunas minas ferrocobrizas de la provincia. «Rev. Min.», serie A, t. I.

1851. EZQUERRA DEL BAYO, J.: Riotinto. Observaciones sobre el estado y mejoras que admiten de beneficio de Riotinto. «Rev. Min.», serie A, t. II.

1851. RUA FIGUEROA: Riotinto. Observaciones sobre la explotación de los minerales de cobre de las minas de Riotinto. «Rev. Min.», serie A, t. II.

1852. MARTÍNEZ ALCÍBAR, A.: Observaciones sobre la importancia de los criaderos de cobre de la provincia de Huelva y en especial de Riotinto. «Rev. Min.», t. III.

1852. RUA FIGUEROA, R.: Estado de la minería en la provincia de Huelva. «Rev. Min.», t. II.

1854. ELHUYAR, F.: Relación de las minas de cobre de Riotinto en la provincia de Huelva. «Rev. Min.», t. V. Madrid.

1854. ELHUYAR, F.: Riotinto. Memoria acerca de estas minas. «Rev. Min.», t. V.

1855. ANÓNIMO: Riotinto. Descubrimiento de mineral a las 31 varas, en el trazo de galería que parte desde S. Teodoro a Santa Ana. «Rev. Min.», t. VI.

1856. PRADO, C.: Minas de Riotinto. «Rev. Min.», t. VII.

1857. ANCIOLA, A., y COSÍO, E.: Memoria sobre las minas de Riotinto. «Rev. Min.», t. VIII.

1858. PRADO, G.: Memoria sobre Almadén y Riotinto. «Rev. Min.», t. IX.

1859. EZQUERRA DEL BAYO, J.: Riotinto. Recopilación de todas las noticias que se tienen de este establecimiento, su marcha progresiva en los tiempos modernos y medidas que deben adoptarse para su mejor aprovechamiento. «Rev. Min.», serie A, t. X.

1859. KITH, R.: Memoria relativa al distrito minero de Huelva. «Rev. Cient. Min. Fom.», t. I.

1859. RUA FIGUEROA: Ensayo sobre la historia de las minas de Riotinto. «Rev. Min.», serie A, t. X.

1862. ANÓNIMO: Riotinto. Memoria sobre estas minas. «Rev. Min.», t. XII.

1862. FERNÁNDEZ, E.: Rápida ojeada de las minas de Riotinto y recopilación de los principales que se han publicado acerca de ellas. «Rev. Cient. del Min. Fom.», t. I.

1863. ANÓNIMO: Minas cobrizas. Apuntes sobre las de Tharsis. «Rev. Min.», t. XIV.

1863. DELIGNY, E.: Apuntes históricos sobre las minas cobrizas de la sierra de Tharsis (Tharsis Bética). «Rev. Min.», t. XIV.

1863. SCHONICHEN, F.: Die Schwefel Kies lagerstätten der Provinz Huelva, «Ber. N. Hüttenn. Seit.», t. XXII. Berlín.

1864. ANÓNIMO: Sobre los cobres de esta provincia y tratamiento de los productos de cementación. «Rev. Min.», t. XV.

1864. ANÓNIMO: Minas de cobre de San Telmo. «Rev. Min.», t. XV.

1868. ANÓNIMO: Cobre. Nuevo criadero en Riotinto. «Rev. Min.», serie A, t. XIX.

1868. ANÓNIMO: Visita a varias minas de Badajoz y Huelva. «Rev. Min.», serie A, t. XIX, pág. 154.

1868. Rua Figueroa, R.: Estudios sobre la explotación y beneficio de los minerales de Riotinto. «Rev. Min.», serie A, t. XIX.
1870. Anónimo: Riotinto. Reseña de su historia, yacimientos, industria, riqueza y porvenir. «Rev. Min.», t. XXI.
1870. Anónimo: Plano del terreno y criaderos de Riotinto. «Rev. Min.», t. XXI, lám. IV.
1870. Gonzalo y Tarín, J.: Carta geográfico-minera de la provincia.
1871. Anónimo: Mapa minero de Huelva. «Rev. Min.», t. XXII.
1872. Anónimo: Almadén y Riotinto. Observaciones sobre una memoria publicada por don Tomás Rodríguez Pinilla. «Rev. Min.», t. XXIII.
1872. Patisson, S. R.: Notes the pyrites deposits on the province of Huelva. «Geol. Mag.», t. X. Londres.
1875. Antón, F.: Las minas de la provincia de Huelva. «Rev. Min.», t. XXVI. Madrid.
1877. J. B.: Una excursión a las minas de Riotinto. «Rev. Min.», serie B, t. III.
1878. Gonzalo y Tarín, J.: Reseña geológica de la provincia de Huelva. «Bol. Com. Map. Gol. Esp.», t. V.
1884. Collins, J. H.: Minerals of the Riotinto Mines. «Min. Mag.», 5. London.
1884. Cumenge, E.: Apuntes sobre Riotinto. «Rev. Min.», serie C, t. II.
1885. Collins, J. H.: The Great Spanisch Pyrites Deposits. «Eng. Min. Jour.», t. XL. Londres.
1885. Collins, J. H.: On the geology of the Riotinto mines With some general remarks on the pyritec regioón of the sierra Morena. «Quart. Jour. Geol. Soc.», t. XLI. Londres.
1886-87-88. Gonzalo Tarín, J.: Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva. «Mem. Comp. Map. Geol.», t. XIV.
1886. Ingunza, R.: Minas de cobre de Cala. «Rev. Min.», serie C, t. IV.
1888. Cortazar, D.: La mina de Riotinto y sus calcinaciones.
1889. González, A., y Meneses, G.: Nota sobre las minas de masas de pirita de hierro cobrizas de la provincia de Huelva. An. Soc. Esp. Hist. Nat. 18. Madrid, 1889. IGME.
1894. González, A.: Observaciones acerca de la estructura de algunas minas de pirita en la provincia de Huelva. An. Soc. Esp. Hist. Nat.
1894. Kloclmann, F.: Ueber die lagerartige Natur des Kiesvorkmen des Süd lischen Spaniens und Portugal. Sitzber, D-K preuss. Ak d. W. Berlín.
1895. Anónimo: Minas de antimonio. «Rev. Min.», serie C, t. XIII.
1895. Anónimo: Las minas «Tinto» y «Santa Rosa». «Rev. Min.», serie C, t. XIII.
1895. Anónimo: Minas de piritas cobrizas de Huelva y el Algarve. «Rev. Min.», serie C, t. XIII.
1895. Klockmann, F.: Spanish-Portugiesische Kiesvorkommen. «Zeit f. prak. Geol.», t. III. Berlín.
1896. Anónimo: El manganeso en la provincia de Huelva. «Rev. Min.», serie C, t. XIV.
1896. Chaves, F.: Tennantita en Riotinto. «An. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. XXV. Madrid.
1898. Alonso, R.: Los minerales de manganeso de la provincia de Huelva. «Rev. Min.», serie C, t. XII.
1901. Klockmann, F.: Ueber das Aufreten und die Entstehung des südspan-Kierlägerstatten. «Zeits. F. prak. Geol.», t. X. Berlín.
1901. González, A., y Meneses, G. de: Estructura de ciertas minas dc pirita en Huelva. «An. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. XXIX.
1902. Doetsch, G.: Die Manganerz-Lager der Provinz Huelva. Ost. Tejts. f. Berg. Hüttenn, Viena.
1902. Herrera, J.: Criaderos de hierro oligisto en la provincia de Huelva. «Rev. Min.», serie C, t. XX.
1902. Hereza, J.: Sobre el origen y edad geológica de los criaderos manganesíferos de Huelva. «Rev. Min.», Madrid, serie C, t. XX.
1904. Nash: The Riotinto mine. Its. history and romance.
1905. Gregory, J. W.: Riotinto. «Eng. Min. Jour.», t. LXXIX. Londres. Journ. Inst. Min. Eng.
1910. Finlayson, A. M.: Secondary enrichment in the copper deposits of Huelva-Spain. Trans. Inst. Min. Met. 18. London.
1910. Finlayson, A. M.: The pyritic deposits of Huelva. Spain. Econ. Geol.», t. V. Londres.
1913. Gouin, Frédéric: Les mines de pyrite de la región de Huelva. Saint Etiénne, Societé de l'Industrie minèrale.
1914. Pliz, R.: Einige bemerkungen zur genesis der Huelvaner Kies und Mangan-Lagerstätten. Z. Prakt. Geol. Berlín, 1914.
1915. Suárez Inclán, P.: Estudio general de Riotinto (cobre, azufre, hierro, etc.).
1916. Anónimo: Memoria sobre el aprovechamiento industrial de los yacimientos de pirita ferro-cobriza de la provincia de Huelva (tiene otro tomo de láminas). Insp. de Min. Consj. de Min. y Dist.
1916. Anónimo: Memoria sobre el aprovechamiento integral de los yacimientos de pirita ferro-cobriza de la provincia de Huelva. Insp. Min. Consj. de Min. y Dist. IGME.
1916. Guitian, F.; Villasante, L.; Abbad, A.: Memorias sobre el aprovechamiento industrial de los yacimientos de pirita ferrocobriza de la provincia de Huelva. Consejo de Min. y Dist. Insp. Min. IGME.
1917. Gonzalo Tarín, J.: Memoria minera de la provincia de Huelva.
1918. Carbonell, A.: Anotaciones sobre un plano geológico-minero de la provincia de Huelva. «Bol. Of. Min.», núm. 15.
1918. Carbonell, A.: Grafitos de la provincia de Huelva. «Rev. Min.», serie C, t. XXXVI.
1918. García León, J.: Sobre el aluvión aurífero de Huelva. «Rev. Min.», serie C, t. XXXVI.
1918. E. Jubes, y Carbonell, A.: Informe sobre los yacimientos de grafito de Almonaster-Cortegana. «Bol. Of. Min.», núms. 9, 12, 13, 14, 15 y 16.
1919. Carbonell, A.; Jubes, E.: Estudio sobre los yacimientos de pirita ferro-cobriza de la zona mina «La Rica», sitos en los términos municipales de Cabezas-Rubias y El Cerro. «Boletín Oficial Min. y Met.», núm. 21. Febrero.
1919. Jubes, E., y Carbonell, A.: Estudio geológico-minero de los yacimientos de antimonio de los campos de S. Benito «Bol. Of. Min. y Met.», núm. 79.
1920. Jubes, E., y Carbonell, A.: Estudio geológico-industrial de los yacimientos minerales del término municipal de Encinasola y la Contienda Moura. «Bol. Of. Min. y Met.», números 34, 35, 36, 38 y 39.
1920. Jubes, E.; Prieto Carrasco, R. M.: Estudio geológico industrial de los yacimientos minerales en los términos municipales de Palos y Moguer. «Bol. Of. Min.», núm. 31.
1921. Palacios del Valle, R., y Prieto Carrasco, R. M.: Memoria sobre los criaderos de minerales ricos en cobre y otros del término municipal de Cala (Huelva). «Bol. Of. Min. y Met.», núm. 47.
1922. Collins, J. H.: The igneous rocks of the province of Huelva and the genesis of the pyritic orebodies. «Inst. Min. S. Met.», t. XXXI. Londres.
1923. Carbonell, A.: Estudio geológico-minero de los yacimientos de antimonio de los Campos de S. Benito, términos municipales de El Cerro, Cabezas-Rubias y Calañas, provincia de Huelva. «Bol. Of. Min. y Met.», núm. 79. Diciembre, 1923. «Cat. Des. Cr. Min. Esp.», t. I.
1924. Suárez Inclán, P.: Estudio de conjunto del grupo «La Sultana».
1924. Vargas, E., y Prieto, R.: Estudio geológico-minero del grupo de minas de plomo del río Corumbel.
1925. Demay, A.: Les caractéres microscopiques des quelques porphyres pyriteux de la región de Huelva et la genése des gisements de pyrites. «Bull Soc. Geol. France», serie 4.ª
1925. Vargas, E.: Estudio geológico-minero de la zona de contacto de los terrenos antiguos con los secundarios, terciarios y cuaternarios de la provincia de Huelva. «Bol. Of. Min. y Met.», núm. 100.
1925. Oliván, A., Simó, M.; Vargas, E.; Prieto, R. M.; Prieto, I.: Estudio geológico-minero de la zona de contacto de los terrenos antiguos con los secundarios, terciarios y cuternarios de la provincia de Huelva, relacionado con los estudios e investigaciones petrolíferas de las provincias de Sevilla y Cádiz. «Bol. Of. Min. y Met.», núm. 101. Octubre, 1925.
1926. Broughton Edge, A.: Observations on the Pyritic-Ore-Bodies of Southern Spain and Portugal. Comtes rendues de la XIV session du Congrés geologique internationes: Espagne. Fascicule 3.º
1926. Demay, A.: Sur la genése des gisements de pyrite de la región de Huelva. C. R. Cong. Geol. Int. 2. Madrid.
1926. Hereza y Ortuño, J. de: Breve reseña geológica de los yacimientos magnanesíferos de la provincia de Huelva. «Boletín IGME», núm. 46.
1926. Hereza, J., y Alvarado, A.: Yacimientos metalíferos de Linares y Huelva. Inst. Geol. de Esp. Guía Geol. Madrid.
1927. Bateman, A. M.: Ore deposits of the Riotinto (Huelva) district. Spain. Econ. Geology. Vol. 22.
1928. Demay, A.: Sur la genese del gisements de pyrite de la región de Huelva. C. R. Cong. Geol. Int. Madrid., t. III.
1928. Tenorio, E.; Simó, M.; Prieto, R.: Catalogación de criaderos de manganeso de los términos municipales de Valverde del Camino y Calañas. «Bol. Of. Min. y Met.», núms. 128 y 129.
1930. Prieto Carrasco, I.; Tenorio, E.: Estudio geológico-minero de minas de Cala. Dist. Min. de Huelva.

1931. DOETSCH, J.: Génesis de los yacimientos de pirita ferrocobriza sudibéricas. «Confr. y Reservas Cient. de la For. Esp. Hist.», t. VI. Invt. y Progr. año VI, núm. 4. Madrid.
1932. PRIETO CARRASCO, I.: Estudio geológico-minero de Peña del Hierro. Dist. Min. de Huelva.
1932. WILLIAMS, G.: The genesis of the Perrunal-La Zarza pyritic ore-body. Spain. «Trans. Inst. Min. y Met.», 42.
1933. ANÓNIMO: Provincia de Huelva. «Cat. Des. Cr. Min. de Esp.», t. I, págs. 26 y 27.
1933. CARBONELL, A.: Anotaciones sobre un plano geológico-minero de la provincia de Huelva. «Cat. Des. Cr. Min. Esp.», t. I.
1933. DOETSCH, J.: Especies minerales en la zona mineralogenética de los criaderos de piritas en el suroeste de la Península Ibérica. Mineralografía. «Not. y Com.», núms. 5-8. IGME.
1933. PALACIOS DEL VALLE; PRIETO CARRASCO: Criaderos de minerales ricos en cobre y otros del término municipal de Cala. «Cat. Des. Cr. Min.», t. I-II.
1933. JUBES; PRIETO; CARRASCO: Estudio geológico industrial de los yacimientos minerales de turba de los términos municipales de Palos y Moguer. «Cat. Des. Cr. Min.», t. I-II.
1933. JUBES y CARBONELL: Estudio geológico industrial de los yacimientos minerales del término municipal de Encinasola y La Contienda de Moura. «Cat. Des. Cr. Min.», t. I-II.
1933. JUBES y CARBONELL: Estudio sobre yacimientos de pirita ferrocobriza de la zona de la mina «La Rica», sitos en los términos municipales de Cabezas y El Cerro. «Cat. Des. Cr. Min.», t. I-II.
1933. JUBES y CARBONELL: Estudio geológico-minero de los yacimientos de antimonio de los campos de S. Benito, términos municipales de El Cerro, Cabezas-Rubias y Calañas. «Cat. Des. Cr. Min.», t. I-II.
1933. JUBES y CARBONELL: Estudio geológico-minero de los yacimientos de antimonio de los campos de S. Benito, términos municipales de El Cerro, Cabezas-Rubias y Calañas. «Cat. Des. Cr. Min.», t. I-II.
1933. JUBES y CARBONELL: Informe sobre los yacimientos de grafito, de la zona de Almonaster-Cortegana (Huelva). «Cat. Des. Cr. Min.», t. I-II.
1933. VARGAS PRIETO, R.; OLIVÁN SIMÓ PRIETO, I.: Estudio geológico-minero de la zona de contacto de los terrenos antiguos con los secundarios, terciarios y cuaternarios de la provincia. «Cat. Des. Cr. Min.», t. I-II.
1934. WILLIAMS, David: The geology of the Riotinto Mines. «Bull. Inst. Min. Met.», 335. London.
1934. TENORIO, E.; PRIETO, I.: Estudio geológico-minero del grupo de minas de manganeso tituladas «Guadiana», «Castillo de Polanco», «España» y Santa Agueda», del término municipal de Zalamea la Real. «Bol. Of. Min. Met. y Comb.», números 204 y 205.
1941. C. R., Julián: Underground Mining at Riotinto, Spain. «The Institutión of Mining and Metallurgy.
1941. ROSSO DE LUNA: Algunas características mineralógicas de la pirita, calcopirita y blenda de Riotinto.
1943. ANÓNIMO: Correspondiente a la prospección geoeléctrica de la región. Informe Sociedad Española de Prospección Eléctrica-Lida.
1944. MESEGUER PARDO, J.: Investigación de las provincias de Sevilla y Huelva. «Not. y Com.», núm. 12.
1945. MESEGUER, J.; PRIETA, I.; ROSSO DE LUNA, I.; PÉREZ REGODÓN: Investigación de nuevos yacimientos de cobre en las provincias de Sevilla y Huelva. «Bol. IGME», núm. 43.
1945. MESEGUER PARDO, J.: PRIETO, I.; ROSSO DE LUNA, I.; PÉREZ REGODÓN, I.: Minas de «El Castillo de las Guardas» (Sevilla). «Bol. IGME», t. XLIII.
1945. MESEGUER PARDO, J.: PRIETO, I.; ROSSO DE LUNA, I.; PÉREZ REGODÓN, I.: Minas «La Caridad», «Cuchichón» y «Silillos», «Coto El Vicario», «Marichu», «Nazareth» (Sevilla). «Boletín IGME», t. LVIII.
1945. MESEGUER PARDO, J.: PRIETO, I.; ROSSO DE LUNA. I.; PÉREZ REGODÓN, J.: Minas de la provincia de Huelva .«Bol. IGME», t. LVIII.
1946. ANÓNIMO: Memoria de las explotaciones mineras de la sociedad colectiva Hijos de Vázquez López. La España Minera y Metalúrgica «Actividades Profesionales».
1946. FERNÁNDEZ BALBUENA, G.: Compañía de Tharsis (TOS). Explotaciones Mineras. Esp. Min. y Met.
1946. ROSSO DE LUNA, I.: Más datos acerca de la génesis de las manchas piritosas de Sevilla y Huelva. «Not. y Com.», número 16.
1946. ROSSO DE LUNA, I.: Génesis de las manchas piritosas de Sevilla y Huelva. «Not. y Com.», núm. 16, pág. 289.
1947. MARÍN, A.: Impresiones de un viaje a la mina de San Telmo. Informe Emp. Nac. ADARO.
1950. MARÍN, A.: Minas de San Telmo. Informe Emp. Nac. ADARO.
1950. MESEGUER PARDO, J.: El manganeso de la provincia de Huelva. «Not. y Com.», núm. 20.
1950. WILLIAMS, D.: Menas brechosas con sombrero de hierro jarositas, y jaspes en Riotinto. «Bull. Of. The. Ins. Of. Minin. and Met.», núms. 526, 529, 536.
1952. LIZAUR, J.: Informe núm. 2. Grupo Campanario. «Emp. Nac. ADARO».
1953. DOESTCH, J.: Introducción a un estudio del término municipal de Puebla de Guzmán en la provincia de Huelva. Bol. LXV.
1955. GALLÁN, J. G.: El yacimiento de San Telmo. Traducción del Transsactions of the Institution of Mining and Metalurgy», vol. LV, años 1945-46.
1955. A. MARÍN: Informe acerca de las minas de la Sociedad Francesa de piritas de Huelva. Informe Emp. Nac. ADARO.
1955. A. MARÍN: Nota de sus visitas a las minas de hierro de «Piritas Españolas, S. A.». Informe Emp. Nac. ADARO.
1957. DOESTCH, J.: Esbozo geoquímico y mineralógico del criadero de piritas «Las Herrerías». Puebla de Guzmán (Huelva). Bol. LXVIII.
1957. A. MARÍN: Nota de la visita efectuada a las minas de Peña de Hierro. Informes Emp. Nac. ADARO.
1957. A. MARÍN: Nota sobre la visita a las minas de San Telmo realizada en 1957. Informe Emp. Nac. ADARO.
1961. APPS, J. A.: An account of the geology, petrology and mineralogy of the San Miguel concessions and orebodies in the province of Huelva. Spain. Royal School of Mines. Junio, 1961.
1961. FERNÁNDEZ ALONSO, F.: Los métodos geoeléctricos aplicados a la prospección de piritas. «Bol. Piritas Españolas», LX, 8.
1961-62. WILLIAMS, D.: Further reflexions on the origin of the porphyries and ores of Riotinto Spain. «Min. and Metal Met.», vol. 71, Part. 5, London. IGME.
1962. KINKEL; ARTHUR, R. Jr.: Observaciones sobre los criaderos de pirita maciza del distrito de Huelva. EE. UU. Departamento del Interior. Geological Survey, 25, D. C.
1962. José SIERRA: Nota acerca de las nuevas teorías volcánicas sobre la formación de las piritas de Huelva. Informe Emp. Nac. ADARO.
1962. Catastro y censo minero de España. «Direc. Gen. de Min. y Com.», núm. 41.
1963. AZPEITIA, F.: Notas sobre minas de San Telmo. Informe.
1963. FERNÁNDEZ ALONSO, F.: Investigación geoeléctrica de piritas en el área «Lancha» de la zona minera de Huelva. Min. y Met.
1963. PINEDO VARA, I.: Piritas de Huelva. (Su historia, minería y aprovechamiento.) Ed. Summa. Madrid.
1965. FEBREL, T.: Investigación de piritas en la zona reservada de la provincia de Huelva. Trabajo presentado a «Piritas Españolas» en enero de 1965.
1965. KINKEL, A.: Observaciones sobre los yacimientos de pirita de Huelva y su relación con el vulcanismo. «Not. y Com. IGME», núm. 79.
1966. FEBREL MOLINERO, T.: Estratigrafía, Tectónica y Petrografía en la zona de Calañas (Huelva).
1966. FERNÁNDEZ, E.: Rápida ojeada sobre las minas de Riotinto y recopilación de lo principal que se ha publicado. «Revista Min.», t. XIII.
1969. RAMBAU, F.: Tesis Doctoral. Piritas de Huelva.
Sin fecha. ABES: The ore body of San Miguel. Tesis doctoral (resumen).
ALDAMA, J.: Apuntes geognóstico-mineros de la provincia de Huelva y parte de la de Zaragoza. «An. de Min.».
DE AREBA, J.: Grupo «Guadianamor». «La Esp. Min. y Met.», número 58.
David WILLIAMS: Traducción de Juan GAVALA Y LABORDE. Geol. de las Minas de Riotinto.
FEBREL MOLINERO, T.: Informe sobre la investigación de piritas. Zona reservada de Huelva, núm. 41. Archivo.
HEREZA ORTUÑO, J.: Las minas de Riotinto. «La Esp. Min. y Met.».
INCIARTE, J. J.: Minas de manganeso de Soloviejo Almonaster la Real. «La Esp. Min. y Met.».
MONCADA ARAGONÉS, G.: Trabajos de investigación minera de la Compañía Española de Minas de Riotinto, S. A. II Jornada Nac. Min. Met. IGME.
MAYBOLL, F.: La sociedad francesa de piritas de Huelva. La Esp. Min. y Met.».
PONTE Y MANSO DE ZÚÑIGA: El distrito minero de Huelva. «La Esp. Min. y Met.».
Catastro y censo minero de Huelva. Direc. Gen. de Min. y Com. «Catastros», núm. 23.

2.4.2-9 Hoja metalogenética número 84. Almería

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Obras características
1	662,6	303,8	1.011	Pb	Granada	Charches	3	a	2	B	1	—	1 b	Ea	—
2	662,6	303,0	1.011	Pb	Granada	Charches	3	a	2	B	1	—	1 b	Ea	—
3	661,6	302,2	1.011	tlc	Granada	Charches	1	z	8	—	—	—	1 b	—	—
4	663,0	302,0	1.011	Pb, Mo	Granada	Charches	3	af	2	B	1	—	1 b	Ea	—
5	668,4	301,7	1.011	Pb	Granada	Rambla del Agua	1	a	2	B	1	—	1 b	Ea	—
6	665,7	299,0	1.011	Cu	Granada	Charches	1	c	5	B	—	—	—	—	—
7	670,0	298,6	1.011	tlc	Granada	Rambla del Agua	1	z	8	A	—	—	1 b	—	—
8	658,5	295,8	1.011	Fe	Granada	Lacalahorra	1	i	4	—	—	—	—	—	—
9	668,8	296,5	1.011	Fe	Granada	Dólar	1	i	2	—	—	—	1 b	—	—
10	670,0	295,8	1.011	Fe	Granada	Huéneja	4	i	2	B	5	—	3 b	—	6
11	672,5	295,0	1.011	Fe	Granada	Huéneja	3	i	45	—	3	f	2 b	—	—
12	646,0	299,6	1.011	Cu, Sb, Ag	Granada	Jerez del Marquesado	2	c	2	A	—	—	3 b	—	—
13	652,0	288,5	1.011	Fe	Granada	Alquife (Marquesado)	4	i	4	AB	5	—	4 a	Ea	1
14	649,8	287,4	1.011	Cu, Sb, Ag	Granada	Alquife (Marquesado)	2	c	2	A	—	—	1 b	—	—
15	651,4	287,6	1.011	Fe	Granada	Alquife (Marquesado)	4	i	4	AB	5	—	2 a	Ea	1
16	654,4	287,5	1.011	Cu	Granada	Alquife (Marquesado)	2	c	2	—	—	—	1 b	—	—
17	656,5	288,3	1.011	Hg	Granada	Lacalahorra	1	g	2	—	—	—	—	—	—
18	657,4	287,3	1.011	Cu	Granada	Ferreira	2	c	25	A	—	—	1 b	—	—
19	658,0	286,5	1.011	Fe(Hg)	Granada	Ferreira	2	gi	4	—	—	—	1 b	—	—
20	664,4	288,5	1.011	Pb	Granada	Dólar	1	a	2	—	—	—	—	—	—
21	663,3	287,1	1.011	Cu	Granada	Dólar	1	c	—	—	—	—	—	—	—
22	665,0	287,2	1.011	Fe(Hg)	Granada	Huéneja	2	i	4	A	3	—	1 b	—	—
23	670,8	286,6	1.011	Cu, Fe	Granada	Huéneja	1	i	4	—	—	—	—	—	—
24	680,2	303,8	1.012	Au	Granada	Carriles de Baza	4	m	1	—	—	—	2 b	K	—
25	695,4	304,5	1.012	Fe	Almería	Alcóntar	4	i	4	—	—	—	2 b	—	—
26	696,8	304,0	1.012	Fe	Almería	Alcóntar	4	i	4	—	—	—	2 b	—	—
27	676,8	301,4	1.012	Fe	Granada	Baza	4	i	4	A	—	—	2 b	—	—
28	683,8	300,0	1.012	Fe	Granada	Baza	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
29	703,6	300,8	1.012	Fe	Almería	Serón	4	i	4	B	5	—	2 b	—	—
30	702,8	299,6	1.012	Fe	Almería	Serón	4	i	4	B	5	—	2 b	—	—
31	703,6	299,0	1.012	Fe	Almería	Serón	4	i	4	B	5	—	2 b	—	—
32	687,4	296,8	1.012	Fe, Cu, Bi	Granada	Baza (Tesorero)	2	i	4	A	3	—	2 b	—	—
33	694,2	297,2	1.012	Cu	Almería	Alcóntar	1	c	2	—	—	—	1 b	—	—
34	692,0	295,6	1.012	Cu	Almería	Alcóntar	1	c	2	—	—	—	1 b	—	—
35	695,8	296,0	1.012	Cu	Almería	Alcóntar	1	c	—	A	—	—	1 b	—	—
36	682,5	294,4	1.012	Fe	Granada	Baza	2	i	42	—	3	—	2 b	—	—
37	675,5	294,0	1.012	Fe	Almería	Fiñana	2	i	4	A	3	—	2 b	—	—
38	676,8	292,7	1.012	Cu	Almería	Fiñana	1	c	2	—	3	—	—	—	—
39	679,6	292,5	1.012	Fe	Almería	Fiñana	2	i	4	A	3	—	1 b	—	—
40	680,6	291,7	1.012	Cu	Almería	Fiñana	2	c	2	—	—	—	1 b	—	—
41	686,8	290,8	1.012	Fe	Almería	Escúllar	2	i	4	—	—	—	—	—	—
42	677,5	290,2	1.012	Fe	Almería	Fiñana	2	i	4	—	—	—	2 b	—	—
43	676,0	288,8	1.012	Fe	Almería	Fiñana	2	i	4	—	—	—	2 b	—	—
44	690,0	287,0	1.012	Fe	Almería	Nacimiento	2	i	4	A	3	—	2 b	—	—
45	705,5	303,0	1.013	Hg	Almería	Tijola-Bayarque	1	g	2	AB	25	f	1 b	Ea	—
46	711,6	303,8	1.013	Hg	Almería	Bayarque	3	g	2	AB	25	f	2 a	Ea	4
47	714,7	303,4	1.013	Fe	Almería	Sierro	4	i	2	B	5	—	1 b	—	—
48	718,8	304,3	1.013	Fe	Almería	Perchena	4	i	2	B	5	—	1 b	—	—
49	723,4	302,3	1.013	Fe	Almería	Macael	4	i	2	B	5	—	2 b	—	—
50	725,5	301,4	1.013	Fe	Almería	Macael	4	i	2	B	5	—	1 b	—	—
51	727,4	302,0	1.013	Fe	Almería	Macael-Líjar	4	i	2	B	5	—	1 b	—	—
52	705,4	299,0	1.013	Fe	Almería	Serón	4	i	4	B	5	—	3 b	—	—
53	709,6	299,8	1.013	Fe	Almería	Bacares-Bayarque	4	i	4	B	5	—	2 b	—	—
54	711,6	300,0	1.013	Fe	Almería	Bacares-Bayarque	4	i	2	B	5	—	2 b	—	—
55	725,8	300,0	1.013	Fe	Almería	Macael	2	i	2	A	—	—	1 b	—	—
56	730,0	300,2	1.013	Pb	Almería	Líjar	1	a	2	—	—	—	1 b	—	—
57	706,7	306,3	1.013	Fe	Almería	Bacares	4	i	4	B	5	—	3 b	—	—
58	705,4	295,0	1.013	Fe	Almería	Bacares	4	i	4	B	5	—	1 b	—	—
59	714,2	296,6	1.013	Fe	Almería	Bacares	4	i	2	B	5	—	2 b	—	—
60	714,4	294,8	1.013	Fe	Almería	Bacares	4	i	2	B	5	—	2 b	—	—
61	731,1	297,5	1.013	Fe	Almería	Cóbdar	2	i	2	A	—	—	1 b	—	—
62	735,3	302,4	1.014	Lig	Almería	Albancher	3	u	1	—	—	C	—	—	—
63	744,4	301,6	1.014	Fe	Almería	Lubrín	4	i	4	—	—	—	2 b	—	—
64	744,3	299,5	1.014	Fe	Almería	Lubrín	4	i	4	—	—	—	2 b	—	—
65	746,4	299,8	1.014	Fe	Almería	Lubrín	4	i	4	—	—	—	1 b	—	—
66	741,8	298,0	1.014	Fe	Almería	Lubrín	4	i	4	—	—	—	1 b	—	—
67	746,6	293,5	1.014	Fe	Almería	Lubrín	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
68	753,0	291,6	1.014	Fe	Almería	Bédar	3	i	4	B	15	—	2 b	—	—
69	751,2	290,2	1.014	Fe	Almería	Bédar	3	i	4	B	15	—	2 b	—	—
70	752,4	289,4	1.014	Fe	Almería	Bédar	3	i	4	B	15	—	2 b	—	—

(Continuación.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION								
							Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Canga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
71	742,0	289,7	1.014	Fe	Almería	Lubrín	4	i	2	B	25	—	1 b	—	—
72	742,8	289,2	1.014	Fe	Almería	Lubrín	4	i	2	B	25	—	2 a	—	—
73	749,8	288,2	1.014	Fe	Almería	Bédar	3	i	4	B	15	—	2 a	—	—
74	771,1	303,4	1.015	Fe	Almería	Cuevas del Almanzora	2	i	4	—	—	—	1 b	—	—
75	769,4	302,8	1.015	Ag	Almería	Cuevas del Almanzora	1	a	—	—	—	—	—	—	—
76	772,0	302,0	1.015	Pb, Ag, Cu	Almería	Cuevas del Almanzora	2	ac	2	BC	—	g	4 b	Ja	4
77	772,8	302,0	1.015	Pb, Ag, Cu	Almería	Cuevas del Almanzora	2	ac	2	BC	—	g	4 b	Ja	4
78	773,3	301,6	1.015	Pb, Ag, Cu	Almería	Cuevas del Almanzora	2	ac	2	BC	—	g	4 b	Ja	4
79	773,3	301,6	1.015	Pb, Ag, Cu	Almería	Cuevas del Almanzora	2	ac	2	BC	—	g	4 b	Ja	4
80	772,7	300,6	1.015	Pb, Ag, Cu	Almería	Cuevas del Almanzora	2	ac	2	BC	—	g	4 b	Ja	4
81	772,7	300,6	1.015	Pb, Ag, Cu	Almería	Cuevas del Almanzora	2	ac	2	BC	—	g	4 b	Ja	4
82	771,8	301,4	1.015	Pb, Ag, Cu	Almería	Cuevas del Almanzora	2	ac	2	BC	—	g	4 b	Ja	4
83	772,0	300,4	1.015	Pb, Ag, Cu	Almería	Cuevas del Almanzora	2	ac	2	BC	—	g	4 b	Ja	4
84	771,6	299,6	1.015	Pb, Ag, Cu	Almería	Cuevas del Almanzora	2	ac	2	BC	—	g	4 b	Ja	4
85	771,4	300,0	1.015	Pb, Ag, Cu	Almería	Cuevas del Almanzora	2	ac	2	BC	—	g	4 b	Ja	4
86	771,0	299,6	1.015	Pb, Ag, Cu	Almería	Cuevas del Almanzora	2	ac	2	BC	—	g	4 b	Ja	4
87	770,6	299,0	1.015	Pb, Ag, Cu	Almería	Cuevas del Almanzora	2	ac	2	BC	—	g	4 b	Ja	4
88	771,3	299,0	1.015	Pb, Ag, Cu	Almería	Cuevas del Almanzora	2	ac	2	BC	—	g	4 b	Ja	4
89	769,0	299,8	1.015	Ag, Fe, Pb	Almería	Cuevas del Almanzora	4	ai	124	—	—	—	3 b	—	4
90	768,4	299,3	1.015	Ag, Fe, Pb	Almería	Cuevas del Almanzora	4	ai	124	—	—	—	3 b	—	4
91	769,0	298,9	1.015	Ag, Fe, Pb	Almería	Cuevas del Almanzora	4	ai	124	—	—	—	3 b	—	4
92	764,0	288,6	1.015	Pb, Zn, Ag	Almería	Mojácar	3	ai	24	—	—	—	2 b	—	—
93	652,0	284,5	1.028	Cu, Sb, Ag	Granada	Aldeire	2	cp	2	A	—	—	1 b	—	—
94	674,0	278,5	1.028	Fe	Almería	Laujar de Andarax	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
95	670,8	276,9	1.028	Fe	Almería	Laujar de Andarax	4	i	4	A	3	—	2 b	—	3
96	668,0	275,7	1.028	Fe	Almería	Paterna del Río	4	i	4	A	—	—	2 b	—	—
97	673,8	274,6	1.028	Fe	Almería	Laujar de Andarax	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
98	669,4	273,8	1.028	Fe	Almería	Laujar de Andarax	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
99	672,8	271,0	1.028	Fe	Almería	Laujar de Andarax	3	i	45	B	5	—	1 b	—	—
100	674,3	271,0	1.028	Fe	Almería	Fondón	3	i	45	B	5	—	1 b	—	—
101	669,4	270,3	1.028	Fe	Almería	Laujar de Andarax	3	i	45	B	5	—	1 b	—	—
102	664,7	269,4	1.028	Fe	Almería	Bayarcal	3	i	4	—	5	—	2 b	—	—
103	664,4	268,5	1.028	Cu	Almería	Bayarcal	3	e	25	A	2	—	—	—	—
104	657,4	268,5	1.028	Fe	Granada	Mairena	2	i	4	A	3	—	1 b	—	—
105	658,5	267,9	1.028	Fe	Granada	Mairena	3	i	4	B	5	—	1 b	—	—
106	671,9	268,0	1.028	Fe	Almería	Laujar de Andarax	3	i	4	—	5	—	1 b	—	—
107	695,0	285,8	1.029	Fe	Almería	Gérgal	2	i	45	A	3	—	1 b	—	—
108	694,7	284,4	1.029	Fe	Almería	Nacimiento Filma	2	i	45	A	3	—	1 b	—	—
109	698,2	283,8	1.029	Fe	Almería	Gérgal	2	i	45	A	3	—	1 b	—	—
110	699,2	284,6	1.029	Fe	Almería	Gérgal	2	i	45	A	3	—	1 b	—	—
111	701,0	283,3	1.029	Fe	Almería	Gérgal	2	i	45	A	3	—	1 b	—	—
112	702,5	284,4	1.029	Fe	Almería	Gérgal	2	i	45	A	3	—	2 b	—	—
113	703,6	284,2	1.029	Fe	Almería	Gérgal	2	i	45	A	3	—	2 b	—	—
114	702,8	283,2	1.029	Hg	Almería	Gérgal	1	g	2	—	—	b	—	—	—
115	683,6	283,3	1.029	Fe	Almería	Doña María-Ocaña	3	i	4	A	—	—	1 b	—	—
116	684,6	282,4	1.029	Fe	Almería	Doña María-Ocaña	2	i	4	—	—	—	1 b	—	—
117	677,4	280,3	1.029	Fe	Almería	Abrucena	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
118	696,5	274,6	1.029	Fe	Almería	Alboloduy	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
119	678,2	273,5	1.029	Fe	Almería	Beires	3	i	45	B	5	—	1 b	—	—
120	679,3	273,6	1.029	Fe	Almería	Beires	3	i	45	B	5	—	2 b	—	—
121	677,2	272,4	1.029	Fe	Almería	Beires	3	i	4	B	—	—	1 b	—	—
122	683,0	271,8	1.029	Fe	Almería	Ohanes	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
123	685,2	271,6	1.029	Fe	Almería	Ohanes	3	i	4	—	—	—	1 b	—	—
124	683,0	270,0	1.029	Zn	Almería	Canjávar	1	a	5	—	—	—	—	—	—

(Continuación.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION									
							Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
125	681,2	269,2	1.029	Fe	Almería	Canjávar	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
126	705,0	285,7	1.030	Fe	Almería	Gérgal	2	i	45	A	3	—	1 b	—	—
127	707,8	281,6	1.030	Fe	Almería	Olula de Castro	2	i	45	A	3	—	2 b	—	—
128	709,2	282,7	1.030	Fe	Almería	Gérgal	2	i	45	A	3	—	2 b	—	—
129	731,4	286,8	1.030	Fe	Almería	Ulcila del Campo	2	i	4	—	—	—	1 b	—	—
130	729,0	271,8	1.030	Fe	Almería	Turrillas	4	i	45	B	5	—	2 b	—	—
131	730,9	271,8	1.030	Fe	Almería	Lucairena de las Torres	4	i	45	B	5	—	3 b	—	—
132	727,5	270,3	1.030	Fe	Almería	Turrillas	3	i	45	B	5	—	3 b	—	—
133	721,8	270,0	1.030	Fe	Almería	Tabernas	3	i	45	B	—	—	2 b	—	—
134	716,0	270,0	1.030	Fe	Almería	Tabernas	4	i	45	B	5	—	1 b	—	—
135	729,8	269,5	1.030	Pb, Ag	Almería	Turrillas	2	a	2	—	—	—	1 b	—	—
136	724,5	268,6	1.030	Fe	Almería	Turrillas	4	i	4	B	—	—	2 b	—	—
137	741,5	287,0	1.031	Fe	Almería	Lubrín	4	i	2	B	5	—	1 b	—	—
138	749,2	286,6	1.031	Fe, Mn	Almería	Bédar	3	i	4	B	15	—	1 b	—	—
139	750,8	286,4	1.031	Fe	Almería	Bédar	3	i	4	B	15	—	1 b	—	—
140	753,8	287,2	1.031	Pb	Almería	Bédar	3	a	2	B	1	—	3 b	Ea	—
141	752,6	286,5	1.031	Pb	Almería	Bédar	3	a	2	B	1	—	2 b	Ea	—
142	754,0	286,2	1.031	Pb	Almería	Bédar	3	a	2	B	1	—	2 b	Ea	—
143	755,7	279,0	1.031	Hg	Almería	Turre	3	g	2	AB	25	f	2 b	Ea	4
144	762,8	279,5	1.031	Fe	Almería	Mojácar	4	i	4	A	25	—	1 b	—	—
145	758,5	275,5	1.031	Fe	Almería	Turre-Mojácar	4	i	4	B	25	—	2 b	—	—
146	762,5	275,4	1.031	Pb, Ag	Almería	Mojácar	2	a	2	A	34	f	1 b	Q	—
147	745,4	273,8	1.031	Zn	Almería	Sorbas	3	a	5	B	1	—	1 b	Ea	—
148	746,5	274,0	1.031	Fe, Mn	Almería	Sorbas	3	i	4	B	35	—	1 b	—	—
149	751,7	273,3	1.031	Pb	Almería	Turre-Carboneras	3	a	2	B	15	—	2 b	Ea	—
150	753,0	272,8	1.031	Fe	Almería	Carboneras	3	i	4	—	—	—	1 b	—	—
151	755,0	273,2	1.031	Fe	Almería	Carboneras	3	i	4	B	25	—	2 b	—	—
152	757,6	273,6	1.031	Fe	Almería	Carboneras	3	i	4	—	—	—	1 b	—	—
153	758,5	273,4	1.031	Pb, Zn	Almería	Carboneras	3	a	2	B	15	—	2 b	Ea	—
154	758,2	272,2	1.031	Fe	Almería	Carboneras	4	i	4	—	—	—	1 b	—	—
155	757,2	270,6	1.031	pyr	Almería	Carboneras	2	l	2	A	4	f	2 b	Q	—
156	752,3	268,9	1.031	Sb	Almería	Carboneras	4	p	2	AB	24	—	1 b	—	—
157	754,1	268,5	1.031	asb	Almería	Carboneras	4	z	8	—	—	—	1 b	—	—
158	764,2	277,5	1.032	Fe	Almería	Mojácar	3	i	4	B	—	—	—	—	—
159	654,9	266,2	1.043	Fe	Granada	Válor	4	i	4	—	—	—	1 b	—	—
160	647,5	265,2	1.043	Fe	Granada	Mecina-Bombaron	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
161	645,8	264,2	1.043	Fe	Granada	Yátor	1	i	4	—	—	—	1 b	—	—
162	649,8	264,0	1.043	Hg	Granada	Yátor	3	g	2	AB	1	f	2 b	—	—
163	657,2	262,8	1.043	Au	Granada	Ugíjar	4	m	1	—	—	b	—	—	—
164	666,6	264,0	1.043	Pb	Almería	Alcolea	3	a	2	B	1	—	2 b	Ea	—
165	665,8	262,8	1.043	Cu	Almería	Alcolea	1	c	5	B	—	—	2 b	—	—
166	671,6	264,8	1.043	F, Pb	Almería	Laujar de Andarax	3	b	3	AB	1	f	2 b	Ea	—
167	670,8	263,5	1.043	F, Pb	Almería	Laujar de Andarax	3	b	3	AB	1	f	2 b	—	—
168	670,7	260,7	1.043	F, Pb	Almería	Laujar de Andarax	3	b	3	AB	1	f	2 b	—	—
169	668,8	261,4	1.043	F, Pb	Almería	Laujar de Andarax	3	b	3	AB	1	f	2 b	—	—
170	668,8	261,4	1.043	F, Pb	Almería	Laujar de Andarax	3	b	3	AB	1	f	2 b	—	—
171	668,8	261,4	1.043	F, Pb	Almería	Laujar de Andarax	3	b	3	AB	1	f	2 b	—	—
172	668,8	261,4	1.043	F, Pb	Almería	Laujar de Andarax	3	a	3	AB	1	f	2 b	—	—
173	668,8	261,4	1.043	F, Pb	Almería	Laujar de Andarax	3	a	3	AB	1	f	2 b	—	—
174	666,4	260,3	1.043	Zn, Pb	Almería	Alcolea	4	a	25	AB	1	f	2 b	Ea	—
175	664,6	259,9	1.043	Cu	Almería	Alcolea	3	c	5	B	1	—	2 b	Ea	—
176	663,2	260,2	1.043	Cu	Almería	Alcolea	1	a	2	B	1	—	1 b	Ea	—
177	667,2	258,8	1.043	Pb	Almería	Alcolea	1	a	2	—	1	f	1 b	Ea	—
178	666,8	257,7	1.043	F	Almería	Berja	4	b	3	AB	1	f	—	Ea	—
179	668,0	257,8	1.043	F	Almería	Berja	1	b	3	—	1	—	—	—	—
180	669,4	258,0	1.043	F, Pb	Almería	Berja	3	b	3	AB	—	—	2 b	—	—
181	669,4	258,0	1.043	F, Pb	Almería	Berja	3	b	3	AB	—	—	2 b	—	—
182	674,2	259,0	1.043	Pb, F	Almería	Fondón	3	ab	23	AB	—	—	2 b	—	—
183	670,3	255,9	1.043	Hg, Cu	Almería	Berja	3	g	2	B	1	f	2 b	Ea	—
184	672,2	255,9	1.043	F, Pb	Almería	Berja	3	ba	23	AB	1	f	4 b	—	—
185	672,2	255,9	1.043	F, Pb	Almería	Berja	3	ba	23	AB	1	f	4 b	—	—
186	672,2	255,9	1.043	F, Pb	Almería	Berja	3	ba	23	AB	1	f	4 b	—	—
187	672,2	255,9	1.043	F, Pb	Almería	Berja	3	ba	23	AB	1	f	4 b	—	—
188	657,5	253,6	1.043	Pb	Almería	Darrical	1	a	—	B	—	—	—	—	—
189	660,8	253,0	1.043	F, Pb	Almería	Beninar	3	b	3	AB	1	f	2 b	—	—
190	663,5	252,0	1.043	Fe	Almería	Beninar	4	i	4	—	—	—	—	—	—
191	657,4	249,5	1.043	F, Pb	Granada	Turón	3	b	3	AB	1	f	3 b	Ea	—
192	658,4	249,4	1.043	F, Pb, Zn,	Granada	Turón	1	b	3	AB	1	—	1 b	—	—
193	676,4	266,8	1.044	Pb	Almería	Berja	4	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
194	678,6	267,4	1.044	Pb, F	Almería	Almócita	3	b	3	AB	1	f	3 b	Ea	—
195	678,3	266,3	1.044	Pb, F	Almería	Almócita	3	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
196	689,0	266,8	1.044	Fe	Almería	Rágol	—	l	—	—	—	—	—	—	—
197	687,8	264,3	1.044	Pb, F	Almería	Rágol	3	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—

(Continuación.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
198	688,8	263,4	1.044	Cu(Hg)	Almería	Instinción	1	g	2	A	2	f	2 b	Ea	—
199	684,4	264,2	1.044	Pb, Zn	Almería	Padules	3	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
200	680,2	263,3	1.044	Pb	Almería	Almócita	1	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
201	692,8	259,8	1.044	Pb	Almería	Huécija	1	a	2	—	—	—	1 b	—	—
202	680,0	259,4	1.044	Pb, F	Almería	Almócita	3	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
203	682,8	258,5	1.044	Pb	Almería	Canjávar	1	a	2	AB	1	f	1 b	Ea	—
204	683,7	258,8	1.044	Pb	Almería	Canjávar	1	a	2	AB	1	f	1 b	Ea	—
205	682,2	258,4	1.044	F	Almería	Padules	3	b	3	—	1	—	—	—	—
206	704,2	259,0	1.044	S, Mg, alu	Almería	Gádor	4	h	1	—	12	—	3 b	Ea	—
207	703,8	258,5	1.044	S	Almería	Gádor	4	h	1	—	12	—	2 b	Ea	—
208	704,1	257,0	1.044	Pb, F	Almería	Gádor	4	a	2	AB	1	f	2 b	—	—
209	699,0	257,2	1.044	Pb	Almería	Enix	1	a	2	—	—	—	1 b	—	—
210	695,8	256,8	1.044	Pb	Almería	Enix	3	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
211	693,0	256,1	1.044	Pb	Almería	Enix	3	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
212	687,6	256,6	1.044	Pb	Almería	Félix	1	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
213	686,4	256,1	1.044	Pb	Almería	Félix	1	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
214	688,4	256,1	1.044	Pb	Almería	Félix	1	a	2	AB	1	f	2 b	—	—
215	678,5	255,6	1.044	F, Pb	Almería	Dalias	3	b	3	AB	1	f	3 b	Ea	—
216	681,1	254,8	1.044	F, Pb	Almería	Dalias	3	ab	23	AB	1	f	3 b	Ea	—
217	675,8	253,2	1.044	Pb	Almería	Dalias	3	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
218	676,8	253,6	1.044	Pb	Almería	Dalias	3	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
219	677,8	252,0	1.044	Pb	Almería	Dalias	3	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
220	679,8	253,3	1.044	Pb	Almería	Dalias	3	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
221	679,8	252,4	1.044	Cu	Almería	Dalias	1	c	5	—	1	—	—	—	—
222	684,2	253,0	1.044	Pb	Almería	Félix	3	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
223	683,5	251,3	1.044	Pb, Zn	Almería	Dalias	1	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
224	682,2	250,0	1.044	Pb	Almería	Dalias	1	a	2	AB	1	f	—	—	—
225	688,2	253,8	1.044	Pb	Almería	Eniz	1	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
226	694,3	255,0	1.044	Pb	Almería	Eniz	3	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
227	694,2	253,5	1.044	Pb	Almería	Eniz	3	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
228	696,1	255,2	1.044	Cu	Almería	Eniz	1	c	5	—	1	—	2 b	—	—
229	694,8	253,8	1.044	Cu	Almería	Eniz	4	c	5	—	1	—	—	—	—
230	695,5	252,8	1.044	F	Almería	Eniz	—	b	3	AB	1	—	—	—	—
231	697,6	253,0	1.044	Mg	Almería	Eniz	4	k	5	B	1	—	1 b	—	—
232	697,4	254,0	1.044	Ba	Almería	Eniz	—	k	6	B	1	—	—	—	—
233	690,4	255,0	1.044	S	Almería	Eniz	—	h	1	—	—	—	—	—	—
234	699,2	254,0	1.044	Zn	Almería	Eniz	1	a	2	—	1	1 b	—	—	—
235	696,7	249,7	1.044	Fe	Almería	Vicar	4	i	4	A	—	2 b	—	—	—
236	703,0	253,2	1.044	Pb	Almería	Enix	—	a	2	—	1	f	2 b	Ea	—
237	700,8	252,1	1.044	Pb	Almería	Enix	—	a	2	AB	1	f	2 b	—	—
238	702,6	250,8	1.044	Pb	Almería	Almería-Enix	—	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
239	704,4	251,0	1.044	Pb	Almería	Almería	—	a	2	—	1	—	2 b	Ea	—
240	723,8	267,5	1.045	Fe	Almería	Turrillas-Almería	4	i	4	B	—	—	3 b	—	—
241	727,6	267,9	1.045	Pb	Almería	Níjar	1	a	2	B	1	—	2 b	—	—
242	727,0	267,2	1.045	Pb, Ag	Almería	Níjar	3	a	2	B	1	f	3 b	Ea	—
243	725,4	266,5	1.045	Pb, Zn	Almería	Níjar	2	a	2	A	3	f	2 b	—	—
244	717,4	266,3	1.045	Fe	Almería	Tabernas	2	i	4	A	3	—	2 b	—	—
245	712,4	265,8	1.045	Fe	Almería	Rioja	3	i	45	A	5	—	2 b	—	—
246	711,6	264,3	1.045	Fe	Almería	Rioja	—	i	—	—	—	—	2 b	—	—
247	713,6	265,0	1.045	Pb, Zn	Almería	Rioja	1	a	2	—	35	—	—	—	—
248	714,7	265,1	1.045	Fe	Almería	Rioja	—	i	—	—	—	—	2 b	—	—
249	716,0	265,7	1.045	Fe	Almería	Pechina	—	i	4	—	—	—	2 b	—	—
250	716,3	264,8	1.045	Fe	Almería	Pechina	—	i	4	—	—	—	2 b	—	—
251	716,5	264,0	1.045	Pb, Zn	Almería	Pechina	—	a	2	—	—	—	1 b	—	—
252	715,0	263,8	1.045	Fe	Almería	Rioja-Pechina	—	i	—	—	—	—	2 b	—	—
253	713,0	263,6	1.045	Pb, Zn	Amlería	Rioja	3	a	2	—	3	—	2 b	—	—
254	715,3	262,3	1.045	Pb, Zn	Almería	Pechina	4	a	2	—	5	—	2 b	—	—
255	718,5	262,8	1.045	Pb	Almería	Almería	1	a	2	—	1	—	2 b	—	—
256	721,0	262,9	1.045	Pb	Almería	Almería	1	a	2	—	1	—	2 b	—	—
257	722,0	262,8	1.045	Cu	Almería	Almería	1	c	—	—	1	—	2 b	—	—
258	724,2	264,8	1.045	Cu	Almería	Níjar	1	c	—	—	1	—	2 b	—	—
259	724,2	262,0	1.045	Cu	Almería	Almería	1	c	—	—	1	—	1 b	—	—
260	731,5	264,8	1.045	Pb	Almería	Níjar	—	a	2	—	12	—	—	—	—
261	709,0	260,2	1.045	lig	Almería	Gádoz	3	u	1	—	—	—	—	J	—
262	707,5	258,6	1.045	S	Almería	Benahadux	4	h	1	—	12	—	2 b	—	—
263	708,7	258,8	1.045	S	Almería	Benahadux	4	h	1	—	12	—	3 b	Ea	—
264	709,4	256,5	1.045	Zn	Almería	Benahadux	4	a	52	—	1	—	2 b	—	—
265	710,4	255,8	1.045	Mg	Almería	Huércal	4	k	5	B	1	—	1 b	—	—
266	707,6	255,0	1.045	Pb, Cu	Almería	Huércal-Almería	3	ac	25	—	1	—	3 b	Ea	—
267	707,6	255,0	1.045	Pb, Cu	Almería	Huércal-Almería	3	ac	25	—	1	—	3 b	Ea	—
268	706,0	264,5	1.045	Pb, Cu	Almería	Huércal-Almería	3	ac	25	—	1	—	3 b	Ea	—
269	706,0	264,5	1.045	Fb, Cu	Almería	Huércal-Almería	3	ac	25	—	1	—	3 b	Ea	—

(Conclusión.)

Núm.	Coordenadas Lambert x	Coordenadas Lambert y	Hoja 1:50.000	Sustancia	Provincia	TERMINO MUNICIPAL	CODIFICACION Morfología	Mena	Quimismo Mena	Quimismo Ganga	Roca encajante	Proceso genético	Datos económicos	Edad	Otras características
270	705,6	252,8	1.045	Pb, Cu	Almería	Almería	4	ac	2	—	1	—	2 b	Ea	—
271	708,0	252,4	1.045	Pb	Almería	Almería	3	a	2	—	1	—	2 b	Ea	—
272	709,4	253,5	1.045	Mg	Almería	Almería	4	k	5	B	1	—	1 b	—	—
273	734,7	266,8	1.046	Fe	Almería	Níjar	3	i	4	AB	3	—	—	—	—
274	736,4	266,8	1.046	Pb	Almería	Níjar	3	a	2	B	1	—	1 b	Ea	—
275	739,6	268,2	1.046	Pb	Almería	Níjar	3	a	2	B	1	f	1 b	Ea	—
276	735,0	265,8	1.046	Pb	Almería	Níjar	3	a	2	B	1	—	2 b	Ea	6
277	735,2	264,4	1.046	pmz	Almería	Níjar	1	z	—	—	4	e	—	—	—
278	753,8	265,4	1.046	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	—	J	—
279	756,2	266,2	1.046	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	—	J	—
280	749,6	262,5	1.046	ben	Almería	Níjar-Los Trancos	4	z	8	—	4	g	3 a	J	—
281	735,6	263,0	1.046	gat	Almería	Níjar	4	z	8	A	—	c	2 b	K	—
282	735,5	262,3	1.046	gnt	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	—	J	—
283	752,2	261,4	1.046	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	—	J	—
284	747,7	260,2	1.046	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	2 a	J	—
285	750,0	259,4	1.046	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	—	J	—
286	743,3	259,6	1.046	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	—	J	—
287	755,0	259,5	1.046	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	2 a	J	—
288	737,6	255,2	1.046	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	2 a	J	—
289	749,4	255,3	1.046	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	2 a	J	—
290	741,0	254,0	1.046	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	—	J	—
291	743,6	252,9	1.046	Au	Almería	Níjar-Rodalquilar	2	m	1	A	4	g	2 b	J	—
292	747,8	253,6	1.046	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	2 a	J	—
293	749,0	253,6	1.046	alu	Almería	Níjar	—	t	6	—	4	g	—	J	—
294	750,6	253,0	1.046	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	—	J	—
295	745,6	252,4	1.046	Au	Almería	Níjar-Rodalquilar	2	m	1	A	4	g	2 b	J	—
296	745,4	251,5	1.046	Au	Almería	Níjar-Rodalquilar	2	m	1	A	4	g	2 b	J	—
297	747,1	251,8	1.046	Au	Almería	Níjar-Rodalquilar	2	m	1	A	4	g	2 b	J	—
298	746,0	251,0	1.046	Au	Almería	Níjar-Rodalquilar	2	m	1	A	4	g	2 b	J	—
299	746,8	250,6	1.046	Au	Almería	Níjar-Rodalquilar	2	m	1	A	4	g	2 b	J	—
300	748,6	250,7	1.046	Pb	Almería	Níjar	2	a	2	A	4	g	2 b	J	—
301	749,0	252,0	1.046	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	—	J	—
302	740,0	250,8	1.046	Pb	Almería	Níjar	2	a	2	—	4	—	—	—	—
303	742,0	250,0	1.046	Pt	Almería	Níjar	2	e	1	A	4	g	—	—	—
304	645,0	247,4	1.057	F	Granada	Albuñol	3	b	3	AB	1	—	2 b	Ea	—
305	645,6	244,8	1.057	Hg	Granada	Albuñol	1	g	2	A	—	—	1 b	—	—
306	671,8	248,8	1.057	Pb	Almería	Dalías	3	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
307	665,0	246,8	1.057	Pb	Almería	Berja	3	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
308	665,8	247,0	1.057	F	Almería	Berja	4	b	3	AB	1	f	2 b	Ea	—
309	671,0	246,1	1.057	F	Almería	Dalías	3	b	3	AB	1	f	2 b	Ea	—
310	672,4	245,0	1.057	Pb	Almería	Dalías	3	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
311	665,3	245,8	1.057	F	Almería	Berja	3	b	3	AB	1	f	2 b	Ea	—
312	665,2	244,6	1.057	Pb	Almería	Berja	3	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
313	667,8	241,0	1.057	Pb	Almería	Berja	3	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
314	675,2	246,2	1.058	F	Almería	Dalías	1	b	3	—	1	—	—	—	—
315	676,6	247,2	1.058	Pb	Almería	Dalías	—	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
316	677,8	247,6	1.058	F	Almería	Dalías	3	b	3	AB	1	f	2 b	Ea	—
317	678,3	245,8	1.058	Mg	Almería	Dalías	1	k	5	—	—	—	—	—	—
318	682,1	248,0	1.058	Pb	Almería	Dalías	—	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
319	683,6	249,0	1.058	F	Almería	Dalías	3	b	3	AB	1	f	2 b	Ea	—
320	695,0	248,6	1.058	Pb	Almería	Vícar	1	a	2	B	—	—	1 b	—	—
321	699,4	249,4	1.058	Pb	Almería	Roquetas de Mar	—	a	2	AB	1	f	2 b	Ea	—
322	699,4	248,4	1.058	Mg	Almería	Roquetas de Mar	1	k	5	B	—	—	1 b	—	—
323	702,0	249,3	1.058	Mg	Almería	Enix	4	k	5	B	1	—	1 b	—	—
324	697,6	243,0	1.058	tur	Almería	Roquetas de Mar	3	u	1	—	—	c	2 b	K	—
325	735,0	244,0	1.060	Pb	Almería	Níjar	2	a	2	A	4	g	2 b	J	—
326	736,4	245,8	1.060	Pb	Almería	Níjar	3	a	2	A	4	g	2 b	J	—
327	736,8	241,6	1.060	Pb	Almería	Níjar	2	a	2	A	4	g	2 b	J	—
328	737,8	245,0	1.060	Pb, Zn	Almería	Níjar	2	a	2	A	4	g	2 b	J	—
329	738,2	244,6	1.060	Pb	Almería	Níjar	2	a	2	A	4	g	2 b	J	—
330	739,0	241,0	1.060	Pb, Zn	Almería	Níjar	2	a	2	A	4	g	3 b	—	—
331	737,8	243,0	1.060	Pb, Ag	Almería	Níjar	2	a	2	A	4	g	2 b	J	—
332	736,5	242,2	1.060	Pb	Almería	Níjar	2	a	2	A	4	g	2 b	J	—
333	741,0	248,5	1.060	Mn	Almería	Níjar	2	r	4	A	4	g	1 b	—	—
334	740,4	247,0	1.060	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	2 b	J	—
335	742,1	246,8	1.060	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	—	—	—
336	742,5	249,0	1.060	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	—	—	—
337	743,1	249,6	1.060	Au	Almería	Níjar-Rodalquilar	2	m	1	A	4	g	2 b	J	—
338	744,4	248,0	1.060	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	2 b	J	—
339	744,5	246,4	1.060	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	2 b	J	—
340	740,4	243,0	1.060	Pb	Almería	Níjar	1	a	2	—	4	—	—	—	—
341	744,5	245,0	1.060	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	—	J	—
342	742,6	244,3	1.060	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	—	J	—
343	744,4	243,2	1.060	ben	Almería	Níjar	4	z	8	—	4	g	—	J	—

BIBLIOGRAFIA DE LA HOJA METALOGENETICA, NUM. 84 ALMERIA

1799. García Fernández, D.: Sobre las minas de cobre e hierro de la Villa de Lubrín, Reino de Granada. «An. Hist. Nat.», t. I.

1799. García Fernández, D.: Sobre las minas de cobre e hierro de la Villa de Lubrín. «An. Hist. Nat.», t. I.

1832. Anónimo: Diligencias hechas por Juan Falconi, alcalde mayor de las Alpujarras del Reino de Granada por mandato de S. M., en averiguación de unas minas de varios metales en las sierras de Gádor y Dalías. Registro y relación general de minas de la Corona de Castilla.

1834. Gonzalo Tarín, J.: Edad geológica de las calizas de S. de Gádor. «Bol. Comp. Map. Geol. de Esp.», t. IX.

1836. Contreras: Opúsculo sobre el estado actual de la minería en S. de Gádor.

1840. Lampert: On the sierra Almagrega and sierra de Gádor Proceding of the geological society of London. Vol. III.

1841. Paillete, A.: Sur le gisement, l'exploitation et le traiment des minerais de plomb dans les environs d'Almeria (Andalousie). «An. des Min.», t. XIX.

1841. Pellico, R.; Maestre, A.: Apuntes geognósticos sobre la parte oriental de la provincia de Almería. «An. de Min.», t. II.

1844. Bauza, F.: Datos estadísticos sobre la fundición o beneficio de la galena del distrito de Minas de Adra. Que comprende Granada y parte de Almería. «Bol. Of. Min.», t. I, número 6.

1844. Maestre, A.: Noticia geológica de la sierra de Gádor. «Bol. Of. Min.», núm. 30, t. II.

1845. Anónimo: Mina Herrería. «An. Min.», núm. 4. Est. Min. 1845.

1845. Gil y Maestre: Noticia geológica de sierra de Gádor. «An. Min.», t. II.

1850. Anónimo: Observaciones sobre los terrenos de Tíjola y Bayarque (Almería). «Rev. Min.», t. I.

1850. Ruiz León, J.: «Mina Encanto» en los Pajarillos, en el término de Alcolea. «Rev. Min.», serie A, t. I.

1851. Alvarez de la Línea: Sierra de Gádor.

1851. Rodríguez, S.: Apuntes sobre las minas de cobalto nuevamente descubiertas en los distritos de Granada y Almería. «Rev. Min.», serie A, t. II.

1851. Ruiz León, J.: Consideraciones sobre la minería de la sierra de Gádor. «Rev. Min.», serie A, t. II.

1856. Pérez Moreno, A.: Noticia de los criaderos de manganeso de la sierra de Gata, con algunas observaciones sobre el estado y porvenir comercial de este artículo considerado industrialmente. «Rev. Min.», t. VII.

1856. Pérez Moreno, A.: Cabo de Gata: Noticias de los criaderos de manganeso con algunas observaciones sobre el estado y porvenir comercial de este artículo considerado industrialmente. «Rev. Min.», t. VII, y «Bol. Of. Min. Fom.», núm. 18.

1857. A. A. de L.: Sierra de Gádor. «Rev. Min.», t. VIII.

1857. Anjted y Burr: Notas sobre sierra de Gádor (Almería). «Rev. Min.», t. XIII.

1862. Hernández, F.: Memoria histórico-minera de la sierra Almagrera y su riqueza.

1865. Anónimo: Azogue: Descubrimiento de él en Dólar, entre Granada y Almería. «Rev. Min.», t. XVI.

1882. Botella Hornos: Observaciones acerca de la caliza de sierra de Gádor. «An. Hist. Nat.», t. XI.

1889. Anónimo: Mina de azogue de Gádor. «Rev. Min.», serie C, t. XV.

1902. L. Mallada: Minas de sierra Alhamilla (Almería). «Bol. Comp. Map. Geol. Esp.», t. XXVI.

1903. Buendía, A.: Breve descripción de las minas sitas en las Lomas del Sueño y del Vicario en la cañada de los Guijarrales y Collado de los Valientes en los términos de Berja, Laujar y Presidio (sierra de Gádor). Informe particular.

1962. Cordero Sánshez, R.: Indicio de Cu. Escúllar (Almería).

1963. Anónimo: Minerales de Cu y Pb (Almería).

1963. Anónimo: Minerales de plomo y cinc (Almería).

1966. Jacquin, J. P.: La «Franciscaine», un problème de pétrogénèse dans les dolomies du, trias Alpujarride de la sierra de Gádor (Almería-Espagne).

1967. Sierra López, J.; Ortiz Ramos, A.; Burkhalter Anel, J.: Origen de algunas mineralizaciones de fluorita y galena de la sierra de Gádor, en relación con la singénesis y la epigénesis. «Not. y Com.», núms. 97-98.

1967. Weppe, M.; Jacquin, J. P.: Estudio preliminar del yacimiento de plomo de Coto Laisques, sierra Alhamilla (Almería). «Bol. Geol. y Min.», núms. 103-104.

1968. Quesada García, A.; Espejo Molina, A.: Apartación al conocimiento geológico-minero de la sierra de Gádor en las proximidades de Berja (Almería). «Bol. IGME», t. LXXIX, II.

1915. Sierra, A.: Hierros de Almería y Granada. «Bol. Comp. Map. Geol. Esp.», t. XXXVI.

1916. Palacios, R.: Zona minera de Rodalquilar. «Rev. Min.», serie C, t. XXXIV.

1918. Fernández Maqueira, C.; Dupuy de Lome, E.: Los yacimientos de carbonato de magnesio en España. «Bol. IGME», t. XXXIX.

1918. Marín, A.; Milans del Bosch, J.: Yacimiento aurífero de Rodalquilar. «Bol. IGME», t. XXXIX.

1918. Rubio, J. M.: El turbal de Roquetas en la provincia de Almería. «Bol. IGME», t. XXXIX.

1919. Anónimo: Descubrimiento de un criadero de plata en Almería. «Bol. Of. Min.», núm. 31.

1920. Amar de la Torre, R.: Apuntes geognósticos de las provincias de Granada y Almería. Minas de cinabrio de Tíjola-Bayarque (Almería). «Bol. Of. de Min.», núm. 33.

1924. Luxán, F.; Sierra, M.: Criaderos de plomo de Cabo de Gata. «Bol. Of. Min.», núm. 90.

1924. Rubio, E.: Sobre la existencia de platino nativo en ciertos filones de cuarzo en el Cabo de Gata.

1926. Fábrega, P.: Criaderos de hierro de sierra Alhamilla (Almería). «Bol. IGME», t. XLVII (2.ª parte).

1927. Suárez Inclán, P.: Estudio de un grupo de yacimientos de hierro en Turrillas.

1928. Suárez Inclán: Estudio de un grupo de yacimientos de hierro de Abrucena.

1931. Jones, W.: Report on the south Tigon of sulphur mines situated in Almería. Benahadux (Spain).

1933. Maldonado, J.: Estudio de criaderos de hierro de las zonas de Alquife, Huéneja y Dólar (Granada). «Cat. Des. Cr. Min.», t. I-II (Sit. Huéneja).

1933. Pintado y Carranza, F.: Estudio de criaderos de hierro de las vertientes sur y occidental de sierra Nevada (Granada). «Cat. Des. Cr. Min.», t. I-II.

1933. Hernanz, L.: Estudio de los criaderos metalíferos de la zona de Rodalquilar (Almería). «Cat. Des. Cr. Min.», t. II.

1933. Vargas, E.: Estudio industrial de yacimientos metalíferos de la zona de sierra Nevada (Almería). «Cat. Des. Cr. Min.», t I-II.

1933. Vargas, E.: Estudio sobre los criaderos de azufre de sierra de Gádor (Almería). «Cat. Des. Cr. Min.», t. I-II.

1947. Los plomos de sierra de Gádor y su posible revalorización. IGME.

1948. Castells, J.; Rosso de Luna, I.: Informe preliminar de la zona aurífera del cerro del Cinto Rodalquilar (Almería).

1948. Pastor Mendívil, M.: Estudio geológico y minero del yacimiento de Alquife-Marquesado. «Bol. Inst. Geol. Min. Esp.», t. LI.

1950. Rotaeche. R.: Informe sobre la zona minera de Benahadux. Informe ADARO.

1955. Morales Abad, J.: Impresiones y notas sobre sierra de Gádor.

1956. Anónimo: Notas para el estudio microscópico del yacimiento de hierro de la sierra de Beires (Almería). Informe ENADIMSA.

1956. Gavala, J.: Minas de oro de Rodalquimar.

1956. Morales Abad, J.: El criadero de sierra de Gádor. Not. Informe MASA.

1903. Frías, H.: Planos mineros de la provincia de Almería.

1907. Fábregas, P.: Estudio de los criaderos de hierro de Almería. «Rev. Min.», t. XXV.

1908. Anónimo: Informe sobre mina «Purísima Concepción. Sorbas (Almería).

1908. Gómez Iribarne, B.: Criaderos de Pb. Filones de cabo de Gata. Criaderos plomizos en masa. Criaderos de Zn. Criaderos de Fe. Criaderos de las Herrerías. Est. Min., 1908.

1909. Fábregas, P.: Minas de Gérgal y Olula de Castro. «Revista Min.», t. XXVII.

1910. Marín, A.: Informe sobre la mina de hierro «El Rincón del Duque», de Gérgal.

1912. Marín, A.: Las minas de calafatita de Benahadux (Almería). «Bol. Comp. Map. Geol. Esp.», t. XXXII.

1915. Anónimo: Nota sobre minas de hierro de Vera-Lubrín (Almería).

1915. Marín, A.: Informe sobre la mina de hierro «Beires», en Canjáyar (Almería).

3. MAPAS METALOGENETICOS 1:1.500.000 DE LAS SUSTANCIAS PRIORITARIAS

3.1 OBJETIVOS Y FUNDAMENTOS

Las hojas metalogenéticas, presentadas en el capítulo anterior, permiten enfrentarse, con criterios puramente geológicos, al planteamiento de la investigación minera, de cualquier sustancia, en un área determinada del país.

Se puede decir que, en general, desde el punto de vista geológico, su detalle corresponde al de una prospección regional. En consecuencia, muchas veces es directamente abordable la fase de estimación del potencial minero de las áreas de interés puestas de manifiesto; otras, será necesario completar el reconocimiento regional mediante métodos geológicos, geofísicos o geoquímicos.

Sin embargo, como ya se ha señalado, los objetivos del PNIM son nacionales, concretándose en el momento económico actual a 20 sustancias definidas como prioritarias.

Por consiguiente, los referidos mapas 1: 200.000 requieren una elaboración complementaria para servir de base a la confección de un plan sectorial de investigación de una sustancia a escala nacional, en el que se tengan que establecer prioridades entre las inversiones en las diferentes zonas metalíferas y, por consiguiente, contemplar otros factores tales como el potencial económico relativo de cada zona, su extensión, situación geográfica, nivel de desarrollo y rendimiento económico de la metodología de investigación aplicable. Se hace preciso, en definitiva, comparar los metalotectos a la luz de su potencial metalífero y económico.

Resulta imprescindible, en primer lugar, definir para cada sustancia las zonas y áreas metalíferas de ella. Cada área metalífera se individualiza por la agrupación de metalotectos comprobados, probables, posibles, aflorantes y ocultos, con la única condición de que no exista discontinuidad geológica notable entre ellos y definan, en general, un mismo tipo de yacimiento.

Las diferentes áreas metalíferas se agrupan constituyendo zonas cuya delimitación es puramente geográfica, aunque debe estar incluida dentro de una unidad geotectónica, y en particular en el interior de etapas metalogénico-estructurales importantes.

Este trabajo de síntesis presenta limitaciones importantes no solamente por haberse iniciado cuando todavía no se habían concluido la totalidad de las hojas 1:200.000, sino también por la extraordinaria desigualdad del conocimiento geológico y metalogenético de las diversas zonas del país, lo que se traduce en variaciones muy acusadas de la viabilidad y precisión con que se pueden formular los metalotectos en cada una.

En este tercer capítulo se delimitan las zonas y áreas metalíferas para cada sustancia seleccionada, y aunque no se pretende el establecimiento de prioridades entre ellas, ya que aquí solamente se contempla con criterios de geología económica, sí se ponen de manifiesto para cada una los factores que influirían desde ese punto de vista. El documento final es la expresión gráfica de las conclusiones como mapas previsores de las mineralizaciones para cada una de las sustancias. Tales mapas formarán parte del mapa metalogenético de España 1: 1.500.000, denominación que se ha dado al capítulo.

Son factores de interés a considerar, entre otros, los siguientes:

— Potencialidad económica a escala mundial del tipo de yacimiento al que pertenecen o pueden pertenecer los comprendidos en una área. Se puede valorar expresándola en el porcentaje que supone el tipo en el total de producciones acumuladas y reservas del metal de la sustancia considerada. Es esencialmente variable con el tiempo, pues está condicionada por factores extrínsecos, tales como la evolución de las tecnologías de laboreo, mineralurgia y metalurgia, por una parte, y por las correspondientes variaciones de la oferta y de la demanda, por otra. Sería más correcto expresar tal potencialidad con una significación más actual tomando, por ejemplo, como cifra estimativa el porcentaje medio que las producciones de ese tipo han supuesto en los últimos cinco años y las que se prevén en los cinco años próximos.

La potencialidad así expresada no es sólo función de la dimensión económica de los yacimientos individuales, sino que también refleja la frecuencia con que en la corteza, esencialmente heterogénea, se dan las condiciones geológicas (superposición de metalotectos) adecuadas para la formación del tipo, e incluso del rendimiento de la metodología de investigación aplicable, o facilidad de descubrir los correspondientes yacimientos.

— Potencialidad económica a escala nacional del tipo de yacimiento. No es la misma a escala mundial que a escala nacional, regional o local. La importancia relativa y potencial cambian notablemente a escalas nacionales, pues cada país tiene sus peculiaridades geológicas que favorecen la presencia de determinados tipos que, además, presentan potenciales metalíferos particulares, es decir, variaciones locales, de escala diversa, de la intensidad de mineralización respecto a lo que sería la media mundial. Este potencial nacional del tipo es de nuevo función de la dimensión de los individuos, frecuencia con que se manifiestan el contexto geológico apropiado y facilidad de prospección; se puede valorar siguiendo un criterio análogo al mundial. Sin olvidar, a cualquier escala que se considere el problema, que el grado de investigación realizado varía extraordinariamente de una zona a otra, y que salvo en el caso de yacimientos excepcionales, la potencialidad de un tipo está

condicionada localmente por factores geográficos y de nivel de infraestructura de desarrollo.

— Intensidad de mineralización local del área o zona, función de la dimensión económica de los yacimientos existentes en ella y de su frecuencia. Tiene especial interés para valorar las posibilidades de los indicios que se conozcan o descubran. Se expresaría en función de dos coeficientes, uno de intensidad de mineralización de los individuos (dimensión económica), cifrado por el intervalo de porcentaje respecto a la producción nacional en el que se sitúan los individuos dentro de la zona o área; el otro, de densidad de mineralización, se podría expresar igualmente por el porcentaje que el área o zona supone en la producción nacional referida a un período actual.

— Grado de confianza con que se puede formular la probabilidad que cada metalotecto presenta de contener yacimientos minerales de una sustancia. Se trata de relacionar, para cada tipo, las importancias económicas de yacimientos minerales individuales y la frecuencia con que en cada caso se encuentran presentes cada uno de los metalotectos del tipo. Esta probabilidad a escala mundial vendría naturalmente corregida a escalas nacional y local.

— Extensión del área metalífera e incidencia relativa en ella de los metalotectos comprobados, probables y posibles, aflorantes. En función de las probabilidades y factores anteriores sería posible cifrar estimativamente la probabilidad conjunta del área.

— Aspectos positivos o negativos que presentan los minerales específicos de cada área o zona en relación con su tratamiento mineralúrgico y metalúrgico. Es un nuevo factor corrector, de gran importancia para algunas sustancias y debe ser considerado al establecer prioridades.

— Indices de rendimiento técnico y de coste que corresponden a la metodología general y específica aplicable a la investigación, es decir, a cada tipo de yacimientos corresponde un conjunto de criterios y métodos de prospección geológicos, geofísicos y geoquímicos, con un rendimiento global y coste unitario característicos. Esta metodología se puede, en general, precisar más a escalas nacionales y locales, en función de los metalotectos específicos con que en las zonas y áreas se manifieste el tipo. Por otra parte, también los métodos geofísicos y geoquímicos están sometidos en su aplicación y rendimiento a las características peculiares del lugar donde se desarrollen.

Esta remisión de factores no debería terminarse sin citar al menos la necesidad de tener en cuenta otros tales como:

- Laboreo que han sufrido los yacimientos, contemplado por el PNEM.
- Grado de investigación minera que han sufrido los yacimientos y áreas, y situación legal en que se encuentran, son objeto de análisis en los tomos precedentes a éste.
- Probabilidad de éxito de los programas de investigación basada en las experiencias realizadas en las mismas o análogas áreas. Se puede deducir también a partir de los referidos datos.
- Factores condicionantes que provienen de la situación geográfica y geoeconómica de la zona.

Existe, pues, la posibilidad teórica de llegar a cifrar estos factores para alcanzar, por una parte, una puntuación, aproximada pero objetiva, o índice de potencialidad de las diferentes áreas y zonas. Por otra parte, será posible también dar una orientación sobre el grado e intervalo de confianza con que, en cada una, cabe esperar encontrar un yacimiento de un valor dado, para una inversión determinada.

En definitiva, se trataría de establecer no solamente el orden de prioridad entre zonas y áreas, sino también los valores mínimos de inversiones por debajo de los cuales se trabajaría con una probabilidad demasiado reducida, así como desechar aquellas inversiones en investigación que corresponden a grados e intervalos de confianza inaceptables.

Es éste un camino a abordar en el futuro, cuya realización no debe considerarse utópica, mediante el adecuado tratamiento estadístico de la gran información almacenada sobre los múltiples aspectos que caracterizan las zonas, áreas, yacimientos, indicios y sus metalotectos.

En este capítulo, por otra parte, se realiza una consideración cualitativa, y semicuantitativa en algunas ocasiones, de la mayor parte de los factores citados anteriormente.

El punto de partida elegido para iniciar tal análisis comparativo ha sido la realización de una tipología naturalista a escala mundial de los yacimientos minerales de cada sustancia prioritaria.

Los tipos resultantes se establecen en virtud de características internas y metalotectos típicos comunes, calculando para cada tipo su relativa importancia económica, cifrada en unos casos, por el porcentaje que en el total mundial suponen sus producciones acumuladas y su volumen de reservas y, en otros, simplemente por el porcentaje que supuso el tipo en uno de los últimos años respecto al valor de la producción mundial.

Se dan también indicaciones complementarias sobre el rendimiento técnico y económico de los métodos específicos de prospección aplicables, las calidades de mineral en relación con la mineralurgia y metalurgia, orden de cubicación y leyes de los yacimientos según sean explotados por trabajos de interior o exterior.

Las zonas y áreas metalíferas españolas se definen a partir del mapa metalogenético 1: 200.000, por la agrupación de metalotectos próximos y vinculados geológicamente, se clasifican según los tipos anteriores, registrando sus características internas y metalotectos específicos locales, y se representan adecuadamente en los mapas previsores 1: 1.500.000 por sustancias.

De la misma manera que para los tipos mundiales se cifra para cada área, zona y tipo nacional su importancia económica relativa, que tiene expresión gráfica al igual que los yacimientos individuales y sus metalotectos.

Finalmente se comentan los factores condicionantes referidos, comparándoles, en su caso, con los análogos mundiales.

3.2 METODOLOGIA

3.2.1 ESTABLECIMIENTO DE TIPOLOGIAS DE LOS YACIMIENTOS DE CADA SUSTANCIA A ESCALA MUNDIAL

Cualquier yacimiento mineral presenta múltiples características, muchas de las cuales son comunes a distintos individuos. Los yacimientos minerales se pueden clasificar desde varios puntos de vista, eligiendo en cada caso, como caracteres comunes para formar los grupos, aquellos que sean más sensibles al objetivo buscado.

Un yacimiento mineral, desde un punto de vista geológico, posee una serie de características internas (formales, materiales y temporales) y otra de externas, que se refieren al medio geológico en el que yace. A su vez, si nos fijamos en el yacimiento tal como aparece actualmente, cabría distinguir, entre las características que definen al medio geológico, las que son anteriores o simultáneas a la for-

mación del yacimiento y puedan tener que ver con su proceso genético, y las que son esencialmente posteriores.

Una tipología genética de yacimientos tendría únicamente en cuenta las características internas y las del medio geológico de carácter previo o singenético con las mineralizaciones.

Sin embargo, los yacimientos minerales hay que explotarles y prospectarles tal como yacen actualmente, y en consecuencia, una tipología de yacimientos con vista a su investigación minera debe de tener en cuenta esas características adquiridas con posterioridad por el medio. Así, por ejemplo, resulta obvio que una tipología genética de yacimientos de hulla nunca tendría en cuenta que las capas estén o no plegadas, y, sin embargo, esta consideración, fundamental desde el punto de vista de la investigación y explotación de los yacimientos, debe ser recogida en una clasificación establecida con ese objetivo.

Por otra parte, toda investigación minera, de una forma u otra, busca siempre del yacimiento su aspecto de objeto valorable, su interés económico, aunque la prospección se realice apoyándose en las características que le definen como objeto geológico. En este sentido, los yacimientos minerales cuyas características se analizan, comparan y clasifican para establecer la tipología, deben tener un probado interés económico.

Finalmente, como toda prospección se conduce apoyándose en las relaciones observables en el medio geológico que puedan constituir guías hacia la mineralización, tal clasificación de yacimientos debe poner también de manifiesto esas relaciones materiales, objetivas, independientemente de que se comprendan las razones genéticas de su existencia. En este sentido la tipología debe tener una clara base naturalista.

En resumen, se puede concluir que la clasificación buscada tendrá una concepción natural, restringida a los individuos de interés económico y admitirá subdivisiones en función de aspectos que puedan influir de forma importante en la investigación, explotación y mineralurgia de las menas.

Estos principios son los que han inspirado las tipologías que se presentan en forma de cuadro, para las sustancias prioritarias, dentro de las grandes limitaciones inherentes a un objetivo de tal alcance.

Así, la base fundamental de la clasificación son las columnas centrales: "características internas de la mineralización" y "metalotectos típicos".

Como características internas, se reseñan sucesivamente las formales, materiales y temporales. Las formales se refieren a la geometría interna del cuerpo mineralizable, con indicación de concordancia, discordancia o peneconcordancia, las dimensiones y las formas en la que la mena se distribuye en ese cuerpo (masiva, diseminada, etc., etc.).

Los materiales recogen los aspectos mineralógicos y geoquímicos. Se distingue la mineralogía primaria de la posible supergénica, es decir, la generada por procesos de oxidación y concentración. Dentro de cada una se señalan las paragénesis minerales fundamentales, sucesión en su caso, y los aspectos textuales más distintivos. Se indica también si existe alguna asociación geoquímica característica y se incluye igualmente la zonalidad a escala de individuo mineral.

Los metalotectos se formulan en su concepción más amplia, tal como se ha explicado en VI-1.2. Se consideran los siguientes tipos de metalotectos:

— *Físicos:* Se refieren a características físicas del medio, tales como porosidad, fisuración, etc., etc.

— *Mineralógicos:* Minerales relacionados con la mineralización que pueden ser constituyentes de la ganga o de rocas encajantes y próximas (por ejemplo, alteraciones hidrotermales, minerales accesorios de los granitos estanníferos).

— *Geoquímicos:* Tales pueden ser, contenidos superiores a los normales de mineral o rocas en determinados elementos o simplemente la presencia de ellos.

— *Biológicos:* Como señala Nicolini (1970), son metalotectos biológicos frecuentes, determinados microorganismos, materias orgánicas en relación con yacimientos "red beds" y "kupferschifer" y arrecifes, entre otros.

— *Estructural:* En la localización de muchas mineralizaciones hay un factor de tipo estructural determinante, y muy especialmente en las epigenéticas.

— *Litológicos:* Se refiere a rocas encajantes o próximas relacionadas.

— *Estratigráficos.*

— *Sedimentológicos y paleogeográficos.*

— *Geométricos del medio:* Ciertos aspectos de la geometría del medio, como puede ser la zonalidad de yacimientos, puede ser muy indicativa de la posible ubicación de yacimientos (Nicolini, 1970).

— *Geotectónicos:* De gran significación, sobre todo a escalas pequeñas.

La metodología de investigación recibe consideración en la columna siguiente, indicándose para niveles de prospección regional y estimación-evaluación, índices de rendimientos y coste de los métodos geológicos, geofísicos o geoquímicos de prospección.

A continuación viene la columna de características económicas y mineras, dividida en cinco subcolumnas. La primera refleja los condicionamientos tecnológicos, mineralógicos y metalúrgicos, que puedan existir; la segunda, intervalos de cubicación, da idea del intervalo de tolerancia de los individuos, con indicaciones de si se trata de explotaciones de interior o de exterior; la tercera presenta los intervalos de leyes; la cuarta, los de producción anual; finalmente, la quinta, la importancia económica del tipo o subtipo expresada, como ya se ha indicado, bien por el porcentaje respecto al total mundial del valor de las producciones acumuladas más las reservas existentes, bien por el porcentaje que supuso en el valor de la producción en un determinado período de tiempo.

Los tipos y subtipos se denominarán por el nombre del yacimiento más importante (holotipo), que reúne las características del tipo. La descripción se hace por enumeración ordenada de los caracteres típicos diferenciativos o selectivos.

Cada cuadro va acompañado de una breve nota explicativa en la que se comentan, en primer lugar, las limitaciones más importantes que han surgido al formular los tipos y los parámetros fundamentales utilizados en la clasificación. Se acompaña también una orientación sobre la correspondencia de los tipos establecidos y los que surgirían desde un punto de vista genético, poniendo de manifiesto las transiciones existentes.

Se hace un juicio sobre la metodología general aplicable a la prospección, señalando los aspectos peculiares que puedan permitir la búsqueda de algunos tipos y subtipos. Si ha lugar se examinan los condicionamientos tecnológicos.

Finalmente, se destacan las características económicas y

mineras de los yacimientos individuales, la importancia económica mundial de los diferentes tipos y su futuro.

Se incluye una selección de la bibliografía consultada de mayor interés en relación con la clasificación establecida.

3.2.2 DEFINICION DE LAS ZONAS, AREAS Y TIPOS METALIFEROS ESPAÑOLES

Como ya se ha indicado, la definición de las zonas y áreas metalíferas se hace para cada sustancia a partir del fichero respectivo y de los mapas metalogenéticos 1: 200.000. Todos los datos referentes a las zonas y áreas se registran en cuadros adecuados, cuyas columnas centrales, "Características internas de la mineralización" y "Metalotectos específicos", son análogas a las de la tipología mundial y particularizadas para los yacimientos españoles. A través de ellas se establece la correspondencia con los tipos mundiales.

En la primera columna se registran y enumeran las zonas de norte a sur y de oeste a este. Con el mismo criterio y a continuación se indican las áreas incluidas en cada una con especificación de su extensión en hectáreas, situación de actividad o inactividad minera, y mención del yacimiento más representativo.

En las columnas siguientes se hace una calificación conforme a la numeración de los tipos y subtipos correspondientes de la tipología mundial.

En la columna de metalotectos específicos se ha añadido una subcolumna de rendimiento global en investigación, valorado semicuantitativamente de 1 a 3, que pretende completar la metodología general de investigación del tipo, con la consideración de las condiciones particulares de cada área.

La última columna de características económicas y mineras, análoga a la de la tipología mundial, se refiere a los yacimientos españoles. En la subcolumna final se indica la importancia económica relativa del área y zona por porcentajes del valor de la producción anual o de las producciones aumentadas más las reservas, según la información disponible. La cumplimentación de los datos correspondientes a esta columna supone, en la mayoría de los casos, un difícil problema por lo fragmentario de la documentación existente, aunque esta labor se ha visto notablemente facilitada gracias a haber podido disponer de los estudios realizados por el PNEM.

Cada cuadro va acompañado de una nota explicativa. Se señalan en ella, en primer lugar, los problemas planteados para la definición de zonas, áreas y tipos, enumerándose también los indicios aislados que no se han utilizado para definir áreas, por no disponer de un conocimiento suficiente, en unos casos, o por juzgar que su importancia era mínima en otros.

Se resaltan también, si ha lugar, aspectos sobresalientes de las características internas de la mineralización y de los metalotectos peculiares de la zona, concluyéndose sobre su incidencia en la metodología general de investigación. A continuación y a partir del mapa previsor 1: 1.500.000 (véase 3.2.3), se pone de manifiesto, en algunos casos significativos, la importancia relativa que en la extensión del área tienen los metalotectos comprobados, probables, posibles y ocultos.

Se presenta también una clasificación de las zonas y áreas en orden de importancia económica decreciente, con indicación del tipo a que corresponden, lo que permite comparar la importancia económica de los tipos a escalas mundial y nacional.

Finalmente, para cada tipo se comparan los intervalos de cubicación, leyes y producción de los yacimientos en el mundo y en España, obteniéndose las conclusiones correspondientes sobre la dimensión económica de los yacimientos españoles.

3.2.3 CONFECCION DEL MAPA METALOGENETICO 1: 1.500.000 DE ESPAÑA

3.2.3.1 Comentarios al fondo geotectónico utilizado y explicación de la leyenda

Desde el punto de vista de su evolución, se distinguen por su color dos únicos grupos de terrenos. Uno gris, integrado por aquellos cuya estructura actual proviene esencialmente de acontecimientos ligados a la orogenia herciana, y otro naranja, que reúne las unidades establecidas durante la orogenia alpina. Los dos núcleos paleozoicos en laderas alpinas, se representan con el color herciano, si bien se le añade un punteado alpino, para expresar que han sido modificados, a veces fundamentalmente, por esta última orogenia.

Mediante color se distingue también el nivel de consolidación de las rocas hipogénicas, que por su especial interés metalogenético se han individualizado sobre el fondo general. Su quimismo y relación con los diferentes episodios orogénicos se indican por la forma y color de una trama superpuesta.

En el caso particular del archipiélago canario, se representan, como en la Península, los afloramientos de sus rocas efusivas, pero por sus características particulares, tal representación se efectúa sin vincularlas a los ámbitos herciano o alpino, que en el dominio insular carecen de significación.

Los rasgos estratigráficos se han simplificado al máximo; se señalan únicamente, mediante rayados, las áreas donde sedimentos pospaleozoicos ocultan, a modo de cobertera, el zócalo subyacente. Distínguense asimismo, dentro de zonas recubiertas, las zonas particulares donde los paquetes suprayacentes han experimentado plegamiento, reflejo pasivo de la movilidad en bloques del substrato que los sostiene (Cadenas Ibéricas).

A sí como en ambas Castillas la cobertera del primario incluye materiales cuya sedimentación fue motivada por fenómenos muy variados, acaecidos durante el Mesozoico y Terciario, los depósitos neógenos que rellenan las depresiones, internas o marginales, de las cadenas alpinas (franja norte del valle del Ebro, valle del Guadalquivir, etc.), responden específicamente a la intensa denudación de los nacientes relieves montañosos (Pirineo y Béticas). A esta diferenciación originaria entre los recubrimientos de lo alpino y lo herciniano, ha de añadirse que mientras el substrato paleozoico poseía el carácter de plataforma rígida durante su anegación bajo la cobertera posterio, el substrato de las depresiones béticas o pirenaicas no era totalmente inmóvil, sino que su actividad ha ocasionado a veces ligeras deformaciones de tipo diapírico o gravimétrico en las unidades suprayacentes.

Por ambas razones, se ha creído conveniente significar estas áreas semimóviles, con el color alpino, manteniendo, sin embargo, el rayado de cobertera.

En relación a rasgos estructurales, se ha preferido limitarlos lo más posible en el fondo común y reproducirlos, en cambio, con el mayor detalle en las aplicaciones concretas del mapa a las sustancias prioritarias.

Tal simplificación responde a varios motivos. El prime-

ro de orden tipográfico, es evitar que en la representación de metalotectos, algunos de los rasgos más notables de éstos se confundieran sobre un fondo, necesariamente denso en signos y datos, dada la complejidad y diversidad geológica de los mapas de la Península a escala 1: 1.500.000. La segunda razón que ha movido a introducir pocos rasgos estructurales es que la información tectónica más confiable de que se dispone proviene de trabajos a escalas de detalle, que para este fin deberían reducirse previamente a 1: 1.500.000. En cambio no se han acometido aún auténticos trabajos concebidos y realizados a esta escala. Por ello, los datos sobre grandes fallas, etc., publicados oficialmente, varían tanto de unos a otros, en su localización y naturaleza, que debe, prudentemente, prescindirse por ahora de estas, más bien, sugerencias geotectónicas, hasta que se posea conocimiento más preciso de las mismas (Fig. 3.2-1).

3.2.3.2 Comentarios al fondo minero y explicación de la simbología

AREAS METALÍFERAS

a) *Delimitación de áreas metalíferas*

Estas áreas, por ofrecer características diferentes en cuanto a sus posibilidades de representación, se dividen en los tres grupos siguientes:

I) Areas representables a escala.

Las áreas que comprenden uno o varios metalotectos de dimensiones susceptibles de ser cartografiadas a la escala de trabajo, se delimitan según los contornos reales de metalotectos.

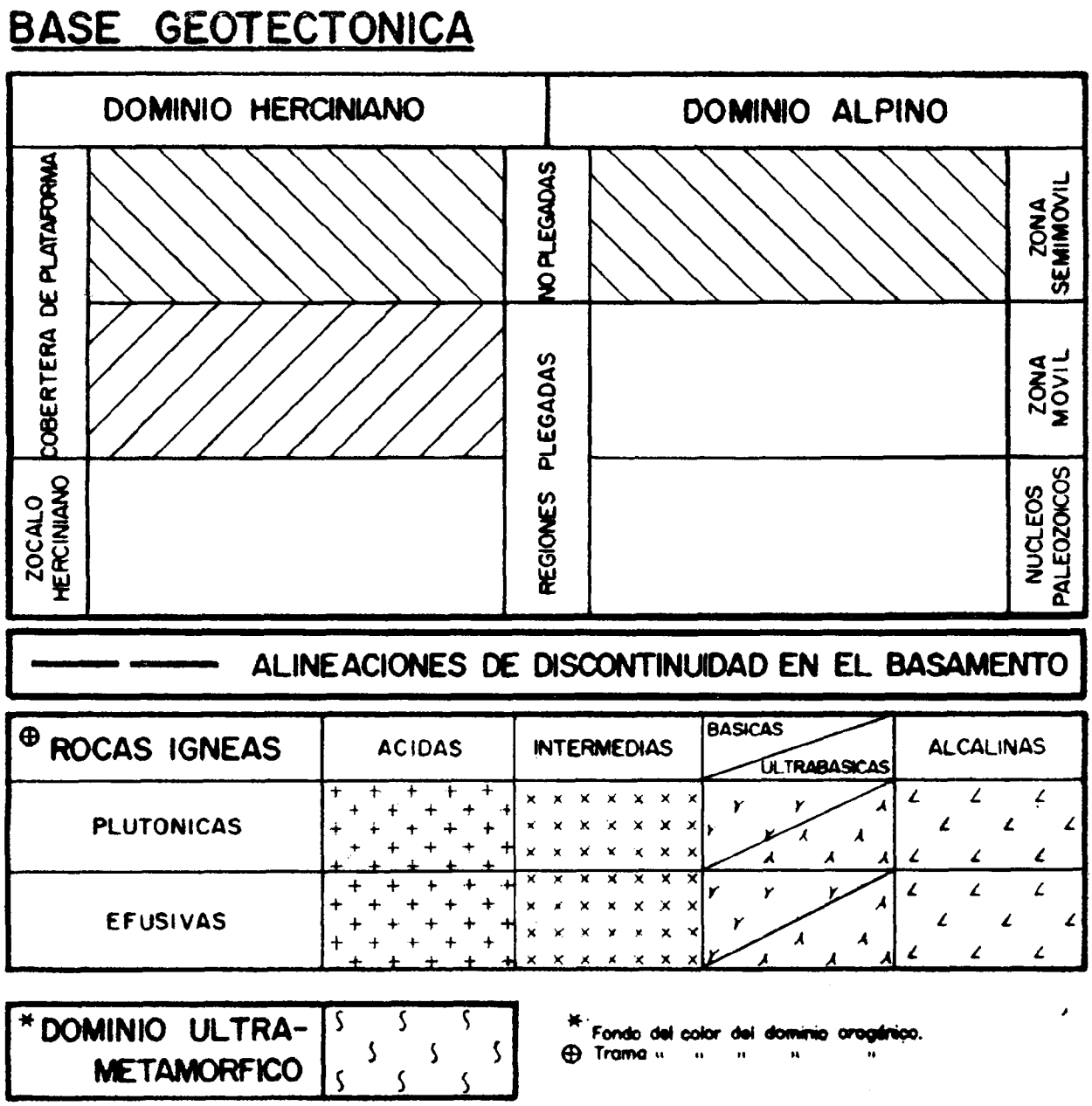


FIGURA 3.2-1

Estos límites pueden adoptar las formas de línea continua, de trazos y de puntos, en función del grado de confianza a expresar, comprobado, probable y posible, respectivamente.

——————— comprobado,
— — — — — — probable,
..... posible.

II) Areas no representables a escala.

En este caso, se recurre a la expresión simbólica mediante círculos, en la siguiente forma:

Cuando las áreas no sean representables a escala, por dimensiones no cartografiables de sus metalotectos correspondientes, se utiliza un círculo de circunferencia continua y 9 milímetros de diámetro (Fig. 3.2-2).

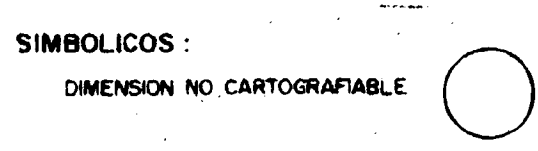


FIGURA 3.2-2

Si la representación a escala no es posible, debido a imprecisión o desconocimiento de sus límites metalotécticos, se utiliza un círculo de circunferencia a trazos y 12 milímetros de diámetro (Fig. 3.2-3).

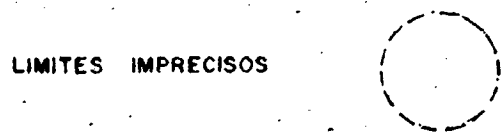


FIGURA 3.2-3

III) Areas ocultas.

Cuando los metalotectos integrantes de un área se sumerjan bajo terrenos suprayacentes, tanto en el caso de representación a escala como simbólica, el sentido de la sumersión se indica mediante el uso de flechas normales a la línea límite del área.

El grado de certidumbre de esta continuación en profundidad de metalotectos aflorantes se expresa por el tipo de la flecha correspondiente: en línea continua, comprobado, y en línea a trazos, probable. El color de la flecha coincide con el correspondiente de los límites (Fig. 3.2-4).

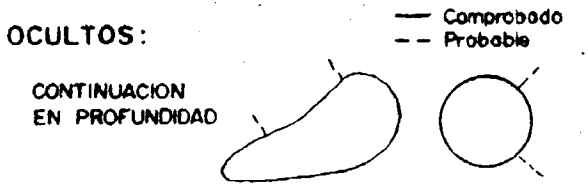


FIGURA 3.2-4

Cuando un área, ya cartografiable por su dimensión y conocimiento de sus metalotectos, ya simbólica, no aflore, se representa de forma análoga a las aflorantes, pero introduciendo flechas normales al límite y hacia el interior de los mismos (Fig. 3.2-5).

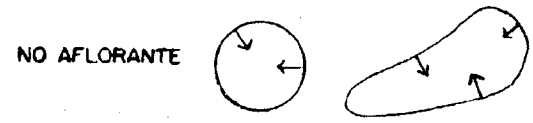


FIGURA 3.2-5

b) *Importancia económica mundial del tipo de yacimiento*

Para cada una de las sustancias tratadas, y de acuerdo a la contribución que cada subtipo aporta a la producción mundial, según figura en el cuadro de tipología, se ordenan éstos por importancia decreciente, y a esta serie ordenada, se adjudica una escala de colores, que va decreciendo en intensidad (violeta, azul, rojo, verde, marrón, naranja, amarillo, etc.), con lo que se consigue que, ópticamente, destaquen tanto más cuanto mayor sea su importancia.

Con objeto de poder hacer la comparación de los subtipos existentes en España, en relación con los mundiales, se incluye la clasificación completa en este capítulo.

Esta escala de colores establecida, y que es variable para cada mapa en función del número de subtipos existentes, afecta a la representación de límites de áreas, en cualquiera de sus variantes (a escala, símbólicos u ocultos).

En el caso de existir imposibilidad de encasillar un área en la tipificación correspondiente, por falta de datos o inexistencia de tipo característico, se utiliza el color negro.

c) *Importancia económica nacional del tipo de yacimiento*

Otro factor que afecta a la delimitación de áreas es el grosor de las líneas límites, que es indicativo de la importancia económica nacional del subtipo.

En general, se emplean dos grosores (1 y 0,5 milímetros) y su utilización se establece según límites porcentuales de aportación a la producción actual, variables para cada sustancia.

d) *Importancia económica actual*

La magnitud de este carácter, ya sea referida a producción anual actual o a producción acumulada en período reciente, lo que se especifica en cada caso, se expresa por el tamaño de las letras que componen la denominación de cada una de las áreas metalíferas.

Se han utilizado, en general, tres tamaños de letras mayúsculas (Fig. 3.2-6).

AREA	>	%
AREA	-	%
AREA	<	%

FIGURA 3.2-6

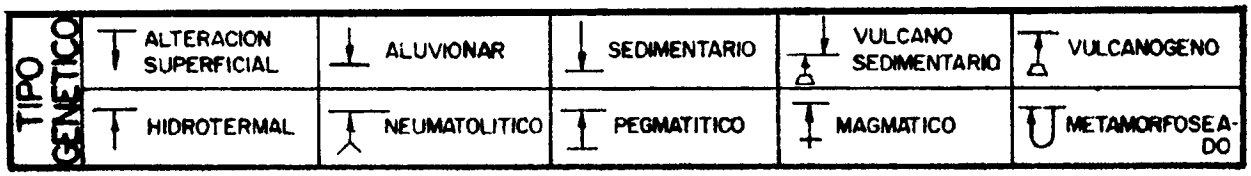


FIGURA 3.2-7

La elección del tamaño se realiza en cada sustancia de acuerdo con el porcentaje que suponga en el total nacional lo producido en el lapso de tiempo considerado por el área de que se trata, teniendo en cuenta que los valores límites de cada intervalo son variables en cada sustancia, según sus características peculiares.

e) *Tipo genético*

Se utilizan los mismos signos que en el mapa 1: 200.000, habiéndose suprimido las diferenciaciones correspondientes a la fase hidrotermal.

Estos símbolos, en negro, se adosan a las líneas límites de áreas (Fig. 3.2-7).

La inexistencia del símbolo correspondiente implica falta de datos para pronunciarse en favor de uno u otro tipo, y el signo de interrogación, figurando junto al símbolo, expresa su carácter dudoso.

METALOTECTOS ESPECÍFICOS

La expresión gráfica de estos caracteres, en general, se realiza en forma simbólica. Se emplean colores, sobrecargas y demás signos indicativos, afectando al interior de la superficie delimitada como área. En la mayoría de casos, significan existencia o predominio de esos factores litológicos, estructurales o estratigráficos y no una exposición cartográfica de ellos, que, por otra parte, si es posible se realiza.

a) *Metalotectos estratigráficos*

Se representan por colores transparentes que afectan a la totalidad de la superficie encerrada por el área en cuestión. La escala básica de colores utilizada se mantiene fija para todas las sustancias, de acuerdo al código siguiente:

— Precambriano, paleozoico ... marrones.
— Trías ... violetas.
— Secundario ... azules.
— Terciario-Cuaternario ... naranjas-amarillos.

En cada mapa particular, cuando interese señalar la estratigrafía con mayor detalle o se quieran individualizar facies especiales, se recurre al empleo de una gama de tonos sobre la base de la escala especificada, variando de oscuro (antiguo) a claro (moderno) (Fig. 3.2-8).

b) *Metalotectos litológicos*

Al igual que los estratigráficos, se señalan mediante sobrecargas en el interior del área que refleja la existencia y predominio de una litología, simple o compleja, relacionada con las mineralizaciones, utilizando el código siguiente (Fig. 3.2-9):

En el caso de rocas de origen ígneo se utiliza el mismo código que el empleado en la base geotectónica: el color de fondo, rojo para las rocas plutónicas, y verde, para las efusivas, se intensifica en este caso para destacarlo sobre los integrantes de la base.

Las sobreimpresiones adjudicadas a la base se conservan en este caso (Fig. 3.2-10):

Todas las sobreimpresiones que caracterizan metalotectos litológicos se realizan en negro, salvo en el caso de

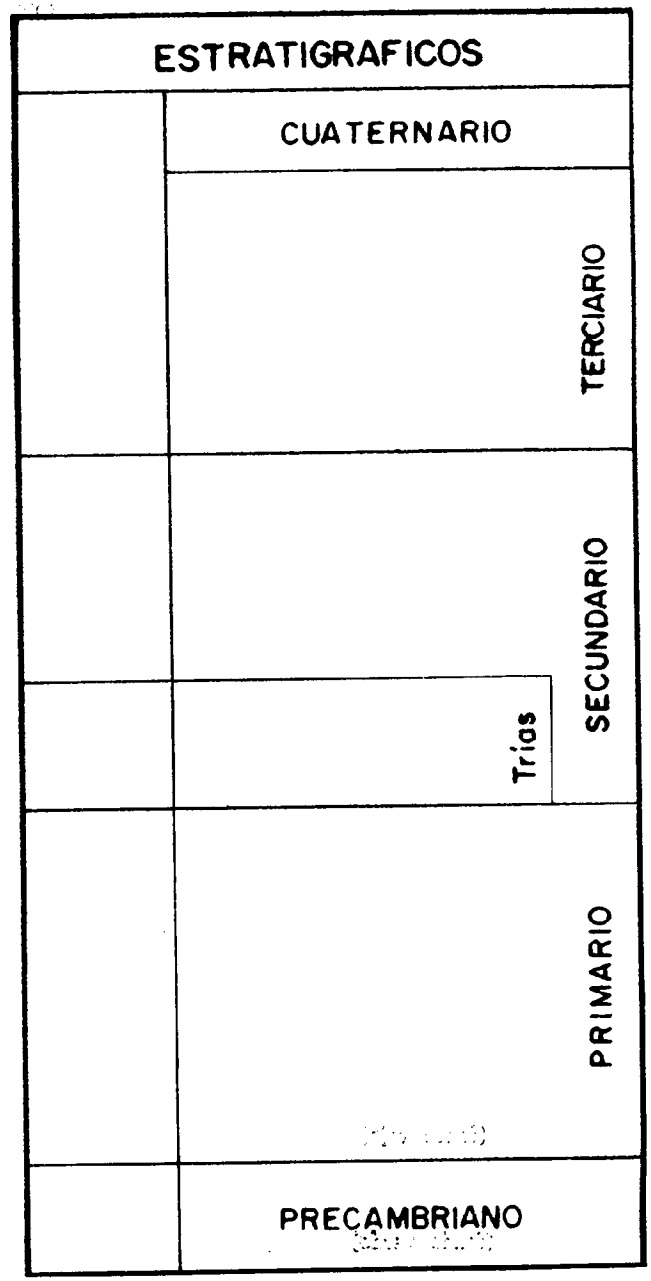


FIGURA 3.2-8

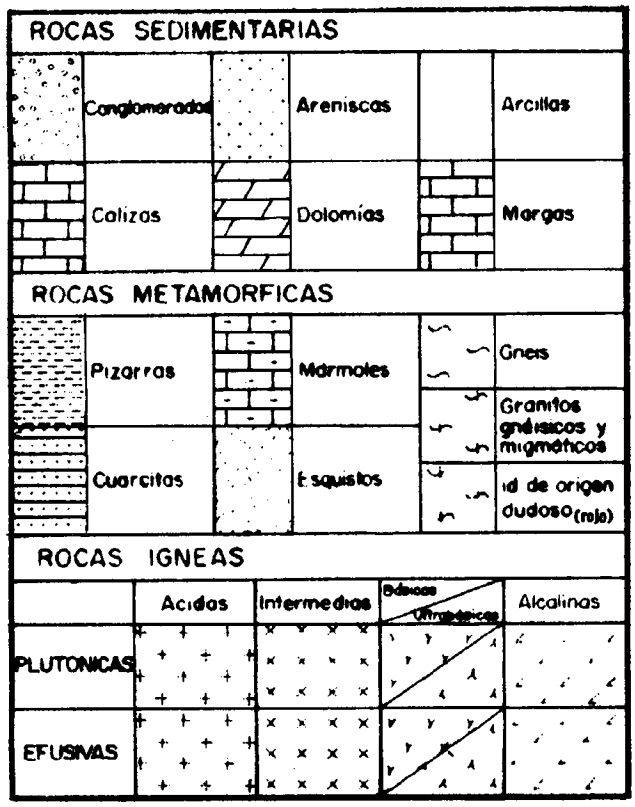


FIGURA 3.2-9

rocas metamórficas (granitos gnéosicos y migmáticos) de origen dudoso, que se realizan en rojo (Fig. 3.2-9).

c) *Metalotectos estructurales*

Exceptuando el caso que vengan ya cartografiados sobre el mapa, su representación es simbólica, y de esta forma afecta tanto a las áreas representables a escala como a las simbólicas.

Los caracteres estructurales metalotécticos de las áreas metalíferas se indican por símbolos en negro, adosados al interior de los límites correspondientes y adoptando, cuando sea posible, direcciones y tendencias reales, según el cuadro (Fig. 3.2.-11):

d) *Otros metalotectos*

Para cada mapa particular, la existencia de metalotectos específicos de carácter físico, geoquímico, biológico, geométrico, etc., se realizará en el apartado que a tal fin figura con espacio en blanco.

Por otro lado, si existen metalotectos de orden geotectónico, ya figuran expresados en la base.

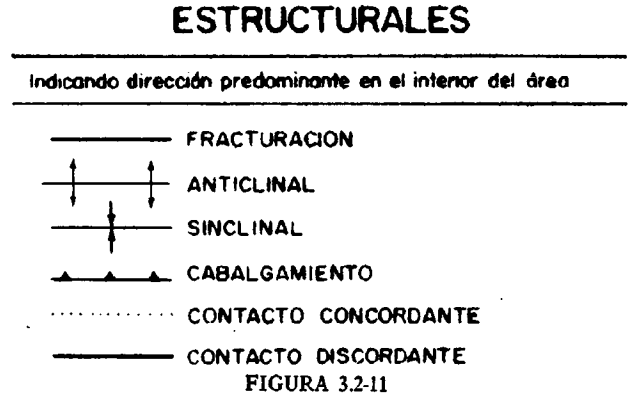


FIGURA 3.2-11

YACIMIENTOS E INDICIOS

La intensidad de mineralización correspondiente a un área metalífera se representa, de forma orientativa, por la situación de yacimientos e indicios que existen en su interior.

FIGURA 3.2-12

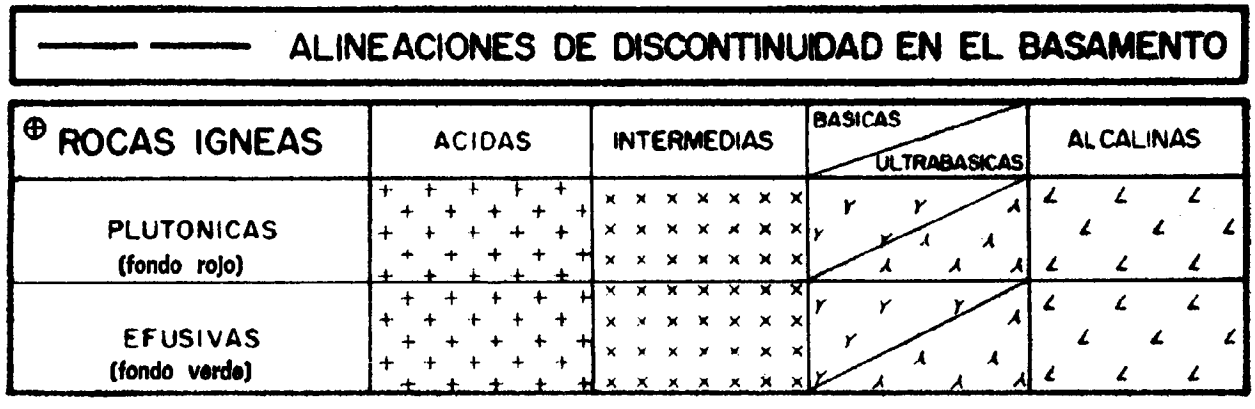


FIGURA 3.2-10

a) *Morfología*

Se expresa de acuerdo al código siguiente (Fig. 3.2.-12):

Como color de los símbolos, se emplea el específico del tipo a que pertenece. En el caso de falta de datos para su tipificación, especialmente en el caso de indicios, se utiliza color negro.

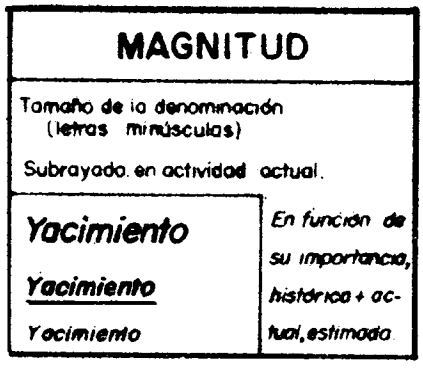


FIGURA 3.2-13

b) *Magnitud*

La importancia económica, histórica y/o actual estimada, de un yacimiento o grupo de ellos, se refleja por el tamaño de las letras empleadas en su denominación, utilizando minúsculas, y, generalmente, tres intervalos de magnitud, subrayando la denominación si está en actividad (Fig. 3.2-13).

FIGURA 3.2-14

c) *Mineralogía*

Se observa la misma identificación que en los mapas 1:200.000, para la representación de la mineralogía correspondiente, según el grabado adjunto (Fig. 3.2-14):

Este quimismo afecta a la totalidad de un área cuando se mantiene constante en su interior; en caso de ser variable, se especifica dicha variación en cada uno de los yacimientos que lo precisen.

En el caso de menas complejas, las sustancias correspondientes se ordenarán de forma cuantitativa, y el quimismo sólo afecta a la sustancia tratada.

3.3 LOS MAPAS METALOGENETICOS 1 : 1.500.000 Y AREAS FAVORABLES DE LAS SUSTANCIAS PRIORITARIAS

3.3.1 ALUMINIO

3.3.1.1 Tipología mundial

Sobre los cuadros 3.3-1 y 3.3-2 es interesante hacer las siguientes consideraciones.

Aunque se considera que los yacimientos tipo A y B tienen el mismo origen, sus diferentes condiciones de afloramiento, explotación y repartición en el mundo son características suficientes para hacer la diferenciación en yacimientos lateríticos antiguos y actuales.

En relación con su manera de aparecer se puede establecer una clara distinción entre yacimientos situados sobre rocas carbonatadas y sobre rocas silíceas ricas en aluminio.

Finalmente, desde el punto de vista genético, es preciso distinguir entre yacimientos autóctonos (residuales), que apenas han sufrido transporte (eluviales y aluviales), y yacimientos verdaderamente alóctonos (sedimentarios).

La prospección de la bauxita a escala regional, por métodos tales como la geoquímica y geofísica, no es fácil, por lo que tales procedimientos no se encuentran muy desarrollados y solamente se aplican de manera esporádica.

Los estudios de paleogeografía y geología sobre el terreno son los mejores métodos de prospección estratégica de la bauxita.

Como especificaciones citamos las correspondientes a USA, comparando las de 1941 con las de 1970, que son algo más benévolas.

	1970	1941
Porcentaje de Al_2O_3 mínimo.....	48-50	55
Porcentaje de SiO_2 máximo.....	15	7
Fe penaliza.....	—	—
Mn penaliza a partir de.....	1,5 %	—
TiO_2 penaliza a partir de.....	3,0 %	—

Si el procedimiento metalúrgico que se emplea en la obtención del aluminio es el Bayer, el diásporo dificulta la solubilidad.

En la industria de los refractarios se exige un contenido inferior en Fe_2O_3 al 5 por 100 y de SiO_2 inferior al 25 por 100.

En la industria química el contenido en Fe_2O_3 debe ser inferior al 2 por 100 y el de SiO_2 al 1,2 por 100.

En la industria de los abrasivos las especificaciones más notables son:

Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	TiO_2	H_2O
60 %	10 %	15 %	3 %	13 %

Para la industria de los cementos el contenido en SiO_2 de las bauxitas puede ser del 15 por 100.

Actualmente los yacimientos más importantes son los del tipo A, y particularmente los subtipos A_2, habiendo perdido la preponderancia que tuvieron antes los yacimientos tipo B.

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1957. BATEMAN, A. M.: Yacimientos minerales de rendimiento económico, págs. 599-606.
1961. BONIFAS, M. et LAJOINIE, J. P.: Les dolérites du Konkouré et leur altération latéritique. «Bulletin du Bureau de Recherches Géologiques et Minières», págs. 1-34.
1958. BUSHINSKIJ, G. I.: Types genétiques des bauxites. Traductions B. R. G. M., núm. 2640-8.
1964. CAVINATO, A.: Giacimenti Minerali, págs. 265-299.
1961. DENIZOT, G.: La composition et la genèse des bauxites de Provence et Languedoc. «Bulletin du Bureau de Recherches Géologiques et Minières», pags. 35-46.
1956. GAGNY, C.: Notes sur les Bauxites du Bassin Mediterranéen. Comunicación realizada en la Universidad de Geología de París.
1962. GLADKOVSKIJ, A. K.: Méthode d'établissement des cartes métallogéniques prévisionnelles pour les bauxites du Crétacé dans la Transouralie et la plaine de Tourgaï. Trad. B. R. G. M. núm. 4774.
1963. GRUBB, P. L. C.: Critical Factors in the Genesis extent, and grade of some residual Bauxita deposits. «Economic Geology», vol. 58, págs. 1267-1277.
1960. HARDER, E. C. and GREIG, E. W.: Bauxite. Del libro Industrial Minerales and Rocks (Non metallics other than Fuels), publicado por the American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers.
1965. HAWKES, H. E. and WEBB, J. S.: «Geochemistry in Mineral Exploration», págs. 108-109.
1959. HOSE, H. R.: The Genesis of Bauxites, the Ores of Aluminium. Geo. XVI, págs. 237-247.
1958. KHOTOV, B. P.: Genèse des gisements de bauxites du Crétacé inférieur de l'Oural. Trad. B. R. G. M., núm. 2640-17.
1964. LAFFITTE et ROUVEYROL: Carta Minière du Globe surfond tectonique.
1968. LECOLLE, M. et NICOLAS, J.: Essai de reconstitution paléogéographique de la Provence ou Crétacé supérieur. Position et âge possibles de la roche-mère de la latérite d'où provient la bauxite. C. R. Acad. Sc. París, t. 266, págs. 445-448.
1967. PATTERSON, S. H.: Bauxite Reserves and Potential Aluminum Resources of the World. «Geological Survey Bulletin 1228», páginas 1-175.
1965. PETRASCHECK, W. E.: Yacimientos y Criaderos, págs. 208-216.
1963. ROUTHIER, P.: Les gisements métallifères 177 a 232.
1969. TOURNIER, D. et VAJDEA: Recherches expérimentales et théoriques par les méthodes de polarisation provoquée et de résistivité appliquées à la prospection de gisements de bauxite, págs. 63-79.
1970. ZESCHKE, G.: Mineral Lagerstätten und exploration, páginas 148-167.
1965. Bureau of Mines, U. S. Dept. of the Int. Mineral Facts and Problems, págs. 15-26.
1970. Mining Annual Review, págs. 49.

En relación con el cuadro 3.3-3 y el mapa referente al aluminio, se pueden hacer las siguientes consideraciones:

Se distinguen, geográficamente bien delimitadas, las cinco zonas siguientes:

León, Murcia, Subpirenaica o Catalana septentrional, Catalana central y Costero Catalana, al sur del Ebro.

Excepto la mencionada en primer lugar, las diferencias en sus condiciones de yacimiento son pequeñas, identificándose plenamente con el tipo B1 mundial.

Igualmente, el yacimiento de León se clasifica sin diferencias notables en el tipo B2.

No se conoce ningún indicio fuera de estas zonas.

La división en áreas de la zona de León y Murcia no presenta duda, por conocerse sólo un yacimiento en cada una.

Tampoco es arduo el problema en las restantes zonas, que, aunque de características geológicas casi idénticas, se pueden considerar áreas naturales en las que existe neta delimitación geográfica.

La formación de un yacimiento de bauxita requiere una zona emergida sometida a ciertas condiciones ambientales, que actuando sobre unos materiales con alto contenido en silicatos alumínicos los transformen en alúmina hidratada.

Reposan, por tanto, los yacimientos bauxíticos sobre superficies erosionadas, que después de la formación del criadero deben quedar cubiertas para su buena conservación.

Por consiguiente, las guías en la investigación de estos criaderos se reducen fundamentalmente a las tres siguientes: una paleogeográfica, es decir, la laguna estratigráfica que contiene los minerales bauxíticos; otra litológica, la roca erosionada sobre la que reposan, y la última, estratigráfica, o sea, el nivel geológico en que se encuentran.

Exceptuando el yacimiento de León, que reposa sobre pizarras arcillosas del Eifeliense inferior, teniendo como techo las calizas del Givetiense, el resto de los yacimientos españoles constituyen estratos del terreno secundario exclusivamente. Tienen por muro, unas veces, el Infralías o Triásico superior en sus facies de margas, calizas y dolomías o en el nivel de carniola; otras, calizas compactas, estériles, jurásicas, que a veces han sido consideradas Cretáceo inferior (Urgo-aptense). Su techo geológico, cuando se conserva, son las areniscas del Albense, habiendo llegado a veces la interrupción de la sedimentación a las calizas eocenas en las facies de alveolinas.

Las tres características enumeradas: naturaleza de la roca en que descansan, su edad y el carácter de laguna estratigráfica, son excelentes metalotectos específicos, ya que lógicamente se conservan en la extensión que suponen las áreas en que se ha dividido el país.

Si se quieren clasificar los yacimientos de bauxita en orden a su posible importancia económica, se topa con el inconveniente de no existir prácticamente producción (6.000 toneladas/año, como máximo), por lo que no se puede tomar ésta como parámetro clasificador. Aunque los datos sobre reservas son escasos y heterogéneos, son los únicos que pueden facilitar una estimación relativa. Así se acompaña a continuación un cuadro, confeccionado con las cifras que para las reservas seguras constan en las memorias del Programa Nacional de Explotaciones Mineras.

ZONAS Areas	España — *Porcentaje*	Tipo
Subpirenaica.....	100,00	B 1
Sierra de Montroig y Alós de Balaguer.	92,35	B 1
Sierras de Cosconet y San Marcos.....	5,40	B 1
Sierra de Odón.....	2,25	B 1

En las citadas memorias figura como cubicación probable 62,27 millones de toneladas, de las que 60 millones corresponden a la zona Costero-Catalana al sur del Ebro, que desde este punto de vista pasaría a primer lugar.

Baste lo dicho hasta aquí para poner de manifiesto las dificultades que existen para clasificar por orden de importancia los yacimientos españoles.

La única zona española cuyos yacimientos son comparables por su cubicación a los yacimientos mundiales es la Subpirenaica, en la que el área que hemos titulado Sierra de Montroig y Alós de Balaguer tiene unas reservas seguras de 1.025.000 t., que encajan en el intervalo de 1 a 10 millones de t. que figura en el cuadro 3.3.-1 para el tipo B1, al cual pertenece.

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Aluminio*

FIGURA 3.3.-1

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS TIPICOS										METODOLOGIA INVESTIGACION				CARACTERISITICAS ECONOMICAS Y MINERALES							
				FORMALES			MATERIALES						TEMP.																						
				morfología	dimensión (en m.)	distribución de la mena	mineralogía primaria: Paragénesis	mineralogía primaria: Contextura	mineralogía supergénica: Paragénesis	mineralogía supergénica: Contextura	GEOQUIMICA	ZONALIDAD	EDAD	Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	Nivel	(R=Prosp. Reg. E=Estimac.)	SISTEMATICA	Ind. rendto. integr. (1>x>1)	índice de coste (3>x>1)	CONDICIONAM.	TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION YACIMIENTOS: Int.	INTERVALOS DE CUBICACION YACIMIENTOS: Ext.	INTERVALOS DE LEYES YACIMIENTOS: Int.	INTERVALOS DE LEYES YACIMIENTOS: Ext.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL YACIMIENTOS: Int.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL YACIMIENTOS: Ext.	IMPORTANCIA ECONOMICA (rel. tipo a nivel mundial)
			Caracteres generales correspondientes a los tipos A y B.	*Estratiformes regulares poco potentes, a veces irregulares concordantes*		*Pisolíticas*			*Bohemita - Gibbsita Diásporo.*		*Ti - Zr - V - Ga - Mn Be - U*		*Actuales 59 % Paleógeno-Cenozoico 45 % Post 5 %*					*Penillanuras. Domos Volcánicos. Mesetas Calizas.*	*Sobre: Rocas Carbonatadas. Sobre: Rocas Carbonatadas.*	*Superficies de discordancia. Zonas Emergidas*	*Condiciones de Subyacentes a Exclusivas.*			R R R E R E		*Estudios Paleogeográficos.* *Geología de campo* *Investigación sistemas Vegetación distinta* *Geofísica: Polarización provocada y resistividades* *Magnetometría de retransportada* *Refracción Sísmica*	1 2 2 2 1 2	1 1 1 3 1 2	*SiO_2 variable.* *Mn < 1,5 %* *Ti_2O_2 < 3 %* *Fe_2O_3 variable*	*t Al_2O_3*	*t Al_2O_3*	*t Al_2O_3*	*% Al_2O_3*	*t Al_2O_3*	*t Al_2O_3*	*% producción Mundial 1958 — 26 Millones t Al_2O_3*
A			*Lateritico actual o casi actual.*						*Gibbsita*																										*60%*
	1	*JAMAICA a Nueva Caledonia. Haiti. Republica Dominicana.*	*Sobre rocas carbonatadas.*	*Bolsadas y mantos irregulares de calizas karstificadas.*	*$\pi \cdot 10^4 \cdot \pi$*				*Gibbsita Limonita - Hematites*		*P - V*		*En Karsts*	*Caolinita y Halloysita, Limonita - Cuarzo - Hematites, Magnetita Ilmenita*			*Mesetas calizas Arrecifales 1000 m.*	*Sobre rocas carbonatadas*		*Niveles de Erosión Zonas Karsticas.*							*Jamaica: $\Sigma = 5 \cdot 10^8$ t de t.t.o.t. República Dominicana: $\Sigma = 2 \cdot 10^8$*		*En general: $Al_2O_3 = 50\%$; $SiO_2 = 1 \div 3\%$; $Fe_2O_3 = 15 \div 25\%$*				*20%*
	2	*SURINAM Queensland y Nueva Gales del Sur (Australia). Guayana (Holandesa-Inglesa). Johore-Malasia. Minas Gerais (Brasil). Dettan (India). Guinea. Ghana.*	*Sobre rocas siliceas ricas en Al o fácilmente alterables*	*Mantos estratiformes sobre rocas ricas en algunos, dolerítas, etc.*	*$\pi \cdot 10^4 \cdot \pi$* *$\pi \cdot 10^5 \cdot 5 = \pi \cdot 10^6$*				*Gibbsita — Bohemita. Lateritas*		*Ti en Brasil; Pt-Ag en Guyana. Au en Ghana*		*Actual*					*1000 - 1000 m. Varias en Australia Yeniseisk en Guayana Británica Sabanas en India - Jamaica*	*Sobre rocas carbonatadas*		*Niveles de erosión sobre penillanura*			*E y R*		*Gravimetría*	*2* *3*				*10^8 a 10^9* *En Surinam $\Sigma = 4 \cdot 10^8$*		*En general: $Al_2O_3 = 50\%$; $SiO_2 = 2 \div 3\%$; $Fe_2O_3 = 15 \div 25\%$*				*40%*
B			*Tipo fósil incluido dentro de la serie geológica*	*Yacimientos Autoctonos: Gibbsita. Yacimientos Movilizados: Bohemita. Yacimientos Sedimentarios: Diáspero*																																*40%*
	1	*PROVENCE (Francia) Tikhvin (Urss.). Ittria (Yugoslavia). Elenit (Grecia) Vertes, Hungria Alabama (USA) Krasnaiasapochta Urales (URSS) Manchuria. Yunnah Kueichow (China)*	*Sobre rocas carbonatadas*	*Bolsadas y mantos sobre superficies Karstificadas*	*$\pi \cdot 10^2 \cdot \pi \cdot 10 \cdot \pi$*				*Bohemita - Gibbsita Limonita - Hematites*		*P - V*		*En general: Mineralización de Fe en el muro y/o en el techo. En Hungria el Fe en el techo.*	*De Pirineos a Pirineo. Eoceno - Oligoceno (Karstico). Cretáceo - Mediterráneo, Mar Jurásico (Alta central) España, Cordilleras Dinamarquesas (Chile)*	*En Karsts*	*Materiales arcillosos*		*Materia orgánica en el techo*	*Sobre peniillanura.*	*Caliza en general Paleocostas y Paleoriscos*	*Superficies de erosión Paleocostas y Paleoriscos*					*Algunas veces se explotan en el interior*		*En Francia reservas: $\Sigma = 5 \cdot 10^8$* *En general $10^8 a 10^9$*		*En general: $Al_2O_3 = 42$ a 60 % ; Fe_2O_3 a 25 % y $SiO_2 = 1$ a 6 %*				*37%*
	2	*ARKANSAS (USA) Shan-Tung (China)*	*Sobre rocas silíceas ricas en Al*	*Mantos estratiformes.*	*En Arkansas potencia media 3 m. Zona de 700 Km^2*				*Gibbsita Caolín*		*Nb (Arkansas)*		*En general: Mineralización de Fe en el muro y/o en el techo. En Hungria el Fe en el techo.*	*Eoceno inferior (Arkansas) Pleistoceno (China)*			*Materia Carbonatada En Arkansas, lignitos al techo*	*Sobre peniillanura.*	*Sienita nefelínica en Arkansas. Caolín en Shang-Tung*									*Arkansas reservas $\Sigma = 10^8$*		*En general: Al_2O_3 = 50 a 55 % ; Fe_2O_3 = 15 a 25 % ; SiO_2 = 2 a 6 %*				*3%*

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Aluminio*

FIGURA 3.3.-2

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS TIPICOS										METODOLOGIA INVESTIGACION				CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS								
				FORMALES			MATERIALES						TEMP.																							
				morfología	dimensión (en m.)	distribución de la mena	mineralogía primaria: Paragénesis	mineralogía primaria: Contextura	mineralogía supergénica: Paragénesis	mineralogía supergénica: Contextura	GEOQUIMICA	ZONALIDAD	EDAD	Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	Nivel (E1 Prosp. Req. E2 Estimac.)	SISTEMATICA	Ind. rendto. integr. (1>x>0)	Indice de coste (1>x>0)	CONDICIONAM.	TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION: Int.	INTERVALOS DE CUBICACION: Ext.	INTERVALOS DE LEYES: Int.	INTERVALOS DE LEYES: Ext.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL: Int.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL: Ext.	IMPORTANCIA ECONOMICA
C			*En relación con plutonismo y metamorfismo*																																
	1	*I VIGTUT* *(Groenlandia)*	*Stock neumatolítico pegmatítico*	*Stock encajante en granito*	*180 35 90*		*Criolita*					*Criolita Sn - W - granito*							*Pegmatitas con roca alcalina*																	
	2	*SAMOS y NAXOS* *(Grecia)*	*Bauxita Metamórfica*				*Corindón*																												
	3	*CARELIA* *(URSS)*	*Bauxita Metamórfica*				*Distena*																												

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Aluminio*

FIGURA 3.3.-3

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION											METALOTECTOS ESPECIFICOS										CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm.		FORMALES			MATERIALES							TEMP																
											miner. primaria		miner supergénica																					
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentológicos paleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion. tecnolog	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona	
1	LEON		Portilla de Luna		ARKANSAS (USA)	B	2	Lentejón	250 m. Potencia: 0,8-1 m		Hidrargilita. Halosita. Diaspora. Boehmita. Diaspora. Caolinita. Nacrita. Dickita. Materia carbonosa.						Devoniano						Sobre pizarras	EIFELIEN.-GIVETIEN	Laguna estratigráfica en régimen			3			44,30 a 49,10 de Al_2O_3			Techo - Calizas Givetienses Muro - Pizarras Eifelienses inferior
2	MURCIA		Sierra Cambrón (Mula)		PROVENCE (Francia)	B	1	Karstica			Silice. Bauxita $Fe_2O_3 - TiO_2$											Zonas, verdaderas en relación con fracturas	Sobre calizas	JURASICO	Laguna estratigráfica			3			24 a 63% de Al_2O_3			Arcillas negras, rojas en las grietas de la caliza jurásica con ejemplares de bauxitas rojas.
3	TARRAGONA Y TERUEL		COSTERO-CATALAÑA. SUR DEL EBRO	Horta de S. Juan (Tarragona)	PROVENCE (Francia)	B	1	Capa	5 a 10 m de poten. varias afloramientos a mas de 1 km.		Silice. Bauxita $Fe_2O_3 - TiO_2$												Sobre calizas	JURASICO Kimmeridgiense inferior	Laguna estratigráfica KIMME			3	SILICE	$1,5 \cdot 10^4$	36,72 a 49% de Al_2O_3			(1) 400 de concentrado
				Fuentespada y Beceite (Teruel)	PROVENCE (Francia)	B	1	Capa y también en dolinas	0,8 a 3 m. y 15 km		Silice. Bauxita $Fe_2O_3 - TiO_2$														RIBENSE - SENONENSE						~ $3 \cdot 10^4$ Tm ~ $7 \cdot 10^4$ Tm	30%	340 Tn/ha 1500 Tn/ha (1)		
4	BARCELONA		CATALANA CENTRAL	Mediona	PROVENCE (Francia)	B	1	En bolsada	150 × 30 m 60 × 30 × 10 m	(Especies de cuarzo entre arcillas rojas) PISOLITICA						TORCA						Zonas sinclinales	Caliza dolomítica o dolomía al muro	INFRALIAS - TRIASICO	Laguna Triásico - Eoceno			3	CONTIENEN BASTANTE SILICE	25.000				Sobre dolomías o calizas dolomíticas del Infralias Carecen de techo y cuando éste existe es Eoceno.
				Llacuna							Calizas Bauxitas Limonitas Hematites																			25.000 / 130.000				Techo de caliz. de ALVEOLINAS
																														528.000	60-62%			
5	LERIDA		SUBPIRENAICA	Sierra de Odèn entre Aliña y Tuixent	PROVENCE (Francia)	B	1	2 capas		O veces pisolíticas	$SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 + TiO_2$												Sobre dolomías grises o calizas dolomíticas	JURASICO - DOGGER	Laguna - JURAS - SANTONIENSE			7		60.000 a $2,5 \cdot 10^5$	55,70 %			Laguna de parte del Jerásico hasta el Santoniense Algunos no tienen Techo.
				Sierra de Carcolzat y San Marcos	PROVENCE (Francia)	B	1	A veces relleno	Potencia de 4 a 16 m.																					25.000 a 510.000	49,45 %	260 Tn/ha		
				Sierra de Montsec y Alos de Balaguer	PROVENCE (Francia)	B	1	Masa	Hasta 5 a m. 2-2,8 m																					102.500 a $5 \cdot 10^5$ 130.000 a 536.000	43,80 a 49,9 %	3500 Tn/ha		

Hay que añadir también, con carácter general para todas las zonas, la baja ley de las bauxitas, que, salvando excepciones, oscilan del 30 al 50 por 100, mientras que al tipo B1 mundial le suelen corresponder contenidos de Al_2O_3 comprendidos entre 42 y 60 por 100.

Igualmente, la ley del tipo B2 oscila de 56 a 59 por 100, mientras que el yacimiento de la zona de León contiene sólo de 44 a 49 por 100 de Al_2O_3.

3.3.2 AZUFRE

3.3.2.1 **Tipología mundial**

Sobre los cuadros 3.3-4 y 3.3-5 es interesante hacer las consideraciones siguientes:

Han sido separados en diversas tipologías yacimientos de muy heterogénea importancia económica, según ámbitos geológicos y geotectónicos muy bien definidos.

El tipo A no necesita aclaración, los tipos B y C siguen la distribución mundial de yacimientos de hidrocarburos, donde exista una facies "flyschoide" con alternancia yesífera y abundancia de evaporitas, es decir, en ambiente de deposición de transiciones o bordes paleogeográficos.

La descomposición de hidrocarburos, la fuga por roturas estructurales o migraciones de SH_2 con deposición en medios porosos, la migración de otros fluidos reductores que inducen sobre los sulfatos, evaporitas, etc., son todos ellos mecanismos físico-bioquímicos que conducen a la formación de las masas de azufre de este tipo.

Además de los volcanes actuales, se consideran por su gran importancia dentro del cuadro de producciones actuales otras dos grandes fuentes de azufre: las masas piritosas y los yacimientos de gas natural rico en SH_2. En la primera se alude a la tipología del Cu, para definirlo, y la segunda define tipología propia, ya que el gas no se considera en esta serie.

Se deben mencionar aquí, aunque no se tipifiquen en el cuadro, otras dos fuentes, como son el resto de yacimientos sulfurados y el carbón.

Dada la escasa importancia económica que tienen algunos de los modelos, que se han tipificado, no se alude a metodología de prospección por considerar que es un subproducto de la de hidrocarburos líquidos y gaseosos. De hecho, muchas compañías petrolíferas han derivado sus actividades hacia el azufre como subproducto, tanto en sus fases de exploración como de explotación.

La calidad dieléctrica del azufre puede constituir una base física importante en su prospección, si la profundidad no es grande y son masas importantes, mediante el empleo de técnicas geofísicas.

No parecen aplicables las técnicas geoquímicas, aunque este campo de posibilidades está poco investigado.

Los tipos asociados a sedimentos son fáciles de prospectar en las tres escalas de trabajo. No sucede así con los yacimientos sinvolcánicos, en los que, después de una cuidadosa cartografía estratovolcánica, se necesitarán medidas geofísicas para detectar yacimientos ocultos.

El azufre es un elemento estratégico con variaciones cíclicas en el mercado internacional, y por tanto de precio variable en márgenes importantes. Siendo la materia prima fundamental (85 por 100 del total) en la fabricación del ácido sulfúrico, sus previsiones de mercado están de acuerdo con las oscilaciones de la gran industria química.

Se dan a continuación algunos cuadros expresivos en cuanto a la importancia industrial de cada tipo de yacimiento y el momento actual del S.

Producción de azufre elemental 1966 (x 1.000 t.):

USA	8.385
Canadá	1.826
Méjico	1.714
Francia	1.534
U. R. S. S.	1.500
Polonia	476
Japón	283
China	250
España	9
TOTAL	15.977

En la producción de USA, el 74 por 100 proviene de domos salinos en la región de Lousiana.

El total de la producción mundial en 1966 se distribuye según su origen:

	Porcentajes
Azufre elemental	52
Piritas	32
Sulfatos y subproductos	16

Del azufre elemental obtenido, la distribución fue la siguiente:

TECNICAS EXTRACTIVAS	Porcentajes
Laboreo de minas	13,4
Método Frasch	52,2
Gas natural	34,4

El laboreo de minas está muy limitado a pequeñas profundidades o excluido, ya que la minería que se practica es a cielo abierto y si hay un mínimo espesor que justifique la extracción se ensaya el método Frasch como medio económico de explotación.

El futuro dará más importancia a los métodos extractivos baratos, y en función de la demanda se ensayarán tecnologías nuevas que traten de extraer azufres de otras fuentes.

Se da, por último, un cuadro de posibilidades deducibles de las reservas que en 1965 se estimaban en Estados Unidos:

FUENTE	S (10^6 t)
Domos salinos	200
Depósitos de superficie	10-30
Sulfuros	100-150
Carbón	5.000
Petróleo	45
Gas natural	7
Pizarras bituminosas	50
Yesos y anhidritas	Enormes
Agua de mar	Enormes

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1967-1968. BOVCHONY, P. H.: Regards sur le soufre.
FOGARTY, C. F. and MOLLISSON, R. D.: Sulfur and Pyrites.
1965. ISACHENKO, B. L.: Sur la genèse des gisements de soufre.
1966. INSHKIN, N. P.: Classification génétique des gisements de soufre natif.
1966. INSHKIN, N. P.: Age des gisements exogènes de soufre natif.
LAFFITTE y RUVEYROL: Carta metologénica del mundo.
1957. MASALSKI, F.: L'avenir de l'industrie du soufre en Pologne.
1970. Mining annual review.
1965. Mineral facts and problems. V. S. Departament of the interior.
1963. OSMOLSKI.: Rapport entre les processus de formation de gisements de soufre dans le Miocene de l'avant fosse carpatique et la lithologie de leur substratum.
1963. PINEDO VARA, I.: Piritas de Huelva.
1963. ROUTIER, P.: Les gisements metallifères.
1958. SOKOLOV, A. S.: Lois geologiques fondamentales de la repartition des gisements de soufre.
1958. SOKOLOV, A. S.: Lois fondamentales de la structure geologique et de la repartition des gîtes sedimentaires de soufre natif.
1958. ZAJACKIEWIEZ, R.: La mine de soufre de Piaseczno.

3.3.2.2 Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

Con referencia al cuadro 3.3-6 y al mapa del azufre, es interesante hacer las siguientes consideraciones:

La definición de zonas se reduce a separar la paleogeografía de los bordes de las cuencas miocenas marinas, es decir, de los miocenos lacustres ricos en evaporitas, ya que el metalotecto receptivo son las capas de margas yesíferas que se encuentran en ellas.

Las principales zonas son: Libros (Teruel), Arcos y Conil (Cádiz), y la gran zona de Alicante, Albacete y Murcia. Un yacimiento en la provincia de Granada enlaza la paleogeografía de estos yacimientos, idénticos en génesis, morfología y demás características. Todos ellos están en relación con indicios de hidrocarburos, metalotectos orgánicos participantes en el proceso genético.

El área Benahadux-Gádor representa una amplia zona en la provincia de Almería en relación con volcánicas → aguas termales (+ SH_2) → azufre + alunitas con metalotectos receptivos de margas yesíferas en contactos trías-mioceno.

El tipo Riotinto representa a todos los yacimientos de tipo sulfurado de los que se obtiene S de la tostación de la mena, aunque no todo pase por el estado elemental para ser convertido en ácido sulfúrico. Por ser la única producción de España en el momento actual figura en el cuadro.

Otros indicios no representados por su aislamiento y desconocimiento de características definitivas son los de Cáceres, Soria y Laredo (Santander).

La planificación de una investigación es sencilla y barata a escala regional en ambos tipos de yacimientos. El número de sondeos a realizar a mayor escala encarece otras fases, pero el grado de confianza en los resultados es óptimo.

El gran condicionamiento tecnológico de los yacimientos es la posibilidad o no de aplicación de las técnicas de inyección de agua caliente (Frasch) para la extracción. No es fácil pensar en la explotabilidad de las menas que se describen con leyes relativamente bajas sin el Frasch o cielo abierto. En el momento actual no son explotables las conocidas.

Desde ese punto de vista, la importancia económica relativa es mayor en los yacimientos de la zona de Almería, en el caso de España.

En general, las dimensiones de cubicación de los yacimientos de ambos tipos españoles no resisten la comparación con los similares mundiales, los que a su vez mantienen una gran competencia con otras fuentes de producción (Cap Rocks, Gas Natural, Depósitos sulfurados, etcétera), que son comparativamente mucho más importantes, según el cuadro que se dio en el párrafo correspondiente (azufre mundial).

3.3.3 BISMUTO

3.3.3.1 Tipología mundial

Sobre el cuadro 3.3-7 es interesante hacer las siguientes consideraciones:

La tipología de los yacimientos de bismuto es difícil de establecer por dos importantes razones:

a) El bismuto es un subproducto de la metalurgia del plomo principalmente, así como de la del cobre, wolframio y oro. En las fábricas de fundición los únicos datos que se pueden obtener son los porcentajes económicos de penalización, pero no las distintas procedencias de los minerales tratados, con sus respectivas leyes, mineralogía, etc., que en nuestro caso hubieran constituido una inestimable ayuda.

b) La segunda dificultad, imposible de salvar, es el carácter secreto de que se rodea a este metal en ciertos países productores, como Estados Unidos y las naciones del Este.

Así pues, ha parecido prudente crear un tipo bajo el nombre de "Diversos". Con ello se intenta paliar, de la única forma que la sistemática rígida de las figuras permite, estas dos importantes limitaciones, sin pretender por eso hacer pensar que el problema queda totalmente resuelto.

Una vez manifestada esta importante salvedad, sólo resta decir que los parámetros elegidos para la presente tipología son: la morfología, la mineralogía, la litología y la geotectónica.

Desde un punto de vista genético hay que resaltar que el bismuto acompaña a los siguientes elementos: plomo, cobre, wolframio y oro. En el caso del plomo y del cobre, conviene señalar que, a excepción del tipo Mansfeld, el bismuto abunda tanto más cuanto más alta es la temperatura de formación del yacimiento.

Por lo que se refiere a la metodología de la prospección, se hará referencia a lo declarado para los yacimientos de cinc-plomo, cobre, wolframio y oro, pues al ser el bismuto un subproducto de los mismos permanece válida la sistemática de investigación.

No obstante, en el subtipo C1 (Erzgebirge), el bismuto puede adquirir una importancia relativa notable. Para una prospección geoquímica eventual se señala que el fondo del bismuto es aproximadamente de 0,1 g/t. y que su movilidad es probablemente baja.

En cuanto a la importancia mundial de los diferentes tipos, el hecho más sobresaliente es el de que los yacimientos "porphyry" proporcionen más de la mitad de la

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Azufre*

FIGURA 3.3.-4

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación / País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION: FORMALES: morfología	FORMALES: dimensión (en)	FORMALES: distribución de la mena	MATERIALES: mineralogía primaria: Paragénesis	MATERIALES: mineralogía primaria: Contextura	MATERIALES: mineralogía supergénica: Paragénesis	MATERIALES: mineralogía supergénica: Contextura	GEOQUÍMICA	ZONALIDAD	TEMP: EDAD	METALOTECTOS TIPICOS: Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	METODOLOGIA INVESTIGACION: Nivel (R: Prosp. Reg. E: Estimac.)	SISTEMATICA	Ind. rendto. integr. (1 a 3)	Indice de coste (1 a 3)	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS: CONDICIONAM.	TECNOLÓGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION: Int.	INTERVALOS DE CUBICACION: Ext.	INTERVALOS DE LEYES: Int.	INTERVALOS DE LEYES: Ext.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL: Int.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL: Ext.	IMPORTANCIA ECONOMICA
A		En lagos actuales de fondo reductor Cyrenaique (Libia)											Actual	Aguas Turbias por formación de calizas de S		?	Bacterias?							R E	Geografía (paleogeografía actual) Geoquímica (Hidrogeoquímica) Biogeoquímica Dragados de fondos	3	1					Barros con 50-60% S		200 Tm./año		0, x %
B	EN RELACION CON DEPOSITOS DE HIDROCARBUROS Y EN FORMACIONES FLISCH DE CALCOARENISCAS Y MARGAS YESIFERAS																																			30-5 %
	1	Shorsu U.R.S.S. Gourdak U.R.S.S. Ras Hems (EGIPTO) Sicilia	En plegamientos	Lenticulares Estratificado	0,5; 0,7 Km² 1-17 m Potencia				Amorfo			Cuaternario medio o superior	Muy fracturado				Flanco de estructuras anticlinales	En relación con calizas, anhidritas, yesos	En ciertos estratos yesíferos en paleógeno			Bordes de cuencas paleogeográficos marinos (plataforma)	R E	Geología (fotogeología paleoestratigrafía) (geoquímica de hidrocarburos) Geofísica (t) sondeos	3 3 3	1 2 3					12-15 %				1,5 %
	2	Tornobrzeg POLONIA Piaseezno POLONIA Volga medio U.R.S.S.	En capas subhorizontales	Estratiformes	15-20 Km²; 5-10 m pot.							Cuaternario					Monoclinales	En relación con calizas, anhidritas, yesos	Ciertos estratos yesíferos en facies flyschoide mioceno				R E V	Geología fotogeología paleoestratigrafía) (geoquímica de hidrocarburos) Geofísica(t) sondeos		4							20-30 %			3 %
	3	Grande Isle Lousiana EE.UU En general los yacimientos del Golfo de Méjico	En domos salinos (cap rocks)	Lenticular irregular	hasta 3 Km							Neógeno Cuaternario					Domos	En relación con calizas anhidritas, yesos	En las acumulaciones de capas yesíferas de formaciones permianas				R E	Geología Geofísica (sísmico) Geofísica (eléctrico de poca profundidad) sondeos	2 2	3 3							20-30 %			26 %
C	1	Shorsu U.R.S.S.	Fuera del depósito de hidrocarburos (por emisión de SH_2)	Lenticular	Potencia 1/2 m.																		R	Geología Paleogeografía Sedimentología											
	2	Zaungus U.R.S.S.	En el depósito de hidrocarburos (por descomposición)	Irregular a lenticular		Diseminado o en enriquecimientos	Calcita, aragonito, celestina, bitúmenes, cuarzo, minerales radioactivos					Concéntrica disminuyen hacia el núcleo		Rocas porosas fisuradas con cavernas			Bitúmenes oxidados		Conglomerados Areniscas	Estratos especialmente porosos	Paleogeno	Los mismos ambitos que los formaciones petrolíferas	R	La misma sistemática que la investigación de hidrocarburos	2	3							8-10 %			Poco interés industrial

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Azufre*

FIGURA 3.3.-5

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION: FORMALES: morfología	dimensión (en)	distribución de la mena	MATERIALES: mineralogía primaria: Paragénesis	Textura	mineralogía supergénica: Paragénesis	Textura	GEOQUIMICA	ZONALIDAD	TEMP: EDAD	METALOTECTOS TIPICOS: Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	METODOLOGIA INVESTIGACION: Nivel (Rz Prosp Neg / Es Estimac)	SISTEMATICA	Ind. rendto integr. (1>x>1)	Indice de coste (1>x>1)	CARACTERISTIICAS ECONOMICAS Y MINERAS: CONDICIONAM.	TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION del Yacimiento: Int.	Ext.	INTERVALOS DE LEYES del Yacimiento: Int.	Ext.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL del Yacimiento: Int.	Ext.	IMPORTANCIA ECONOMICA
EN RELACION CON DEPOSITOS VOLCANICOS																																					*13%*
D	11	*Ivosán* *JAPON*	*En cráteres o calderas* *Coladas de azufre*	*Irregular Inguiforme lenticular*									*CUATERNARIO*					*ESTRATIGRAFIA VOLCANICA*	*En relacion con rocas volcánicas*					R E	*Cartografía* *Estratigrafía volcánica* *Geofísica eléctrica*										*Poco interesantes*
	12	*Varios en* *CHILE* *PERU* *JAPON* *INDONESIA*	*Sulfataras*		*Varios metros de espesor*		*Azufre, calcedonia, tenorita, marcasita, fluorita.*																	R E											*Importancia limitada por su tamaño 0,3%*
	13	*Macuo* *JAPON* *Kunashin* *U.R.S.S.* *Khovobee* *JAPON*	*Fondo de lagos en cráteres*	*Lenticular*	*Diámetro 300 m. Potencia 10-25 m*														*Estratigrafía volcánica. (en cráteres)*	*En arcillas y arcillos arenosos*				R E										*Poco interesantes*
	2	*Enacho-Ofusi* *JAPON* *Muchos en Sudamérica e Indonesia*	*No necesariamente en los cráteres*	*Irregular Filoniano Estratiforme*			*Sulfuros, sulfatos, cloruros, silvanita, barrilina, trialmita opalo.*												*Estratigrafía volcánica*	*En relación con rocas volcánicas*				R E			*De 0 a miles de Tm.*							*Muy importantes 1%*
	DE PIRITAS																																				*32 %*
E		*Riotinto* *ESPAÑA* *Janahara* *JAPON* *LOKKEN* *NORUEGA* *Nevando* *CANADA* *Baja Alemtejo* *PORTUGAL*		*Masas de formación muy variable*		*Homogenea*	*Py : Calcopiritas y otros sulfuros*						*Carbonífero inferior*							*En relación con pórfidos cuarcíferos, dioritas y rocas ácidas*				R E	*Geofísica* *Geoquímica* *Geofísica sondeos*			*Azufre subproducto*	*de 10.562.000 de Tm. a 500.000.000 Tm en nuevo*		*48-50 %*		*2-3.10⁶ Toneladas*		
RECUPERACION DE AZUFRE DE GAS NATURAL																																				*17%*
F		*Lacq* *FRANCIA* *Alberta* *CANADA*	*Yacimiento de gas natural con SH_2*	*HIDROCARBUROS*										*Rocas porosas*					*Pórfido alto. Pie trampas estructurales de hidrocarburos*							*Investigación de hidrocarburos*							*30% SH_2*			

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Azufre*

FIGURA 3.3.-6

Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	Núm. tipo	Núm. subtipo	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION: FORMALES: morfológicos	FORMALES: dimensionales	FORMALES: distribucionales	MATERIALES: miner. primaria: paragénesis	MATERIALES: miner. primaria: contextura	MATERIALES: miner. supergénica: paragénesis	MATERIALES: miner. supergénica: contextura	MATERIALES: Geoquímica	MATERIALES: Zonalidad	TEMP: Edad	METALOTECTOS ESPECIFICOS: físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS: Condicion. tecnológ	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona	OBSERVACIONES
1	TERUEL		LIBROS	Libros	Tarnobrzeg POLONIA	B	2	Estratiforme varios capas	Potencia 1 m	Diseminado											Lignitos e indicios de hidrocarburos		Margas yesíferas y bituminosas mioceno	Mioceno			Bordes de cuencas miocenas	manto (lacustres)							
2	BETICAS		ALICANTE HELLIN LORCA - MULA	Tibi S. Vicente Petrel Las Minas Salvos Moratalla Lorca Fortuna Archena Alhudaite Librilla	Tarnobrzeg POLONIA	B	2	Estratiforme. varias capas	Potencia 0,1-0,2 m 10 Km - 2 Km	Diseminado	Yesos						Cuaternario				En relacion con indicios de hidrocarburos		Alternancia de capas caliza-dolomíticas margosas y arcillosas con bituminosas y yesos	Mioceno sup. Mioceno inf.			Bordes de cuencas miocenos								
			GRANADA	Benamaurel	Tarnobrzeg POLONIA	B	2	Estratiforme	0,40-0,70 m de potencia								Cuaternario						En minerales margosos con yesos	Plioceno			Borde de cuenca plioceno		No es posible usar el método Frasch por lo poco potencia de los capas	En 1915 se cubicaron 45.000 Tm. S.	media 20 % de azufre	En 1916 9000 Tm.		
			S. GADOR	Benahadux Las Bolsas de Gádor	Enacho-Ogusi JAPON	D	2	Masivo y estratiforme	Hasta brechoides de 30 m de potencia										Yeso y alunita acres (Fe) Aguas termales			Sinclinales conteniendo micrograbrios		En calizas dolomíticas y conglomerados	Trías Alpujárride Mioceno	Conglomerados fracturas de base		En relación con volcanismo	Borde de cuenca plioceno		Típico Frasch		Hasta un 30% de Azufre			
			CADIZ N. CADIZ S.	Arcos de la Frontera Conil	Tarnobrzeg POLONIA	B	2	Estratiforme									Cuaternario						En relación con calizas dolomíticas y margas yesíferas con mineral diseminado			Cuencas lacustres miocenos									
3	ZONAS DE PIRITAS		HUELVA TORRELAVEGA S. CARTAGENA	Riotinto Tharsis La Zarza Reocin Cartagena		E		Estratiformes		Masivo	Pirita Calcopirita Galena Blanda Pirita Galena Blanda		Calcosina Covellina Malaquita Azurita		Au Ag Ri		Secundario - Paleozoico		Gossan				En general en relación con rocas ígneas	Devoniano			Volcanismo submarinal	2		(20-54)10⁶	48-50	(3-4)10⁶ Tm de Azufre (1-2)10⁶ Tm (1-2)10⁶ Tm	> 95 %	

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *BISMUTO*

FIGURA 3.3.-7

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación País	DESCRIPCIÓN TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION									METALOTECTOS TIPICOS										METODOLOGIA INVESTIGACION				CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS						
				FORMALES			MATERIALES					TEMP																					
				morfología	dimensión (en Kms)	distribución de la mena	mineralogía primaria		mineralogía supergénica		GEOQUIMICA	ZONALIDAD	EDAD	Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	Nivel (R: Prosp. Reg. E: Estimac.)	SISTEMATICA	Ind. rendto integr. (1 a 3)	Indice de coste (1 a 3)	CONDICIONAM. TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION		INTERVALOS DE LEYES % Bi		INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL		IMPORTANCIA ECONOMICA
							Paragénesis	Contextura	Paragénesis	Contextura																				Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	
			CARACTERISTICAS GENERALES				*Principalmente en GAL y sulfosales de Pb, Zn, Cu, W., MO. Ademas Bi nativo y BIM*		*Bismita y bismuto-cres*																					*Bi explotable a partir de 0,3%*							*% Producción 1965*
A		*MANSFELD* *(Alemania Este)*	*Estratiformes de cobertera incluido en rocas arcillosas "Kupferschiefer"*	*Muy estratiformes*	*Distritos de 2×2 Km.*	*Difusa, lentejones*	*Complejo = WOL, GAL, PIT, MAR, BAR, FLU, CUA, CAL, DOL, CAP, CAO, BON, URA*		*Sulfuros y oxidos de Cu*				*Mansfeld = pérmico*			*Niveles anomalos a escala regional*		*Fracturas menores*		*Pérmico a escala regional*				R	*Geología previsoria*	2	1		*Generalmente pequeños*		*hasta*				*~ 6 %*
																	Mansfeld = 9% bitumen							R	*Gravimetría*	1	2				*0,01%*				
																								R	*Aeromagnetismo*	1	1								
B		*CERRO DE PASCO* *(Perú)* *Oruro Potosí (Bolivia)* *Trepca (Yugos)* *Guanajato (Méjico)*	*Relacionado con rocas volcánicas o subvolcánicas Con Sn, Sn Ag W, Cu, Ag*	*Filones, masas, emplazamientos, chimeneas y estratiformes*	*1000 × 200 × 500 m. (Cerro de Pasco)*	*Masivo*	*Complejo = PIT, BLE, GAL, CUA*				*Ag, Ag, Bi*	*prof. → Mo. Cu. → → Pb, Zn*	*Alpino (S.L.) cretáceo*					*Variable Cabalgamientos*	*Microfracturación cuarcífera en Cerro de Pasco Volc. acida = Bolivia Mexico media = Bolivia*	*A escala de distrito*		*Zonalidad*	*Limite de núcleos antiguos en zona alpina*					*Medias a grandes*		*Frecuentemente alto*	*Frecuentemente alto*			*50 % a 65 %*
C		*Relacionados con rocas plutonicas y filones hipotermales*																																
	1	*ERZGEBIRGE* *(Alemania Este)* *Schwarwald (Alemania Oeste)* *San Sixto (España)*	*Filones infra o periplutónicos con Ni, Co, Ag y U*	*Filones*			*Sulfuros de Ni, Co, Bi, Ag, U*				*Bi Co, U, S, Ba*	*En Erzgebirge Ag → Ni aumenta en profundidad*					*Arseniatos y carbonatos de Bi, Co, Ni*											*En general los menas sulfurados deben contener entre 1 y 2 % de Bi (Mex.)*							*~ 0,25%*
	2	*SANGDONG* *(Corea del Sur)* *Kamioka (Japón)*	*Skarns y filones con scheelita, molibdenita*	*estratiformes, skarn, filones*			*SCH, WOL, BIM* *Bi nativo*						*Hercínica*						*Granitos, granodioritas, Skarns = SANGDONG = Nada*															*~ 16 %*
	3	*SALSIGNE* *(Francia)* *Boliden (Suecia)* *Alaska* *Idaho*	*Filones y masas con sulfuros de As cupríferos y pegmatitas con oro*	*filones masas*			*PIT, PIA, MIS, CAP, GAL, BLE, WOL, BIU, BIM*		*Montera con Au*				*Precambrico a hercínica*						*Remplazamiento en calizas*															*3 % a 6 %*
D		*SULLIVAN* *(Canadá)*	*Estratiformes plegados con sulfuros de Pb, Zn*	*Muy estratiformes, plegados, lentejones*	*long. = 5c - 800 m. anch. = 6 - 30 m. potencia = 6 - 30 m*	*Masivo en bandas*	*BLE, GAL, PIT, CAP, CUA, PIA Minerales de As, Mn, Co, Cu*				*Tsumeb = Ge*	*Cu → Pb, Zn → (Ba)*	*Precambrico a paleozoico*			*Silicificación*	*PIT sedimentaria*			*Relacionado con (?) rocas volc. medias a acidas*	*A escala regional*			*En cratones*	R.E	*Magnetismo (dirigido a PIA y MAT)*	2	2		*Medias a muy grandes*						*~ 4 %*
			En otros yacimientos de Cu, y Pb - Zn																																*Desconocido 5 %?*

LEYENDA

BAR = baritina	CUA = cuarzo	WOL = molibdenita
BIM = bismutita	DOL = dolomita	PIA = pirrotina
BIU = bismuto	FLU = fluorita	PIT = pirita
BLE = blenda	GAL = galena	SCH = schelita
BON = bornita	MAR = marcasita	URA = uraninita
CAL = calcita	MAT = magnetita	WOL = wolframita
CAO = calcolita	MIS = mispiquel	WUR = wurtzita
CAP = calcopirita		

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Bismuto*

FIGURA 3.3.-8

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION											METALOTECTOS ESPECIFICOS										CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm		FORMALES			MATERIALES						TEMP																
											miner primaria		miner supergénica																				
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento tipico mundial	tipo	subtipo	morfológicos	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquimica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentpaleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion tecnolog	Intervalos cubicacion yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de produccion anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona	
1	HUESCA		Pirineo Central	Gistain	Erzgebirge Alemania del Este	C	1	Filones W-E ?			Sulfuros de Ni y Bi												En pizarras y calizas										Como subproducto del Ni
2	CORDOBA		Batolito de los Pedroches		Erzgebirge	C	1																										
				Valle de la Serena				Pequeñas Bolsadas		Formas irregulares cilindroides	Bismita Wolframita Cuarzo																							Nunca se presenta en grandes concentraciones
				Conquista				Filones	Im. potencia		Sulfuros complejos de Bi, Co, Ni y Carbonatos Ca y Calcita																						
				Villanueva de Córdoba				Filones			Sulfuros complejos de Bi, Co, Ni y Carbonatos Ca y Calcita																						
				Torrecampo				Filones			Sulfuros y carbonatos de Ni, Co, Bi, Ag, Cu, Pb																						
				Azuel				Filones			Sulfuros y carbonatos Ni, Co, Bi, Ag, Cu, Pb																						
				Villaralto				Filones			Bismutita, Sn Au, mispickel Fe, Ni, Wolframita																						
								Filones			Sulfuros y Carbonatos												En pizarras										
3	MALAGA		Estepona	Conchita	Sangdong (Corea del Sur)	C	2				Bismutita, Bismutinita, Wolframita, Sulfuros, Teluros de Bi, Sulfosales de Bi, Fe, mispickel Scheelita												Contacto de granitos y Pizarras										
4	GRANADA		Boza	El Tesorero				Filones Vs. aplíticos			Sulfuros y carbonatos de Bi, Cu, Fe													En pizarras	Paleozoico									
5	CACERES		Casas de Don Antonio Trujillo					Filones		Pequeños paquetes	Bismita Cuarzo														Paleozoico						12-14 % Bi	X Hanaki (Corea) 70 % Bi, 0,3 % Au 1909		
6	BADAJOZ		Montes de Jerez	Zahinos Oliva	Sangdong (Corea del Sur)	C	2	Filones			Bismutita, Wolframita, Scheelita, Sulfuros en cuerpos pirita mas pequeños												Pizarra (a veces con nodulos)		Paleozoico								

FILONES normales al contacto granito-pizarras. El Bi solo se presenta en la parte del filón que cruza el granito no Ag y Bi.

Hidrotermal predomina Bismutina
X Carmen 5,5% Bi
X S Isidro 15% Bi

En roca radiactiva

Bi nativo en forma de gotas

producción del bismuto, aunque tan sólo representen el 18 por 100 de las reservas de cinc-plomo y el 50 por 100 de las de cobre.

En segundo lugar, por lo que a bismuto se refiere, se encuentra el tipo Skarn con scheelita y molibdenita, cuya producción es ya muy inferior.

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1967. DOROKHINE, I.: Gisements de minereaux utiles et leur prospection. Moscou, 410 págs.

1893. FUCHS, E. et LAUNAY, L. de: Traité des gîtes minéraux et métallifères, vol. II. 1004 págs.

1956. GONZÁLEZ, J.: Riqueza Minera y Yacimientos Minerales de Méjico. Congreso Geol. Int. Méjico XX, Sesión, 269-272 págs.

1965. KUN, N. de: The Mineral Resources of Africa. «Elsevier Publish, 740 págs.

1965. MOULDS, D. E.: Bismuth. Mineral Yearbook, 1965. U. S. Depart. of the Interior, vol. I, 243-247 págs.

1963. ROUTHIER, P.: Les Gisements Métallifères, 527, 530, 535, 582, 879, 989 págs.

1941. SCHNEIDERHOHN: Traité les gîtes métallifères. Trad. de Mme. PICARD, vol. IV, 723-985 págs.

1965. ZUFFARDI, P.: Conoscenze e ipotesi attuali sulla minerogenesi sarda. «Ass. Min. Subalpina», anno II, núm. 2, 42 págs.

1948. Symposium. International Geol. Cong. XVIII Sess. Great Britain, part. VII, section F. The geology, paragenesis, and reserves of the ores of lead and zinc, 400 págs.

1970. Mining annual review. «Mining Journal», june, 101-102 páginas.

3.3.3.2 Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

En relación con el cuadro 3.3-8 y el mapa sobre bismuto, es interesante hacer las siguientes consideraciones:

Definir las zonas y áreas de bismuto en España ha sido una labor sencilla, debido tanto a la relativa escasez de los principales indicios y minas como a su agrupada localización en torno al batolito de los Pedroches. En cuanto al resto de las localidades, en número muy escaso, tampoco presentan dificultades notables, ya que sus respectivos contextos geológicos se hayan perfectamente definidos.

Su clasificación en tipos es asimismo sencilla, pues, en general, corresponden a características universales

Finalmente hay que señalar una serie pequeña de indicios aislados no clasificados ni considerados en áreas, como son los de Casas de Don Antonio y Trujillo, en la provincia de Cáceres, y Mérida y El Berrocal, en Badajoz.

Hay que destacar el metalotecto Pedroches, cuyo rendimiento global en investigación debe ser considerado como de primera magnitud. El hecho de que el bismuto se encuentre siempre en filones normales, al contacto granito-pizarras carboníferas en la parte encajante en estas últimas y ausente en el interior del batolito, constituye una eficaz guía de prospección, característica de este metalotecto.

El contacto norte granito-pizarras tiene una longitud superior a los 200 Km., semejante a la del contacto sur, lo cual es interesante señalar para dar una idea definitiva de este metalotecto y de su importancia a la hora de acometer una prospección a escala regional.

La importancia económica relativa por minas y áreas queda expresada como sigue:

ZONAS Y AREAS	España — *Porcentaje*	Tipo
CORDOBA		
Batolito Pedroches	100	C 1
HUESCA		
Gistaín	—	C 1
MALAGA		
Estepona	—	C 2
GRANADA		
Baza	—	—
CACERES		
Casas de Don Antonio (Trujillo)	—	—
BADAJOZ		
Mérida	—	—

Los porcentajes se refieren a las estadísticas del año 1969 y el orden de las sucesivas zonas está establecido de acuerdo a su importancia histórica, es decir, a la aportación que desde antiguo han supuesto en la producción de bismuto en España, único criterio disponible para su clasificación.

En cuanto a la comparación minera y económica de los tipos a escala nacional y mundial, hay que destacar que el 100 por 100 del bismuto producido en la actualidad en España (6 t. en 1968) proviene de yacimientos del tipo C1, cuya importancia en el mundo no supera el 0,3 por 100. No obstante, debe tenerse presente que esta desproporción porcentual puede variar fuertemente en cortos períodos de tiempo, por cuanto que se trata de producciones totales de pequeña magnitud, tanto a escala nacional como mundial.

3.3.4 CINC-PLOMO

3.3.4.1 Tipología mundial

Sobre los cuadros 3.3-9 y 3.3-10 es interesante hacer las siguientes consideraciones:

Para la presente tipología se han utilizado los siguientes parámetros: morfología, tipo de metalotecto (litológico y geotectónico) y proceso genético.

La gran variedad que en multitud de aspectos presentan los yacimientos de plomo y cinc en todos los ambientes constituyó la principal dificultad en la confección de su tipología

Las posibles relaciones genéticas existentes entre los diferentes tipos y subtipos de yacimientos se resumen de la forma siguiente:

a) Los yacimientos del subtipo Reocín (A3), si son reactivados por un proceso orogénico, pueden dar lugar a yacimientos del subtipo Iglesiente (E3). Por otra parte, los yacimientos pertenecientes a los subtipos C1 y B1 (Cerro de Pasco y Banska Stiavnica, respectivamente) pueden dar igualmente lugar a yacimientos estratiformes o masivos en las rocas carbonatadas, razón por la cual cabe la po-

sibilidad de error a la hora de clasificar estos tipos de yacimientos. A veces incluso, yacimientos de los subtipos Kuroko (B2) y Linares (C2) pueden originar otros análogos.

b) Yacimientos relacionados con el vulcanismo. Los yacimientos pertenecientes al subtipo Mansfeld (A2) pueden transformarse, por removilización, en yacimientos del subtipo Rammelsberg (E2). De igual forma, los de los subtipos Kuroko (B2) y Mar Rojo (B3) pueden evolucionar hacia los del subtipo Timmins (E1).

Se pueden igualmente considerar como normales las transiciones entre los yacimientos: Banska-Stiavnica (B1) y Cerro de Pasco (C1) e incluso Kuroko (B2).

De igual manera, existen transiciones entre el subtipo porfídico (Cerro de Pasco, C1) y el subtipo relacionado con rocas plutónicas más o menos características (Linares-La Carolina, C2).

c) Los filones claramente asociados a plutón, así como los correspondientes a las zonalidades propias, se han clasificado en el subtipo Linares (C2), mientras que los filones de origen más dudoso pueden ser clasificados en el tipo Coeur d'Alène (D), lo cual implica una parcial e inevitable subjetividad.

Los métodos de prospección más utilizados en el mundo son los basados en el contexto geológico para elegir las zonas a prospectar y los métodos geoquímicos en la actualidad puestos a punto, tanto en plan estratégico como táctico.

La arqueología minera, la toponimia y el reconocimiento de trabajos en áreas mineras antiguas no deben ser olvidados nunca como posibles guías de prospección.

En cuanto a los condicionamientos técnicos, es sabido que, en el caso que nos ocupa, existen tres tipos de productos con sus respectivas particularidades: concentrados de plomo, de cinc y mixtos.

En España, las penalizaciones más importantes en los concentrados de Pb se aplican para: As, 0,01 %, y Zn, 7 %, y en cuanto a los concentrados de cinc: Fe, 10 %, y en fábricas electrolíticas el F se penaliza muy severamente.

En primer lugar, cabe destacar los yacimientos del subtipo E2 (Rammelsberg), que en conjunto representan el 30,6 por 100 del metal mundial. De entre ellos sobresale Broken Hill, que aporta el 7,9 por 100.

Hoy en día, los yacimientos que con más interés se investigan son los pertenecientes al subtipo A3 (Reocín), el cual representa el 20 por 100 del metal conocido en el mundo. Igualmente se investigan cada vez más los yacimientos del subtipo Timmins (E1) en las antiguas plataformas, y los de los subtipos Cerro de Pasco (C1) y Kuroko (B2) en las zonas alpinas.

Los yacimientos del subtipo Mar Rojo (B3) tienen un futuro, probablemente cercano, muy esperanzador.

Por último, hay que señalar que los porcentajes con los que se expresa la importancia económica de los diferentes subtipos son tan sólo aproximados, ya que ciertos yacimiento son mal conocidos, bien geológicamente, bien por lo que a cubicación y leyes se refiere.

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1969. Aho, A. E.: Base Metal Province of Yukon. «Canadian Inst. Min. Metallugy», págs. 397-409.

1970. Alvargonzález, V. et al: Nuevas técnicas de estudio para el aprovechamiento integral de yacimientos de baja ley Pb-Zn en la Sierra de Cartagena (Murcia VI Cong. Int. Min. Madrid, II, b. 1, págs. 1-19.

1970. Bernier, J. C. et al: Contribution à la recherche de gisements métallifères cachés (district des Malines-Cévennes). «Bull. B. R. G. M.», section II, núm. 1, págs. 1-97.

1962. Burnham, C. W.: Facies and types of hydrothermal alteration. «Ec. Geol.», vol. 57, págs. 768-784.

1960. Bush, J. B. et al: The chief Oxide-Burgin area discoveries, East Tintic district, Utah;a case history. «Ec. Geol.», vol. 55, part I, págs. 1116-1147, part II, págs. 1507-1540.

1962. Callaway, H. M.:Lead, A. materials Survey. Bureau of Mines, Inf. Circular 8083. U. S. Dept. of the Interior, págs. 194.

1967. Cobertaldo, D. du: Giacimenti Minerari, vol. 1, págs. 383.

1957. Chisholm, E. O.: Geophysical Exploration of a Lead-Zn. Deposits in Yukon Territory. Meth. Metall. Congr. págs. 269-276.

1957. Debnam, A. H.: Geochemical Prospecting at Mount Isa, Queensland. «Meth. and Case Hist. in Min. Geol. VI Commonw. Min Metall. Cong.», págs. 94-108.

1963. Flood, B.: A copper-zinc mineralization in Trolldalen, Lofoten, Northern Norway. Nor. Geol. Und. Ser. 228, págs. 114-138.

1965. Foglierini, M. F. et al: Gisement de Plomb et de Zinc de Largentière (Ardèche). «Annales des Mines», VI, págs. 23-42.

1965. Ford, T. and King, R. J.: Layered epigenetic Galena-Barite deposits in the Golconda mine, Brassington, Derbyshire, England. «Ec. Geol», vol. 60, págs. 1686-1701.

1956. Gonzalo, J. R.: Riqueza Minera y Yacimientos Minerales de México, Congreso Geol. Int., págs. 62, 66, 67 y págs. 151-164.

1965. Goodwin, A. M.: Mineralized volcanic complexes in the Porcupine-Kirkland Lake-Noranda region, Canada. «Ec. Geol.», vol. 60, págs. 955-971.

1962. Hawkes, H. E. and Webb, J. S.: Geochemistry in Mineral Exploration, págs. 415.

1926. Hereza, J., and Alvarado, A. de: The metalliferous deposits of Linares and Huelva, Inst. Geol. Esp. (XIV Int. Geol. Congrers), págs. 141.

1970. Heyl, A. K.: Some aspects of genesis of Zinc-Lead-Barite-Fluorite deposits in the Mississippi Valley, U. S. A. Ins. Mis. Metall. Trans, sec. B, págs. B 91-B 96.

1964. Jeffren, F. R.: Zinc. E. P. M. J., vol. 166, núm. 2, páginas 102-110.

1968. Kautsky, G.: Swedish geology and Mines. «World Mining», sept., págs. 56-63.

1957. Kelly, S. F.: Spontaneous Polarization Survey on Noranda Mines, Quebec, 1934. Meth. and Case Hist. in Min. Geol. VI Commonw. Min. Metall. Congr., págs. 290-294.

1963. Kodera, M.: Polymetallic Subvolcanic Deposits of Banská-Stiavnica and Hodrusa. Symposium Problems of Postmagmatic Ore Deposition, Praga, 1963.

1965. Kun, N. de: The Mineral resources of Africa-Elsevier Publishing Co, págs. 137.

1966. Laffitte, P.: La Métallogénie de la France. «Bull. Soc. Geol. France», ser. 7.ª, vol. VIII, págs. 53-72.

1970. Lauzac, F.: Le gisement de Plomb de Zeida (Maroc Central) Paléogéographie et controles structuraux. Chroniques des Mines, núm. 391, págs. 91-98.

1969. Leleu, M.: Essai d'interprétation thermodynamique en métallogénie: les minéralizations Karstiques du Laurium (Grèce). «Bull. B. R. G. M.», ser. 2ème., núm. 4, págs. 1-59.

1969. Mainguet-Suares, Y., et Samama, J. C.: L'étude des ciments des roches détritiques, outil de prospection des gisements stratiformes enfouis (Trias Ardéchois). «Chorn. Min.», núm. 381, págs. 83-91.

1970. Mikkola, A. K.: Aspects of the Wallrock alteration associated with some Finnish sulphide deposits: a review. Inst. Min. & Metall. Trans., sec. B, págs. B 97-B 101.

1965. Moulds, D. E.: Lead. Mineral Facts and Problems. Bureau of Mines. U. S. Dept. of The Interior. «Bull. 630», páginas 489-509.

1970. Nicolini, P.: Gîtologie des concentrations minérales stratiformes, págs. 791.

1969. Pavillón, M. J.: Les minéralisations plombo-zincifères de Carthagène (Cordillères bétiques, Espagne) Mineral. Deposita (Berl.) 4, págs. 368-385.

1967 Phan, K. D. Les skarns et les mineralisations qui leur sont liées. B. R. G. M. Dpt. M. P. M. G., DS. 67, A 127, págs. 76.

1967. Raguin, E.: La mine de cuivre de Kosaka (Japon) et le progrès des études sur la métallogenie des gisements métallifères volcanogènes. «Chron. Mines», núm. 359, pág. 31-35.

1968. Rouhumkoski, P.: On the geology and geochemistry of the Vihanti zinc ore deposit, Finland. «Bull. Comm. Geol. Finl», núm. 236, págs. 121.

1963. Routhier, P.: Les gisements métallifères, págs. 948-951.

1965. Sarcia, J. A. et al: Le gîte plombo-zincifère de Plélauff (Côtes-du-Nord). «Bull. B. R. G. M.», núm. 1, págs. 1-39.

1963. Schneider, H. J.: Facies differentiation and controlling factors for the depositional lead-zinc concentration in the Ladinian geosyncline of the eastern Alps. Symposium VI, «Int. Sedim. Cong. Del.», vol. 2, págs. 29-46.

1960. Schnellmaun, G. A.: Some considerations in determining the origin of ore deposits of the Mississippi Valley Type. «Ec. Geol.», vol. 55, págs. 205-206.

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Plomo y Zinc*

FIGURA 3.3.-9

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación / País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION: FORMALES: morfología	FORMALES: dimensión (en)	FORMALES: distribución de la mena	MATERIALES: mineralogía primaria: Paragenesis	MATERIALES: mineralogía primaria: Contextura	MATERIALES: mineralogía supergénica: Paragénesis	MATERIALES: mineralogía supergénica: Contextura	GEOQUIMICA	ZONALIDAD	TEMP: EDAD	METALOTECTOS TIPICOS: Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	METODOLOGIA INVESTIGACION: Nivel (R=Prosp.Reg / E=Estimac)	SISTEMATICA	Ind. rentab. integr. (1 a 3)	Indice de coste (1 a 3)	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS: CONDICIONAM. TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION Tn. metal: Int.	INTERVALOS DE CUBICACION Tn. metal: Ext.	INTERVALOS DE LEYES %/m metal: Int.	INTERVALOS DE LEYES %/m metal: Ext.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL Tn. todo-uno: Int.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL Tn. todo-uno: Ext.	IMPORTANCIA ECONOMICA
			CARACTERES GENERALES						CER ANG PIF SMI HEM		GAL: Ag, Au BLE: Cd, Bi, Ga, In, Ta, Ge, Ka, Ag, Tl, Sb, V, Mn, Ni, Co, Mo, Tl		*Precambrico inferior actual*											R { Geoquim. redes drenaj. 2 2; Geoquim. flg aeroport. ? 2; Toponimia 1 1 — RE { Geoquim. suelos 3 2; Arqueologia minera 1 1			Bonifica. Ag, Au, Cd, Ge — Penaliz. Pb; Bi, Zn, As, Sb, Sn, Au, Ag, Sb, Sn, Ge, Ge	$M.10^6$ met. 4-5 m. 2,5 10^6	idem	4-5 m. 8-15 mineral	15 min. S/ yacimiento es g. menor, leyes ↑	25.000 min.		% (Reservas+ producido Vg. Pb-Zn)
A		*Estratiformes de cobertera*																						E Geof. Pol. Inducido 1 3											22,4
	1	*Mechernich (Alemania Oeste) Largentière (Francia) Laisvall (Suecia) Maubach (Alemº) Coro-Coro (Bolivia)*	*Concordante en areniscas y conglomerados "Red beds"* Pb ⋙ Zn	*Estratiformes concordantes*	*(40-100) x 50 x 10*	*Mineral diseminado en cemento*	*Simple var. Al, S_2, Fe, CEL, Cu, As*						*Trias: Europa Cámbrico: Suecia*	*Porosidad*	*Silicificación*	*Niveles anomalos escala regional*	*Mansfeld: 9% bitumen*	*Fracturas menores*	*Engranaj. Flancos de anticlinal o pilares*	*Periferia de granitos masa-nos o rígidos*	*Aran. o conglo. lim. playa/grano regular*	*Bisel de sedimt. borde de altos fondos*			R { Seguir niveles estratif-mineralizados zonas potasicas 3 1 — RE Paleogeografia local zonalidad 3 2				*Ganar/mantenida medias a grandes*		*Baja a media*		*Laisvall 1.5*		*1.9*
	2	*Mansfeld (Alemania Este)*	*Estratiformes con Cu en rocas arcillosas (influencia volcanica mas o menos discreta) "Kupferschiefer"* Pb > Zn	*Muy estratiformes*	*Distritos de 2x2 Km. cf. Al, mas extensos, potencia menor 0,4 m*	*Difusa, lentejones*	*Complejo. Igual A1 mas CAP, CAO, BON, URA*		*Sulfuros y oxid. Cu*				*Mansfeld (pérmico)*			*Niveles anomalos escala regional*	*Mansfeld: 9% bitumen*	*Fracturas menores*	*Engranaj. Flancos de anticlinal o pilares*	*Ambiente evaporitico con rocas volc. en rocas arcill-carbon.*	*Pérmico (a nivel regional)*	*Fondo de un golfo sed. evaximicos*	*Alto fondo $\rightarrow$ Cu $\rightarrow$ Pb, Zn*	*Zona estable*					*Ganar/mantenida grandes*		*Mansfeld Cu 0,1-3 Pb 0,1-0,9 Zn 0,1-0,9 Ag 9-200 gr/tm.*		*5.10^6*		*0,5*
	3	*Reocin (Esp.) Malines (Francia) Silesia (Polonia) Touissit (Marruecos) Centro y N. (USA) Pine Point (Canadá)*	*Peneconcordantes en rocas carbonatadas En dolomias arrecf. Zn > Pb en calizas* Pb > Zn	*Mas o menos concordantes o masas brechas*	*(40-100) x 20 x 10*	*Brechas, batrioidal, escarapela*	*WUR, GAL, PIT, MAR, BAR, FLU, CUA, CAL, DOL*	*Con Cu*	*Frecuentemente zona oxidacion*		*Gal. pobre en Ag BLE rico en Cd BIR rico en Tl*		*Paleoz: USA Trias-Jura Eur. Mio. Cretáceo: España*	*Relleno de Karst brechas de hundimiento*	*Dolomitización Silicificación*	*A escala regional, ni-veles mineraliz. mas ricos en Pb, Zn.*	*Mas o menos concordantes*	*Engranaj. flancos de anticlinal o pilares*	*Calizas: calificas arrecifales*	*A escala regional y continental*	*Bisel de sedimt. borde de altos fondos*	*En paleotalud/arrecifales/ calizas y paleocabos*	*A veces alineamientos en USA (?)*	R Paleogeografia 2 1 — RE Limit. de dolom 3 2				*Ganar/mantenida medias o grandes*	*Medias a grandes*	*Baja a alta*	*Media en general*	*Longartiàra 3.10^6*		*20.0*
B		*En relación estrecha con rocas volcanicas*											*Alpino a actual*																						*4.7*
	1	*Banska-Sviavnica (Checoeslovaquia) Cartagena (Esp)*	*Rocas volcanicas pastorogenicas* Pb~Zn	*Campos filonianos masas reemplazamiento*	*Distrito: 10x9 Km. filón 1Km x ms*	*Tajeada Escarapela*	*GAL, BLE CAP, ROD, DIA, CUA, PIT, BAR, Cu.*		*Cartagena zona oxid. explotada*		*Ag, Au.*	*Vertical y horizontal: Bi, W, Cu, Pb, Zn, Ag*	*Alpino (s.l.) eocano o mioceno*	*Zonas abiertas*	*Propilitización (S_i, C_a, PIT, EPI)*	*50° C, pH = 6*	*Aguas estériles*	*Fracturas verticales parolatas*	*En andesitas y masas calizas*	*Deposición actual*	*Fondos marinos*	*Zonalidad: Pb, Zn, Cu, Sb, Hg, ex Au*	*Volcanismo post-orogenico alpino*	R Investigar zonas propilitizadas 3 1				*Medio*						*Cartagena 2.10^6*	*1.4*
	2	*Kuroko (Japón) Muchos en Japón*	*Rocas volcanicas recientes sinorogenicas* Zn > Pb	*Estratiformes angrosamientos locales*	*Distrito 4x9 Km yacimiento 300x150x80 m*	*Grano fino*	*Complejo Cu, Zn, Au, Ag, Ba*		*Montera Au*		*As, Sb, Ge, Hg, Ti, Ag, Au, Mo*	*Techo: YES BLE, GAL, Ba arriba: PIT, CAP centro: PIT, CAP, CUA abajo: PIT, CAP, CUA*	*Alpino*	*Tosas y pilares*	*Silicificación Seriticitización Clorita arcillita*	*A escala regional*	*200 m. de profundidad en el mar*	*Chimenea $\rightarrow$ mineral con brecha volcanica*	*Volcanismo sin-orogenico miocano - act.*							*Mina*		*de*	*Uchinotai*			*16*
	3	*Mar Rojo Salton-Sea (California)*	*Volcanismo submarino anorogenico actual* Zn ⋙ Pb	*Capas*	*Nivel sulfurado 56-10^6 m^2 x 1 m.*		*Oxid ó sulf. de Fe, Mn — GAL, CAP, BLE Ag; Au*				*Sr*		*Actual*	*Fracturas verticales parolatas*	*Propilitización (Sr, C_a, PIT, EPI)*	*Aguas estériles*	*Fondo de graben*	*Arcillas*	*Deposición actual*	*Fondos marinos*	*Zonalidad: Pb, Zn, Cu, Sb, Hg, ex Au*	*Graben en escalera*	R Termometria ? ? — R Aeromagnetismo ? ?		*Actualmente no explotados*	*Reservas en 10^6 $: Zn: 780; Cu: 1.800$ Ag: 280, Au: 50*	*Solo*	*2.10^6 Pb+Zn*	*2,6 Cu 12 Pb 41 Zn*	*4.6^5*			*17*

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Plomo y Zinc*

FIGURA 3.3.-10

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION: FORMALES: morfología	FORMALES: dimensión (en)	FORMALES: distribución de la mena	MATERIALES: mineralogía primaria: Paragénesis	MATERIALES: mineralogía primaria: Contextura	MATERIALES: mineralogía supergénica: Paragénesis	MATERIALES: mineralogía supergénica: Contextura	MATERIALES: GEOQUIMICA	MATERIALES: ZONALIDAD	TEMP: EDAD	METALOTECTOS TIPICOS: Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	METODOLOGIA INVESTIGACION: Nivel (R: Prosp. Reg. E: Estimac.)	SISTEMATICA	Ind. rendto. integr. (1>2>3>1)	Indice de coste (1>2>3>1)	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS: CONDICIONAM.	TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION: Int.	INTERVALOS DE CUBICACION: Ext.	INTERVALOS DE LEYES: Int.	INTERVALOS DE LEYES: Ext.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL: Int.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL: Ext.	IMPORTANCIA ECONOMICA
C		*En relación con rocas plutónicas*							*Monzonas*		*GAL rica en Ag*			*Pocos datos a escala regional*																							24.5
	1	Cerro de Pasco (Perú) Alpes Eurasia Andes-Rocky Mt.	Con "pórfidos" (s.l.) skarns frecuentes, masas, chimeneas o filones Pb~Zn	Estratiformes y varios	1000×800×600m Cerro de Pasco	Masivo, mantos	GAL, BLE, PIT, CUA, (Complejo: PIT, CBN, CAP, FLU, BAR)		BLE, GAL, PIT, CUA, FLU, BAR		Au, Ag, Bi	"Perú" → Mo, Cu → Pb, Zn	Alpino (s.l.) cretáceo		Alteración riolítica silicif-pirit-argil.			Variable epigenamientos	En relación con plutonismo y cuerpos porfídicos subvolcánicos	A escala distrito		Zonalidad	Límites de núcleos antiguos en zona alpina	R	Geología previa	2	1			Medios a grandes		Frecuentemente alta	Frecuentemente alta			18.8
																								R	Gravimetría	1	2									
																								R	Aeromagnetismo	1	1									
	2	Linares-Carolina (España) Butte (Montana) Cornwall (G.B.) Shiu-Ku-Shan (China)	Filones paleobatolíticos Pb~Zn	Filones angostos regulares simples	~ 10×10²×10³m	Zonal, brechas	GAL, BLE, PIT, CUA, CBN, CAP, FLU, BAR				Generalmente ricos en plata	Batolito: Sn→W, Bi→Cu →Pb, Zn, Ba→ Sb (Cornwall)						En fallas cizallamiento	Asociado con rocas plutónicas, pórfidos o diques			Zonalidad		R	Gravimetría	1	3			Medios a pequeños		Baja a alta				5.7
																								R	Zonalidad	2	1									
D		*Filones de cobertera o de zócalo sin relación o con relación dudosa con plutonismo*																																			5.7
		Coeur d'Alène (Idaho) Bawdwin (Birmania) Pribram (Checo)	Filones de cobertera o de zócalo sin relación o con relación dudosa con plutonismo Pb~Zn	Filones más o menos complejos	~ 10×10²×10³ m		GAL, BLE, PIT, CUA, CBN, CAP, FLU, BAR				Generalmente ricos en Ag								En los proximidades de grandes fallas			Zócalo removilizado	RE	Fotogeología	2	1			Medios a pequeños		Baja a alta				5.7
E		*En zonas plegadas o metamórficas (filones y "pórfidos" excluidos)*									*Mo, W, Sn, Cu*																										42.1
	1	Timmins (Canadá) Altai (URSS) Matagami Noranda Flin Flon (Canadá)	Relacionado con volcanismo preorogénico Masas piritosas con Cu Zn ≫ Pb	Muy estratiformes, lentejonas Plegados o no	Long.: 10-800 m. Prof.: 6-30 m. Pot.: 6-30 m.	Masivo en bandas	BLE, GAL, PIT, CAP, CUA, PIA				Lentejones: Cu en el centro ↓ Pb Zn en periferia o hastiales		Precámbrico a paleozoico										EN CRATONES Zona de gelificación	TH	Polarización inducida	2	2			Medios a grandes	Grandes alineaciones	Media a alta				6.3
	2	Rammelsberg (Alemania Fed.) Brackenhill (Australia) Katanga (Congo) Sullivan (Canadá) Vihanti (Finlandia) Mt. Isa (Australia)	En rocas filíticas (o carbonatadas) con ambiente volcánico más o menos claro Zn ≫ Pb	Var. E.L.	Masivo en bandas	BLE, GAL, PIT, CAP, CUA, PIA, Mineralizada: AS, Mn, Co, Cu, etc.				Cu → Pb, Zn → (Ba)		Paleozóico a alpino	En Karst	Silicificación fuerte	PIT sedimentaria			Relacionado con rocas volcánicas relacionadas → fondos marinos	A escala regional				RE	Magnetismo (dirigido a PIA y MAT)	2	2			Medios a muy grandes	Grandes alineaciones	Zn 3-11 Pb 0.2-8 Cu 0.3-25				30,6 Brackenhill solo 7.9
	3	Iglesiente (Cerdeña) Alpes Laurium (Grecia) Tennessee (U.S.A.) Zamanti (Turquía)	En rocas carbonatadas Pb ≫ Zn	Muy irregular en general	Muy variable	Masivo	GAL, BLE, PIT, CAP, BAR, FLU, CBN.				Mn, V	Tsumeb: Ge		En Karst																								5.5

ANG	Anglesita	CUA	Cuarzo	PIA	Pirrotina
BAR	Baritina	DIA	Dialaga	PIF	Piromorfita
BLE	Blenda	DOL	Dolomita	PIT	Pirita
CAL	Calcita	EPI	Epidota	ROD	Rodonita
CAO	Calcolita	FLU	Fluorita	SMI	Smithsonita
CEL	Celestina	GAL	Galena	URA	Uraninita
CAP	Calcopirita	HEM	Hematites	YES	Yeso
CBN	Carbón	MAR	Marcasita		
CER	Cerusita	MAT	Magnetita		

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Plomo y Zinc*

FIGURA 3.3.-11

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS										CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS				
					Núm		FORMALES			MATERIALES						TEMP																	
										miner. primaria		miner. supergénico																					
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion. tecnolog	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del área y zona (1.965)	OBSERVACIONES
1	NOROESTE		GALICIA LEON ASTURIAS	Mondoñedo	COEUR D'ALENE	D		Filón-capa E-O	Pot. 1,5 m	Lenticular	Galena, marmatita, pirita, ox. de manganeso, calcopirita, malaquita		Oxidados de hierro		Ag							Pizarras	Cambriano				1					0·15 % Pb 0·1 % Zn	Ag
				S.M. de Oscos Fonsagrada		D		Filoniano N-S	Pot. 1,2 m		Galena, Blenda, magnetita, caliza, pirita, Pirrotina		Smithsonita		Ag							Pizarras, cuarcitas y calizas	Ordov.-Silur.				1			35 % Zn 5 % Pb			Zn > Pb Ag
				Rubiales	RAMMELSBERG	E	2	Estratiforme	Pot. 1·2 a 3,5 m		Galena Blenda											Calizas y dolomías	Cambriano				1-2		A 10⁶ Tm. (CUBICADAS)	7 % (Pb+Zn)	REPRESENTADO: 2.500 Tm. DE Pb. AÑO.		Zn > Pb
				Sª Caurel	COEUR D'ALENE	D		Filón-capa	Pot. 0·2 a 1 m.		Galena Blenda Pirita - Calcopirita, Cuarzo		Oxido de hierro		Ag							Pizarras	Siluriano							~1,7% Pb			Pb > Zn Ag
			P. DE EUROPA	Aliva Cervera de Pisuerga	IGLESIENTE	E-	3	Filón-capa N-S E			Galena Blenda Calcita, Dolomita		Smithsonita-Hidrozincita		Cd, Hg, Ge, Ag, Ni, Co, Cu							Calizas-Dolomías	Jurásico				2-3		4.105 Tm.	28% Zn 12% Pb			Producción 1.969 Zn > Pb 7.380 Tm. Zn metal Ag
								Capa			Galena Blenda											Fracturas N-O	Calizas-Dolomías	Jurásico					10⁵ Tm.	3-17%Zn <1% Pb			Zn > Pb
2	CANTABRICA		SANTANDER	Reocin La Florida Novales Oreña Alfoz	REOCIN	A	3	Estratiforme			Blenda, Galena, Marcasita, Melnicovita, Calcita, Dolomita		Listadas escasas pelas		Ni, Co - Mn		Aptense o post.		Dolomitización		Niveles de Erupt. brechas	Fracturas y cuevas de disolución	Dolomías	Aptense			3		14.10⁶ Tm	10-12%Zn 1-1·5 Pb 8%Zn 1·5% Pb 6-12%Zn 1-2% Pb			Producción 1.969 Zn > Pb 48.000 Tm. Zn metal 4.900 Tm. Pb. "
				Río Tuerto		A	3	Estratiforme			Blenda calcita etc.		Smithsonita										Calizas y dolomías	Aptense			3			< 40 % Zn			Zn > Pb
			PAIS VASCO OCCIDENTAL	Carranza Matienzo Lanestosa Trucíos		A	3	Filonianos			Blenda, galena, Pirita, Barita, calcita, Silice, Cuarzo, Calcopirita (a veces)		Cerusita, Smithsonita Oxidos de hierro				Aptense o post.						Fallas	Calizas	Aptense			2		15·6·10⁵ Tm	2-12 % Pb 3-15 % Zn		1·6 % Pb 52·7 % Zn	Producción 1.969 Zn = Pb 1020 Tm. Zn metal 1030 Tm. Pb metal
			PAIS VASCO ORIENTAL	Barambio Villarreal Marquina Durango Legorreta		A	3	Filonianos			Blenda, Galena, Pirita, Fluorita, Barita, Siderosa, Cuarzo		Cerusita, Smithsonita, Limonita				A veces mineralizac. en roca caja bajo el K y Zn. Sobre Pb. Ba.	Aptense o post.				Fallas y frentes de cabalgamiento	Calizas	Aptense			2			hasta 7% Pb 20% Zn			
			S ARALAR			A	3	Filón capa E-O	Pot. 5 - 7 m	Discontinuo	Galena, Calcopirita, Pirita, Barnita		Covellina Limonita		Ge, Cd		En yacimientos de Cu en general	Jurásico o post.				Relación con cabalgamiento	Calizas	Jurásico			3			< 40% Zn			Cu > Pb > Zn

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Plomo y Zinc*

FIGURA 3.3.-12

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS											CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm		FORMALES			MATERIALES						TEMP																
											miner. primaria		miner. supergénica																				
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleogr.	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigación	Condición tecnológ	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona (1.968)	
3	PIRINEOS		ORIENTAL (Guipúzcoa-Navarra)	Irún Vera	LINARES	C	2	Filones	400 m ~ 1 Km Pot 2.5-3 m	Diseminada	Blenda, Galena, Pirgarita, calcopirita, Esfenco, Calcita, Barita, Jalomita					Empobrecidas en Ag y Sb	Hercínico						Pizarras en Paleozoico granitos				1-2		10^6 Tm	10% Zn 0.5-1% Pb		4% de Pb 5'8% de Zn	Producción 1.969 250 Tm. PbS 2.969 Tm ZnS
				Goizueta Leiza		C	2	Filones	Pot 1-1.5 m	Arrosariada	Galena, Blenda, Pirgarita, Siderosa, Cuarzo, Pirita.						Hercínico						Pizarras	Paleozoico				1			1.25% Pb 1.30% Zn			Producción 1.969 250 Tm. Pb metal
			CENTRAL (Huesca-Lérida)	Bielsa Parzán Panticosa Gistaín. Valle de Ardón	LINARES	C	2	Filoniano	Red de 15 Km. pot. 1'5m.		Galena, Blenda, Pirita, Siderosa, Calcita, Jaspe, Cuarzo, Barita		Limonita, Cerusita		Ni, Co, Sb, Sn, Co, Mo						Pizarras, cuarcitas, Areniscas	Paleozoico Hercín.-Trias				2		> 6.10^4 Tm.	10-18% Pb ~40% Zn			Pb > Zn Zn > Pb (Ag.)
				Isil	RAMMELSBERG	E	2	Estratiforme (plegado)			Galena, Blenda.						Hercínico											2						
4	SISTEMA IBERICO		S. DEMANDA	Mansilla Canales Villavelayo	COEUR D'ALENE	D		Filones NS y NO	Pot. 0.5-0.6 m.		Galena, Blenda, Pirita, Calcopirita, Barita, cuarzo		Malaquita, Azurita		Sb. Ag.								Pizarras	Paleozoico (Silúrico)				1-2						Pb > Zn 300 gr./Tm Ag
				Jubera	MANSFELD	A	2				Galena, Blenda, Cuarzo, Sulfuros de cobre		Malaquita, Azurita		Sb. Ag.								Pizarras, areniscas, calizas	Trías				3						
			SORIA	Peñalcázar	COEUR D'ALENE	D		Filones N-S	Pot. red 50cm, ensanch. 2m, long. 250m		Galena, Blenda, Cuarzo				Ag.								Conglom. Pizarras	Silúrico				1-2						Ag.
			ZARAGOZA	Calcena Fombuena Ateca Munebrega		D		Filones	Pot. 1-4 m, long. 50-60m, prof. 150m		Cobre gris, Galena, Cuarzo, Barita, Siderita				Sb.								Pizarras, Areniscas	Paleozoico				1-2						
			TERUEL	Sta. Cruz de Nogueras Segura		D		Filones	Pot. < 1m		Galena, Blenda		Smithsonita											Silúriano				1-2						
			CASTELLON TERUEL	Lucena del Cid Linares Valdelinares	REOCIN	A	3	Filoniano SE-NO		Anticlinal	Galena, Blenda		Smithsonita										Calizas	Cretácico Superior				2						Pb > Zn Zn > Pb
5	CENTRO-OESTE		ZAMORA	Losacio	LINARES	C	2	Filones	Pot. 0.1-0.8 m Long. 0.2-4 Km		Galena, Esfalerita, Cuarzo, Pirita		Oxidos de hierro		Ag. P.								Pizarras en relación con granito	Silúriano				2						
			SALAMANCA	Valdemierque Aldeavieja de Tormes				Filones E-O	Pot. 0.2-1.5 m		Galena, Pirita, Cuarzo				Sb.							Conglom. Pizarras-Gneis						2						
			CACERES	Botija Plasenzuela Berzocana Guadalupe Zarza de Granadilla Abadía.				Filones E-O / N-S	Pot. 0.05-0.6 m	Masivo	Galena, Blenda, Cuarzo, Pirita / Galena, Blenda, Cuarzo, Pirita				Sb. Ag								Pizarras en relación con granito	Paleozoico				1-2						Zn > Pb (8:1) Pb > Zn

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Plomo y Zinc*

FIGURA 3.3.-13

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION											METALOTECTOS ESPECIFICOS											Rendimiento global investigacion	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm		FORMALES			MATERIALES							TEMP																	
											miner. primaria		miner. supergénica																						
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has.)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleográficos	geométricos	geotectónicos		Condicion. tecnológ	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona (1-968)	
6	CATALANA		GERONA	Osor Amer Anglés	LINARES	C	2	Filones E-O	Pot. 1-4 m Prof. 200 m		Galena, Blenda, Caliza, Barita, Fluorita											Fallas	Gneis en relación con granitos					2-3		$\approx 10^4$ Tm			
			BARCELONA	Martorell Vallirana Gavá Pontons		C	2	Filones	Pot: 01-1 m		Galena, Fluorita, Barita, Cuarzo, Blenda												Pizarras en relaciones granitos	Silúrico?				2		$\approx 10^4$ Tm			5-2 % Pb 2-3 % Zn
			TARRAGONA	Bellmunt Molá Falset		C	2	Filones	Pot: 0.2-1 m		Galena, Blenda, Pirita, calcopirita, Barita, Caliza, Cuarzo				Ag			Brechificación					Pizarras silíceas en relación con pórfidos	Silúrico?				2		$\approx 10^4$ Tm			
7	SISTEMA CENTRAL		S. GUADARRAMA (Madrid)	Cenicientos Cadalso Fresnedillas Garganchilla Colmenar Arroyo Bustarvigio	LINARES	C	2	Filones	Pot. 0.5-3 m. Long. 700 m.	Masiva	Galena, Blenda, Pirita, Calcopirita, Barita, Cuarzo, Rhodonita (S Vero)												En Gneises en relación con granitos					2		$\approx 10^4$ Tm.			0-4 % Pb 0-3 % Zn
			S. DE CANALES (Guadalajara)	Pardos		C	2	Filones			Galena, Pirita Calcopirita Cuarzo																	1						
			M. DE TOLEDO	Argés Mazarambroz Consuegra Urda Navahermosa Navalucillos		C	2	Filones E-O	Potencia 1m Long 1 Km.		Galena, Blenda, Cuarzo				Ag, Ge								En relación con granitos					1-2	Ag y Ge	$\approx 10^4$	2 % Pb 2,5 % Zn			Producción 1.969 300 Tm. de Pb metal Ag. importante
8	SIERRA MORENA "Sensu lato"		BADAJOZ (NE)	Peñalsordo C. del Buey Garlitos	LINARES	C	2	Filones	Long de 1500 m	Masiva	Galena, Blenda, Barita, Cuarzo, Calcita				Ag								Pizarras en relación con granitos	Paleozoico				1-2		$> 8 \cdot 10^4$ Tm.			5-7 % Pb 0-5 % Zn	Ag ~ 1200 gr/Tm.
			S. TEJADA RIO CORUMBEL (Huelva)	Escacena del Campo Villalba Manzanilla Paterna		C	2	Filones	Long 800-1000 m Pot 0,60-1,5 m	Masiva	Galena, Blenda, Pirita, Sulfuros de Cobre, Cuarzo				Ag, Ni, Co			Gneises de Cobre en Sierra de Hierro				Sinclinales E-O	Pizarras	Silúriano?				1-2		$\approx 10^4$ Tm.	3-4 % Pb.			
			Sª ARACENA (Huelva)	(Aracena Jabugo) Alosno El Almendro Herrerías Ríotinto Satiel Caronada San Telmo Lomero Poyatos Sevilla Aznalcóllar	TIMMINS	E	1	Mayor extrat. Ibéricas	Long 1.000-2.000 m. Potencia: 5-50 m.	Diseminado	Pirita, Calcopirita, Galena Blenda, Cuarzo, Barita		Limonita, Sulfuros de cobre Oro nativo, cobre nativo, etc.		Ag, Au, Ni, As			En Piritas			Contactos con rocas ígneas y erbasamiento de los mares	Relación con lavas ácidas e intermedias	Devoniano, Carbonífero (Culm)				1		$\approx 10^5$ Tm.	1'5-2 % Pb 3'5-8 % Zn			5-7 % Pb 0-5 % Zn	

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Plomo y Zinc*

FIGURA 3.3.-14

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS										CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm.		FORMALES			MATERIALES						TEMP.																
											miner. primaria		miner. supergénica																				
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has.)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicos	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentpaleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion. tecnolog	Intervalos cubicación en Tm. yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del área y zona (T. 366)	
	SIERRA MORENA "Sensu Lato"	*1200 - 1.500 Km²*	*SEVILLA*	*Guadalcanal Alanís Constantina El Castillo de las Guardas Cazalla de la Sierra La Puebla de los Infantes*	*LINARES*	C	2	*Filones*	*Perf. 0,1 - 1 m Long. 2 Km.*	*Masivo y diseminado*	*Galena, Blenda, Pirita, Barita, Cuarzo, Calcita*				*Ag*							*Fracturas*	*Pizarras en relación con granitos*	*Paleozoico*						*n. 10⁵ Pb*			*Pb*	*Pb > Zn*
				Real de la Jara Almadén de la Plata	*LINARES*	C	2	*Filones*	*Perf. 0,2 a 3 m. Long. 12-15 Km.*		*Galena Blenda Pirita Cuarzo*				*Ag*	*Enriquecim. en Pb en prof.*							*Pizarras en relación con granitos*	*Silúrico*						*3-10% Pb 7-14% Zn*			*< 0,01%*	
			BADAJOZ (SE)	*Maguilla-Argallón Azuaga Piconcillo Fuenteabejuna*				*Filones*		*arrosariados*	*Galena, blenda, Pirit, calcopir., Cuarzo, calc., barita, Fluorita Sulfoss cobre*				*V Ag*		*Hercinicos y removilizaciones Hercinicas*					*Fracturas (predominio NE)*	*Ante y paraneis. Volcanitas Cuarz. Ins. R. Hercinic.*	*Precambriano y carbonífero*										*Pb > Zn*
			(O.)	*Sta. Marta*	*LINARES*	C	2	*Filones*			*Galena*		*Cerusita Piromorfita, Vanadinita*						*Mg, P, Cl*				*Calizas*	*Cambr.*										*Vanadio importante*
			CORDOBA (exc. Pedroches)	*Hornachuelos Posadas Almodóvar del Río*	*LINARES*	C	2		*Perf. h. 1,5 m. Long. h. 500 m.*	*Masivo y diseminado*	*Galena, Blenda, Calcopirita, Barita, Pirita, Cuarzo, calc.*				*Ag*								*Pizarras, calizas en relación granitos*	*Cambriano*						*n. 10⁵ Pb*		?	?	*En general Pb > Zn En Mina "Casiano del Prado" Zn >> Pb*
			VALLE ALCUDIA Subzona Occidental	*Abenójar El Horcajo*	*LINARES*	C	2	*Filoniano*	*Prof. de 0,02 a 3 m. long. 200 m. a 1500 m. más frecuente 600 m.*	*Masiva*	*Galena, Blenda, Pirita, Cuarzo*		*Cerusita y Piromorfita*		*Ag*							*Fracturas*	*En pizarras en relación con granitos*	*Paleozoico*				*1*		*n. 10⁶ Pb*	*6-10% Galena y 1,7% Blenda de 3 Kg/Tm. Ag en adelante*	*S. Quintín 24.000 } 1905 El Horcajo 13.000 } 1911 Villaquilambre 2.000 }*	*5,4 % Pb, Zn*		*Pb > Zn*
			Subzona Centro	*Mestanza Brazatortas Cabezarrubias Hinojosa S. Lorenzo*				*Filoniano*	*Prof. hasta 350 m. long. hasta 1.500 m. por 400 m*		*Galena, Blenda, Pirita, Barita, Cuarzo, Pirita*				*Ag*		*Hercinica a Alpina*					*Fracturas (NE)*		*Precambriano (Alcudiense superior)*	*Ambientes detríticos*			*1*			*14-19% Galena. Hasta 4% Blenda en algunas. Mínimo de 3 a 900 g/Tm de Ag*	*Mina Diógenes (S. M. MINERA) 4.200 Tm (1968)*		*Zn ≫ Pb*
			Subzona Oriental	*El Hoyo Aldea del Fraile Navas de Riofrío*		C	2	*Filoniano*	*Prof. hasta 300 m. long. 300 m. pot. 0,3 - 1 m.*		*Galena, Calcopirita, Blenda, Cuarzo*											*Fracturas*	*En pizarras en relación con granito*	*Paleozoico*				*1*			*Mas ricas en Blenda que en Galena*				*Zn > Pb*

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Plomo y Zinc*

FIGURA 3.3.-15

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS											CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm		FORMALES			MATERIALES						TEMP																
											miner. primaria		miner. supergénica																				
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicos	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentológicos paleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion tecnolog	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona (1966)	
	SIERRA MORENA - PEDROCHES Caracteristicas generales →			El Rosalejo (Alcaracejos)	LINARES	C	2	Filoniano	Long. ~ 0,5 km Pot. 1 - 2,5 m Prof. - 350-550 m		Blenda, Galena, Cuarzo, Carbonatos	Brechoide			Ag, Ga, In, Ge, Bi, Ni, Co.	Enriquecimiento Ag, Ga, In, Ge, Bi, Ni, Co.	Hercínico											Existencia Ga, Ag, Ge, Ni, Co					Pb > Zn Ag = hasta 8 kg/Tn de Pb
	Por Areas →		NORTE 1	Sta. Eufemia Castuera (Gr. S. Francisco)		C	2	Filoniano N 15° W y E 15° S	Pot. ~ 1,5 m. Prof. - 150 m.						Ag						Pizarras y Grauvacas con granito	Silúrico										Ag. 2000 - 2500 gr/Tn
			NORTE 2	La Solana Las Torcas		C	2	Filoniano N 60° E	Long. 1,8 Km Prof. 62,5 m						Ag						Pizarras en el contacto con granitos	Carbonífero										En general bajos de Ag pero en las Torcas 3-11 Kg/Tn
			NORTE 3	El Viso (Sto. Maria)		C	2	Filoniano N 55° E			Galena, Blenda, Calcopirita, Cobre gris, Cuarzo, Calcita, Fluorita																						
			NORTE 4	Belalcazar Conquista (ir. Santiago)		C	2	Filón N 30°	Pot. 0,8 - 2 m. Long. 3 km		Galena, Blenda, Fluorita, Calcita, Cuarzo				Ag																		
			VALLE DE LOS PEDROCHE	Gr. Villanueva de Córdoba		C	2	Filón N 55°																									
			SUR 4	Cardeña		C	2	Filoniano		Diseminado																	Silicificación						
			SUR 3	Hinojosa del Duque Alcaracejos (Rosalejo)		C	2	Filones E-O	Pot. 0,8 m		Galena, Blenda, Pirita, Cuarzo, Calcita				Ag																		
			SUR 2	Villanueva del Duque Alcaracejos (El Soldado)		C	2	Filón N 30° E			Galena, Blenda, Pirita, Cuarzo, Calcita				Ag-Ge	La Blanca en mena en pq. (pendiente)																	
			SUR 1	El Calatraveño		C	2																											
			EL ZUMAJO			C	2	Casi ciudadano	Long. ~ 30 Km. Prof. > 250 m		Galena, Blenda, Silfuros de Cobre, Sombrero, Cuarzo, Fluorita, Calcita																						

En proximidad de mineralizaciones aumento del contenido en p.p.m. de Pb, Zn, Cu de la roca de caja

Pb > Zn
Ag = hasta 8 kg/Tn de Pb

Ag. 2000 - 2500 gr/Tn

En general bajos de Ag pero en las Torcas 3-11 Kg/Tn

Ag. escasa

Producción 1969
600 Tm. de Pb metal
Ag. ~ 350 gr/Tn

Ag. - hasta 7/8 kg/Tn

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Plomo y Zinc*

FIGURA 3.3. - 16

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS										CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm		FORMALES			MATERIALES						TEMP															
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicos	dimensionales	distribucionales	miner primaria paragénesis	miner primaria contextura	miner supergénica paragénesis	miner supergénica contextura	Geoquímico	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion tecnolog	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del área y zona (1.966)	
	SIERRA MORENA – LINARES, LA CAROLINA		LINARES — AREA N.E. — BLOQUE GRANITICO CENTRAL — DEPRESION INTERMEDIA — BLOQUE GRANITICO N-O	Filones: Matacabras, Las Felipas, Igualdad, *El Cobre nº 1	LINARES	C	2	Filoniano	Filoniano	Long. 2500 m. Lenticular	Galena, Sulfo-antimoniuros de Plata, Pirita de Fe, Cu, Barita, Carbonatos (Calcita abundante)		cerusita, anglesita, azurita y malaquita y lepidocrocita		Pb (en Cu), Mn (en Fe)		Pretriásica				Fracturas N-65°E/N-80°E	granito											
				Filones: * San Juan * Esmeralda El Tesoro Cerro Huaco El Cobre nº 2		C	2	Filoniano	Long. ~1500 m	Bolsadas Lenticular	Idem anterior (Sonita abundante)						Pretriásica				Fracturas N-55°E/N-30°E	granito											
				Filones: Arrayanes, Cristo del Valle, Chavas, La columna, Los Quinientos, Trinidad, Pozo Ancho		C	2	Filoniano	Long. hasta 5000 m	Lenticular	Idem. anterior						Pretriásica				Fracturas N-22°E y N-70°E	granito											
				Los Palozuelos, Valdeinfierno		C	2	Filoniano	Long. 3000 m.	Nodular	Idem anterior (Asf abundante)		Asf nativa, Limonita				Pretriásica				Fracturas N-45-65°E	Pizarras arcil. y granito y conglom.	Culm										
				Mojadahonda, *Grupo Cobo, Dasman, S. Alejandro		C	2	Filoniano	Filoniano	Long. 1500 m.	Idem anterior						Pretriásica				Fracturas N-35°E												
			LA CAROLINA	*Araceli, La Reforma, La Jaula, La Galena, S. Talmo		C	2	Filoniano	Filoniano	Long. 1-2 kms.	Idem anterior						Pretriásica				Fracturas N-30-50°E y N-85°E	Pizarras arcillosas con granito	Culm										
				*El Guindo, Sinapismo, Mirador, Perdiz, Pelaguindos, Cruceros, Cañita, *El Centenillo		C	2	Filoniano	Filoniano	Long. 1-3 kms.	Galena, Pirita de Fe y Cu, Barita, Calcita, Dolomita, Cuarzo		cerusita y anglesita, azurita y malaquita y lepidocrocita		Sb-Zn (in Pb, Ag), Ni-Co-Sn (en Cu)		Pretriásica				Fracturas N-30-60°E y N-15°E	Pizarras arcillosas bajo el Gotlandes	Culm. Contacto carbonífero-Silúrico				Falla Casso								
			STA. ELENA	Ojo Vecino, S. Gabriel, El Problema, Quitapenas, El Piñon, Cazadores, Sta. Teresa		C	2	Filoniano	Filoniano	Long. 1-5 kms.	Galena, Antimonita, Cuarzo, Barita						Pretriásica				Fracturas N-70-E N-15-E	granito											
			ARQUILLOS	La Española		C	2	Filoniano	Filoniano	Long. ~500 m. Lenticular	Galena, Pirita de Fe y Cu, Barita, Antimonita (Calcita) Cuarzo						Pretriásica				Fracturas N-30-E y N-80°O	granito											

Producción acumulada: 10⁶ Tm de Pb y 4.000 Tm Ag

5 a 8 % de Pb
325 a 500 gr Ag/Tm Pb

Producción minas 1.969 — 16.205 Tm. de Pb metal

Producción escombrera 1.969 — 3.625 Tm. de Pb metal

Todos los galenas con inclusiones de sulfoantimoniuros de Ag

56% Pb
11% Zn

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Plomo y Zinc*

FIGURA 3.3.-17

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS											CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm.		FORMALES			MATERIALES						TEMP																
											miner. primaria		miner. supergénico																				
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicos	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigación	Condicion. tecnolog	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona (1965)	
9	BETICAS		GRANADA – MALAGA – S. OJEN Y OTRAS	Las Chapas				Pilares, lentejones y estrat.	Variables	Diseminado	Galena, Blenda, Pirita, Calcopirita		Oxidos de hierro y Carbonatos de Cu										Calizas, Pizarras, Rocas ígneas básicas				1-2		$n \cdot 10^6$ Tm.				
			S. ALMIJARA	B° Cazadores	IGLESIENTE	F	3	Estratiforme	Long. 1-4km	Lenticular	Blenda, Galena, Pirita, Fluorita	Calcita, Fluorita	Smithsonita			Alpina						Contacto de Trias y Paleozoico	Calizas, dolomitas, Pizarras				1-2			19% Zn			Zn > Pb
			S. BAZA	Charches, Gor.		M	3	Estratiforme	long. n-1 km. anch. n-10 m. prof. n m	Masivo y diseminado	Galena, Blenda, Fluorita, Cuarzo, Dolomita, Calcita, Sulfuro de Cu		Carusita, Smithsonita, Oxidos de hierro, etc.		Hg, Ag, Mo, V	Alpina				Materia orgánica en rocas carbonatadas		Frentes de cabalgamiento y fallas inversas	Calizas dolomíticas: En rel. con rocas verdes				1-2		$n \cdot 10^5$ Tm.			58% Pb	Pb > Zn Cerro Toro : Zn
			S. LUJAR	Gr. Peñarroya Cerro Toro (Motril)																													
			S. CONTRAVIESA	Turón																													
			S. NEVADA (NO)	Quéntar		H	3	Estratiforme	Pot. ~ 10m	Diseminado	Galena, Blenda, Cuarzo, Sulfuro de Cobre												Calizas y Pizarras				1-2						
				Lapeza																														
				Molinillo		H	3	Estratiforme		Diseminado	Galena, Blenda, Sulfuro de Cobre	Cuarzo											Calizas en rel. con diabasas				1-2			2-3% Pb Zn			
	ALMERIA		S. GADOR	18 Diciembre La Tolva, C. Capitán S. Manuel Risco de Pollo		H	3	Estratiformes sólo	Long. n-10 km. Anch. n-10 m. Prof. n m.	Brechoide, diseminado masivo	Galena, Blenda, Pirita, Sulfuro de Cobre, Fluorita, **Silice**, dolomita		Brachoides, listados, geopetales		Ag, Sb, Co, Ni, Sr, Hg.	Alpina	Brachificación																
			S. ALHAMILLA	Laisquez																													
			S. ALMAGRO																														
			S. ESTANCIAS	Las Cocotas																													
			S. FILABRES	Bédar																													
			S. DE GATA		BANSKA SVIAVNICA	B	1	Filonianos, Masivos y estratiformes	Pot. ~ 0,5-3 m. Long. hasta 2 km.	Diseminados, **bolsadas**	Galena, Blenda, Siderita, Calcopirita, minerales de Ag, Cuarzo		Limonita, Oro, Carusita, Smithsonita, Plata, etc.		Ag, Sb, Au, Sn.	Terciario	Propilitización, minerales Fe	Silicificación, Dolomitización	Aumento de contenido en Zn y SiO_2 en roca de caja	Materia orgánica en rocas carbonatadas (Calizas **Rotas**)	Rel. con frentes de cabalgamientos, fallas inversas braquianticlinales	En Pizarras, Calizas y rocas volcánicas ácidas intermedias	Rocas carbonatadas - Lechos arcillosos. Rel. con rocas verdes	Trias medio y superior alpujárride	Paleozoico a Mioceno	Volcanismo postorogénico		Existe anglesita	> 10^6 Tn. Pb	1-10% Pb		7% Pb	Producción escombreras > 1750 Tm. de Pb metal Pb ⋙ Zn
			HERRERIAS	Rodalquilar Cabo de Gata																													
			S. ALHAMILLA	Alfaro Baños																													

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Plomo y Zinc*

FIGURA 3.3.-18

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS										CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					
						Núm.		FORMALES			MATERIALES						TEMP															
											miner. primaria		miner. supergénica																			
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metalíferas ✳ actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sediment. paleogr.	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion. tecnológ	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona (1.966)	OBSERVACIONES
	BETICAS		*ALMERIA*	*S. ALHAMILLA*	*COEUR D'ALENE*	*D*		*Filoniano NS y NO*	*Pot.- 0,3-1,0 m. Long.- 300-800 m.*		*Galena, Blenda, Pirita, Calcopirita, Barita, Cuarzo.*		*Cerusita, Limonita, Malaquita, Azurita, etc.*		*Ag, Pb*							*Fracturas*	*Pizarras metamórficas*	*Paleozóico*				*1-2*		*n - 10^5 Tm.*				*Pb > Zn Muy argentíferos*
				S. ALMAGRERA																													
				LOMO DE BAS																													
				S. CARRASQUILLA																													
				S. ESTANCIAS																													
				SIERRA ESTANCIAS		*D*		*Estratiforme*	*Long.~ 1 Km.*		*Galena, Pirita, sulfuros de Cobre*		*Cerusita, Anglesita, Limonita*									*Fracturas*	*Arenisicas*	*Permotriasico (Trias Germanico)*				*2*						
				S. CARRASCOY	*IGLESIENTE*	*E*	*3*	*Estratiformes*		*Diseminado a veces masivo*	*Galena, Pirita, Barita*		*Cerusita, Limonita, Smithsonita*		*Pb-Zn Pb-Zn Pb-Zn Pb-Zn Pb-Zn Pb-Zn Pb-Zn*						*Materia orgánica en rocas carbonatadas (Niveles)*	*En relación con fracturas y pliegues anticlinales*	*Arenisicas*	*Permotriasico (Trias Germanico)*						*n · 10^5 Tm.*				
				S. TERCIA																													
				S. PEDRO PONCE																													
				S. PERIAGO																													
				S. TORRECILLA																													
				S. ALMENARA																													
				S. CARRASQUILLA																													
				S. DE CARTAGENA	*BANSKA SVIATNICA (CARTAGENA)*	*B*	*1*	*Filoniano*			*Galena, Blenda, fluorita, Barita*	*Escarapelo*			*Ag*		*Alpino*				*Propilitización*			*En Riolitas*	*Calizas y Dolomias*	*Trias medio - superior, alpujárrida*			*Volcanismo Post-orogénico*	*1-3*	*Minerales oxidados de Pb*	*n · 10^5 Tm.*			*Producción en 1.969 > 21.848 Tm. de Pb metal > 15.704 Tm " Zn metal (Peñarroya)*
				Bca Francés Bca Mendoza Cabo de Palos		*B*	*1*	*Filoniano*	*Pot.- 1.-1,5 m Long.ª < 1 Km*		*Galena, Blenda Pirita, Barita Cuarzo, minerales de Estaño*				*Ag, Pb = Zn*	*Sn en algunos casos 1-2 %*								*En Micasquistos, grafitosos*	*Paleozóicos*				*1-2*			*3 % Pb 6 % Zn*		
				2º Manto (Santi Spiritu)		*B*	*1*	*Estratiforme*	*Pot.- hasta 30-40 m*	*Diseminado*	*Galena, Blenda Pirita. Cuarzo Barita*				*Ag, Cd Pb = Zn*									*Calizas*	*Mioceno*				*2*			*1-2 % Pb 8,33 % Zn*		*24 % Pb 36 % Zn*
				1er Manto (Emilia) (San Valentín)		*B*	*1*	*Estratiforme*	*Pot.- 1-10 m*	*Diseminado*	*Galena, Blenda, Pirita Cuarzo, Barita*				*Ag, Pb = Zn*									*Calizas dolomías en intercalaciones detríticas*	*Trias alpujarride*				*3*			*13 % Pb 1 % Zn*		
				Cañada de S. Ginés La Pilica		*B*	*1*	*Lenticular*	*Pot.- 0,5-1,0 m.*	*Diseminado*	*Galena, Blenda, Pirita, Cuarzo*				*Pb = Zn*		*Post-Mioceno*				*Silicificación*	*Greisenización*		*Conglomerados*	*Mioceno*				*2-3*					

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Plomo y Zinc*

FIGURA 3.3.-19

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS										CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					
						Núm.		FORMALES			MATERIALES						TEMP															
											miner. primaria		miner. supergénica																			
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has.)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion. tecnológ	Intervalos cubicación en Tm. yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona 1966	OBSERVACIONES
	BETICAS (Con.)		MURCIA / *MAZARRON*	*Cerro de San Cristóbal*	*Bansko-Suiavaica (Cartagena)*	B	1	*Filoniano N 152° a N 300*	*Pot.- hasta 5 m. Long. hasta 600 m. Prof. hasta 800 m.*	*Masiva*	*Galena, Blenda, Pirita*				*Ag escasa*	*Pb (200 m), Zona media Pb > Zn (400 m) Zona profunda Pirita > Pb*																	
				Pedreras viejas		B	1	*Filoniano N-S*		*Diseminado*					*Ag escasa*							*Conducto de calizas y anderitas*	*Calizas dolomitizadas y redes volcanicas*	*Trias Alpujarride volcanicas y postercitarias*				2-3		*0.105 (5 Pb + 5 Zn)*	*4-5% Pb*			
				Coto Fortuna		B	1	*Filoniano N-S y N 65°*	*Pot.- 2-4 m. Long. 200-300 m.*	*Masiva*					*Ag*	*Zona superior Z ≥ Pb (200 m)*							*Fracturas*	*Pizarras, en relación volcanicas*	*Paleozoico Volcanicas Postercitarios*									
			ALBACETE / *S. ALCARAZ*	*Riopar*	*Reocin*	A	3	*Masivo*			*Blenda*		*Calamina*											*Calizas*	*Trias*				1					
			BALEARES / *IBIZA*	*La Argentera*	*Iglesiente*	E	3	*Estratiforme*	*Pot.- h. 6 m.*	*Diseminado*	*Galena, Barita oxidos de manganeso sulfuros de cobre (raros)*		*Malaquita azurita*			*Ag*								*Calizas dolomiticas y arcillosas*	*Trias Bético*				2		*0.10⁴ (5 Pb + 5 Zn)*	*> 1% Pb*	*Siglo XIX 6000-100 tm/año*		*~ ½ Kg Ag / Tm.*
			MALLORCA	*Buñola*		E	3	*Balsiodes*															*En calizas en relación con yesos*										

1965. SCHROEDER, H. J.: Zinc. Minerals, Facts and Problems, Bureau of Mines, U. S. Dept. of the Interior. «Bull. 630», páginas 1083-1104.
SCHULZ, O.: Lead-zinc deposits in the calcareous Alps as an example of submarine-hydrothermal formation of mineral deposits. Symposium VI, Int. Sedim. Congr. Delft., págs. 47-52, vol. 7.
1951. SMIRNOV, S. A.: La zone d'oxydation des gisements sulfurés. Traduc. B. R. G. M., núm. 3.004, pág. 355, vol. 2.
1970. STUBBS, R. L. and KNIGHT, C. H.: Lead and Zinc. Mining annual review, «Min. Tour», págs. 39-41.
1960. TAKAHASHI, T.: Supergene alteration of Zinc and Lead deposits in limestone. «Ec. Geol.», vol. 55, núm. 6, págs. 1083-1115.
1958. TERRONES, A. J.: Structural Control of Contact Metasomatic Deposits in the Peruvian Cordillera. «Min. Eng. Merch.», páginas 365-372.
1969. ZIMMERMANN, R. A.: Sediment-Orc-Structure. Relations in Barite and Associated Ores and Sediments in the Upper Mississippi Valley Zinc-Lead, District Near Shullsburg, Wisconsin. Miner. Deposita (Besl.) 4, págs. 248-259.
1965. ZUFFARDI, P.: Conoscenze e ipotesi attuali sulla minerogenesi sarda. «Ass. Min. Subalpina», anno II, núm. 2, págs. 42.
1948. Canadian Inst. Min. Metall. A Symposium on structural geology of Canadian ore deposits, págs. 948.
1948. International Geological Congress. Symposium and Prdc. of Section F: The Geology, Paragenesis, and Reserves of the Ores of Lead and Zinc, London, 1950, págs. 400.
1964. CENTO Symposium on Mining Geology and the base metals, Turkey, págs. 89-100, 155-168 y 297-300.
1965. Symposium on Strata-Bound Sulphides and their formatiue environment, Toronto, Canadá.
1967. Symposium. Genesis of Stratiform Lead-Zinc-Barite-Fluorite Deposits (Mississippi Valley Deposits). «Ec. Geol. Monograph 3», págs. 443.
1959-1968. METALLSTATISTIK: Metallgesellschaft Aktiengesellschaft, 1969, págs. 14-18, 26-30, 105-148 y 209-252.

3.3.4.2 Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

(Incluye el apartado 3.3.16.2)

Con referencia a los cuadros 3.3-11 a 19 y el mapa correspondiente, es interesante hacer las siguientes consideraciones:

Dada la íntima relación geoquímica existente entre estos dos elementos, se hace necesario tratarlos de una manera conjunta, ya que el intentar su separación plantearía problemas de muy difícil solución, particularmente en España, donde la historia minera de ambas sustancias posee tan larga tradición.

Cualquier división por zonas que se hiciera de la Península podría asimilarse a regiones mineralizadas en plomo y cinc, dada la enorme profusión de manifestaciones minerales de estos elementos existentes en nuestro territorio.

La que se ha realizado se basa en lo posible en regiones naturales geográficas con una cierta unidad de carácter geológico.

De norte a sur y de oeste a este se han distinguido:

1. Noroeste, que incluye Galicia, Asturias y León.
2. Cantábrica, con las áreas de Santander y Vizcaya-Alava.
3. Pirineos, con las áreas de Guipúzcoa-Navarra (P. Occidental), Huesca (P. Central) y Lérida (P. Oriental).
4. Oeste, con las áreas de Zamora, Salamanca y Cáceres.
5. Sistema Ibérico, con las áreas de Burgos-Logroño, Soria, Zaragoza, Teruel y Castellón.
6. Cordillera Catalana, con las áreas de Gerona, Barcelona y Tarragona.
7. Sistema Central, con las áreas de Sierra Guadarrama, Guadalajara y Toledo.
8. Sierra Morena (s. l.), con las áreas de Badajoz-Sevilla-Huelva-Córdoba, Valle de Alcudia, Los Pedroches y Linares-La Carolina.
9. Béticas, con las áreas de Málaga, Granada, Almería, Murcia, Albacete y Baleares.

En general, la clasificación en tipos de los criaderos españoles no plantea graves problemas, ya que son nuestros grandes yacimientos los que caracterizan a algunos de los tipos. Tal es el caso de Reocín, estratiforme en rocas carbonatadas, sin conexión con fenómenos endógenos; el de Linares, filoniano en áreas peribatolíticas, y también, aunque no figura como holotipo, el de Cartagena, de morfología variable y en relación con rocas volcánicas postorogénicas. Dentro de estos tipos se encajan la mayoría de los yacimientos o al menos los de más importancia, aunque también se encuentran representados ampliamente los E3 (Iglesiente), de rocas carbonatadas en zonas plegadas, sobre todo en Granada, Almería y Murcia, y los D (Coeur d'Alène), de filones de zócalo o cobertera sin relación aparente con fenómenos plutónicos, aunque en muchos casos éstos deben ser del tipo Linares ,sólo que no se ha establecido su relación con las rocas ígneas.

En algún caso particular ha sido necesario referirse a los tipos A2 (Mansfeld) en Logroño, C1 (Cerro del Pasco) en Málaga y E1 (Timmins). Este último es el que engloba a los sulfuros complejos incluídos en las masas piritosas de Huelva, que tanta importancia están alcanzando hoy día por los grandes tonelajes disponibles.

Puesto que los yacimientos de los tipos Linares, Cartagena y Reocín son los que proporcionan prácticamente el 100 por 100 de la producción nacional, tanto en plomo como en cinc, las características internas de estas mineralizaciones no pueden considerarse como peculiares de zona o área, sino de tipo.

Dentro del tipo C2, de estructuras plumbíferas situadas en rocas plutónicas ácidas o en sus periferias, se han clasificado la mayor parte de los de las zonas de S. Morena, C. Catalana y Pirineos.

En los cuadros puede observarse que los granitos situados al norte de la zona señalada como Sierra Morena bajan mucho en su capacidad mineralizadora o incluso ésta se hace nula. La Sierra de Guadarrama encierra mineralizaciones de plomo de escasa categoría, y más difícil aún es encontrar galena abundante en Salamanca, Zamora y Galicia.

Tampoco todos los granitos de la C. Catalana son igualmente metalíferos. Esto prueba la relación indudable entre mineralizaciones de plomo-cinc y ciertas características del granito. Se hace por tanto indispensable, desde este punto de vista, estudiar geológica y geoquímicamente las rocas plutónicas ácidas en relación con las manifestaciones de plomo y cinc para llegar a su clasificación precisa antes de poder hablar de que se posee un claro metalotecto litológico en estas rocas.

El tipo B1 (Banska-Stiavnika), en su adaptación a Cartagena, ha quedado definido teóricamente de forma muy brillante por las recientes investigaciones del IGME y de Peñarroya, pero el uso en la práctica de sus metalotectos característicos no es demasiado sencillo. Esta dificultad es más acusada si se trata de extrapolar a otras áreas más o menos análogas y próximas. Tal es el caso de las zonas de Mazarrón, Herrerías, Cabo de Gata, etc., en las que se juzga posible la existencia de mineralizaciones semejantes a las de la Sierra de Cartagena, además de las ya conocidas de antiguo.

Problemas parecidos, pero todavía más graves, son los que condicionan la prospección de los yacimientos del tipo E3 (Iglesiente), en el que se han englobado los tan

abundantes en el Trías Alpujárride calizo-dolomítico, dado que sus metalotectos conocidos resultan de una vaguedad irritante a la hora de emplearlos en la investigación minera concreta. Para elevar el rendimiento es imprescindible resolver antes los problemas estratigráficos y estructurales planteados, lo que indudablemente requerirá una inversión importante en tiempo y dinero, pero que como contrapartida facilitará no sólo el hallazgo de mineralizaciones de plomo-cinc, sino también de fluorita y posiblemente incluso de mercurio, y minerales de cobalto y níquel.

El tipo A3, Reocín, es el más sencillo de investigar y en el que pueden tenerse resultados más inmediatos. Una buena cartografía geológica, en gran parte ya existente, ayudada de prospección geoquímica y en menor grado de métodos geofísicos eléctricos, pueden proporcionar un conocimiento notable de las posibilidades de las áreas favorables (particularmente la zona cantábrica), en breve plazo.

El resto de los tipos tiene menor importancia en España, aunque naturalmente hay que resaltar los grandes tonelajes existentes en las masas piritosas de Huelva.

Como últimas ideas sugeridas por el estudio de los cuadros, cabe resaltar las conveniencias de comprobar la posibilidad de existencia de yacimientos de otros tipos que alcanzan gran importancia en el mundo, como son los de Mansfeld y Cerro del Pasco, de los que pueden existir indicios en el Trías de Logroño y en relación con las rocas básicas de Málaga, respectivamente.

Uno de los condicionamientos tecnológicos favorables, bastante común a las menas de plomo españolas, es la frecuencia y cantidad con que aparece en ellas la plata.

Entre los desfavorables, ha figurado durante largo tiempo la gran dificultad de separar los metales que aparecían en los sulfuros complejos de Huelva y que hoy parece felizmente resuelta en gran medida.

Es difícil decidir qué postura puede llevar a lograr resultados más erróneos en el intento de clasificación de las zonas y áreas plumbo-cincíferas españolas por su importancia económica, si el considerar su historia (o lo que se sabe de ella) o el reducirse a las producciones de un solo año.

En cualquier caso, se ha adoptado esta última, y el resultado obtenido se expresa en el cuadro siguiente, confeccionado con los datos de 1966 aparecidos en la Estadística Minera de ese año.

ZONAS Y AREAS	España 1966		Tipos predominantes
	Pb — *Porcentaje*	Zn — *Porcentaje*	
1. *S. MORENA*			
Jaén (Linares-La Carolina).....			
Córdoba (Pedroches).....	46,0	2,0	C 2
Ciudad Real.....			
Badajoz.....			
Huelva.....			
2. *BETICA*			
Granada.....			
Almería.....	36,4	36,7	B 1 y E 3
Murcia (Dtº. Cartagena).....			
3. *CANTABRICA*			
Santander (incluido Picos de Europa)			
Vizcaya.....	7,6	52,7	A 3
Alava.....			
4. *C. CATALANA*			
Gerona.....			
Barcelona.....	5,2	2,3	C 2
Tarragona.....			
5. *PIRINEOS*			
Guipúzcoa.....			
Navarra.....	4,0	5,8	C 2
Lérida.....			
6. *S. CENTRAL*			
Toledo.....	0,4	0,23	C 2
7. *NOROESTE*			
León.....	0,15	—	—

A continuación se detalla la comparación minera y económica de los tipos a escala nacional, y mundial, hasta donde ha sido posible dentro de un cierto rigor:

TIPOS Y SUBTIPOS	INTERVALOS DE CUBICACION DE LOS YACIMIENTOS DE GALENA Y BLENDA		INTERVALOS DE LEYES DE LOS YACIMIENTOS DE Pb Y Zn		INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL DE Pb Y Zn		IMPORTANCIA ECONOMICA RELATIVA EN 1966 (ESPAÑA)	
	Mundo — *Toneladas*	España — *Toneladas*	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*	Mundo — *Toneladas*	España — *Toneladas*	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*
Pb								
C 2	—	$n \cdot 10^3 - n \cdot 10^6$	—	6 - 10	—	$n \cdot 10^3$	5,7	55,6
B 1 + (E 3)	—	Hasta $n \cdot 10^6$	—	0,5 - 2	—	Hasta $n \cdot 10^4$	1,4 + (5,5)	36,4
A 3	—	$n \cdot 10^5$	Altas	> 1	—	Hasta $n \cdot 10^3$	20	7,6
Zn								
A 3	—	$n \cdot 10^6$	—	2 - 30	—	Hasta $n \cdot 10$	5,7	52,7
B 1 + (E 3)	—	$n \cdot 10^6$	—	1,5 - 2	—	$n \cdot 10^4$	1,4 + (5,5)	36,7
C 2	—	$n \cdot 10^3 - n \cdot 10^4$	—	Muy bajas	—	Pequeña	20	10,33

En el mundo no se hacen distinciones entre la importancia económica relativa de Pb y Zn.

Como primera conclusión se ve que los yacimientos españoles de plomo y cinc admiten perfectamente, e incluso con ventaja, la comparación con sus homólogos mundiales. No obstante, se echa en falta la existencia en producción, en España, de yacimientos representativos de tipos tan importantes en el mundo como los A2 (Mansfeld) y los C1 (Cerro del Pasco).

Es de destacar, en cuanto al plomo, que todavía mantiene la supremacía en España el tipo filoniano Linares, ya que incluso en las producciones de 1969 mantienen un porcentaje del 41 por 100, contra un 33 por 100 aportado por los mantos, caso de incluir la producción de escombreras, y que pasa a 51 por 100 contra 42 por 100 si se elimina el plomo de este origen. Además, es aceptable admitir que los nuevos descubrimientos o ampliaciones de filones de plomo en el distrito de Linares que mantengan las características habituales son, aún hoy día, perfectamente explotables con rendimientos económicos.

El panorama cambia notablemente en el cinc, ya que es, con mucho, el tipo A3, Reocín, el que domina la producción. El tipo B1 mantiene su posición con un porcentaje de participación muy semejante al obtenido en el plomo, mientras que el tipo C2 demuestra su inferioridad en este elemento, descendiendo su aportación al 10 por 100 solamente.

Resulta evidente, por tanto, la conveniencia de potenciar los yacimientos tipo Reocín pensando fundamentalmente en el cinc y teniendo en cuenta el alto grado de rendimiento que puede esperarse en la investigación de las regiones con probabilidades de contenerlas (Montes Cantábricos).

3.3.5 COBRE

3.3.5.1 Tipología mundial

Sobre los cuadros 3.3-20 y 21 es interesante hacer las siguientes consideraciones:

Al igual que en el caso del cinc-plomo, en la tipología de yacimientos de cobre se han utilizado la morfología, el tipo de metalotecto (litológico y geotectónico) y el proceso genético como parámetros fundamentales de clasificación.

De la misma manera, la razón principal que dificultó la confección de la tipología de los yacimientos de cinc-plomo aparece de nuevo en el caso presente. Dicha dificultad está basada en la gran variedad que, en muchos aspectos, presentan estos tipos de yacimientos en todos los ambientes.

Se ha prestado especial atención a los yacimientos actualmente importantes; por ejemplo, los filonianos se han reagrupado en dos tipos.

Como una consecuencia más de la relación existente entre ambas tipologías, cinc-plomo y cobre, los tipos análogos presentan el mismo índice (por ejemplo, las masas piritosas se describen como tipo E1 en ambos casos).

Finalmente, como tipos particulares del cobre hay que señalar el tipo Lago Superior y el tipo Sudbury, que es común, por otra parte, con el níquel.

Los métodos geológicos de prospección se aplican particularmente a los yacimientos de los subtipos: A1, B1, C1, C2, C3 y E1.

Para la prospección estratégica se aplican generalmente los métodos geoquímicos, cuya eficacia es buena si su utilización va acompañada por un reconocimiento geológico del terreno.

Los métodos geofísicos se aplican únicamente de un modo indirecto, es decir, para la prospección de los yacimientos de magnetita, mispíquel, pirrotina o pirita abundantes.

También por lo que se refiere a la metodología de prospección se debe hacer una breve referencia al caso del cinc-plomo, pues la arqueología minera, la toponimia y el reconocimiento de trabajos en áreas mineras antiguas tampoco deben ser olvidados como posibles guías de prospección de yacimientos de cobre.

Si bien los tipos de yacimientos de cinc-plomo son semejantes a los del cobre, como ha sido señalado repetidamente, en cuanto a importancia económica se refiere no existe tal paralelismo.

Así, los yacimientos del tipo "estratiformes de cobertera" (A) representan el 22 por 100 en el caso del cinc-plomo, y tan sólo el 8 por 100 en el del cobre.

Igualmente, el tipo C (relación con rocas plutónicas y porfídicas) representa el 57 por 100 del metal conocido, en el caso del cobre, y sólo el 24 por 100 en el del cinc-plomo.

El subtipo "porphyry copper" (C1) representa por sí solo el 50 por 100 del metal conocido y es característico de las cadenas recientes. A continuación se encuentra el subtipo E1 (Huelva) y el E2 (Katanga), en las zonas plegadas antiguas, que representan respectivamente el 11 por 100 y el 20 por 100 del metal conocido.

Los restantes tipos reunidos no suponen más del 50 por 100 del metal conocido en el mundo.

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1969. Aho, A. E.: Base Metal Province of Yukon. Canadian Min 8. «Metall. Bull.». April, pp. 397-409.

1967. Boldt, J. R. Jr.: The winning of Nickel. Methuen & Co. Ltd. 487 pp.

1969. Bouladon, J.: Contribution à une systématique des gisements de plomb et de zinc. «Chron. des Min.», núm. 385, páginas 215-227.

1969. Brown, A. S.: Mineralization in British Columbia and the Copper and Molbdenun Deposits. «Canadian Min. & Metall. Bull.». Jan. pp. 26-40.

1965. Davidson, C. F.: A possible mode or Origin of strata-bound copper ores. «Ec. Geol.». Vol. 60, pp. 942-954.

1963. Flood, B.: A Cooper-Zinc mineralization in Trolldalen, Lofoten. Northern Norway. «Nor. Geol. Under. Ser.», 228, pp. 114-138.

1963. Gillson, J. L.: The Northern Rhodesian copperbelt is it a classic example of syngenetic deposition. «Ec. Geol.». Vol. 58, pp. 375-390.

1965. Goodwin, A. M.: Mineralized volcanic complexes in the Porcupine-Kirkland Lake-Noranda Region, Canada. «Ec. Geol.». Vol. 60, pp. 955-971.

1963. Jerome, S. E.: Quelques données pouvant servir à la recherche des gisements de porphyre cuprifère. «Chroniq. Min.». Octobre, pp. 303-321.

1968. Kautsky, G.: Swedish Geology and Mines. «World Mining». Sept., pp. 56-63.

1965. Kun, N. de: The mineral resources of Africa. «Elsevier Publis. Co.», 740 pp.

1965. Machairas, G.: La métallogénie da cuivre dans la région de Noranda (Québec). «Bull. BRGM», núm. 4, 1966, pp. 113-133.

1965. McMahon, A. D.: Copper A Materials Survey. Bureau of Mines. Inform Circul. 8225. V. S. Dept of The Interior.

1955. Moussu, R.: Les filons cuprifères à gangue d'ankérite et de sidérose du Haut Atlas Central et Oriental. «Not. Ser. Geol. Maroc.». Tom. 12, pp. 89-106.

1962. Parasnis, D. S.: «Principles of applied geophysics». 176 pp.

1965. Pelissonnier, H.: La liaison des minéralizations cuprifères stratiformes avec les mouvements tectoniques d'après l'example du district du Bolèo (Basse-Californie, Mexique). «Chronique des Mines», núm. 339, pp. 43-52.

1968. PELISSONNIER, H.: Sur la distribution du cuivre economiquement exploitable sur la terre. Reprinted from origin and distribution of the elements. «Pergamon Press», pp. 1139-1149.
1967. PHAN, K. D.: Les skarns et les minéralisations qui leur sont liées. BRGM, Dept MPMG. Ref. DS, 67 A 127, 76 pp.
1963. PINEDO, I.: «Piritas de Huelva. Su historia, minería y aprovechamiento». Ed. Summa, S. L., 1003 pp.
1966. POUIT, G.: Paléogéographie et répartition des minéralisations stratiformes de cuivre dans l'anti-Atlas occidental (Maroc). «Chron. Mines», núm. 356, pp. 279-289.
1967. RAGUIN, E.: La mine de cuivre de Kosaka (Japon) et le progrès des études sur la métallogénie des gisements métallifères volcanogénes. «Chronique des Mines», núm. 359, pp. 31-35.
1968. ROUHUNKOSKI, P.: On the geology and geochemistry of the Vihanti zinc ore deposit, Finland. «Bull. Comm. Geol. Finl.», núm. 356, 121 pp.
1951. SMIRNOV, S. S.: La zone d'oxydation des gisements sulfurès. Trad. «BRGM», núm. 3004, vol. I, 1-168 pp.; vol. II, 169-355 pp.
1968. SURDAM, R. C.: Origin of Native Copper and Hematite in the Karmutsen Group, Vancouver Islands, B. C. «Ec. Geol.». vol. 63, pp. 961-966.
1958. TERRONES, A. J.: Structural Control of Contact Metasomatic Deposits in the Peruvian Cordillera. «Mining Engineering». March, pp. 365-372.
1966. TUTTLE, O. F. and GITTINS, J.: Carbonatites. «Interscience Publish», 591 pp.
1965. ZUFFARDI, P.: Conoscenze e ipotesi atuali sull minerogenesi sarda. «Boll. Ass. Min. Subalpina». Anno II, núm. 2, pp. 1-42.
Structural geology of canadian ore deposits. A symposium, 1948. «Geol. Div. Canadian Inst. Min. and Metall.», 948 pp.
The geology, paragenesis, and reserves of the ores of Lead and Zinc, 1948. Int. Geol. Cong. XVIII. Sess. Great Britain, Part VII Secc. F 400 pp.
Methods and case histories in Mining Geophysics, 1957. VI Commonwealth Mining and Metallurgical Congress.
Symposium Problems of Postmagmatic Ore Deposition Praga. 1963. Two Vols. and Two appends.
Sedimentology and Ore Genesis, 1963. Symposium VI Int. Sed. Congr. Delft. Elsevier Publish. Co., 184 pp.
Cento Symposium on Minin Geology and the Base Metals. Turkey, 1964. 325 pp.

3.3.5.2 Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

Sobre los cuadros 3.3-22 a 26 y el mapa del cobre, es interesante hacer las siguientes consideraciones:

Para establecimiento de las zonas y áreas se ha seguido, en primer lugar, un criterio geográfico. Sobre las divisiones así delimitadas se ha aplicado, en la medida de lo posible, un segundo criterio de carácter geológico, con lo que se consiguió la división definitiva que aparece en las citadas figuras.

Los problemas propios de una división por zonas atendiendo exclusivamente a un criterio geográfico, se intentaron soslayar con la ayuda del criterio geológico, en su sentido más amplio. La aplicación de este doble criterio ha dado como resultado una clasificación que puede calificarse de aceptable, sobre todo si se tienen presentes las dificultades innatas a toda labor de este tipo aplicada a elementos tan ampliamente presentes como es el caso del cobre.

La gran variedad que, en multitud de aspectos, presentan los yacimientos de cobre en todos los ambientes, dificultó en gran manera el establecimiento de su tipología mundial. Por esta misma razón se han presentado dificultades a la hora de aplicar dicha tipología mundial al caso de los yacimientos españoles. Estas dificultades han podido ser superadas la mayoría de las veces. Cuando la duda permanecía, se apeló, en la medida posible, a la clasificación basada en una aceptable correspondencia entre las características-tipo y las presentes a escala nacional, labor ésta que inevitablemente encerró cierto grado de subjetividad.

A esta escala de trabajo no puede reseñarse aspecto sobresaliente alguno sobre las características internas de las mineralizaciones propias de zona y no de tipo.

En las zonas de León, Picos de Europa y parte de las Béticas existen yacimientos que responden a un tipo no incluído en la tipología mundial: criaderos en rocas sedimentarias (carbonatadas, esencialmente dolomíticas) sin relación visible con plutones, de morfología más o menos estratiforme y conteniendo Co y Ni.

En cuanto al juicio sobre el rendimiento global en investigación, se ha otorgado un índice máximo de 3 a aquellas zonas que han sido calificadas como tipo Coro-Coro o como tipo Mansfeld de morfología estratiforme. A estas características responden las zonas de Burgos (Huidobro), Baztán, Valle del Ebro y cierta parte de las Béticas (Santomera).

La clasificación según la importancia económica relativa de las diferentes zonas y áreas españolas, se ha establecido en base a los datos de producción del presente año que se poseen:

ZONAS Y AREAS	España (producción 1969) — *Porcentaje*	Tipo
Huelva	97	E 1
Cala	2	C 2
Otros:		
Zaragoza, Sevilla, etc.	1	—

Y en cuanto a la comparación minera y económica de los tipos a escala nacional y mundial, se insertan los siguientes datos:

TIPOS Y SUBTIPOS	INTERVALOS DE CUBICACION DE TODO UNO		INTERVALOS DE LEYES EN Cu		INTERVALOS DE PRODUCCION DE METAL CONTENIDO/AÑO		IMPORTANCIA ECONOMICA RELATIVA	
	Mundo — *Millones de toneladas*	España — *Millones de toneladas*	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*	Mundo — *Toneladas*	España — *Toneladas*	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*
E 1	De 2 a 200	155	~ 2	0,5 - 3	550.000	10.000	10,7	97
C 2	De 1 a 20	De 35 a 60	~ 3	0,2 - 0,5	240.000	250	4,4	2,5

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *COBRE*

FIGURA 3.3. - 21

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS TIPICOS										METODOLOGIA INVESTIGACION				CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS						
				FORMALES			MATERIALES						TEMP																						
				morfología	dimensión (en)	distribución de la mena	mineralogía primaria: Paragénesis	mineralogía primaria: Contextura	mineralogía supergénica: Paragénesis	mineralogía supergénica: Contextura	GEOQUIMICA	ZONALIDAD	EDAD	Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	Nivel (R=Prosp. Reg. E=Estimac.)	SISTEMATICA	Ind. rendim. integr.	Indice de coste	CONDICIONAM. TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION Tm de t.e. Int.	INTERVALOS DE CUBICACION Tm de t.e. Ext.	INTERVALOS DE LEYES % Int.	INTERVALOS DE LEYES % Ext.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL Tm de t.e. Int.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL Tm de t.e. Ext.	IMPORTANCIA ECONOMICA
C		*En relación con rocas plutónicas y "pórfidos"*																																56.9
	1	*Bingham (Utah) W. de USA NW. Méjico Argentina Bor-Majdanpek (Yugoslavia) Madet (Bulgaria)*	*Relacionado con "pórfidos" (Volcano-plutones) "porphyry copper" diseminado en roca alterada en skarn, chimeneas, filones* Con, Mo, Bi, Au	*disforma impreg. skarn, filones chimeneas etc.*	*300-400 m x 600-800 x 100 m.*	*Diseminada y vetillas*	*PIT. CAP. BON MOL. CAO. CUA*		*Zona de cementación a veces importante*		*Mn, Ag, Au, Bi, Ba F. As. etc.*	*"Porf." Cu Mo - Pb Zn-(Mn Ag)*	*Alpino (S.L.)*		*Alteración zonal (Unicatos K Arcilla Propylita)*			*Fallas locales*	*En relación con volcano-plut. ácidos a medios a veces alcalinos*				*Límite de aceites antiguos en zona alpina*	R R.E E	*Aeromagnetismo gravimátrio geolg. "en avión"* *Geog. en redes atomp. y sudios* *Sondaos y pozos*	2 1 2 3 2	2 3 1 2 3		*Cubicación 10⁶ Tm* *300 M*		*pl-Cu a/Mo Au, Ag mia: USA 0,40 (Cu Mo) 0.3*			*50.1*
	2	*Butte (Montana) Cornwall (Inglaterra) Palaboro (Sur de Africa)*	*En relación con, o incluido en intrusiones discordantes Skarns, filones, stockwork en general* Con Pb, Zn	*Skarn, filones*		*Muy variada*	*1) mCu Sa: Cornwall 2) mCu As. Bolle (Bi, Au, Ag) 3) Skarns con Cu Mo en rocas básicas*				*Sb, As, Ag, Au, Fe, etc.*	*Muy variable*							*En relación con rocas plutónicas ácidas a medios a veces alcalinos*								*(1 a 20) · 10⁶*		*~3?*				*4.1*
	3	*Sudbury (Canadá) Monchegorsk-Petchanga (URSS) Thomson strait (Canadá)*	*Incluido en rocas básicas intrusivas* Con Ni, Co, Au	*Estratiformes*		*Diseminada*	*CAP. PIA. PET*				*Pt, Au, Sa, te*		*En general precambrico*							*Incluido en intrusiones básicas o ultrabásicas*								*~ 2 · 10⁶*		*0.2a 4.5 (Mas. el Ni)*				*2.4*
D		*Haut Atlas (Marruecos) Mitterberg (Alemania) Siegerlan (Alemania) Alzen (Francia)*	*Filones con relación dudosa con rocas plutónicas o volcánicas*	*Filones, campos filonianos*			*ANK. CUA. CAP. COS.*											*fracturas menores*								*~ 0.1 x 10⁶*		*2-3*				
E		*En rocas plegadas o metamórficas (Filones y "pórfidos" excluidos)*																																30.3
	1	*Huelva (Esp.) Chipre Flin-Flon, Timmins etc. (Canadá) Röros (Noruega) Murgul Ergani (Turkia) Monte Catini (Italia)*	*Relacionado con volcanismo co-orogánico. Masas piritosas*	*Estratiforma o vacas, pertoncordante*	*x 100 m x 10 m x x 100 m.*	*Sulfuros masivos o diseminados*	*PIT. CAP. CUA BLE, GAL, PIA*		*BON. Mineros con Au*		*Au, Ag, Pb, Zn, As, Mn, Co, Sa, Pd, Ta, Pt.*	*Cu → Pb. Zn → (Ba)*	*Precámbrico a paleozoico*		*Pritización Arcillización Silicificación cloritización*									R E	*Electromagnetismo aeroportado* *Polarización inducida*	2 2	2 2		*(2 a 200) 10⁶*		*~2%*		*Huelva = cielo abierto*			*10.7*
	2	*Katanga (Congo) Zambia White Pine (Canadá)*	*En rocas filíticas*	*Estratiforme*	*long: 50-800 m Prof.: 6-30 m. Pot.: 6-30 m*	*Masivo en bandas*	*BLE, GAL, PIT. CAP. CUA. PIA*					*Cu → Pb. Zn → (Ba)*	*Precámbrico o Paleozoico*		*Silicificación*	*PIT sedimentaria*			*Relación con (?) rocas volcánicas maficas → ácidas*	*A escala regional*			*En cratones*	R.E	*Magnático dirigido a PIA y MAT*	2	2		*Medias a muy grandes*		*Zn ~10 Pb ~5 Cu 0.5-10*				*19.6*

Leyenda

ANK	Ankerita	DOL	Dolomita
AZR	Azurita	FLU	Fluorita
BAR	Barita	GAL	Galena
BLE	Blenda	MAL	Malaquita
BON	Bornita	MAR	Marcasita
CAI	Calcita	MAT	Magnatita
CAO	Calcolita	MOL	Molibdanita
CAP	Calcopirita	PET	Pentlandita
CEL	Celestina	PIA	Pirrotina
COG	Cobras grisas	PIT	Pirita
CRS	Crisocola	ROD	Rodonita
CUA	Cuarzo	URA	Uranita
DI?	Dialaga	WUR	Wurtzita
		YES	Yeso

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *COBRE*

ZONAS METALIFERAS

Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has.)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento tipico mundial
1	GALICIA				
			* CERDO Y NAVECHE	* La Sargueira	MAINAZA
			* AROCA Y ARINTEIRO		KATANGA
2	ASTURIAS LEON PALENCIA		CARBONERES VILLANUEVA DE EUROPA	* Diyfondo	
			CERVERO DE PUSIEGOS		SUTTE
3	CANTABRICA		ALAVA		
			Salinas de Leniz		
			GUIPUZCOA		
			Sierra ARACAR		
			BURGOS		
			Hinterland Villarcayo		COBRE CERRO
4	PIRINEOS		OCCIDENTALES		
			IRUN LESAKA BIDASOA BAJA ORANTZA ALDUDES	* Iparralde	BUTTE
			Valle del Baztán	* El Porvenir	MANSFELD
			Arive Arriete Pitaguiriz Lindorreta		
			CENTRALES		
			Sin Paloma Panticosa	* Esperanza	BUTTE
			ORIENTALES Bellostina Rivas Ferrera	* Las Ferreras	BUTTE

CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION

Núm													
tipo	1		1	4	4	1			2		3	2	
subtipo	2		2	2	2	1			2		2	2	
FORMALES morfológicas	Filones y Filones capa	Filones y vetas	Filones	Filones E-W	estratiforme	Filones	estratiforme	Filones capa E-W	Filones ?	Filones Estratiforme	Bolsadas	Masa	estratiforme
FORMALES dimensionales	Potencia 3 m		potencia 8 10-150 m	potencia 0,5-25 metros	Potencia media 10 m. long. 1,5 Km.	Potenc. 1 a 1,20 m. Long. ~ 500 m.	Potenc. 0,2 a 0,5 m	~ 7 m. potenc. 1-2 Mm. long.					
FORMALES distribucionales	masiva y diseminada			masiva y diseminada	diseminado	masiva y diseminada	diseminada	diseminada			diseminada	diseminada	diseminada
MATERIALES mineral primaria paragénesis	cobres grises, calcopirita, sulfoarseniuros y sulfoantimoniuros, galena, barita y calcita	Cu pirita y cuarzo	calcopirita galena, Ag. óxidos de Fe cuarzo y calcita	cobres grises, calcopirita, pirita, barita, galena, cinabrio, barita y cuarzo		Pirita, calcopirita cobres grises, blenda, galena, fluorita, cuarzo calcita y Ag.	cobres grises	Galena, Pirita, Calcopirita Berthita, Cadmio y Germanio	calcopirita galena, blenda y siderosa	calcopirita y galena Mineralización Stock	sulfuros de cobre, cobalto y níquel	Calcopirita, Pirrotina, Calcosina, pirita, cuarzo	
MATERIALES mineral primaria contextura													
MATERIALES mineral supergénica paragénesis	carbonatos de cobre	Carbonatos de cobre	Limonita	Carbonatos de cobre		Oxidos de Fe	Carbonatos de cobre	Covellina, Limonita, oligisto					
MATERIALES mineral supergénica contextura													
Geoquímica	Ag		Ag	Ag Hg		Ag							
Zonalidad					Aumenta de techo a muro			Cu aumenta en profundidad					
TEMP Edad	Hercínica			Alpino	Alpino	Alpino							
METALOTECTOS ESPECIFICOS físicos				brechificación									
mineralógicos	dolomitas			silicificación		Silicificación					Dolomitización		
geoquímicos													
biológicos													
estructurales			contacto granito pizarras, o areniscas	fallas				cabalgamientos		Rel. en gravedad			
litológicos	pizarras. En relac. roca ígnea	Rocas eruptivas		Areniscas y margas	Calizas sobre pizarras y dolomías	Pizarras, esquistos y cuarcitas. Relac. granitos	Areniscas y conglomerados	Pizarras, calizas a techo regional		Pizarras y [illegible] Calc.-Dolomías	Dolomías	Esquistos granatíferos	Pizarra en relac. rocas ígneas básicas
estratigráficos	Paleozóico			Permotrías	Triásica	Paleozóico	cretáceos	Jurásico	Cretáceo inferior	carbonífero	Carbonífero		
METALOTECTOS ESPECIFICOS sediment. paleográficos													
geométricos													
geotectónicos													
Rendimiento global investigacion	1	1	1	1	3	1	3	2	2	1	1	2	2
CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS Condicion tecnolog													
Intervalos cubicación yacimiento					1·10⁶ Tm de Cu							(20-25) 10⁶ Tm.	100.000 Tm.
Intervalos leyes yacimiento	3% Cu			7%-8%	ley media 4% Cu	5%-7 % Cu		hasta 10 % Cu			6 % Cu	~ 0,8% Cu	1,77% Cu
Intervalos de producción anual yacimiento													
Importancia econ. relativa del area y zona													
OBSERVACIONES	O veces en relación con diques dioríticos					Asociados, a veces, a granitos							

FIGURA 3.3.-22

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: COBRE

FIGURA 3.3.-23

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION									METALOTECTOS ESPECIFICOS											CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm		FORMALES			MATERIALES					TEMP																	
											miner. primaria		miner. supergénica																				
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion. tecnolog	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona	
5	VALLE DEL EBRO		ZARAGOZA *Biel SSS petilla NAVARRA Los Arcos Tafalla Artajona HUESCA Sta. Eulalia Labaita Barbuenda	⚒ "Filones de Biel"	CORO CORO	A	1	Cuerpos	Pot. hasta 4 m. y corridas de 3 Km. Media 4 a 6 m.	La mineralización cementa los granos arkosas	Cuprita, calcosina, Cu nativo, galena, calcita, Co, Ag.		carbonatos de cobre, cuprita.			Horizontal	Terciaria						conglomerados, arenicas	Oligocenos En general terciarios				3	En Biel se han cubicado 500.000 Tm. con 1,7-2% Cu (1,9%)		Hasta 5% de Cu			
6	ZAMORA SALAMANCA		MUGA DE ALBA		BUTTE	C	2	filones					Cuprita y Cu nativo		Sn													1						
			RUESGA																					calizo	Jurasicos				1-2						
7	C. IBERICA		Sª DEMANDA Mansilla Monterrubio Canales *Calcena	⚒ Descansadero de la Virgen ⚒ Ménsula	HAUT ATLAS y MANSFELD	D A	2	Filones y estratiformes	Pot. media ~ 0,6 m.	diseminado.	cobres grises, bornita, galena, calcopirita, calcopirita, cuarzo		carbonatos de cobre		Ag, Co									arenicas y pizarras	Triás pizarras: Paleozoico				1			Hasta 16% de Cu			
			LOGROÑO Alfaro					Estratiforme																pizarras arcillosas	Mioceno				2-3						
			TERUEL Torres Campillo Linares Sª Jerez	⚒ Santísima Trinidad ⚒ Collado de la Plata	HAUT ATLAS y MANSFELD	D A	2	filones	pot. media = 0,8 m.		Cobres grises, calcopirita, galena, cinabrio, cuarzo		Cuprita y limonita		Ag, Sb, Ag,									pizarras y calcarenitas	paleozoico y cretácico				1						
8	EXTREMADURA		CACERES Logrosán BADAJOZ Zafra Cheles V. de Lierena	⚒ Los Palelos ⚒ Abundancia	BUTTE	C	2	filones	de 1 a 8 m. de espesor 1.200 m. de longitud	masiva y diseminado	calcopirita, pirita, cuarzo,		Malaquita, azurita, limonita							Silicificación	fosforita			en pizarras y cuarcitas en relación con granitos	paleozoico				1					En Zafra: en relación con pórfidos.	

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: COBRE

FIGURA 3.3.-24

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS										Reconocimiento global investigacion	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm.		FORMALES			MATERIALES						TEMP																	
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicos	dimensionales	distribucionales	miner. primaria: paragénesis	miner. primaria: contextura	miner. supergénica: paragénesis	miner. supergénica: contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleogr.	geométricos	geotectónicos		Condicion. tecnológ	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual. yacimiento	Importancia econ. relativa del área y zona	
9	SISTEMA CENTRAL		SIERRA DE GREDOS GUADARRAMA El Barco Villacastín Cadalso Buitrago Colmenar Viejo	Reina	BUTTE,	C	2	filones	hasta 2 m. de espesor	masivo	calcosina, galena, pirita, esfena, cuarzo		cuprita, Cu nativa, malaquita, azurita										granito					1			7,9 % Cu			
			GUADALAJARA Checa Canales Molina de Aragón	S. Domingo	HAUT ATLAS	D			0,10-0,20 m de espesor		calcopirita, pirita, cuarzo		carbonatos de cobre										pizarras, cuarcitas	paleozoicos				1						
10	SIERRA MORENA		HUELVA *Riotinto	Colorado Salomón	HUELVA	E	1	stockwork		diseminado	calcopirita, pirita		calcosina, covelina, etc.										en riolita					2						
			*HUELVA Riotinto Zarza Perrunal Tharsis Calañas L. Poyatos S. Telmo La Joya C. de la Mora S. Miguel A Hierro SEVILLA C. de los Guardas Aznalcollar	Masa S. Dionisio	HUELVA	E	1	Mantos		Variables	pirita, calcopirita, bornita, galena, blenda, cuarzo		calcosina, covelina, bornita, malaquita, azurita, Au, Ag, Cu, cuprita.			Au, Ag, As		hercínica		óxidos de hierro (gossan)				riolitas, pizarras	Sulfuros polimetálicos			Volcanismo de finales Ordov.	2		20-50·10⁶	0,5 - 3% Cu			Los reservas de este area se cifran en 155·10⁶ Tm.
			*HUELVA Cala Peñuela Encinasola La Ratera S. Tejada R. Corumbel SEVILLA Cazalla S. Constantina Peñaflor		SUTTE	C	2	filones y (Skarns)	Longitudes de 200 m. a 1500 m. y espesores variables	masivos y diseminado	calcopirita, cobres grises, bornita, wisbiguel, galena, blenda, cuarzo		calcosina, covelina, cuprita, malaquita, azurita,			Au, Ag		hercínica		óxidos de hierro cristales de cuarzo				calizas, pizarras y granitos	cambrianas, silurianas				2			3-10 % Cu			En Cala: minerales de Cu diseminados en magnetitas

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: COBRE

FIGURA 3.3.-25

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS											CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					
						Núm		FORMALES			MATERIALES						TEMP																	
											miner. primaria		miner supergénica																					
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicos	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentol paleogr áficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condición tecnológ	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia con. relativa del área y zona	OBSERVACIONES
	SIERRA MORENA (continuación)		Pozoblanco Alcaracejos El Viso Hinojosa del Duque Montoro Pedroches	⚒ "La Romana" ⚒ "Potosí" ⚒ "Guadalmez"	BUTTE	C	2	filones, vetas, rellenos	Variables: Generalmente de 20 a 80m. Pot.: de 1'5 a 5 m. Media 1'5 m.	masivo	Py, PyCu, Cpy, Cu nativo, calcosina, galena, blenda, arg, calcita.		Oxidos de Fe Oxidos y carbonatos de Cu		Pueden contener oro y plata	Pajizado	Hercinianas		A veces la roca de caja está cloritizada			Hendiduras de contracción		Granito descompuesto				1	El granito alterado hace difícil el arranque pero facilita la explotación.		Variable: Generalmente 12-30% de Cu	Se mencionan 10 000 Tm. de mineral de distintas leyes		Batolito de Pedroches
			Añora Montoro		BUTTE	C	2	filoniano	Variables Pot. medio: 1 m.	masiva	Py, Py, Cu, CpY, calcosina, galena, Qtz, calcita		Oxidos y carbonatos de cobre		Generalmente sin arsenopiritas	Hay un pajizado	Hercinianas					Hendiduras de plegamiento	Hendiduras de contracción	arenisca, pizarras, esquistos		Paleozoicas en general				1-2	La pizarra está descompuesta y es necesario la explotación.		Varian: 15-20% Cu			Contacto del Batolito con las pizarras marginales. Pueden estar atravesadas por facilitos procedentes de la masa granítica
			Belmez Espiel Villaviciosa		BUTTE	C	2	filones o veces bolsas	Muy variables Pot.: 0'5 a 2 m.	masiva	Py, CpY, arsenopirita, calcosina, Cb, Fe, Ole, Jas, Qtz, Barita		Oxidos Fe, Limonita, Cu oxidado		Pueden tener plata	O veces se presentan pajizados	Hercinianas					Hendiduras de contracción	Hendiduras de plegamiento	Arcosas metamorfizadas, gneis, esquistos, pizarras		Paleozoicas (Cambriano culm.)				1			Muy variables ~ 6% ?			Yacimientos marginales de la Sierra de Santos. A veces los yacimientos se encuentran en contacto pizarra - granito
			Córdoba Villaviciosa Obejo Hornachuelos	⚒ "Cerro Muriano" ⚒ "Sto. Isabel"	BUTTE	C	2	filones	Variables. Corridas de hasta 5 Km. Pot. 0'5 a 2 m.	Masivo	Py, Cpy, calcosina calcita, Qrz.		Oxidos de Fe Carbonato de cobre		Oxigenos fenom. También Au	Pueden existir bandeados paralelo de techo a muro	Hercinianas					Hendiduras de plegamiento		Pizarras, gneis, esquistos, granitos		Paleozóicos				1-2			Muy variables 2 a 23% Cu	1900 - 1920 en "Cerro Muriano" 105 Tm con 2'5 a 3%		O menudo las mineralizaciones se encuentran en contacto pizarras - granitos (o pórfidos) (también hipogénicas básicas)

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *COBRE*

FIGURA 3.3.-26

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION									METALOTECTOS ESPECIFICOS											CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm.		FORMALES			MATERIALES					TEMP																	
											miner. primaria		miner supergénica																				
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has.)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento tipico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentpaleogr.	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion. tecnolog	Intervalos cubicacion yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona	
11	BETICAS		SIERRA NEVADA SIERRA DE BAZA (Sur)	⚒ Güejar Sierra ⚒ El Tesorero	HAUT ATLAS	D		Lilones	Potencia: de 0.10 a 1.50 m. Longitud: de 200 a 500 m.	masivo y diseminado	cobres grises, calcopirita, pirita, galena, esfalena, siderita.		Carbonatos de cobre y óxidos de hierro		Sb, Ag: En S. Baza: Bi		Hercínico		oligoramientos ferro-cinceros									1						O veces relacionados con ofitas
			SIERRA DE BAZA (NORTE) S. ESTANCIAS S. LUJAR S. CONTRAVIESA S. GADOR S. ALHAMILLA S. ALMAGRO			A		estratiformes		diseminado	calcopirita, cobres grises, galena, hematites.		Carbonatos de Cu, cerusita		Sierra Baza: Hg, Co y Ni Sierra Almagro: Co y Ni						Frentes de cabalgamientos	Calizas, dolomias, filitas, cuarcitas pizarras	Trías alpujárride				2						
			SANTOMERA SIERRA ESTANCIAS (NORTE)	⚒ Santomera	MANSFELD	A	2	estratiformes	Menores: 0.5 a 1.0 m. potencia	Santomera: lentejonar. diseminado	calcopirita, galena, esfalerita y cuarzo		Carbonatos de Cu calcosina, cuprita, Cu nativo		Au						fracturas N.E.	arenicas, filitas y margas	Buntsandstein				2-3			Menores: 1.5 a 2 %		O veces relacionados con ofitas y dioritas.
			S. ARANA MENORCA	⚒ El Molinillo				Estratiformes	Menores: 0.5 a 1.0 m. potencia	diseminado	calcopirita, galena, esfalerita, cuarzo		Calcosina y carbonatos de Cu Fuj de cobre: Cu nativo		Sb y Ag						sobre halles de carbón						1-2						

A la vista de estos cuadros, se puede decir que la producción española está casi exclusivamente basada en un solo tipo de yacimiento. Por esta razón, se aconseja (siguiendo la línea de investigación que ha llevado al descubrimiento de 500.000 t. con el 1,7 por 100 de Cu en el Valle del Ebro y de 30.000.000 t. con el 0,8 po 100 de Cu en Arca y Arinteiro, Galicia) considerar como prometedoras las zonas señaladas en Huidobro (Burgos), Sistema Ibérico, Baztán y Santomera (Béticas). Además, estas zonas poseen un rendimiento en investigación de máximo orden, como se indicó anteriormente.

3.3.6 ESTAÑO

3.3.6.1 Tipología mundial

Sobre el cuadro 3.3-27 es necesario hacer las siguientes consideraciones:

Para la definición de los diferentes tipos se han utilizado diversos criterios, que se pueden resumir en petrográficos, genéticos y morfológicos. Hay que hacer notar que en los subtipos considerados dentro del tipo B existen múltiples inter-relaciones.

Desde el punto de vista genético es interesante el destacar la generalidad geográfica de los diferentes tipos; así se puede observar que los yacimientos B1, B2 y B3 que presentan un mismo origen genético, se encuentran asociados, en general, dentro de una misma región, así como el tipo D.

El procedimiento más extendido en la busca de la casiterita es la prospección mineralométrica.

Modernamente se ha comenzado a ensayar, todavía sin resultados positivos, un sistema de estimación rápida del contenido en estaño, denominada P. I. F. Consiste, en esencia, en la medición de isótopos por rayos X sobre muestras homogeneizadas.

Para el reconocimiento táctico de los aluviones, es necesaria la realización de pequeños pozos y sondeos cortos (sondeos tipo "Banka").

Finalmente, hay que llamar la atención sobre una característica importante de los aluviones, como es, en general, la existencia de las concentraciones más ricas en la base de éstos, así como en los Karst o "runs" del "bedrock" (ejemplo, Indonesia).

Los condicionamientos tecnológicos se encuentran reseñados en el cuadro, pero es de destacar que el contenido máximo de impurezas no debe sobrepasar el 0,5 por 100, y el de As debe de ser inferior a 0,4 por 100. Para los concentrados de baja ley (tipo C), la extracción metalúrgica es, a veces, dificultosa.

Las reservas y las producciones más importantes actualmente provienen de los yacimientos aluvionares (tipo D). Dentro de éstos, el aluvionar mínimo debe tener $5 \cdot 10^5$ m³ y ser susceptible de explotarse en cinco años. Un yacimiento aluvionar grande está representado por $5 \cdot 10^6$ m³, y uno mediano por $2 \cdot 10^6$ m³.

El contenido mínimo debe ser de 150 g/m³ de estaño contenido (St. Renan, 700 g/m³).

Por último, es de destacar el que los yacimientos aluvionares constituyen las tres cuartas partes de los yacimientos de estaño, y que los eluvionales o residuales son una buena parte del cuarto restante.

Desde el punto de vista económico, no se quiere dar por terminado este capítulo sin reseñar la subida internacional que ha experimentado el estaño, impuesta por el Consejo Internacional del Estaño ("A B C", de Madrid, 23-X-1970), el cual ha pasado de 1.260 (mínimo) y 1.380 (máximo) libras esterlinas por tonelada, a 1.350 y 1.650, respectivamente.

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1968. Bateman, A. M.: Yacimientos minerales de rendimiento económico. Ed. Omega, pp. 975.
1965. Chauris, L.: Les minéralisations pneumatolytiques du Massif Armoricain. «Mem. BRGM», núm. 31, pp. 271.
1967. Doroquine, I. et al.: Gisements de mineraux utiles et leur prospection. Moscou, pp. 121-127.
1962. Hawkes, H. E., and Webb, J. S.: Geochemistry in Mineral exploration, pp. 415.
1965. Kun, N. de: The Mineral Resources of Africa-Elsevier. Publish. Co., pp. 740.
1949. Mantell, C. L.: Tin, its mining, production, technology and applications. Reinhold Publish. Co., pp. 473.
1963. Moussu, R.: La prospection alluvionnaire en lit vif. «Chroniques des Mines». Jano, 1963, pp. 24-26.
1962. Moussu, R.: La recherche des gisements d'etain. «Chr. Min.». Décembre 1962, pp. 337-347.
1965. Petrascheck, W. E.: Yacimientos y criaderos. E. Omega. pp. 169-172.
1967. Phan, K. D.: Les skarns et les minéralisations qui leur sont liées. BRGM. Dept. MPMG. Ref. DS.67.A 127, pp. 76.
1969. Ramdhor, P.: The Ore Minerals, pp. 995-997.
1963. Routhier, P.: Les gisements métallifères, pp. 904-907.
1941. Schneiderho.n, H.: Traité des gîtes métallifères. Trad. por Mme. Picard. Tome IV, pp. 723-985.
1967. Stemprok, M.: Genetische Probleme der Zinn-Wolfram-Vererzung in Erzgebirge Miner. Deposita. 2, pp. 102-118.
1967. International Tin Council, London. A technical conference on Tin. Vol. I, pp. 1-349. Vol. II, pp. 350-640.
1970. Mining annual review. «Mining Journal». June, pp. 33-37.

3.3.6.2 Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

En relación con los cuadros 3.3-28 y 29 y con el mapa relativo a estaño, es interesante hacer las consideraciones siguientes:

A pesar de la gran dispersión que presenta este elemento sobre todo en las provincias del noroeste y oeste de España, es posible llegar a una clara definición de principio, de zonas y áreas.

Los criterios seguidos a tal fin han sido fundamentalmente litológicos y estructurales, además de los impuestos por la proximidad geográfica y, en algunos casos, por la morfología de las mineralizaciones.

Parece claro el control estructural insinuado por las directrices de plegamiento hercínico que se dibujan en la región gallega, por arcos que se han interrumpido voluntariamente en la frontera portuguesa y que, de existir mapas metalogenéticos convenientes del norte de Portugal, hubieran podido seguirse fácilmente en las zonas estaníferas del oeste y suroeste de España (Zamora, Salamanca, Cáceres, Badajoz y Córdoba).

De noroeste a sudeste se han delimitado las siguientes zonas:

Galicia.
Zamora (oeste). —
Salamanca (oeste).
Salamanca (sur).
Sierras de Gata y Béjar.
Cáceres-Badajoz.
Sierra de Guadarrama.
Batolito de Los Pedroches.
Sierra de Cartagena.

No se han incluido en ninguna de las áreas enumeradas los siguientes indicios aislados: Puente Caldelas y Santiago (Galicia), Castropol-Salave (Asturias), Candín (León) y Guadalcanal (Sevilla).

En cuanto a la clasificación por tipos, se han encontrado algunas dificultades, sobre todo en la zona de Galicia, para distinguir entre los B2 y B3, que se presentan frecuentemente asociados en los arcos externos, interno 1 e interno 2, habiéndose optado por la denominación del predominante en cada área. La denominación D parece excesivamente amplia para incluir en ella todos los yacimientos detríticos no marinos (eluviones, aluviones antiguos, aluviones recientes, morrenas, etc.), toda vez que los yacimientos de este tipo que existen en España, y que ofrecen cierto interés, presentan características morfológicas muy diferentes.

Los yacimientos de tipo D son muy frecuentes y aparecen asociados a los de tipo B, advirtiéndose que buen número de ellos han perdido interés como consecuencia de las labores de rapiña llevadas a cabo en los mismos.

No se conocen en España yacimientos de tipo E, aunque pudiera incluirse en él alguna ría de Galicia, si bien se estima con pocas probabilidades de mineralización. Tampoco están representados los yacimientos de tipo A.

Las características internas de la mineralización son, en general, bastante coincidentes con los observados en los tipos mundiales. Parece, sin embargo, peculiar del área de Cañaveral (Cáceres) el yacimiento de Santa María por su presumible morfología morrénica.

Según se indica en el mapa, se observa en las áreas de la zona de Galicia una cierta distribución geométrica del estaño, apreciándose zonalidades en algunas áreas individuales y también comparándolas entre sí. La casiterita parece individualizarse de la wolframita a medida que son más frecuentes e intensas las alteraciones graníticas (caolinización, greisenificación, etc.).

Los métodos recomendados para la investigación de los distintos tipos de yacimientos se estiman adecuados para las áreas y tipos que se presentan en España. Destacan entre ellos, por su eficacia y reducido costo, el método de prospección mineralométrica, indispensable en las fases de Prospección Regional y de Estimación del Potencial minero. Para el establecimiento de guías litológicas se hace muy necesario el desarrollo de los estudios petrológicos y geoquímicos de los granitos y de las rocas en las que suelen armar los yacimientos españoles. La delimitación de zonas, áreas y metalotectos se ha visto dificultada en casi todas las regiones por la falta de datos de este tipo.

Referida a España, la clasificación de importancia económica según datos de 1969, por zonas y áreas, es la siguiente:

ZONAS Y AREAS	España — *Porcentaje*	Tipo
GALICIA		
Arco externo	23,3	B 2
Arco medio 1	8,3	B 2
Arco medio 2	4,1	B 3
Arco interno	19,1	B 1
ZAMORA (Oeste)	3,3	B 3
SALAMANCA (Oeste)	13,3	B 2
SALAMANCA (Sur)	5,0	B 3
SIERRAS DE GATA Y BEJAR	—	B 3
CACERES-BADAJOZ		
Cañaveral	2,5	D
Trasquilón-Montánchez	16,6	B 3
SIERRA DE GUADARRAMA	—	B 3
BATOLITO PEDROCHES		
(Borde Norte)	4,1	D
SIERRA CARTAGENA	—	D

Para la estimación de los datos contenidos en este cuadro debe tenerse muy en cuenta que es frecuente que las empresas explotadoras sumen a las producciones de sus propios yacimientos las adquiridas a pequeños explotadores incontrolados.

Las investigaciones por estaño en España son escasas e inconexas, sobre todo para yacimientos primarios; motivo por el cual se han tenido que utilizar, en ocasiones, datos de fiabilidad dudosa.

Se incluye a continuación el cuadro comparativo de parámetros mineros y económicos de los distintos tipos nacionales y mundiales, en el que, por las razones antedichas y por falta de información específica de los yacimientos del mundo, se omiten algunas cifras:

TIPOS Y SUBTIPOS	INTERVALOS DE CUBICACION DE LOS YACIMIENTOS EN Sn CONTENIDO		INTERVALOS DE LEYES DE LOS YACIMIENTOS DE Sn		INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL EN 1966 DE Sn CONTENIDO		IMPORTANCIA ECONOMICA RELATIVA EN 1969	
	Mundo — *Toneladas*	España — *Toneladas*	Mundo — *Por mil*	España — *Por mil*	Mundo — *Toneladas*	España — *Toneladas*	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*
B 1	Sin datos	Sin datos	0,5 - 4	0,3 - 1,2	> 300	78 - 95	6	19,1
B 2	> 2×10^3	Sin datos	1 - 3	0,7 - 1,8	Sin datos	40 - 130	4	44,9
B 3	> $2,5 \times 10^3$	Sin datos	4 - 20	1 - 12	> 200	12 - 78	7	29
C	Bolivia: 800×10^3	Sin datos	Máx. 40	Sin datos	Sin datos	Sin producción	8	—
D	> 400	Sin datos	> 0,2	0,2 — 0,5	> 80	15 - 30	74 (D + E)	6,6

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Estaño*

FIGURA 3.3. - 27

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION: FORMALES: morfología	FORMALES: dimensión (en km)	FORMALES: distribución de la mena	MATERIALES: mineralogía primaria: Paragénesis	MATERIALES: mineralogía primaria: Contexture	MATERIALES: mineralogía supergénica: Paragénesis	MATERIALES: mineralogía supergénica: Contexture	GEOQUIMICA	ZONALIDAD	TEMP. EDAD	METALOTECTOS TIPICOS: Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	METODOLOGIA INVESTIGACION: Nivel (R: Prosp. Reg. E: Estimac.)	SISTEMATICA	Ind. rendto. integr. (>=<1)	Indice de coste (>=<1)	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS: CONDICIONAM. TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION: Int.	INTERVALOS DE CUBICACION: Ext.	INTERVALOS DE LEYES: Int.	INTERVALOS DE LEYES: Ext.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL: Int.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL: Ext.	IMPORTANCIA ECONOMICA
			CARACTERÍSTICOS GENERALES				Corteza Estannina Wolframífera		La CAT. es predominante mineralogía										Granitos más o menos alcalinos				En zonas de cizalla o pericratónicas	R	Estudios estructurales petrológicos y geoquímicos de granitos.	3	2	Sb: 0,2 % As: 0,2 % Cu: 0,2 % Pb: 0,2 % Zn: 0,2 % S: 3 % Σ impu. 0,5%	10^{-3} t Sn metal		Sn metal en g/t, g/m², g/m³		t Sn metal 1969		% prod 1969
																								R+E	Pros. mineralométrica	3	2			Mer. mediante Hg y granulometría S y mets					
																								R	Estudios geomerfológicos	2	2				0,050 g/m³ (Portugal)				
																								R+E	Geofísica: Resistividades	2	2				a/t mineral (Portugal) a/t Sn (Galicia, Mexico)				
A		SAINT-RENAN (Francia) Siberia Brasil Madagascar	En granitos de Anatexia, granitos sincinematicos y esquistos de sn. (y eluviales) en S. Renan ligados a B.1 y B.2	Filones	muy pequeños		CAT-WOL-SCH-MIS-CUA-MOL				U-Pb Bi (St Renan)	Granito-Be-Sn U-Pb Zn-Sn-Mg (St Renan ?)	Hercínico (St Renan)				St Renan 20km ²⁄₁₀ mais cat	En pegmatitas con CAT Sn>Nb, Ta>W; Bi>Sn granitos ácidos micas				Últimas rocas (en general)					Generalmente impregnaciones en roca		St Renan: 2.300		St Renan: 96		St Renan: 500	~ 2%
B			Con granitos intrusivos discordantes y yacimientos eluviales de los mismos										En gral. hercínico o mas joven																						~17%
	1	ERZGEBIRGE Cornualles Katanga Transvaal B.O. Africa (Billiton) (Mal) Queensland Hunan (China) Alaska Zacatecas (Mejico) Salvi (Argentina)	Apogranitos, skarns, greisen	Frecuentemente en chimeneas En Australia Sud verticales	Chimeneas algunos S.80 - 150 m. Greisen algo + extens. pero + irregular		CUA-CAT-TUR-WOL con minerales de MO-Pb y Cu APA (TOP-FLU-MIS)				Li-Nb-Ta-Sn-Be		Hercínico (Erzgebirge Bank. Malasia Tibet orogénicos			Albitización greisenificación Turmalinización			cas y en granitos ácidos		Chimeneas en cúpulas techo granito (En china)		Zona superior de los macizos intrusivos (cúpulas)	Alineamiento de batolitos pequeños								Erzgebirge 4 cuerpos, veces centr. mineria 4,5 Stockwerk como media		Katanga como media 1000		~ 6%
	2	LAGARES DO ESTANHO (Portugal) Pontevedra y León Fabulosa y Canaveles (Bolivia) N.E. Brasil Nigeria	Aplitas pegmatitas (Neumatolíticos)	Filón cortando el granito en Lagares	80 pulgadas (Lagares)		CAT-WOL con Nb-Ta-Mn-Fe con parte final (Apogeo)				Columbita-Tantalita Alto Barrio	Almura aplítica zonada y techo pegmatítico	Hercínico Bolivia y Península Ibérica				cuerpo principal pegmatítico		cas y en granitos más o menos alcalinos													1,5 Layers				~ 4%
	3	CORNUALLES S. Renan Erzgebirge Panasqueira Queensland China Malasia	Filones de cuarzo	Filones: En S.T. tienden a ser cresteados irregulares	Rel. tan en Cornualles Mer. long. x 1/2 en Erzgebirge		CUA-CAT con APA y MOS-TUR-SCH con cobre en Cornualles				En Cornualles en el centro hacia CUA y CAT en los bordes hacia Fe-arsenicales y Fe-arsenical cuarzo-Sn y Sn	Greisens-Zonas Arenas (Cornualles) Hercínicos (Erzgebirge)					los granitos para pratenses en Cornualles	Pegmatita con Tal-espato-casiterita y wolframita			Erzgebirge en granito de edad mica											Cornualles 10-20 Malasia 10				~ 7%
C		LLALLAGUA Potosí-Oruro (Bolivia)	Subvolcánico y eluvial No están ligados netamente con el granito.	Filones rel complicada.	Llallagua: perf. 03-08 Σ Zona Llallagua 1,10³ x 10⁴ x 10²		CUA-CAT-PIA-PIT-MAR-APA-BIS-MIS-BLE-WOL y minerales de Pb y Ag		Hidrotermal Fe-Pb-Zn-Sn-Ag-Cu		Vertical Superficie -Ag-Sb-Ag-Sn-W Bi: los sulfuros más en Profundidad que Sn						En Llallagua: núcleo anticlinal con fallas transversales	Es Llallagua: Pacilos fuertemente plegados, fracturados y hundidos									Concentrado baja ley difícil enriquecimiento metalúrgico.	Llallagua 500 Σ Bolivia 800		Llallagua 20-40 máximo		Σ Bolivia 19000		8%
D		KINTA (Malasia) Billiton y Banka (Indonesia) Kochiu (China) Nigeria Katanga	Aluviones 1- Antiguos 2- modernos		Potencia media 6D Kinta: 58 x 60 (km)	Diseminada	CUA-CAT-ILL-MAT-GOE-PIT-ANT-TUR-GRN-ESP-RUT-CIR-MON-WOL						Pleistoceno Inferior Cretáceo Superior Jurásico Superior	Los aluviones más ricos en la base						Antiguos: Terrazas Modernos: lechos ríos, zonas de valle		Kinta: sobre calizas Karsticas seniles	climas cálidos y húmedos			R	Prospec. Aluvial y Eluvial	3	2						Malasia (Sur): Indonesia (Sur), Nigeria (Sur): China: Kinta 1800 S. Malasia 5		Kinta 10-30 m Sn/m³ S. Malasia 0,4 Kg Sn/m³ Billiton 0,4-0,8 Kg Sn/m³		Indonesia 17.800 Malasia 12.000 Congo ~ 400		D+E = ~ 70%
																								E	Sondeos cortos	3	2								
																								R+E	Recorridos aéreos	3	3								
																								R+E	Geofís. Resistividades (cubicación)	2	3								
E		BILLITON (Indonesia) Cornualles	Yacimientos aluviales submarinos			Diseminada					Agua 0-10 m. Detritos 10-15 m Arenas y granitos Sn 15-30 m.													R y E	Boomer and Sparker (Sonidos y ultrasonidos)	1	2								

LEYENDA

CUA = Cuarzo; CAT = Casiterita; ILL = Ilmenita; MAT = Magnetita; GOE = Goetita; PIT = Pirita; ANT = Anatasa; TUR = Turmalina; GRN = Granate; ESP = Espinela; RUT = Rutilo; CIR = Circón; MON = Monacita; WOL = Wolframita; PIA = Pirrotina; MAR = Marcasita; APA = Apatito; BIS = Bismutina; MIS = Mispíquel; BLE = Blenda; MOS = Moscovita; SCH = Schellita; TUR = Turmalina; MOL = Molibdenita; TOP = Topacio; FLO = Fluorita.

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *ESTAÑO*

FIGURA 3.3.-28

Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	Núm. tipo	Núm. subtipo	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION — FORMALES: morfológicos	dimensionales	distribucionales	MATERIALES: miner. primaria: paragénesis	contextura	miner. supergénica: paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	TEMP: Edad	METALOTECTOS ESPECIFICOS: físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleogr.	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS: Condicion. tecnológ	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona 1969	OBSERVACIONES
1	GALICIA		ARCO EXTERNO ARTEIXO BETANZOS			D		Aluviones (Flats)	Pequeños Flats.	DISEMINADO	CAT-ILM WOL-CIR CUA-MICA					Ti>Sn con proximidad rocas básicas	CUATERNARIO											1		n x 10⁶ en varios flats			% producción 1969	Importante recubrimiento estéril. ¿Zonas agrícolas ricas. Se pueden añadir algunos aluviones. ¿En general Ti > Sn > W
				*Carballo Boiro *Lousame *Santa Comba	LAGARES	B	2	Filones, diques — apófisis aluviones y eluviones.	Filones: > a 1 o 10 m. cerrada.		CAT-WOL SCH-ILM COL-PIT MOL-TUR- BIS-AND-PIT- MOS-CUA				F Cl Bo		HERCINICO			Caolinización Greisenificación		← fallas regionales y sus satélites →	Granito ? micas, pegmatitas, aplitas, apófisis, diques, greisen	PALEOZOICO					2	As		Filones: hasta 6‰ Sn Diques y masas: 1‰ Sn Aluviones: 5 a 12‰ Sn	SnO_2 ..... 140 Ta/ato WO_3 ..... 240 Ta/ato	23,3%	¿Extremos arco: Sn > W (Asociado a B-3 y B-1) Centro arco: Sn ≈ W Sur arco: Mo, Bi, Ta + Nb ¿En algunos casos, posibilidad de stockwork y de masas. ¿Eluviones y aluviones cerca de yacimientos primarios (importantes en el área de Sta Comba) ¿Explotaciones actuales mixtas (80% Ext + 20% Sub)
			ARCO MEDIO 1	*Silleda Paraño Presqueira Beariz Avion-Boade *Gomesende Cartelle Calvos Randin Baltar	LAGARES	B	2	Filones diques, masas, eluviones y aluviones:	Pequeño - mediano (escaso) diques-masas, eluviones importantes		CAT WOL-TAN- COL MIS-SCH- ILM-TUR- GRN-HOR- ORO-MOS. CUA-				F Cl Bo												1-2	Granosende - Avión (As)		Diques aplíticos: 0,1-1,5 ‰ Sn Filones: hasta 4 ‰ Sn	SnO_2 ..... 50 Ta/ato WO_3 ..... 40 Sn/ato	8,3%	¿Filones Sn > W ≫ diques caolinizados en el área - Silleda - Lalín - Trujo - Paraño. Diques y masas de barros apíticos en áreas: Presqueiras - Beariz - Avión - Gomesende. extremos arco: W ≫ Sn centro arco: Sn, Ta + Nb, As. Explotación actual: exterior 90% Pentoxidos: hasta 3% concentrado
			ARCO MEDIO 2	Baldrey-Maceda Red del Tamega		D ?		Aluviones (Flats)	Meziano (Cangas)		CAT-WOL- ILM-TAN Columbita- ORO-CUA					Dilución	Cuaternario							Cuaternario				1					Vegas agrícolas importantes W > Sn
				Baldrey Laza Monterrey *Villardeciervos	CORNUALLES ERZGEBIRGE	B	2	Filones, diques, masas, eluviones (?)			CUA-CAT- WOL-SCH- ILM-TAN -COL- PIT-MIS- ORO				F»			Capa porosa	Caolinización				Granito ? micas, pegmatitas, aplitas, apófisis, diques, greisen	Precambriano					1			Filones: 1,5-1,8‰ Sn Filones: 3-10‰ Sn	Masas: 1,5-25 Ta/ato Sn O_2 ..... 15-25 Ta/ato	4,1%	Asociados con B-3 Posibilidad de Skarn de scheelita en relación con capas ricas en Ca. W > Sn
			ARCO INTERNO	*Penouta Viana del Bollo La Mezquita	ERZGEBIRGE	B	1	Cúpula caolinizada - Filones			CAT-WOL- TUR-PIT MOS-CUA					Zonalidad lateral en cuerpo mineral: Sn > W > Cu			Caolinización Greisenificación			Granito ? micas, pegmatitas, aplitas, apófisis, diques, greisen					3			0,2-1,2‰ Sn	Sn O_2 ..... 40-100 Ta/ato	19,1%	Mineralización afecta también al gneis próximo y pizarras encajantes. Explotación a cielo abierto.
				Barja Hermisende Calabor Pedralba	PANASQUEIRA CORNUALLES	B	3	Filones SUI			CUA-CAT- WOL- SCH-MIS- ILM-TUR- AND-BER					Sn > W en cúpula > Mo en la periferia						Granito ? masas, pegmatitas, aplitas, apófisis, diques, greisen					1-2	As		Hasta 6‰ Sn Scheelita 3‰ WO₃ contenido medio	Sn O_2 ..... 40-100 Ta/ato	—	Posibilidad de stockwork en algunas áreas. Aguas infiltradas en Calabor Labores de interior
2	ZAMORA OESTE		SAYAGO	Arcillera Carbajosa de Alba Villadepera Almaraz Pereruela	PANASQUEIRA CORNUALLES	B	3	Filones Eluviones	Cornadas, masas, filones, diques		CUA-CAT- WOL-MIS- TUR-PIT- TAN-COL COL											Granito ? masas, pegmatitas, aplitas, apófisis, diques, greisen					1			Hasta 2‰ Sn en filones	Explotación Sn O_2 ..... 30 Ta/ato	3,3%	Posibilidad de stockwork en algunas áreas
3	SALAMANCA		FREGENEDA LUMBRALES BARQUILLA	Aurora	PANASQUEIRA CORNUALLES	B	3	Filones Eluviones			CUA-CAT- WOL-SCH- BER-AMB ILM				Li U							Granito ? masas, pegmatitas, aplitas, apófisis, diques					1			Filones hasta 1‰ Sn Eluviones 0,2‰ Sn			Ambligonita en Barquilla
			GOLPEJAS	Bellita	LAGARES	B	2	Diques, masas, filones			CUA-MOS- CAT-TAN- COL-				F				Caolinización									1-2	Cantería muy fina		2 a 4‰ Sn	Sn O_2 ..... 40 Ta/ato	13,3%	Pequeños aluviones Trabajos a cielo abierto
			SALAMANCA S	S. Pedro de Rozados Martinamor Carrascal Morille Grupo S. Pedro	PANASQUEIRA CORNUALLES	B	3	Filones Aluviones			CUA-CAT SCH-WOL TUR-											Granito ? micas, pegmatitas, aplitas, apófisis, diques, greisen	Paleozoico Cuaternario				1	Aluviones: arcilla arenosa lodosa		Hasta 4‰ Sn	Explotación Sn O_2 ..... 30 Ta/ato	5%	Pequeños trabajos de explotación A veces, scheelita ≫ cosserita Aluviones removilizados.

HERCINICO — DISEMINADO — HERCINICO — PALEOZOICO — OROGENICO — CINTURON

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *ESTAÑO*

FIGURA 3.3. - 29

Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has.)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	Núm. tipo	Núm. subtipo	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION: FORMALES: morfológicas	FORMALES: dimensionales	FORMALES: distribucionales	MATERIALES: miner. primaria: paragénesis	MATERIALES: miner. primaria: contextura	MATERIALES: miner. supergénica: paragénesis	MATERIALES: miner. supergénica: contextura	MATERIALES: Geoquímica	MATERIALES: Zonalidad	TEMP: Edad	METALOTECTOS ESPECIFICOS: físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS: Condicion tecnolog	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del área	OBSERVACIONES
4	LAS HURDES		S. DE GATA TORRECILLA MONTEHERMOSO	Espeja Payo-Navasfrias Perales-Acebo Cabaco-Miranda	PANASQUEIRA	B	3	Filones; algues aluviones	Alargados; mediano resto pequeño	DISEMINADO	CUA-CAT-WOL-MIS SCH-GAL-PIT-ORO ILM-MOS				U		Hercínico Cuaternario						Greisen? micas; [illegible]	Paleozoico			CINTURON ORGENICO	1	En filones y algues As»					Asociado a veces a B-Z. Importantes cubicaciones en aluviones de baja ley (Azaba). Posibles stockwerks en algunas areas. As > hacia O. Indicios oro en ambas vertientes.
			AZABA			D																												
5	CACERES-BADAJOZ		CAÑAVERAL	Santa Maria		D		Morrena P.	Granate		CAT-ILM CIR-TUR ORO-CUA						Cuaternario	Morrena (?)	Muy frecuente				Aureola de greisen	Cuaternario	Glaciarismo?			3	Dificil aprov. debido a Cast. muy fina		Sn...gran Sn	Sn... 3 T/año	2,5%	En el mismo área: Filones y pequeños aluviones. Investigación en fase de estimación
			CACERES NO. TRASQUILON-LOGROSAN MONTANCHEZ TRUJILLO ALBURQUERQUE-VALENCIA ALCÁNTARA	San Expedito Valdeflores	PANASQUEIRA CORNUALLES	B	3	Filones; algues aluviones			CUA-MOS-CAT-EST-WOL-SCH AMB-FOS ILM-MIS PIT-				U F1 F4		Hercínico	A veces, rodillos						Greisen? micas; [illegible]	Paleozoico	Cuaternario			1			Muy variable	Sn 6-... 100 T/año (?)	16,6%	Asociado a veces con B-Z. Ambligonita u sulfuros de Sn en algunas áreas. Los datos de producción parecen exagerados. En algunas areas: W > Sn
6	SISTEMA CENTRAL		S. GUADARRAMA	S. Rafael Lozoyuela Guadalix	PANASQUEIRA	B	3	Filones; algues aluviones	Pequeño		CAT-WOL MOL-MIS PIT Radioactivos.				U		Hercínico Cuaternario						Greisen? micas; [illegible]					1						Aluviones en terrenos Patrimonio Nacional. Sur Segovia: W > Sn. Norte Madrid: Sn > W
			R. MANZANARES	Hoyos																														
7	BATOLITO-PEDROCHES		BORDE NORTE	Cerro Gordo		D		Aluviones			CAT-MON TAN-WOLF				U		Mio-Plioceno / Cuaternario				Sedimentos		Mio-Plioceno (?)	Aluviones	Mioc. de Belmez		2	Casit. muy finas		Filones: 0,25 a 0,5% Sn	Filones: casi 1% Sn	4,1%	Presumible: capas intercaladas estériles. Paralelamente, investigación yacimientos primarios extendida al extremo E y borde Sur (ver Wolframio)
				EL Viso Villanueva Conquista																								1-2						
8	LEVANTE		S. DE CARTAGENA	Las Lajas	LLALLAGUA	C		Filones			CAT-PIT-GAL BLE-O.Fe				Sn Cerro Rondadilla		Terciario						Calizas dolomías	Trias			Volcanismo Pre-Mio	1-2	Dific. extracción metalúrgica. Contiene Plomo de caja		Contiene trazas de Sb & Sn	Sin actividad		Investigación condicionada a la de otros metales (Pb-Zn-Ag-Cu). Necesaria investigación metalúrgica y mineralúrgica.
				Los Carbonatos				Estratiforme		Irregular-cloide	CAT-EST(?) Carbonatos de Pb-Zn-Fe Oxidos Fe y Mn				Concentrado en la base					Sin caract.													

LEYENDA

CUA.- Cuarzo	TUR.- Turmalina	EST- Estibina	SCH.- Scheelita
CAT.- Casiterita	GRN.- Granate	GAL- Galena	TUR.- Turmalina
ILM.- Ilmenita	ORO- Oro	APA.- Apatito	MOL.- Molibdenita
TAN- Tantolita	RUT.- Rutilo	BIS.- Bismutina	
COL- Columbita	CIR.- Circon	MIS.- Mispiquel	
PIT.- Pirita	MON- Monacita	BLE.- Blenda	
ANT.- Anatasa	WOL.- Wolframita	MOS.- Muscovita	

La producción nacional representa una mínima parte de la producción mundial, que, por otra parte, se halla polarizada por la suma de producciones de los países del sudeste asiático, en los que predominan los grandes yacimientos aluviales, tipos D y E, explotables con grandes tonelajes y bajísimas leyes, y que no son en absoluto comparables con los tipos equivalentes del contexto europeo.

Si a esto se añade la falta de investigaciones sistemáticas en áreas de España favorables para la detección de yacimientos tipo D, el empobrecimiento de un buen número de ellos por labores de rapiña y el enmascaramiento de algunas producciones por explotación conjunta de los tipos D y B, es fácil explicar la enorme desproporción que se observa en el cuadro anterior al comparar las cifras correspondientes a la importancia económica relativa Mundo-España para este tipo de yacimientos. Los datos que se consignan para el tipo D se refieren, pues, a los yacimientos explotables en conexión más o menos directa con los similares españoles (Portugal, Bretaña, Cornualles, etc.).

Para el tipo B1, representado en España por un solo yacimiento productivo, los intervalos de leyes son discretas y la producción anual relativamente baja en comparación con los mundiales del mismo tipo, a pesar de representar el 19,1 por 100 de la nacional.

Los yacimientos tipo B2, susceptibles de ser explotados en masa cuando su disposición morfológica y su cubicación la permiten, están muy representados en las zonas de Galicia y Salamanca (oeste), apareciendo con leyes próximas a las límites mundiales.

Al tipo B3 corresponde un elevado número de indicios de estaño, frecuentemente asociados a los de tipos B2 y B1. Sus leyes e intervalos de producción son muy variables y, en general, bajos con respecto a los mundiales. En algunos casos son explotados en yacimientos de tipo B2 y sobre todo cuando se presentan dispuestos en stockwerk. En este caso, la ley mínima exigible disminuye notablemente.

En la sierra de Cartagena aparece el único yacimiento de tipo C que se conoce en Europa, manifestándose como filoniano, en relación con rocas volcánicas, y como estratiformes, impregnando niveles de carbonatos. La explotabilidad de este tipo de yacimientos se halla muy condicionada por sus paragénesis y por los problemas tecnológicos que puede plantear la obtención de concentrados y las extracciones metalúrgicas posteriores.

3.3.7 FLUOR

3.3.7.1 Tipología mundial

Sobre el cuadro 3.3-30 cabe hacer las siguientes consideraciones:

La tipología de yacimientos de fluorita, cuya confección no ha presentado dificultades notables, se ha establecido teniendo en cuenta los siguientes parámetros: morfología, litología y ámbito geotectónico.

En cuanto a las posibles relaciones genéticas que puedan existir entre los diferentes tipos, lo más importante a señalar son las frecuentes transiciones existentes entre los mismos. Estas transiciones parecen particularmente claras para los filones de fluorita en el zócalo que han sido clasificados tanto en el tipo B (Colorado), por su evidente asociación con una intrusión alcalina, como en el subtipo A2, aunque la posición periplutónica parece puramente mecánica.

Por otra parte, existen transiciones entre los tipos A y B (rocas alcalinas presentes en el yacimiento de Illinois-Kentucky del subtipo A1) y entre los tipos B y C (Transvaal). Esto es probablemente el reflejo de un proceso genético doble, por el cual a las influencias endógenas (alcalinas anorogénicas) se pueden superponer concentraciones supergénicas en la plataforma.

La prospección de este tipo de yacimientos es, en general, bastante difícil.

No se posee aún experiencia suficiente en el empleo de la geoquímica a escala regional. Antes de realizar una prospección geoquímica en redes de drenaje, se debe hacer una campaña experimental.

Desde el punto de vista técnico, el futuro está en los yacimientos de baja ley y grandes dimensiones, ya que la concentración por flotación se puede aplicar a este tipo de mineral, obteniendo una fluorita ácida.

Por último, se señala que el flúor se recupera en las fábricas de tratamiento de fosfatos. Esta fuente de flúor se irá desarrollando paralelamente a la de la fluorita.

En el cuadro adjunto se reseñan las principales especificaciones técnicas:

CALIDAD	ESPECIFICACIONES			Precio de la tonelada de concentrado en pesetas (1970)
	F_2Ca mínimo — *Porcentaje*	SiO_2 máximo — *Porcentaje*	Diversos	
Metalúrgica	85	5	S < 0,3 % 25 < .. < 35 mm. Finos = 15 %	1.500 - 2.100
Cerámica	95	2,1	CO_3Ca < 1 % Fe_2O_3 < 0,12 %	
Acida	97		CO_3Ca < 1,25 % S < 0,03 % Pb < 0,20 % Zn < 0,20 %	3.100 - 3.600
Pellets	70 efectivo (% efectivo = % real — 2,5 × % SiO_2 real)			3.700 (U. S. A.)

Los yacimientos más importantes en la actualidad son los correspondientes al subtipo A2.

Los yacimientos que más rápidamente se desarrollan hoy en día son los correspondientes al tipo C y al subtipo A1. Parece que en un futuro próximo los yacimientos del tipo B se desarrollarán igualmente.

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1943. ALSTINE, R. E. Van: The Fluorspar Deposits of S. T. Lawrence, Newfoundland. «Economy Geology», vol. 39, núm. 2, 1964, pp. 109-132.

1963. BRECKE, E. A.: Barite zoning in the Illinois-Kentucky Fluorspar District. «Economic Geology», vol. 59, 1964, pp. 299-302.

1964. BRECKE, E. A.: Manto Deposits of Fluorspar, Northern Coahuila, Mexico. Discussions. «Economic Geology», pp. 509-510.

1960. CHERMETTE, A.: Les Ressources de la France en Spath-Fluor. Publicación del BRGM, pp. 1-56.

1961. CHERMETTE, A.: Le Spath-Fluor Français en 1960. «Mines et Métallurgie», núm. Sep. Feb., pp. 1-22.

1962. CHERMETTE, A.: Le Spath-Fluor Français en 1962. «Mines et Métallurgie», núm. Marzo-Dic. 1963, pp. 1-30.

1969-1970. CHERMETTE, A.: Le Spath-Fluor Français en 1968. «Mines et Métallurgie», núm. 3 a 10 de 1969 y 1, 3, 4 y 5 de 1970.

1937. CURRIER, L. W.: Origin of the Beddinf Replacement Deposits of Fluorspar int the Illinois Field. «Economic Geology», vol. 32, pp. 364-386.

1963. IVANOVA, A. A. and KORMILITSYN, V. S.: On the formation mechanism of some ore veins as shown by the Kalangni fluorite deposit (Eastern Transbaikalia) (in Russian). Symposium Praga 1963. Apéndice del vol. 1, pp. 55-57.

1956. GONZÁLES REYNA, J.: Riqueza minera y yacimientos minerales de México. Congreso Geológico Internacional. XX sesión 1956, pp. 397-414.

1960. GROGAN, R. M.: Fluorspar and Cryolite. Industrial Minerals and Rocks (Non metallics other than Fuels), pp. 363-382.

1966. GROGAN, R. M. and BRADBURY, J. C.: Origin of the stratiform fluorite deposits of Southern Illinois. Symposium Genesis of Stratiform Lead-Zinc-Barite-Fluorite. Deposits in Carbonate Rocks. New York, 1966, pp. 40-51.

1964. GRUSHKIN, G. G.: Quelques particularités de la formation des gisements de fluorine. Trad. BRGM, núm. 4795, pp. 1-19.

PALIN, A. T.: Improved Methods for Determinang fluoride in water: Part. 2, pp. 47-52.

1959. SHCHEGLOV, A. D.: Sur les gisements de fluorine de Transbaïkalie Occidentale. Prospection et Protection de Sous-Sol. Trad BRGM.

1963. SHSHEGLOV, A. D.: On the phenomena of zoning in endogenous deposits of Western Transbaïkalia. Symposium Praga 1963. Apéndice del vol. 1, pp. 80-83.

1967. SOULÉ DE LAFONT, D.: Les Gîtes de Fluorine de la Bordure Nord du Morvan. «Chronique des Mines et de la Recherche Minière», núm. 361, pp. 85-108.

3.3.7.2 Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

En relación con los cuadros 3.3-31 y 32 y del mapa correspondiente, se pueden hacer las siguientes consideraciones:

Para la clasificación de zonas metalíferas de fluorita se ha seguido un criterio predominantemente geográfico, aunque atendiendo a la existencia de características geológicas comunes.

Enumerándolas de oeste a este y de norte a sur se distinguen:

Asturias-León, Cantábrica, Pirineos, Cordillera Catalana, Región Central, Sierra Morena y Bética, con las que se considera que se cubre prácticamente la totalidad de los puntos donde se conoce la presencia de esta sustancia en cantidades beneficiables.

Las áreas, dentro de cada zona, pueden establecerse en general con relativa facilidad. Unicamente resulta difícil la agrupación en la zona Cantábrica y en la Bética, por la gran dispersión de indicios.

La clasificación en tipos es sencilla, y además se da la circunstancia de que éstos no aparecen casi nunca mezclados en una misma zona.

Dentro del tipo A1 pueden encajarse con seguridad no sólo yacimientos de Asturias que constituyen el holotipo, sino también los de la zona Bética, de características y metalotectos muy semejantes.

El tipo A2 está representado por los criaderos de la zona Cantábrica, en filones de cobertera no relacionados con fenómenos endógenos. El resto de las zonas diferenciadas en España se caracterizan por filones en granitos o en paleozoico, pero próximos a este tipo de rocas con las que se les cree relacionados, y pertenecen, por tanto, al tipo B. Como se decía al establecer la clasificación por zonas, no se han tenido en cuenta las apariciones de fluorita como mineral de ganga en pegmatitas y en filones de alta temperatura, a no ser que alcancen elevadas concentraciones.

Las características internas de las mineralizaciones de los tipos considerados a escala mundial se cumplen también con bastante exactitud en los nacionales. No obstante, podría destacarse, en la zona de las Béticas, la ocasional coexistencia de cinabrio con fluorita, y la frecuencia con que este mineral ofrece, en esta región, facies listadas. Asimismo y dentro del carácter de zonalidad se puede reseñar que los filones de la zona de Sierra Morena pueden pasar en profundidad a estar constituídos únicamente por calcita y cuarzo.

Lo mismo que se ha dicho en cuanto a semejanza de características internas entre los tipos mundiales y nacionales puede decirse sobre los metalotectos.

Silicificación y brechificación, predilección por rocas carbonatadas y relación con grandes fracturas o superficies de cabalgamiento, son los metalotectos típicos de los yacimientos de Asturias, de las Béticas y de la zona Cantábrica. Relación con granito, es el único metalotecto reseñable en el resto de las zonas.

Los condicionamientos tecnológicos señalados en el cuadro mundial son comunes a la mayoría de las mineralizaciones conocidas en España, ya que gran parte de ellas están en asociación paragenética con minerales de plomo y todas tienen ganga silícea en mayor o menor proporción.

Atendiendo a la producción total de mineral vendible (calidades metalúrgica y ácida) del año 1969, la clasificación por zonas y áreas es la que se indica en el cuadro inmediato de la página siguiente.

La comparación por yacimientos de los diversos tipos en España y en el mundo se refleja en el cuadro adjunto (véase cuadro al pie de la página siguiente).

Dado que se ha considerado Asturias como el holotipo de clase A1, es lógico que los yacimientos nacionales de este tipo encajen bien sus características con las generales de los existentes en el mundo.

El tipo A2 español se mueve cerca de los límites inferiores de los intervalos encontrados para el mundial, aunque con leyes medias notablemente inferiores.

El B, de márgenes muy amplios, permite siempre el acople de cualquier yacimiento de su tipo.

Con respecto al C, inexistente en España, no caben comparaciones.

España, que en los últimos años ha alcanzado uno de los primeros puestos mundiales como país productor de espato-flúor, no debe abandonar la investigación para poder mantener en el futuro esta situación de privilegio. Puede comprobarse por los porcentajes de producción correspondiente a cada tipo, que el peso fundamental recae sobre el tipo A1, que en el mundo no supone más allá

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *FLUOR*

FIGURA 3.3.-30

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS TIPICOS										METODOLOGIA INVESTIGACION				CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS							
				FORMALES			MATERIALES						TEMP																							
				morfología	dimensión (en m.)	distribución de la mena	mineralogía primaria		mineralogía supergénica		GEOQUIMICA	ZONALIDAD	EDAD	Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	Nivel (R=Prosp. Reg. E=Estimac.)	SISTEMATICA	Ind. rendto. integr. (1 a 3)	Indice de coste (1 a 3)	CONDICIONAM. TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION YACIMIENTOS		INTERVALOS DE LEYES YACIMIENTOS		INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL YACIMIENTOS		IMPORTANCIA ECONOMICA (ref. tipo y subtipo)
							Paragénesis	Contextura	Paragénesis	Contextura																				Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	
			Características Generales	*La más frecuente filonas estratiformes*			*Asociación con: Ba, Pb, Zn, Calcedonia, uranio*		*Fluorita mal cristalizada prácticamente. Yac. raseada.*		*Va → vuelta a magna Ca → azul Sr → P*			*La caliza fracturada por el FLU*	*Silicificación*				*En calizas y con relación a un relieve*	*Hiatus Cenom. y/o Sen. Hett. y Paleoc. sup. 21% Calcs. y Paleoc. inf. 20% Pirenaico + 3%*			*Alineamientos*															
A			*Sin relación visible con fenómenos endógenos.*																																	64 %
	1	*OVIEDO (Esp.)* *Escaro (Francia)* *Cave in rock (Illinois - Kentucky)* *Kazakstan (URSS)* *Almaría (Esp.)*	*Estratiformes paraconcordantes de cobertera.* *(Generalmente con A.2.)*	*Estratiformes paraconcordantes*	*x.10 x x.10 x x.10² x x.10² x x.10³ x*	*Fracturación intensa (S. Bador, Almería)*	*Parg. Simple: FLU-BAR-CAL-SID.-Calcedonia (GAL-BLE-CAP-PIT.)*	*De grano muy fino a grueso*	*A veces yacimientos residuales en arcilla.*		*Sr-Ba-Tierras raras Au-Hg-Sb*		*Hercínico en general, paroxismal y Tardío*	*Rellenos Kársticos y sustituciones.*	*Silicificación*	*Llanos fracturados tipo A.2*		*Superficiales de cobijamiento (Cerca Almería)*	*Cobijan en general Neríticos Asturianos; a veces en granular, con eventual debris USA*	*A escala regional*	*Pantalla de altos fondos*	*FLU → Ba* *Pb Zn → FLU - Ba* *U - FLU* *Be → Hg - Au - FLU*	*Alineamientos de grandes fallas* *x.100 km.* *USA - FRANCIA - U.R.S.S.: CHECOESLOVAQUIA*																		
	2	*LA BARLET (Francia)* *Tarranova* *Derbyshire (ing.)* *Torn Var (Francia)* *Rosiclare (Illinois)* *Transbaikalia (URSS)*	*Filones de zócalo (y cobertera)* *(Puede existir solo).*	*Filones en fracturas de tensión o masas de brecha*	*Campo: x.10³ x x.10³* *Filón: x.10² x x.10²* *prof.: hasta 300 m.*	*Fracturación: brechas y oquedades*	*parg. simple FLU-CUA-BAR-CAL (GAL-BLE-CAP-PIT.) S.D. sulfosales Ag Cu x vacas Ba y Ag-CEL*		*Sr-Ba-Tierras raras Au-Hg-Sb*		*Pb Zn - FLU - Ba* *U - FLU* *horizontal y vertical*		*Hercínico en general, Caledoniano y Alp.*	*Silicificación: Caolinización, a veces adularia*	*Sr-Na-Th y tierras raras*	*4 vacas hidrocarburos*	*fracturas de extensión y anticlinales fracturados*	*En rocas incompetentes con Riolitas*	*A escala regional*	*Pantalla de altos fondos*	*FLU → Ba* *Pb Zn → FLU - Ba* *U → FLU* *Be → Hg - Au - FLU*	*Alineamientos de grandes fallas* *x.100 km.* *USA - FRANCIA - U.R.S.S.: CHECOESLOVAQUIA*	*Tm a R2*	*Paragenesis*	*2*	*1*	*En general de buena calidad*	*x.10³ a x.10⁴ x.10⁴ a x.10⁵ o sup.*	*Explotado a cielo abierto*	*40 a 65 (20-40 usa)*	*Puede bajar hasta 30 - 35 %*	*x.10³ a x.10⁴*	*Escaso 30.10³*		*44 %*
B		*TRANSVAAL* *Isugtut (Groenlandia)* *Transbaikalia* *Malasia* *Jamestown (Colorado)* *Otorusu S.W. Africa* *URSS (varios distr.)* *India U.S.A.*	*Yacimientos de mineralogía y morfología diversas relacionados con plutonismo alcalino en general. Chimeneas. Complejo de Bushveld* *Pegmatitas.* *Skarns con schaelita o Barilo* *filones* *Carbonatitas* *"* *"*	*Muy variada*	*Muy variada*	*Muy variada*	*FLU - CUA - PIT - Carbonatos* *Pb - Zn - Cu - Calcita* *Isugtut: Skarns SCH y FLU* *Malasia: Skarns SCH y FLU* *Transbaikalia: FLU y Be*				*W - Ta - Sn - U - Tierras raras* *Ag - Mg - Fe - Cu - Pb - Zn*			*Carbonatitas Fenitización*			*Filonas en la periferia de los granitos*		*Yacimientos actuales con FLU en Rift Valleys*		*Carbonatitas = Rift system Límites del Cratón*				*Reservas explotado por FLU actualmente FLU optica pegmatitas*	*5·10⁸ 10⁸ Transvaal District 6·4·10⁸ Jamestown 5·10⁶ Otorusu 3·10⁸*		*50-90 20-75 35*				*6 %*
C		*S. LUIS de POTOSI (Méjico)* *Colombia Perú* *Japón*	*Relacionados con volcanismo Calci-Alcalino post-orogénico (o sinorogénico)*																											*Reservas* *21·10⁸*		*Mo U Cu 20-15*				*30 %*
	1	*BUENAVISTA (Méjico)*	*Masas*	*Masas y mantos o masas concordantes*	*100 x 30 x 15 hasta 500 x 100 prof.: hasta 500 m*	*Fracturamiento fracturada*	*FLU, calcedonia, cuarzo, dolomía, calcita (Ba Barhanalia)*				*Fe (hasta 0,3 % de O)*		*Mesozoico o Cenozoico*				*fracturas de escala regional*	*En calizas, y con relación a un Rift*	*Horsts Paleokarsts*						*x.10⁸ a x.10⁸*		*65 a 80.*					
	2	*RIO VERDE (Méjico)*	*Filones y chimeneas*	*Filones y chimeneas*	*x.10⁴ x 1 - Chimeneas hasta 250 m ø prof. hasta 800 m.*	*Masiva y nodular*	*FLU y Sulfuros de Pb, Zn y Cu*					*FLU paso a prof. a CAL y CUA*											*Tm a R2*	*Paragenesis*	*2*	*1*		*x.10⁴ cielo filón*	*Explotado a V.E. cat. o cielo abierto*	*Dolomías (Ba) Pb-Zn-Cu*				

LEYENDA:

BAR : Barita — FLU : Fluorita
BLE : Blenda — GAL : Galena
CAL : Calcita — PIT : Pirita
CAP : Calcopirita — SID : Siderita
CEL : Celestina — SCH : Schellita
CUA : Cuarzo

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *FLUOR*

ZONAS METALIFERAS

Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metalíferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	Núm. tipo	Núm. subtipo
1	*ASTURIAS-LEON*		*CARAVIA*		*OVIEDO*	*A*	*1*
			RIBADESELLA	*Aurora-Adolfito*			
			**P. de SIERO*	*La Collada*			
			**VILLABONA*	*Santo Firme*			
			P. de EUROPA	*Osejo de Sajambre*			
2	*CANTABRICA*		**CARRANZA*	*Carranza Mariezo*	*LE BARLET*	*A*	*2*
			AULEXTIA MAÑARIA				
3	*PIRINEOS OCCIDEN.*		**V. BIDASOA*	*Arditurri Leiza*	*JAMESTOWN*	*B*	
4	*PIRINEOS CENTR.*		**J. del GALLEGO*	*Sallent Lanuza*	*JAMESTOWN*	*B*	
5	*CORDILL. CATALANA*		**ANGLES*	*Osor*	*JAMESTOWN*	*B*	
			S. MONTSENY	*Vilardau (Melegaris)*			

CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION

FORMALES

	1	2	3	4	5
morfológicas	*Filoniana lenticular*	*Filones, estratiformes peneconcordante*			
dimensionales	*280m de espesor*	*de 0.80 a 25m. de espesor*		*de 0.90 a 4.50 m. de espesor*	
distribucionales	*Masiva*				

MATERIALES

	1	2	3	4	5
miner. primaria — paragénesis	*Fluorita, silice, calcita, barita*				
miner. primaria — contextura					
miner supergénica — paragénesis					
miner supergénica — contextura					
Geoquímica					
Zonalidad					
TEMP. Edad	*Alpina*				

METALOTECTOS ESPECIFICOS

	1	2	3	4	5
físicos	*Brechificación, porosidad*				
mineralógicos				*Barita*	
geoquímicos					
biológicos					
estructurales	*Coincide con direcciones de grandes fracturas y frentes de cabalgamientos*				
litológicos	*Pizarras calizas*	*Calizas, calizas dolomíticas y areniscas*			
estratigráficos	*Permo-triásica carbonífero*	*Carbonífero permiano-cretáceo*	*Carbonífero permiano*	*Carbonífero permo-triásica*	
sediment paleográficos					
geométricos					
geotectónicos					

	1	2	3	4	5
Rendimiento global investigacion	*1-2*	*1*	*1*	*2*	*2-3*	*2-3*	*2-3*

CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS

	1	2	3	4	5
Condicion. tecnolog					
Intervalos cubicación yacimiento		*$\leq (n.10^4 - n.10^6) \sim 30.10^6$*			
Intervalos leyes yacimiento	*60 % F_2Ca*	*50-60 % F_2Ca*	*60 % F_2Ca*	*20-40 % F_2Ca*	*40-60 % F_2Ca*	*50-70 % F_2Ca*	*20-50 % F_2Ca*	*14 % F_2Ca*	*12 % F_2Ca*
Intervalos de producción anual yacimiento	*1.550 Tm.*	*200.721 Tm.*			*23.785 Tm.*	*600 Tm.*	*16.847 Tm.*	*1.114 Tm.*	
Importancia econ. relativa del área y zona	*65 %*				*27,7 %*	*<< 1 %*	*5,5 %*	*< 1 %*	

OBSERVACIONES

FIGURA 3.3.-31

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Fluor*

FIGURA 3.3.-32

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS											CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					
						Núm		FORMALES			MATERIALES						TEMP																
											miner. primaria		miner. supergénica																				
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleogr.	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigación	Condicion. tecnolog	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona	OBSERVACIONES
6	CORDILL. CATALANA		SAN CUGAT DEL VALLES	Berta	JAMESTOWN	B		Bolsadas NE-SO	6-24 m de long; 1-5 m de espesor 5-33 m de altura	Masivo	Fluorita, galena, blenda, pirita, calcopirita, barita, calcita		Plata nativa, calcosina, tennantita, anglesita, cerusita									Granito monolítico					1-2		n.10³ n.10⁴	40-80 % F_2Ca		27,7 %	
			S. MONTSANT	Ulldemolins				Filones		Masivo											Pizarras en relación con granitos	Silúriano										
7	REGION CENTRAL		S. GUADARRAMA	Fresnedilla El Espinar Colmenar	JAMESTOWN	B		Filones - E.O	a 60 cm de espesor	Masivo	Fluorita, galena, blenda, pirita calcopirita, barita, cuarzo, pirita						Hercínica					Granitos						1		n.10³	60 % F_2Ca	150 Tm.	< 1 %	
			S DE LA BODERA (Guadalajara)																			Pizarras, gneises	Paleozoico									
8	SIERRA MORENA		HORNACHUELOS FUENTEOVEJUNA	Gloria	JAMESTOWN	B		Filones	0,30 - 0,60 m. de espesor		Fluorita, cuarzo, calcita											Rocas calcita en profundidad										
			*CASTILLO DE LOS GUARDIAS	Los Angeles					1m de espesor	Masivo	Fluorita, galena blenda, cuarzo						Hercínica					Granitos							n.10⁴ - n.10⁵	50 - 60 % F_2Ca	9.480 Tm.		
9	CORDILLERA BETICA		*ALPUJARRAS Sª GADOR Sª CONTRAVIESA Sª LUJAR Sª ALMIJARA	Estrella Turón G. Peñarroya	OVIEDO	A	1	Estratiformes paraconcordantes y relleno de fracturas	Long: decenas a centenas de metros - Anch: decenas de metros Espesores: 1-10 metros	Masiva y diseminada	Fluorita, cuarzo, galena, blenda sulfuros de cobre, barita, cinabrio		Brecholde y listada		Ag, Sb, Bi, Sr, Ni		Alpina		Brechificación, cizallamiento	Silicificación, dolomitización	Zn, Pb, Cu	Frentes de cabalgamiento, "thrust" y fracturas	Dolomías gruesa, en relación con rocas verdes	Trias alpujarride media superior			Relación con posible gradiente geotérmico anómalo	1-2		n.10³-n.10⁴ ~ 2.10⁵ n.10³-n.10⁴ n.10³-n.10⁴ n.10³-n.10⁴	20 - 40 % F_2Ca	155331m 29597Tm 5.833 Tm.	16,6 %	
			S. ESTANCIAS Sª ESTANCIAS																														
			ORIENTAL Sª ALMAGRO Sª ALMENARA Sª PEDRO-PONCE Sª TERCIA																														

ZONAS Y AREAS	España — *Porcentaje*	Tipos
ASTURIAS-LEON	65,0	A 1
Caravia-Ribadesella	—	A 1
Llanera	—	A 1
La Collada	—	A 1
Picos de Europa-Covadonga	—	A 1
BETICAS	16,0	A 1
Alpujarras	—	A 1
Sierra de Baza	—	A 1
Sierra de Estancias	—	A 1
Area Oriental	—	A 1
CATALANA	7,7	B
Gerona	—	B
Barcelona	—	B
Tarragona	—	B
PIRINEOS	6,0	B
Occidental	5,5	B
Central	1,0	B
SIERRA MORENA	3,0	B
Castillo de las Guardas	3,0	B
Hornachuelos	—	B
CANTABRICA	1,0	A 2
Carranza	—	A 2
Murélaga	—	A 2
CENTRAL	1,0	B
Guadarrama	—	B

de la cuarta parte que en nuestro país. El B, que a escala mundial sólo supone el 6 por 100, en España es más del doble. Por el contrario, el A2, que aporta el 44 por 100 de la fluorita consumida en el mundo, no supone siquiera el 1 por 100 en España. He aquí por tanto, puesto que existen áreas favorables, sobre todo en las provincias de Santander, Vizcaya y Guipúzcoa, una zona con posibilidades dignas de tener en cuenta desde este punto de vista. Igualmente ocurriría con los posibles yacimientos del tipo C, característicos de Méjico, primer productor mundial, en cuanto se contase con algún indicio que pudiera dar pie a la existencia de yacimientos de este tipo en territorio nacional, donde hoy por hoy son absolutamente desconocidos.

3.3.8 FOSFATOS

3.3.8.1 Tipología mundial

Sobre el cuadro 3.3-33 es interesante hacer las siguientes consideraciones:

Existen dos tipos de apatitos mundialmente conocidos en relación con rocas ígneas:

1) Masas intrusivas asociadas a sienitas nefelíticas.
2) Masas intrusivas asociadas a carbonatitas y otras rocas alcalinas.

Los yacimientos españoles de Cáceres, formados a expensas de intrusiones de granito, no encajan en ninguno de estos tipos, por lo que ha sido necesario crear un tipo especial para los mismos.

En cuanto a los yacimientos de fosforitas de origen sedimentario, se ha adoptado la clasificación de Mc Kelvey, ligeramente modificada por Visé:

1) Fosforitas de plataforma.
2) Fosforitas geosinclinales.

Sin embargo, esta clasificación está sujeta a muchas limitaciones, no sólo porque las teorías genéticas aún no están sólidamente establecidas, sino porque son fluctuantes y opinables. Además, porque las teorías genéticas, y después la clasificación de acuerdo con ellas, se han establecido sobre algunos yacimientos tipo, los más destacados e importantes, y de sus características se han deducido la génesis y las normas de clasificación. Pero cuando se trata de encajar otros yacimientos, y sobre todo los de posterior descubrimiento, se encuentra que comparten unas características con unos modelos, otras con otros, y se destruye de esta manera la norma clasificativa.

El descubrimiento de los criaderos relacionados con rocas ígneas es materia difícil. Carentes de propiedades específicas notables, se habrá de recurrir a los procedimientos clásicos de prospección para las rocas hipogénicas en general.

Solamente se recuerda que son muy características las concentraciones de apatito en las disposiciones anulares y concéntricas de rocas hipogénicas, y en este sentido la fotogeología constituye una gran ayuda. Los criaderos de la península de Kola fueron localizados mediante estudios fotogeológicos.

La geoquímica desempeña el papel primordial siguiente para la demostración de que realmente existen estas concentraciones. De modo que el análisis químico, en todas sus formas, constituye el verdadero procedimiento para la confirmación de indicios, y es de primera necesidad en la evaluación de los criaderos.

TIPOS Y SUBTIPOS	INTERVALOS DE CUBICACION DE LOS YACIMIENTOS		INTERVALOS DE LEYES DE LOS YACIMIENTOS DE F_2Ca		INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL		IMPORTANCIA ECONOMICA RELATIVA DE PRODUCCION (1969)	
	Mundo — *Toneladas*	España — *Toneladas*	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*	Mundo — *Toneladas*	España — *Toneladas*	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*
A							64	> 80
A 1			> 30	20 - 60	$n \cdot 10^3 - 6 \cdot 10^4$	$n \cdot 10^3 - 6 \cdot 10^4$	20	> 80
A 2	$n \cdot 10^3 - n \cdot 10^6$		20 - 85	10 - 20	$n \cdot 10^3 - n \cdot 10^4$	$10^3 - 2 \cdot 10^3$	44	< 1
B	$5 \cdot 10^5 - 4 \cdot 10^6$		10 - 80	20 - 60		$5 \cdot 10_2 - 2 \cdot 10^4$	6	< 20
C	$n \cdot 10^4 - 2 \cdot 10^7$		20 - 80				30	

Los procedimientos geofísicos, aerotransportados o terrestres, magnéticos, radiométricos, gravimétricos y sísmicos, también son de aplicación.

No parece muy recomendable, por grande que sea la necesidad que se tenga de esta materia prima, realizar grandes inversiones en cuestión tan aleatoria como es orientar una investigación con el exclusivo objeto de hallar apatitos. Parecería más lógico que dentro de un plan sistemático y general de investigación de recursos minerales se previese la posibilidad de hallazgo de estos materiales y se actuase de modo que, de existir, no pasasen inadvertidos.

La minería de fosfatos tiene un gran porvenir en sus dos máximas proyecciones: por un lado, sus aplicaciones industriales se amplían de año en año extendiendo su campo de consumo; por otro lado, la industria de fertilizantes tiene que tratar de seguir y alcanzar la expansión demográfica.

Las reservas conocidas son muy importantes y pueden atender al consumo, e incluso al incremento del mismo, por bastantes años.

Los yacimientos de las URSS constituyen un caso peculiar, por tratarse de una economía cerrada. Su enorme población requiere grandes recursos en materias primas de fertilizantes. La mayor parte de su producción procede de la península de Kola, rincón muy apartado. A juzgar por las circunstancias, el coste general de producción debe ser muy alto, dado que su ley inicial es baja. Se han desarrollado centros de producción por todo el país, como consecuencia de las grandes distancias. La actividad de estas explotaciones parece ser consecuencia del régimen económico cerrado, exento de la libre competencia de precios.

Entre los criaderos del tipo A2, el más típico es el de Palabora, en el Transvaal, República Sudafricana. Hay que hacer notar que el tapón de carbonatita se explota ahora solamente como mena de cobre. Actualmente se han abierto explotaciones en piroxenitas cuya ley madre es 15-20 por 100 en apatito, ley baja, pero con gran docilidad a la flotación como consecuencia de su bajo contenido en carbonatos, inferior al 5 por 100.

Entre los yacimientos de fosforitas sedimentarias cabe señalar que un 74 por 100 del consumo industrial es de procedencia marina.

En el grupo B1 se incluyen todos los yacimientos de Marruecos, Túnez y Argelia, de los que solamente Marruecos, en 1968, tenía unas reservas de 23,5 millones de toneladas de P_2O_5, a las que hay que añadir las de más reciente descubrimiento, como son las muy importantes de nuestro Sahara, cuya producción prevista, en régimen normal de explotación, es de 10 millones de toneladas año, con calidades del 34,33 por 100 y del 36,616 por 100 de P_2O_5, en explotación a cielo abierto.

La importancia, tanto económica como minera, de los yacimientos ubicados en este grupo es muy grande, pues supone el 50 por 100 de la producción mundial y presenta unas perspectivas interesantísimas cuando el yacimiento del Sahara funcione a pleno rendimiento.

El tipo B2 comprende varios yacimientos importantes de los EE.UU., pudiéndose calcular que contribuyen al abastecimiento mundial con cerca de un 30 por 100 de la producción global y una reserva de más de 20.000.000 de miles de toneladas.

En conclusión, la minería importante de fosfatos se encuentra en pocos países y dentro de éstos en pocas manos. El fosfato es un mineral de gran volumen y poco peso, por lo que la capacidad de producción es función, con mucho, de los transportes. Se tiende, por tanto, a productos cada vez más ricos y concentrados incluso a la fabricación de ácidos líquidos superconcentrados.

Para los yacimientos de tipo sedimentario una vez conocidas las premisas de paleogeografía, clima y paleobiología, queda por determinar si se da o no, en el terreno del país, la coincidencia de las tres concausas.

En primer lugar, hay que atender a la determinación del ambiente favorable. Señaladas las principales épocas fosfogénicas, hay que determinar si en ellas se han dado las facies de plataforma; examinar las posiciones de las márgenes geosinclinales, situar las zonas semimóviles y ver si presentan tendencias a formar cuencas restringidas hacia los continentes; estudiar si las condiciones de clima, climas secos, fueron favorables para la constitución de corrientes ascensionales frías; ver si las condiciones de paleo-latitud, correspondientes a la situación de los polos de entonces, eran las que favorecen, en relación con las circunstancias climáticas, la formación del fosfato; si el ambiente era favorable a una abundante vida vegetal y animal en los mares, o, en su caso, si erupciones volcánicas submarinas en la vecindad, o en la dirección favorable de las corrientes, podrían favorecer la presencia de abundante fósforo en los fondos de los mares litorales; examinar las series, para contrastar la abundancia de silexitas y de glauconitas; ver si las series sedimentarias acuñan rápidamente en determinada dirección, y si las series reducidas corresponden a un período largo de sedimentación escasa. La confluencia de todas o de gran parte de estas circunstancias, es característica de los yacimientos de fosfato, y el averiguar si concurren se logrará mediante estudios geológicos, sedimentológicos y micropaleontológicos finos. Los análisis químicos serán decisivos para comprobar las tesis supuestas.

La marcada radiactividad de muchos fosfatos podrá servir de ayuda, sobre todo si va auxiliada por labores de sondeos o de pozos y calicatas.

La fotogeología será instrumento utilísimo como método auxiliar y de afino.

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1969. ARGALL, G. O. Jr.: Moroccan Phosphate. San Francisco. «World Mining». Vol. 22, núm. 1.

1957. BATEMAN: Yacimientos minerales de rendimiento económico. Editorial Omega. Barcelona.

1953. BIDAUT, H.: Note preliminaire sur un mode de formation possible des Phosphates Dinantiens des Pyrénées. Origine des gisements de Phosphates de Chaux. XIX Cong. Geol. Inst. Alger.

1953. CAPDECOME, L.: Etude Mineralogique des Gites de Phosphates alumineux à la région de Thiès. Senegal. Origine des gisements de Phosphates de Chaux. XIX Cong. Geol. Inst. Alger.

1939. CAYEUX, L.: Les Phosphates de Chaux Sedimentaires de France. Etude des Gîtes de Mineraux de France. Serv. de la Carte Géol. de France. T. L. Paris.

1953. COTELO NEIVA, J. M.; QUIROZ, N. M. y FARIA, T. L.: Géologie et Génése des Gisements Portugais d'Apatite. Origine des Gisements des Phosphates de Chaux. XIX Congr. Geol. Inst. Alger.

1953. CARLES, G.: Sur l'origine des Gisements de Phosphates de Chaux Sedimentaires. Origine des Gisements de Phosphates de Chaux. XIX Congr. Geol. Inst. Alger.

1968. D'ANGLJEAN, J.: Origin of Marine Phosphorites of Baja California. Méjico. N. 4. Proccedings of the Seminar. United Nations.

1968. DEANS, T.: Exploration for apatite deposits associated with carbonates and pyroxenites. N. Y Proceedings of the Seminar. United Nations.

1968. DELEGACIÓN SOVIÉTICA SEMINARIO... ZVEREV, A. S.; BUKHTORAYOV, I. S. S., y SHOUMARIN, A. E.: Geological Characteristics of Commercial Deposits of Main Kind of Mineral Raw Materials for Fertilizers in the URSS. N. Y. Proceeding of the Seminar. United Nations.

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Fosfatos*

FIGURA 3.3.-33

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS TIPICOS										METODOLOGIA INVESTIGACION				CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS							
				FORMALES			MATERIALES						TEMP.																						
				morfología	dimensión (en)	distribución de la mena	mineralogía primaria		mineralogía supergénica		GEOQUIMICA	ZONALIDAD	EDAD	Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	Nivel (R=Prosp. Reg. E=Estimac.	SISTEMATICA	Ind. renta. integr. (1>x>1)	Indice de coste (1>x>1)	CONDICIONAM. TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION YACIMIENTOS		INTERVALOS DE LEYES YACIMIENTOS		INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL YACIMIENTOS		IMPORTANCIA ECONOMICA (del tipo y subtipo)
							Paragénesis	Contextura	Paragénesis	Contextura																				Int. (en aplic. de Tn.	Ext.	Int.	Ext.	Int. (Millones de Tn.	Ext.	
A		*MORFOLOGIA DIVERSA CON APATITO EN RELACION CON ROCAS IGNEAS*																																	>15
	1	Khibin (Península de Kola URSS)	*Masas o mantos asociados a sienitas nefelínicas*	*Mantos o masas*	Khibin Desarrollo 75 Km Anchura 0,5-2,5	*Segregaciones (enriquecimiento)*	*Apatito, nefelino aegirina, esfeno magnetita, cuarzo, pirroxeno*						*Arcaica ?*						*Inclusión en sienitas nefelínicas*				R RE RE E	*Fotogeología* *Geofísica* *Geoquímica* *Sondeos*	3 2 3 3	1 2 1 3			*2000 Khibin*		*Fluorapatito P2O5 16,9-18,4 %*	Khibin Año 1965: 9,4		15%
	2	Palabora (Transvaal, Surafrica)	*Masas asociadas a carbonatitas y otras rocas alcalinas*	*Diques anulares de cónicos concéntricos. Diques radiales. Zonas metasomat.*	*8 Km diámetro*	*Diseminaciones Segregaciones y venas*	*Apatito, micas, magnetita*							*Intensa trituración Brecha de*	*F_2Ca, P_2Sr, P_2Ba, NbO_3 y tierras raras del grupo del Ce.*					*En relación con rocas volcánicas y subvolcánicas*			*Intenso y prolongado fallamiento en escuadra y cizallamientos*		R RE RE E	*Fotogeología* *Geofísica* *Geoquímica* *Sondeos*	3 2 3 3	1 2 1 3	*Dificultades a la flotación*		*200 Uganda*		*Fluorapatito Uganda 3,2 % aparte*	*Uganda 1966: 0,16 Palabora 0,6*		
	3	Cáceres (España)	*Filones asociados a granitos*	*Filones NE-SO*	*Hasta 1 Km de longitud Potencia 3m (Máx 25 m)*	*Masivo, Zonares*	*Apatito, Cuarzo*						*Hercíniano (Cáceres)*					*Direcciones filonianas NE-SO*		*Paleozoico*				R RE RE E	*Fotogeología* *Geofísica* *Geoquímica* *Sondeos*	3 2 3 3	1 2 1 3					*15 a 40% de P_2O_5 Uganda 3,2 % aparte*	*Entre 1966 y 1956 1,17 Mor. 8,12 : 0,04*		
B		*ESTRATIFORMES EN FORMACIONES SEDIMENTARIAS*																																	50%
	1	Kuribga (Marruecos) (Bu-Craa)	*Asociados a facies terrígeno-carbonatadas de plataforma (de ambiente de aguas someras, corrientemente en discordancias de base de series transgresivas sedimentarias y suelen ser de tipo granular o nodular, generalmente con alto contenido en hierro.*	*Estratiformes generalmente cuasi-concordantes*	*Bu-Craa* *Long. 84 Km* *ancho 25-3 Km*	*En pelables pellets o pseudo-oolitos*	*Apatito glauconita y cuarzo detrítico*										*Fragmentos de huesos y dientes de peces en capas, espinas o capullos frecuentes*			*Rocas pseudo-oolíticas o nodulares*		*Facies de plataforma, primitivas líneas de costa.*			R R R R RE E RE	*Geología* *Fotogeología* *Sedimentología* *Micropaleontología* *Radiometría* *Sondeos* *Geoquímica*	3 3 3 3 3 3 2	2 1 2 2 3 3 1		*Bu-Craa* *1.600.000*		*Bu-Craa* *P_2O_5: 31%*		*Bu-Craa* *Prevista año 10*		
	2	Kuratau (Kazakstan URSS) Phosphoria E.E.U.U.	*En zonas semimóviles geosinclinales (Facies del mineral suele ser pseudo-oolítica con cemento mas o menos arcilloso y muy oscuro, frecuentemente acompañados de silexitas, y evaporitas)*	*Estratiformes*	*Kuratau* *Long. 120 Km* *Ancho 25 Km* *Phosphoria* *35-160 m de espesor*	*Frecuentemente en pseudo-oolitas*	*Apatito, Silexitas*										*Materia orgánica frecuente*			*Rocas pseudo-oolíticas negras frecuentes. Silexitas*		*Margenes geosinclinales cuencas restringidas facies de aguas someras costa.*			R R R R RE E RE	*Geología* *Fotogeología* *Sedimentología* *Micropaleontología* *Radiometría* *Sondeos* *Geoquímica*	3 3 3 3 3 3 2	2 1 2 2 3 3 1		*Phosphoria* *8.000.000*		*Kuratau* *P_2O_5: 23-29%* *Phosphoria* *P_2O_5: 32%*		*Florida* *4-5*		
C		*EN LOS FONDOS DE LOS MARES ACTUALES*																																	<5%
	1	Baja California E.E.U.U.	*Concentraciones ricas de fosforita ubicadas en las costas o cerca de ellas*	*Masas irregulares Placas*	*California 36.000 millas cuadradas*	*En nódulos irregulares*	*Colofano glauconita, NiO.*		*Oxidos de Fe. Oxidos de Mn.*				*Actual*	*Mares de cañones submarinos. Borde de plataforma hacia su declive*			*Materia carbonosa, diatomeas, radiolarios, espículas de esponjas.*		*Fluorapatita carbonática con Si apatina*					R R RE	*Geofísica* *Sonar* *Dragados*				*3.10^7*		*P_2O_5*	*29%*			
D		*GUANO Y MATERIALES DERIVADOS*																																	<5%
	1	Nauru	*Yacimientos procedentes de acumulaciones de excrementos de aves.*				*Colofanita*						*Pleistoceno*	*Islas o cerritos en zona de abrigo de la vida marina, en las islas de mar con arrecifes coralinos de aguas cálidas*											*Geoquímica*				*Indonesia 1000*		*Nauru 22-38%*			

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Fosfatos*

FIGURA 3.3.-34

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS											CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					
								FORMALES			MATERIALES						TEMP																
						Núm.					miner primaria		miner supergénica																				
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicos	dimensionales	distribucionales	paragenesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion. tecnolog	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona	OBSERVACIONES
1	CACERES		Zarza Mayor Cedavin V.de Alcántara Alburquerque Trujillo Montanchez Malpartida	Constanza	CACERES (España)	A	3	Filones NE-SO	Hasta 1 Km. de corrida Pot. de la 3m (Bocque/Hegas 25%)	Mesiva, zonares	Fosforita, cuarzo						Hercinica ?					Direcciones filón NE-SO	Incluido en granito					1		Constanza: 35 millones Tm.	15 a 40% P_2O_5	Entre 1968-1956 1.174.925 Tm.		Las explotaciones se abandonaron definitivamente en 1956
			Aldea Moret Aliseda Logrosán																				Calizas, pizarras y cuarcitas	Paleozoico										
2	S. DEL PALACIO (CORDOBA)		Belmez		CACERES (España)	A	3	Venas Bolsadas			Fosforita	Tuberculosa y concrecionada	Oxido Mn?				Hercinica ?				Tallos de encrinites		Incluido en calizas	Carbonífero				1					
3	S. DE PEÑAFLOR (SEVILLA)		P. de Infantes	Cerro del Santo		A		Filoniano									Hercinica ?							Silúriano				1			~30% P_2O_5			
4	S. ESPUÑA (MURCIA)		Alhama de Murcia		Kuribga (Marruecos)	B	1	Estratiforme	8 Km. de corrido 20 m. de Pot. medio	en granos de 0,3 a 0,5 mm	Apatito, glauconita, SiO_2 Va, Fe, F	Granuda	Limonita				Albense	Glauconia			Cidaris, Conulus, dientes de peces, Globigerinas		Calizas y margas muy glauconiosas	Albense			3		14 mill. Tm explotables 200 mill. Tm probables	14% P_2O_5			El mineral, aunque de arranque y tratamiento fácil, por ser fácilmente desagregable, carece de interés por su baja ley
5	HUELVA		Sondeo Palma del Condado Sondeo Rociana		Kuribga (Marruecos)	B	1	Estratiforme													Placosmilia Vidali		Margas arcillo-arenosas y calizas carenosas	Santoniense Eoceno ?	Lineo de costa mar Eoceno			3						
6	PIRINEOS				Karatau (U.R.S.S)	B	2	Estratiforme									Dinantiense						Pizarras negras	Dinantiense				1						
7	SAHARA ESPAÑOL	252 Km.^{2}	Bu-Craa Izic La Baadila Imesleguen	Bu-Craa	Karibga (Marruecos)	B	2	Estratiforme	Longitud: 24 Km. Ancho: 2,5-3 Km.	En pseudooolitos y oolitos	Apatito						Maestrichtiense-Paleoceno				Dientes de peces, coprolitos (Esqueletos de Mosasaurios)		Margas oolíticas y pseudooolíticas	Maestrichtiense-Paleoceno	Facies de borde			3		1.700.000.000 Tm.	31% P_2O_5			

1968. DELEGACIÓN SOVIÉTICA: Geotectonic distribution of sedimentary deposits in the URSS. N. Y. Proceeding of the Sefinar. United Nations.
1942. DIETZ, R. S.; EMERY, K. O., y SHEPARD, F. P.: Phosphorite Deposits on the Sea Floor of Southern California. «Geol. Soc. of America Bull.». Vol. 53. Washington.
1966. ENMINSA: Descubrimiento, cubicación y evaluación del yacimiento de fosfato de Bu Craa. Madrid.
1929. FALLOT, P.: Esquisse Géologique du Massif de la Sierra Espuña. «Bol. R. S. E. de Hist. Nat.». Vol. LXXIX. Madrid.
1968. FREAS, D. M.: Exploration for Florida Phosphate Deposit N. Y. Proceeding of the Seminar. United Nations.
1929. GOROSTIZAGA, J. de: Yacimientos de fosfato de Sierra Espuña. Gráficas Reunidas. Madrid.
1962. Inst. Geol. y Min. de España. Sección Investig. Mineras: Estudio de los criaderos de fosfato de la parte centro-oriental de la provincia de Cáceres. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de España», núm. 66. Madrid.
1968. MC. KELVEY, V. E.: Phosphate Deposits. N. Y. Proceedings of the Seminar. United Nations.
1962. PAQUET, J.: Les unitées superieures de la Sierra Espuña. «Bull. Soc. Géol. de France», 7.ª Se. Tomo IV, núm. 6. Paris.
1960. PEYRE, N. & Y.: Observaciones geológicas sobre Sierra Espuña. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de España», número 59. Madrid.
1970. RÍOS, J. M.: Yacimientos y criaderos de fosfatos y sus génesis. Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S. A. Madrid.
1967. ROONEY, T. P. y KERR, P. F.: Mineralogic Nature and origin of Phosphorite, Beaufort County, North Carolina. «Geol. Soc. of Am. Bull.», v. 18. Junio. Washington.
1952. SALVAN, H.: Phosphates. Géologie des gîtes mineraux marrocains. XIX Congr. Geol. Inst.
1968. SHELDON, R. P.: Paleolatitudinal and Paleogeographic Distribution of Phosphorite. Proceeding of the Seminar. United Nations.
1968. World tectonic distribution of economic sedimentary phosphate deposits. N. Y. Proceedings of the Seminar. United Nations.
1964. SLANSKY, M.: Sédimentologie et Recherche des Gisements Sedimentaires des Phosphates. Sedimentology and ore genesis. Elseveir Publidhing Co. Amsterdam.
1968. General rules for prospecting for sedimentary phosphates. N. Y. Proceedings of the Seminar. United Nations.
1960. STRAKHOV, M. N.: Climate and Phosphate Accumulation. «Geol. rudn mestorozohd», núm. 1. Moscú.
1964. THE BRITISH SULFUR CORPORATION LTD.: A World Survey of Phosphate Deposits de 10 Great Titchfield St., London W1.
1952. VISSE, L.: Génése des Gîtes Phosphatées du Sud-Est Algero Tunnissiens, Comt. Rend. 19e Con. Geol. Int. Argel.
1968. WARIN, O. N.: Theories on the genesis of marine phosphorites. N. Y. Proceedings of the Seminar. United Nations.
1968. Deposits of phosphate rocks in Oceania. N. Y. Proceeding of the Seminar. United Nations.
1968. WURZBURGER, V. S.: A survey of phosphate deposits in Israel. N. Y. Proceeding of the Seminar. United Nations.
1956. ZAVARITSKY, G.: Rocas magmáticas. Academia de Ciencias. Moscú.

3.3.8.2 Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

En relación con el cuadro 3.3-34 y el mapa relativo a fosfatos, se pueden hacer las siguientes consideraciones:

No existe ningún problema irresoluble relacionado con la definición de zonas y áreas.

En cuanto a los tipos, la única dificultad se refiere al yacimiento de S. de Peñaflor (Sevilla), del que se conocen muy pocos datos. Su tipo corresponde al A, pues es filoniano, pero no es posible encuadrarlo dentro de ninguno de los subtipos que se han adoptado en la tipología mundial.

Se describen a continuación algunos metalotectos específicos de los yacimientos españoles, que no se corresponden con los generales del tipo y que por su interés pueden resultar valiosos en la investigación.

En el yacimiento de Sierra de España, de morfología estratiforme, puede resultar fundamental saber que está encuadrado dentro de calizas y margas muy glauconíferas del albense, con el consiguiente cortejo de fauna que parece ser característica de este piso (cidaris, conulus, dientes de peces, globigerinas). No cabe duda que un estudio micropaleontológico profundo podría dar lugar a un conocimiento específico de las globigerínas, así como a la clasificación genérico-específica de otros foraminíferos, que condujesen, junto a un minucioso estudio sedimentológico, a afinar considerablemente dentro de la escala estratigráfica.

Otro caso análogo ocurre con los indicios hallados en los sondeos de la Palma del Condado y Rociana, en la provincia de Huelva. Todo parece indicar la semejanza de estos yacimientos con los del Sahara Español, tanto en lo que se refiere a su paleogeografía, facies de borde, línea de costa del antiguo mar eoceno, como en lo tocante a su estratigrafía y fósiles determinativos.

La profundidad de los estudios realizados en el Sahara hacen que se conozcan con gran detalle los fósiles determinativos del muro y del techo de las formaciones fosfatadas, siphotgerinoides y frondicularia phosphatica, respectivamente, datos que habría que tener muy presentes a la hora de una posible investigación de fosfatos en esta zona de Huelva, sin desdeñar, por supuesto, el carácter pseudooolítico y oolítico de las capas que contienen el fosfato.

En el capítulo referente a la importancia económica relativa a los criaderos y yacimientos de España, no existe la menor duda de que todo interés económico potencial queda anulado cuando se compara con los yacimientos estratiformes de nuestro Sahara. Sus 1.700.000.000 de Tn cubicadas, con un promedio de P_2O_5 del 31 por 100, son suficientes para justificar que no se reemprendiera la investigación y/o la explotación del resto de los yacimientos, salvo por condicionamientos de órden político, en cuyo caso la zona de Huelva podría experimentar un muy marcado interés.

Todo lo que se acaba de decir es válido cuando se trata de hacer una comparación minero-económica de los tipos a escala nacional y mundial.

Sólo el Sahara puede resistir a la hora de hacer estas comparaciones, por lo que se ha considerado innecesario incluir dentro del cuadro adjunto los otros yacimientos. (Véase cuadro al pie.)

La simple observación de este cuadro habla por sí sola de la extraordinaria importancia minero-económica de los yacimientos del Sahara Español:

Mil setecientos millones de toneladas, con 31 por 100 de P_2O_5 frente a 16,2 millones de toneladas con 26 por 100 de P_2O_5 de los de su tipo, en el resto del mundo.

TIPOS Y SUBTIPOS	INTERVALO DE CUBICACION DE LOS YACIMIENTOS EN 10^6 TONELADAS		INTERVALOS DE LEYES DE LOS YACIMIENTOS DE P_2O_5		INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL EN 10^6 TONELADAS		IMPORTANCIA ECONOMICA RELATIVA (RESERVAS)	
	Mundo — *Toneladas*	España — *Toneladas*	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*	Mundo — *Toneladas*	España — *Toneladas*	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*
B 2	16,2 (Kuribga)	1.700	26	31	14,5	—	30	> 90

3.3.9 HIERRO

3.3.9.1 Tipología mundial

Sobre los cuadros 3.3-35 y 36 es interesante hacer las siguientes observaciones:

— Existe una gran dificultad para establecer una tipología de yacimientos, dado la abundancia de hierro en la corteza terrestre. Por otra parte, la escasa diversidad de paragénesis dificulta la clasificación.

Con estas limitaciones se ha adoptado una clasificación basada en: morfología del yacimiento, mineralogía, tipo de roca asociada y ambiente geotectónico.

Dentro de los yacimientos estratiformes, existe cierta analogía entre los subtipos A1 y A2, por una parte y A3 y A4 por otra. Dado que las características físicas son parecidas, la diferencia se establece por el ambiente geotectónico, así como por la relación con rocas volcánicas del A2 y por el carácter hematítico del A4.

Estas analogías traen como consecuencia la dificultad de encajar determinados yacimientos en estos tipos.

Por otra parte, dentro de los subtipos A1 y A2, se podía diferenciar dos grandes grupos de yacimientos, que no han sido recogidos de forma clara en el cuadro 3.3-35. Los primeros están formados por la roca madre, que serán de baja ley en Fe, y los segundos, formados a partir de aquéllos por lixiviación de la Si O_2 o metamorfismo, formarán los de alta ley, que son los verdaderamente explotados dentro de los tipos A1 y A3.

Además de los tipos establecidos, existen otros varios, cuya importancia mundial es muy escasa y no justifica la creación de un nuevo tipo. Son las limonitas residuales, las hematites derivadas de las piritas o del hierro diseminado en rocas sedimentarias, las masas o filones aislados, etc. Sin embargo, a escala nacional podría ser interesante la creación de un nuevo tipo, si es que la importancia de este yacimiento así lo justificase.

— La investigación de los yacimientos de hierro se realiza fundamentalmente en base al conocimiento geológico de la zona y a la aplicación de métodos geofísicos.

El método geofísico más utilizado es el magnetométrico, tanto aerotransportado como terrestre. El primero se utiliza fundamentalmente en la prospección regional, mientras que el terrestre se aplica en las etapas de estimación y valoración:

Los restantes métodos geofísicos se utilizan mucho menos y en casos muy concretos.

La geoquímica no parece tener gran importancia en la exploración de yacimientos de hierro.

— Dado que el mercado mundial del mineral de hierro está sometido a influencias políticas y teniendo en cuenta su importancia económica, no se pueden establecer intervalos de leyes, cubicación y producción que sirvan de guía a la hora de pensar en la explotación de un yacimiento.

La política de abastecimiento a la siderurgia es una de las que más complicación ofrece para su estudio. Cada país busca soluciones distintas para su interés, estableciéndose de manera general la tendencia según la cual los países más desarrollados buscan materias primas en los subdesarrollados, manteniendo casi intactas sus propias reservas.

Otro punto que influye en la minería del hierro consiste en el aumento espectacular del consumo de acero, lo que debería traer consigo un régimen de demanda de mineral de hierro. Sin embargo, el descubrimiento de enormes yacimientos y la revolución en los transportes de mineral hace que su mercado presente un exceso de oferta que obliga a los explotadores a mejorar la calidad de sus concentrados.

La importancia económica de los distintos tipos se puede analizar en el cuadro adjunto:

TIPOS	Reservas mundiales — *Porcentaje*
Lago Superior (A 1)	55
Algoma (A 2)	6
Mineta (A 3)	18
Clinton (A 4)	2
Bilbao (B 1)	2
Magnitnaya (B 2)	3
Kiruna (B 3)	2
Taberg (B 4)	7
Lateríticos (C 1)	2
Restantes tipos	3

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1959. BATEMAN, A. M.: Economic Mineral Deposits.
1955. BILIBIN: Provinces métallogeniques et époques metallogenetiques.
1952. BLONDEL, F., y MARVIER, L.: Symposium sur les gisements de fer du monde.
1951. BLONDEL, F.: La clasification des gisements minéraux.
1963. ROUTHIER, P.: Les gisements métallifères.
1955. NACIONES UNIDAS: Estudio de los recursos en mineral de hierro del mundo.
1970. NACIONES UNIDAS: Survey of world iron ore resources.

3.3.9.2 Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

Sobre los cuadros 3.3-37 a 40 y el mapa que les corresponde, es interesante hacer las siguientes consideraciones:

— Para la clasificación de zonas metalíferas de mineral de hierro, se ha seguido un criterio predominante geográfico, teniendo en cuenta al mismo tiempo la existencia de características geológicas comunes.

Dichas zonas son: Cantábrica, Noroeste, Asturias, Suroeste, Béticas, Sub-béticas y Sistema Ibérico, que cubren prácticamente la totalidad de los puntos donde se conoce la presencia de esta sustancia en cantidades beneficiables.

Sus áreas, dentro de cada zona, pueden establecerse en general con relativa facilidad, salvo en el caso de las Béticas, donde resulta difícil por la gran dispersión de indicios y pequeños yacimientos.

Su clasificación en tipos, ajustándose a la tipología establecida a escala mundial, ofrece varias dificultades.

La primera es la frecuencia en una misma zona de varios tipos distintos. Al mismo tiempo se observa la abundancia de yacimientos de tipo filoniano, que aunque no tienen un interés económico grande, son numerosos. No se ha establecido para estos yacimientos un tipo en el estudio mundial, lo que ha obligado a abrir uno nuevo a escala nacional con el nombre "Criaderos Filonianos".

— Las características internas de las mineralizaciones de los tipos considerados a escala mundial se cumplen también con bastante exactitud en los yacimientos nacionales.

Lo mismo se verifica para los metalotectos.

— Los yacimientos de hierro en España son minerales de leyes relativamente bajas, hecho que está de acuerdo con las características específicas de los tipos mundiales a que pertenecen.

Esta baja ley obliga a plantear su aprovechamiento, pensando en una concentración posterior. Es a partir de aquí donde surgen los verdaderos problemas de estas menas.

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Hierro*

FIGURA 3.3.-35

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS TIPICOS										METODOLOGIA INVESTIGACION				CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS							
				FORMALES			MATERIALES						TEMP																							
				morfología	dimensión (en Km)	distribución de la mena	mineralogía primaria		mineralogía supergénica		GEOQUIMICA	ZONALIDAD	EDAD	Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf	Geométricos del medio	Geotectónicos	Nivel (R: Prosp Ieq E: Estimac	SISTEMATICA	Ind. rendto integr. (1>x>1)	Indice de coste (1>x>1)	CONDICIONAM. TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION		INTERVALOS DE LEYES		INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL		IMPORTANCIA ECONOMICA
							Paragenesis	Contenido	Paragénesis	Contenido																				Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	
A			ESTRATIFORMES																																	Reservas Mundiales 81%
	1	LAGO SUPERIOR Mesabi (USA) Marquette (USA) Cerro Bolívar (Venezuela) Minas Gerais (Br) Quebec (Canadá) Tarf Ijouraud (Mauritania)	Capas de hematites y magnetita, en cuarcitas ferruginosas de las series Precamorianas	Estratiformes	Long. centenas Km's; Potencia: 2 a 150 m; Cerro Bolívar 2 a 600 m		Hematites-magnetita-silicatos de Fe	Oolítica	Enriquecimiento en Fe, por Lixiviación (ó metamorfismo)			Precambriano						En relación con cuencas, rocas clásticas masivas, rocas volcánicas, rocas metamórficas	Precambriano			Plataformas Continentales	R E	Geología Geofísica Geología Geofísica Sondeos	3 2 3 3	1 2 1 1	Exceso de sílice	Zona Lago Superior en USA:	Sin tenores: 25 a 60 x 10⁶ Tm (Reservas); 1200 x 10⁶ Tm.	Mineral: 25-36% Fe pobre: 60% Silic. Mineral: 60-68% Fe rico		Mesabi (1965): (Lago en 1965) 37% Fe; 130 Mill. Ton Pellets: 64% Fe; 18.10⁶ Tm.		55% Reservas Mundiales
	2	ALGOMA Michipicoten (Canadá) Wabana (Terranova) Wagon Mound (USA)	Capas estrechas de Chert y óxidos de hierro con carbonatos, silicatos y sulfuros. Asociadas a rocas volcánicas, en zonas Precamorianas	Capas delgadas	Long = 1 a 10 Km; Potencia: Apto. explotación: mayor a 100 m.		Hematites, magnetita, silicatos y carbonatos de Fe	No oolítica	Enriquecimiento en Fe, por lixiviación Silíceas			Precambriano						En relación rocas volcánicas y metamórficas	Precambriano			Eugeosinclinal	R E	Geología Geofísica Geología Geofísica Sondeos	3 3 3 3	1 2 1 1	Mineral silíceo		Michipicoten: 3 a 6 x 10⁶ Tm (Reservas) 44.6 x 10⁶ Tm. (Recursos)	Michipicoten: 56% Fe - 11% Silic.		Michipicoten: (1966) 1886.10³ Tm		6% Reservas Mundiales
	3	MINETA Lorraine (Fr) Northamptonshire (Inglaterra) Luxemburgo	Menas oolíticas, de facies sedimentaria de poca profundidad	Capas	Long: 20 a 30 Km; Potencia: Apto explotación: mayor a 2 m; Profundidad: Apto explotación: hasta 300 metros		Carbonato de Fe, Chamosita y Aparito	Oolítica	Oxidos e hidroxidos de Fe			Variable Lorraine = Jurás. Northampton = Jurás.						En pizarras, arenicas y Pizarras carbonosas	Per. lo general Mesozoico	Ambiente de aguas poco profundas		Plataforma	R E	Geología Geofísica Geología Geofísica Sondeos	2 2 1 1	1 1 2 1	Mineral silíceo y con fósforo	Lorraine: 2000 x 10⁶ Tm (Reservas) Northampton: 1000 x 10⁶ Tm (Recursos)		Lorraine: 32% Fe - 11% Si O₂ - 0.8% P		Lorraine: 60 x 10⁶ Tm (1952) Northampton: 54 x 10⁶ Tm (1964)		18% Reservas Mundiales
	4	CLINTON Birmingham (USA) Wabana (Canadá)	Capas sedimentarias de facies neritica con textura oolítica. Hematíticas	Capas	Long: decenas de Km; Potencia: algunos mts.		Hematites-chamosita-siderita-Aparito	Oolítica	Oxidos e hidroxidos de Fe.			Cambriano-Devoniano						Pizarras carbonosas, rocas carbonatadas	Cambriano a Devoniano	Zonas neríticas		Mioceno/Inclinal	R E	Geología Geofísica Geología Geofísica Sondeos	2 2 1	1 1	Fosforoso	Birmingham: 54 x 10⁶ Tm (1955) 2000 x 10⁶ Tm (Recursos)		Birmingham: 25-36% Fe (Lorraine) Wabana: 30% Fe		Birmingham: 25-36% Fe (Lorraine) Wabana: 7 Hz 10⁶ Tm. (1966)		2% Reservas Mundiales
B			EN MASAS																																14%
	1	Bilbao Minas Vizcaya, Asturias, Marruecos, Workington (Inglaterra)	Masas irregulares en rocas carbonatadas	Masas irregulares	Longitud: < 4 Kms; Anchura = centenas de mts; Potencia: decenas de mts.		Siderosa: algo de pirita y blenda y galena. Ocasionalmente hematites.		Oxidos e hidroxidos de Fe (Importante)			Alpina						Flancos de anticlinal. Fallas longitudinales	En rocas carbonatadas	Variable: sin embargo existe cierta relación con niveles determinados		Mioceso inclinal	R E	Geología Geofísica (Metodos electricos) Sondeos	3 3 2	1 1 2 3	Las carbonatos necesitan una calcinación previa	> 5.10⁶ Tms.	> 1.10⁶ Tms.	Mineral primario = 35-39% Fe Minerales oxidados = 50 % Fe		> 300.000 Tms.	> 100.000 Tms.	2% Reservas Mundiales
	2	MAGNITNAYA Mount Magnitnaya (URSS) Marcona (Perú) Conrad, USA Cala, España	Masas irregulares en rocas carbonatadas, en relación con granitos (Pirometasomatismo)	Masas irregulares	Longitud: Algunos Kms; Espesor: algunos mts; Extensión en profundidad: muy variable		Magnetita, hematites y Sulfuros. Minerales de skarn	Masiva	Oxidos e hidroxidos de Fe		Sulfuros de Cu Minerales Skarn	Paleozoico						En rocas carbonatadas	Variable dentro del Paleozoico			Zonas plegadas - Eugeosinclinales	R E	Geología Geofísica (Aeromagnetometría) Geología Geofísica (Magnetometría) Sondeos	3 3 3 3	1 2 1 1 3	La presencia de sulfuros exige a una moderada flota	Magnitnaya: 129 . 10⁶ Tms. Marcona = 180 . 10⁶ Tms.		Magnitnaya: 43% Fe - 21.4 % Si O₂		Magnitnaya: 11.10⁶ Tm. (1966)		3% Reservas Mundiales
	3	[illegible] Suecia Los Ventos USA Cerro de Mercado Mexico	Masas de magnetita y martinsita hidrotermal, en relación con rocas ígneas ácidas e intermedias. (Yacimientos de segregación magmática o intrusiones ácidas)	Masas tabulares; irregulares; Skarn			Kiruna: 60-65% Fe - Ti = 0.3% - P = 0.5 a 2%					Precambriano						Rocas intermedias y ácidas (En Kiruna yacen antes al muro y pórfidos cuarcíferos al techo)	Precambriano			Escudos Precambricos	R E	Geología Geofísica (Aeromagnetometría) Geología Geofísica (Magnetometría) Sondeos	3 3 3 3	1 2 1 1 3	Fosforosas	Kiruna: 2.460 . 10⁶ Tm. de reservas		Kiruna: 60-65% Fe - Ti = 0.3% - P = 0.5 a 2%		Kiruna: 20.10⁶ Tm. (1966)		2% Reservas Mundiales

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Hierro*

FIGURA 3.3.-36

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS TIPICOS										METODOLOGIA INVESTIGACION				CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS							
				FORMALES			MATERIALES					TEMP.																						
				morfología	dimensión (en)	distribución de la mena	mineralogía primaria		mineralogía supergénica		GEOQUIMICA	ZONALIDAD	EDAD	Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	Nivel (R= Prosp. Neq E= Estimac.	SISTEMATICA	ind. rendta integr. (1>2>3)	índice de coste (1>2>3)	CONDICIONAM. TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION		INTERVALOS DE LEYES		INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL		IMPORTANCIA ECONOMICA
							Paragénesis	Contextura	Paragénesis	Contextura																				Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	
B	4	TABERG Taberg (Suecia) Lago Allard (USA) Selvag (Noruega)	Masas de magnetita titanífera, sin fósforo, en relación con rocas básicas	Masas tabulares ó lenticulares	Algunas Kms.	Masiva ó diseminada	Magnetita, ilmenita, olivino, poco apatito		Oxidos e hidroxiales de Fe				Precambriano						Noritas y gabros	Precambriano			Etapa de desarrollo primitiva	R E.	Geología Geofísica (aeromagnetometría) Geología Geofísica Sondeos	3 3 3 3	2 1 1 3	contiene titanio	Taberg = 150.10⁶ Tms. de Reservas		Taberg = 32% Fe TiO_2 = 6-7 %				7% Reservas Mundiales
C		RESIDUALES																															2%
	1	LATERITAS Mayarí (Cuba) Conakry (Guinea F.) Larymna, Kastoria (Grecia) Murdinia (Filipinas)	Acumulación residual (formada en condiciones tropicales con un contenido en oxides de Fe suficiente para ser considerado mena de hierro)	Masas informes	n. 100 Km² potencia - decenas de m	Masivas	Oxidos de Fe - Alumina silice						Terciario á actual							Terciario á actual				R E	Geomorfología Paleoclimatología Geofísica (Metodos electricos) Estudio del substratum	3 3	1 2					Conakry = 52% Fe 2,5% SiO_2 - 9,8% Al_2O_3			Conakry = 46.10⁶ Tms (1.965)	2% Reservas Mundiales

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *HIERRO*

Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metalíferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento tipico mundial	Núm. tipo	Núm. subtipo	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION	
1	*CANTABRICA*		*BILBAO*	*Bilbao, Somorrostro, Sopuerta, Dicido*	*BILBAO*	*B*	*1*	ZONAS METALIFERAS	FORMALES
				Galdames					
				El Hayo - Cavarga					
			SANTANDER	*Villaescusa, Penagos*		*B*	*1*		
				Solmas de Leniz, Irún	*FILONIANO*	*D*	*1*		MATERIALES (primer. primaria)
2	*NOROESTE*		*ARCO SILURIANO OCCIDENTAL*	*Vivero, Gallo, Vizmanda, Froya*	*MINETA*	*A*	*3*		
			INCIO	*Incla, Cestoso*					
			ARCO SILURIANO ORIENTAL	*Ribadeo, Parga, Villaboa, Fonsagrada, S. Pedro del Río*					
			"PONFERRADA	*Cator Wagner y Vivaldi Artaza*	*S. Fernando*				MATERIALES (primer. supergénica)
3	*ASTURIAS*		*"SOMIEDO*	*M. Santa Rita*	*BILBAO*	*B*	*1*		
			ARCO DEVONIANO	*Llumeres, Quirós, Luna*	*MINETA*	*A*	*3*		
			SIERRA DE CUERA	*Llanes, Covadonga*	*BILBAO*	*B*	*1*		

Masas	*Capas*	*Masas*	*Capas*	*Filones*	*Masiva*	*Masas*	*Filones*	*Masas*
	Long. = ? Kms. Pot. = 2-3 mts.		*Longitud = n x 10 Kms. Potencia = hasta 25 metros*	*Pot. = pocos mts.*		*Long. < 5 Km. Port. = n x 10 mts. Anch. = n x 100 mts.*	*Pot. < 5 mts.*	*Long. < 5 Kms. Port. = n x 10 mts. Anch. = n x 100 mts.*
Masiva	*Masiva*	*Masiva*	*Masiva*	*Masiva*	*Masiva*	*Masiva*		
Siderita	*Hematites, apatito*	*Hematitas y magnetita*	*Siderita, hematites, magnetitos, silicatos de Fe, apatito*	*Oxidos, Siderita, sulfatos de Cu, Zn, Pb*	*Oxidos de Fe*	*Siderita, hematitas (ocasional) Escasa pirita, blenda y galena. Ocasionalmente Fluorina.*		
	Oolítica		*Oolítica*					
Oxidos	*Oxidos e hidroxidos*	*Oxidos e hidroxidos*	*Oxidos e hidróxidos de Fe*	*Oxidos de Fe, Carbonatos de Cu*	*Oxidos de Fe*	*Oxidos e hidroxidos de Fe*		
Alpina	*Devoniana*	*Alpina*	*Paleozoicos*	*Alpina*	*Alpina*	*Alpina*		
				Sulfuros de Cu, Pb, Zn		*Existencia de sulfuros de Pb, Zn.*		
			Sinclinales	*Fallas de dirección NO-SE*		*Flancos de anticlinal Fracturas longitudinales*		
Calizas	*Areniscas, pizarras, calizas*	*Calizas*	*Pizarras, pizarras silíceas, cuarzitas*	*Pizarras, Calizas, margas*		*Calizas*		
Carbonifero	*Devoniano*	*Carbonifero*	*Paleozoico*	*Cretáceo*		*Albense*	*Aptense*	
	Ambiente poco profundo		*Ambiente poco profundo*					
						Miogeosinclinal del dominio alpino		
Cu	*Cu*	*Cu*	*Cu*		*Cu*			
	Dificultad para eliminar sílice coloidal y fósforo	*Autofundente*	*Es necesario desfosforar los minerales*			*Es necesario calcinar los carbonatos no alcanzando leyes altas. Buen comportamiento siderurgico*		
		Reservas 2 x 10⁶ Tn	*Reservas = hasta 40 x 10⁶ Tn. Recursos = hasta 300 x 10⁶ Tn.*	*Sin importancia*	*Orconera: 4 x 10⁶ Tn.*	*De 1 x 10⁴ a 5 x 10⁶ Tn.*		
	Fe = 40 % Fe Si O2 = 14 - 18 % P = 0,4 - 0,6 %	*53 % Fe 7,3 % Ca O 4,47 % Mg O*	*Fe = 35 - 55 % P = 0,6 - 1,5 %*	*Fe = 36 %*		*Mineral Primario = 35-38 % Fe Mineral oxidado = 50 % Fe*		
		65 x 10³ Tn. (1969)	*1969 = 878 . 10³ Tn.*		*1969 = 302 x 10³ Tn.*	*1967 - 1.385.000 1968 - 1.559.000 1969 - 1.487.000*		
	1 % Producción Nacional (1969)		*13 % Producción Nacional (1.969* *9 % Reservas Nacionales (Los menores recursos del país)*	*28 % Producción Nacional (1.969)*		*23 % Reservas Nacionales*		

CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS	METALOTECTOS ESPECIFICOS
	físicos
	mineralógicos
	geoquímicos
	biológicos
	estructurales
	litológicos
	estratigráficos
	sediment. paleográficos
	geométricos
	geotectónicos
Rendimiento global investigacion	
Condicion. tecnolóG	
Intervalos cubicación yacimiento	
Intervalos leyes yacimiento	
Intervalos de producción anual yacimiento	
Importancia econ. relativa del área y zona	

OBSERVACIONES

FIGURA 3.3.-37

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *HIERRO*

FIGURA 3.3.-38

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS										CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS				
						Núm.		FORMALES			MATERIALES						TEMP																
											miner. primario		miner. supergénico																				
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas & actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion. tecnolog	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona	OBSERVACIONES
4	SUROESTE		*SANTA OLALLA	Colla El Real de la Jara	MAGNITNAYA	B	2	Mesas	Longitud = 1-2 Kms	Masivo	Magnetita, Hematites, Sulfuros de Cu. Minerales de Stern		Oxidos e hidróxidos de Fe				Paleozoico					Contacto de Calizas y granitos	Calizas y rocas ígneas	Paleozoico				3	Es necesario elaborar el S y C.V.	El Pedroso Tajo Filo: Colla= 342.10⁶ Tm Reservas 70 x 10⁶ Tm Recurs.	Fe=40-42% S=1% Circasa P₂O₅=0,25	Mina Colla = 280.10³ S. Guillermo = 60.10³ } Total = 850.10³ Tm (1969)	4% Producción Nacional (1963)	
		✓	EL PEDROSO	El Pedroso							Magnetita, Hematites Radioactivos						Contiene elementos radioactivos	Contiene Sulfuros de Cu															
			*JEREZ DE LOS CABALLEROS	S. Guillermo Burguillos del Cerro																									S. Guillermo Filo:	S. Guillermo = 50 % Fe			
			OLIVENZA	M. Terc																									Olivenza Filo:	Terc = 30 %			
5	BETICAS		*S. RONDA	M. Perioncillo	MAGNITNAYA	B	2	Masas	n x 100 mts	Masiva	Magnetita, pirrotina, minerales de Stern		Oxidos e hidróxidos de Fe				Paleozoico						Calizas y rocas básicas	Cambrico-Paleozoico				3		7 x 10⁶ Tm. 2,5% Reservas Mena.	Fe ≈ 50 %	50 x 10³ Tns. (1969)		
			SIERRA DE LAS ESTANCIAS	Foro Iglesias	FILONIANO	D	1	Filones	400-500 mts longitud 2,3 mts Potencia	Masivo	Hematites		Hidroxidos de Fe				Alpina						Fracturas E-O	Pizarras	Paleozoico			1-2		50-100-10³ Tm			4% Producción Nacional (1963) Reservas >2,5 % R. Nacionales Producción (1969) > 30 % Producción Nacional
			S. DE TERCIA	M. El Alrededor	BILBAO	B	1	Masas		Masivo	Hematites		Limonita				Alpina						Calizas, Filitas	mies meso/ Sup e inf.				1-2		50-100.10³			
			S. ESPUÑA	Alhamo de Murcia	BILBAO	B	1	Masas	≈ 500 Long. 10 de esp.	Masivo	Hematites y siderita		Ocres				Alpina						Caliza	Trias mesf. Sup				1-2		50-100.10³			
			*MARQUESADO	Marquesado Alquife	BILBAO	B	1	Masas	n Kms.	Masivo	Hematites y oligisto		Oxidos e hidroxidos de Fe				Alpina						Calizas Micheuegrauw	Trias				1-2		n x 10 x 10⁶ Tm 25% Tenor Fe	Fe = 57% Mn = 0,2% Si o₂ = 4 %	(1969) 2.105 10³ Tm		
			S. LUJAR	El Conjuro	BILBAO	B	1	Masas	n x 100 mts	Masivo	Hematites Siderita		Oxidos e hidroxidos de Fe				Alpina					Fracturas E-O y N-O	Calizas, mármoles	Trias			1-2		Escaso				
			S. NEVADA - S. FILABRES	Gergal Finona	FILONIANO	D	1	Filones	Long < 3 Kms. Pot = hasta 10 mts	Masivo	Hematites oligisto sulfuro Cu		Oxidos e hidroxidos de Fe				Alpina		Sulfuros de Cu.			Fracturas N-S	Calizas, mármoles	Trias			1-2		50-100.10³	Fe 50-55 % Mn = 2-3 % Si o₂ = 1-2 %			
				Seren Lubrin Bedar Beires	BILBAO	B	1	Mesas	Long < 3 Kms. Pot = hasta 10 mts	Masivo	Siderita		Oxidos de Fe				Alpina						Calizas marmoreas	Trias				1-2		50-100.10³	Fe 45 % Mn = 2-3 %			

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *HIERRO*

FIGURA 3.3.-39

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION											METALOTECTOS ESPECIFICOS										Rendimiento global investigacion	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm		FORMALES			MATERIALES						TEMP																	
											miner. primaria		miner. supergénica																					
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has.)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicos	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentol paleogr.	geométricos	geotectónicos		Condicion. tecnológ	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona	
5	BETICAS (continuacion)	X	S.DE CARRASCOY	Los Almagros	BILBAO	B	1	Masas		Masas	Siderita		Oxidos e hidroxidos de Fe				Alpina						Marmoles, calizas	Trias							Fe = 35-40 %	Producción total 100·10⁶Tn		
		X	S.ENMEDIO	M. Daniel	BILBAO	B	1	Masas		Masivo	Siderita		Oxidos e hidroxidos de Fe				Alpina						Calizas y filitas	Trias							Fe = 45-55 %			
				M. Santa Isabel	MAGNITNAYA	B	2	Masas		Masivo	Hematites Sulfuro de Cu		Oxidos e hidroxidos de Fe				Alpina		Sulfuro de cobre				Calizas, dialbasas	Trias						Contiene cobre		Fe = 45-55 %	Producción total 2·10⁶ Tm.		
		X	S. BAZA	Las Pilelas Charches	BILBAO	B	1	Masas	Pot = 5 mts	Masivo	Hematites Oligisto Siderita		Oxidos e hidroxidos de Fe				Alpina						Calizas de la Hiscuniana	Trias							Fe = 48-60 %			
				M. Tasorera	FILONIANO	D	1	Filones	4-5 m Pot.	Masivo	Hematites Sulf. Cu, Zn, Pb, Co, Bi, Sb		Oxidos e hidroxidos de Fe				Alpina		Cu, Cu, Ni, Mn, Sb			Filones Ni-Co-E	Micacitas	Paleozoico							Fe = 28 % Sb < 5 %			
		X	S. ALHAMILLA y S. CABRERA	Pechina Turrilla Lucainena Carboneras	BILBAO	B	1	Masas	4-5 m Pot.	Masivo	Siderita mixtas Sulfuros de Cu, Pb, Ag, Sb, Zn		Oxidos e hidroxidos de hierro				Alpina		Contiene Sb, Ag, Pb, Zn			En relación con anticlinal	Calizas	Trias					1-2	Contiene cobre		Fe = 36-50 %			
			S.ALMAGRERA	Herrerias	BILBAO	B	1	Masas		Masivo	Siderita Sulfuros de Cu		Oxidos e hidroxidos de Fe				Alpina		Contiene Cu			Contacto calizas rocas volcánicas	Calizas-lavas volcánicas	Trias						Valor orden de 1-2 Mill $		Fe = 36-50 %	En todo su distrito se explotaron hasta 1968 18.500.000 Tn		
		X	S. ALMAGRO	Tres Pacos	MAGNITNAYA	B	2	Masas		Masivo	Hematites Magnetita Pirita		Oxidos e hidroxidos de Fe				Alpina					Anticlinal rama Sur	Calizas dialbasas	Trias						Hay que eliminar el S		Fe = 55-60 %	Producción hasta 1968 18.500.000 Tn		
			S. DEL AGUILON	Pilar de Jaraiz	BILBAO	B	1	Masas y filones	Pot. 40 cm - 200 mts.	Masivo	Hematites Sulfuros de Pb, Ag		Oxidos e hidroxidos de Fe				Alpina		Contiene Sulf. Pb y Mn				Calizas pizarras	Trias-Paleozoico						Se explota actualmente por Pb		Fe = 45-51 % Mn: 3-4 % Pb = 2 %	Producción hasta 1968 235.491 Tn		
		X	S. ALMENARA	Putias Felix	BILBAO	B	1	Masas	Long = 2 Km Pot = 40-45 m	Masivo	Hematites		Oxidos e hidroxidos de Fe				Alpina		Mineralización Mn	Mineralización Mn		Ramas de anticlinal. Fallas	Calizas marmoreas	Trias						Contiene Mn	Contiene Mn	Fe = 36-45 % Mn = 2-3 %			
				Merata	BILBAO	B	1	Masas		Masivo	Siderita		Oxidos e hidroxidos de Fe				Alpina					Ramas de anticlinal. Fallas	Calizas marmoreas	Trias										

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: HIERRO

FIGURA 3.3.-40

ZONAS METALIFERAS							CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION									METALOTECTOS ESPECIFICOS										Rendimiento global investigación	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm	FORMALES			MATERIALES					TEMP																	
										miner. primaria		miner supergénico																				
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo / subtipo	morfológicos	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleográficos	geométricos	geotectónicos		Condicion. tecnolog	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del área y zona	
6	SUBETICAS		*CEHEGIN	N. El Coloso N Soledad	TABERG	B 4	Masas	Longitud 200 mts-Potencia		Magnetita Hematites Pirrotinas		Oxidos e hidroxidos de Fe				Alpina						Calizas Dolomías Básicas					2	Gran muestreo Ferias	100-300 x 10^3 Reservas totales 140 Tm	Fe = 50-60%			
			CORDOBA-JAEN	Torredelcampo Lamoranos Luque Garciez Villargordo	BILBAO	B 1	Estratiformes			Hematites, Magnetita		Oxidos				Alpina						Calizas, margas, ofitas	Trias				1	Sin importancia para siderurgia		F = 50-65 %		Sin interés siderúrgico	
			SEVILLA	El Rubio Casariche	BILBAO	B 1																										
			S. LOJA	Salinas Riofrio	BILBAO	B 1																					1-2					
7	SISTEMA IBERICO		*S. MENERA	Ojos Negros Setiles El Pobo	BILBAO	B 1	Estratiformes	a Kilom.		Siderita cloritas hematites		Oxidos e hidroxidos de Fe				Silurianos						Calizas dolomías margas pizarras	Silúricos	Ambiente marino pizarroso				El mineral es muy friable				
			*S. ALBARRACIN	Bezas Albarracín	BILBAO	B 1	Masas			Siderita y hematites		Oxidos e hidroxidos de Fe				Alpina					Fr. Hettangiense Lias Calizas	Calizas	Trias									
			*ATAPUERCA	Atapuerca	BILBAO	B 1	Masivo	Pot. 20 mts.		Hematites, siderita		Oxidos e hidroxidos de Fe				Alpina						Dolomías y carniolas	Trias-Lias									
			MEDINACELI	Medinaceli Arcos de Jalón	RESIDUAL	C 1	Masas			Hematites		Oxidos e hidroxidos de Fe															1-2	Gasóleo Mn					
			*MONCAYO	Tierga	BILBAO	B 1	Masa			Hematites		Oxidos e hidroxidos de Fe				Alpina						Pizarras Areniscas Carniolas	Silúricos									
				Olvega Borobia	FILONIANO		Filones	Capas		Oligisto hematites		Oxidos e hidroxidos de Fe				Alpina						Pizarras Areniscas Carniolas	Silúricos									
			S. DEMANDA	Ezcaray	BILBAO	B 1	Filones	Capas		Siderita		Oxidos e hidroxidos de Fe				Paleozoica						Pizarras Areniscas	Paleozoico									
				Monterubio	FILONIANO	D 1				hematites						Alpina					Frente cabalgamiento E-O		Pizarras Areniscas Trias										
			EL MAESTRAZGO	Torre Embasora	BILBAO	B 1	Masas			Hematites		Oxidos e hidroxidos de Fe				Alpina						Calizas	Trias									
			S. ESPADAN	Artana	BILBAO	B 1				Siderita																						

Producción Nacional (1969) 9 %

12,5 % Reservas Nacionales

Atcndiendo a la producción de mineral vendible, en el año 1969, así como teniendo en cuenta las reservas de cada área, se puede establecer el siguiente cuadro:

ZONAS Y AREAS	ESPAÑA		TIPOS
	Producción — *Porcentaje*	Reservas — *Porcentaje*	
CANTABRICA			
Bilbao	28	20	Bilbao (B 1)
Santander			
Alava	—	—	Filoniano
NOROESTE			
Occidental	—	—	Mineta (A 3)
Incio	—	—	Mineta (A 3)
Oriental	13	22	Mineta (A 3)
ASTURIAS			
Somiedo	1	(a)	Bilbao (B 1)
Devoniana	—	—	Mineta (A 3)
Oriental	(b)	—	Bilbao (B 1)
SUROESTE			
Santa Olalla	4	16	Magnitnaya (B 2)
Badajoz			Magnitnaya (B 2)
El Pedroso	—	—	Magnitnaya (B 2)
BETICAS			
Marbella	(b)	2,5	Magnitnaya (B 2)
Montes de Loja	—	—	—
S. Estancias	—	—	Filonianos
S. Tercia	—	—	Bilbao (B 1)
S. Espuña	—	—	—
S. Nevada (Septentrional)	30	25	Bilbao (B 1)
S. Nevada (Meridional)	—	—	Bilbao (A 1)
S. Nevada	—	—	Bilbao (B 1)-Filoniano
S. Filabres	—	—	Bilbao (B 1)-Filoniano
S. Enmedio	—	—	Bilbao (B 1)-Magnityana (B 2)
S. Baza	—	—	Bilbao (B 1)-Filoniano
S. Alhamilla	—	—	Bilbao
S. Almagrera	—	—	—
S. Almagro	—	—	Magnitnaya (B 2)
S. Aguilón	—	—	Bilbao (B 1)
S. Almenara (Norte)	—	—	Bilbao (B 1)
S. Almenara (Sur)	—	—	Bilbao (B 1)
S. Carrasco	—	—	Bilbao (B 1)
SUB-BETICAS			
Cehegín	—	—	Taberg (B 4)-Magnitnaya (B 2)
Córdoba-Jaén	—	—	Bilbao (B 1)
Sevilla	—	—	Bilbao (B 1)
SIST. IBERICO			
S. Menera	9	10	—
Albarracín	—	—	Bilbao (B 1)
Orihuela-Tremedal	—	—	Mineta (A 3)
Medinaceli	—	—	Residual (C 1)
Moncayo	(b)	(a)	Bilbao (B 1)
S. Demanda	—	—	Bilbao (B 1)-Filoniano
Maestrazgo	—	—	Bilbao (B 1)
S. Espadán	—	—	Bilbao (B 1)

NOTA. — ≤ b = 15 por 100
≤ a = 2,5 por 100

La comparación de los yacimientos españoles se refleja en el cuadro. (Véase cuadro inmediato en la página siguiente.)

En los yacimientos sin clasificar se hace especial mención de los filonianos, que en España son relativamente abundantes.

Las leyes de los yacimientos del tipo B1 se refieren a las zonas sometidas a la acción de la meteorización, con el consiguiente enriquecimiento. En el cuadro se puede observar la disparidad existente entre el porcentaje que en el total de las reservas representan los distintos tipos para España y para el mundo. Se observa que no existen en España yacimientos de los tipos A1 y A2, que son los que contienen las mayores reservas del mundo. Por su parte, las reservas españolas del tipo B1, que significan el 45 por 100 del total, a escala mundial, representan únicamente el 2 por 100.

Los yacimientos del tipo A3 (Mineta), que representan el 32 por 100 de las reservas totales, son quizá las que ofrecen un porvenir mejor en cuanto a existencia de reservas, pero siempre con el inconveniente de su contenido en fósforos. Las zonas del noroeste son las que encierran los mayores recursos de España y sus yacimientos son del tipo A3.

En segundo lugar, se pueden considerar como zonas de interés la del Suroeste y Bética, en las que se sitúan los yacimientos de Cala y Marquesado.

Por último, es de destacar el conjunto de los Montes Ibéricos, en los que se encuentran más del 9 por 100 de las reservas españolas, y en los que el carácter sedimentario de la mineralización hace que se puedan prever unas reservas grandes.

3.3.10 HULLA

3.3.10.1 Tipología mundial

Sobre el cuadro 3.3-41 cabe hacer las siguientes consideraciones:

— La exclusiva designación de la hulla de entre todos los carbones como sustancia prioritaria, en los estudios que sobre economía y mercados se han realizado dentro del Programa Nacional de Investigación Minera, ha originado ciertas dificultades a la hora de proceder a los trabajos de establecimiento tipológico de los yacimientos mundiales que, al igual que para las demás sustancias consideradas también como prioritarias, son objeto del presente capítulo 3.3.

Sabido es que las hullas, en todas sus clases, no son sino estados diferentes del carbón que corresponden a procesos de carbonización más o menos incompletos. Por ello, resulta en ocasiones sumamente azaroso clasificar en tipos distintos cuencas de carbón y, más aún, áreas de una misma cuenca, por el mero hecho de que sus capas presenten unos contenidos diferentes en materias volátiles; diferencias que en muchos casos se producen de manera lenta y gradual.

La separación de los yacimientos de lignito de los de hulla y antracita no presenta generalmente graves dificultades; pero la de estas dos últimas clases de carbón resulta muy poco conveniente, toda vez que son muchas las cuencas que muestran tránsitos paulatinos de unas clases a otras, originados por la acción selectiva de presiones y temperaturas a lo largo de aquéllas, tanto en sentido vertical como lateral.

Por esta razón, los cuadros que se presentan se refieren a las cuencas de hulla y antracita indistintamente, aun-

TIPOS Y SUBTIPOS	INTERVALOS DE CUBICACION DE LOS YACIMIENTOS EN Fe		INTERVALOS DE LEYES DE LOS YACIMIENTOS DE Fe		INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL		IMPORTANCIA ECONOMICA RELATIVA (RESERVAS)	
	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*	Mundo — *Toneladas*	España — *Toneladas*	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*
A 3	$n \cdot 10^9$	$n \cdot 10^9$	32 - 55	35 - 55	$n \cdot 10^7 - n \cdot 10^7$	$n \cdot 10^3 - n \cdot 10^5$	18	32
A 3	$n \cdot 10^8$	$n \cdot 10^8$						
B 1	$n \cdot 10^5 - n \cdot 10^7$	$n \cdot 10^5 - n \cdot 10^7$	35 - 50	35 - 50	$n \cdot 10^5 - n \cdot 10^6$	$n \cdot 10^5 - n \cdot 10^6$	2	45
B 2	$n \cdot 10^6 - n \cdot 10^8$	$n \cdot 10^5 - n \cdot 10^7$	45 - 55	45 - 55	$n \cdot 10^5 - n \cdot 10^6$	$n \cdot 10^5$	3	18,5
B 4	$n \cdot 10^6 - n \cdot 10^8$	$n \cdot 10^4 - n \cdot 10^5$	30 - 50	30 - 50	—	No produce	7	1
C 1	$n \cdot 10^4 - n \cdot 10^8$	Muy pequeños	—	—	—	No produce	2	Despreciable
Yacimientos sin clasificar.....	—	—	—	—	—	—	3	3,5

que, como es natural, figuran detalladas en cada caso los diversos carbones que cada una de ellas encierra.

Por otra parte, se debe señalar que estando dirigido el establecimiento de la tipología mundial de los yacimientos hulleros al encuadre de los nuestros propios, el estudio de recopilación y síntesis de las numerosas cuencas que existen repartidas por todo el mundo, se ha simplificado bastante al desechar "a priori" aquéllas, cuyas características estratigráficas no encuentran paralelo con las de los carbones españoles.

Esta abstracción, que para otras sustancias podría parecer muy peligrosa, se cree que para las hullas es admisible, porque siendo este combustible una sustancia investigada en España desde tiempos remotos, dando con ello lugar al descubrimiento de infinidad de indicios, nunca se han encontrado trazas interesantes de hulla o antracita que no aparezcan encajadas en formaciones del sistema carbonífero, pese a que en el conjunto mundial, las reservas de carbones de esta edad suponen tan sólo un 20 por 100 del total.

En la labor de análisis y síntesis, ha sido necesario, como bien puede suponerse, recurrir a diversas publicaciones y estudios de distintos países, que no siempre presentan resultados comparables o que, cuando lo hacen, responden a planteamientos diferentes. Todo esto se acusa especialmente en las cubicaciones de las reservas que figuran para muchas cuencas y que, según los casos, se han realizado considerando distintos espesores mínimos de capas y distintas profundidades máximas.

Además, ocurre que la fiabilidad de estos cálculos puede diferir también por otras razones, de unos casos a otros, ya que no son siempre iguales los grados del conocimiento adquirido en cada yacimiento, ni los intereses políticos e industriales de los países productores, que condicionan la estimación de la utilidad inmediata de algunas de las sustancias minerales que poseen.

Así, Matveev (1960) hace notar que los diversos cálculos de reservas del carbón mundial, que se han publicado en épocas sucesivas, han perseguido finalidades diferentes, como, por ejemplo, establecer la totalidad de los recursos energéticos del globo, o conocer las reservas cuya valoración pudiera considerarse interesante en un momento dado; y continúa señalando que en cada ocasión se han ajustado aquéllos de modo especial, no reflejando, por tanto, su cantidad total en el mundo, ni siendo comparables unos y otros cálculos entre sí.

La elección de los criterios para el establecimiento de los distintos tipos de yacimientos hulleros en el mundo, se ha basado en el deseo de conseguir una diferenciación clara de los mismos por sus características, referentes tanto a la cantidad y disposición primitiva de sus capas de carbón dentro de las series productivas, como a las modificaciones que dicha disposición ha sufrido posteriormente por los plegamientos orogénicos que las han afectado.

Bien es verdad que las grandes cuencas, que cubren unas extensiones considerables y reflejan una historia sedimentaria muy dilatada, muestran unas variaciones estratigráficas y estructurales a veces importantes, que resultan prácticamente imposibles de tipificar, por cuando que no son fenómenos que afectan a la generalidad de un determinado grupo de yacimientos. Por ello, no se han considerado en la tipología sino las características predominantes de sus series hulleras, que responden a un origen y a una posterior evolución tectónica comunes a todo el yacimiento.

Sentados los factores condicionantes que se acaban de exponer, el estudio tipológico ha desembocado en la fijación de dos grandes grupos de cuencas carboníferas —parálicas y límnicas—, divididos en 7 tipos y subtipos, atendiendo principalmente a criterios sedimentológicos y estructurales, que reflejan unas características geotectónicas y paleogeográficas peculiares en la formación de cada cuenca y su posterior evolución tectónica.

Las cuencas del grupo parálico encierran mayor número de capas y más continuas que las del grupo límnico, que, por el contrario, son generalmente bastante más potentes e irregulares.

A su vez, los yacimientos del tipo IA son relativamente menos ricos en carbón que los del tipo IB, puesto que, en general, las capas se agrupan dentro de los tramos preferentemente continentales, más abundantes en el segundo tipo citado, aunque no debe descartarse la posibilidad de que existan capas de carbón constituidas en ambiente marino.

En cuanto a los subtipos calciparálicos, el IA3 —cuencas de plataforma— encierra unas series estratigráficas menos potentes que las de los subtipos IA1 y IA2, dada la mayor rigidez de las plataformas que impide un decidido juego del mecanismo subsidente. Pueden incluir una proporción de carbón similar a la de los otros subtipos y generalmente se hallan muy poco plegadas.

Los IA1 y IA2 se diferencian fundamentalmente por el

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *CARBON (Lignito excluido)*

FIGURA 3.3.-41

GRUPO	TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación País	DESCRIPCION TIPICA	EXTENSION DE LA CUENCA: superficie total reconocida Km²	EXTENSION DE LA CUENCA: superficie aflorante (% de la sup total)	NATURALEZA Y DISTRIBUCION DEL CARBON DENTRO DEL YACIMIENTO: Clase del carbón MV= mater. volátil	ZONALIDAD	Nº de capas explotables	potencia acumulada de las capas explotables	espesor de la serie productiva	pot. media (min-max) de las capas explotables	grado de regularidad estratigráfica del yacimiento (I, II, III)	CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL YACIMIENTO: Geotectónicas	Estratigráficas (edad de la ser. prod)	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Litológicas	Paleontológic.	Estructurales	Minerales y rocas asociados al yacimiento	METODOLOGIA INVESTIGACION: Nivel R=Prosp. Reg E=Estimac	SISTEMATICA	ind. rendto. integr. 3 > 2 > 1	índice de coste 3 > 2 > 1	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS: CONDICIONAM. TECNOLOGICOS	cubicación (1Mt = 1.000.000 Tm)	clases de carbón % sobre el total cubicado	producción anual Tm.	grado de explotación del yacimiento	Importancia económica: % sobre total reservas de Hul-Ant del Carbonífero
I	PARÁLICOS			Cuencas formadas en la proximidad del mar, el cual las invadió en sucesivas ocasiones. Capas de Carbón en general numerosas, poco potentes y continuas																	R-E	Geología hullera	3	1							Grupo 86,4
																					R-E	Sondeos	3	3							
																					R-E	Geofísica	1	2							
	A	CALCIPARÁLICOS		Cuencas en las que la sedimentación marina reviste gran importancia, pudiendo representar más del 50% de la serie productiva. Frecuentes intercalaciones calizas con fauna marina																					Calizas elevadas de 10 a 35 % Aguire elevado de 1,5 a 6 %	240.600 Mt (hasta profundidad de 1.800 m.)	clases de carbón % sobre el total cubicado: Lignitos ~ 10 % Hulla ~ 70 % Antracita ~ 20 % Hul. coquiz. ~ 11 %	213 Mt. (1969) coquiz. 83,5 Mt.	Pleno desarrollo	Tipo 44,1
		1	DONETZ (URSS)	Cuencas de borde geosinclinal, poco plegadas. Series sedimentarias muy potentes.	60.000	≃ 40 %	Hullas de todas clases y antracita	Aumento del rango de W y N hacia S y E.	hasta 100	8-54 m.	700-12.000 m	0,70 m.	0,80-2,50 m.	III	Formación en borde de geosinclinal.	Visean - Namur. Westfal. - Estefaniense.	Mayormente marinos y continentales con episodios de transición.	Numerosos niveles de caliza, arenosas, tobas.	Niveles con flora y fauna de agua dulce, marina y transición.	Poco plegado	Cinabrio, oro, Cu, F, Baritas.										Subtipo 13,3 — Holotipo 13,2
		2	CUENCA CENTRAL ASTURIANA (ESPAÑA) Kizel Karaganda } URSS	Cuencas de borde geosinclinal muy plegadas. Series sedimentarias muy potentes.	1.400	≃ 100 %	Hullas todas las clases y algo de antracita	Aumento del rango de N a S No se cumple ley Hilt.	38-66	24-47 m. (carbón sin estériles)	3600-4600 m	0,75 m 0,60-2,50 m	III	Formación en borde geosinclinal.	Westfaliense superior. Estefaniense inferior.	Mayormente marinos y continentales con episodios de transición.	García Lo Cruz arenisca La Vid, Fm. caliza, arenisca, tobas, tobas	Niveles con flora y fauna de agua dulce, marina y transición.	Muy plegado	Cinabrio, Cu, F Tobas.										Subtipo 3,4 — Holotipo 0,08
		3	MID-CONTINENT (USA) Illinois (USA)	Cuencas de plataforma, afectadas solamente por ligeros movimientos. Capas poco numerosas y series poco potentes.	≃ 200.000		Hullas bituminosas (14-46 % MV) y algo de antracita.	En el Sur aumento de rango de W a E	4-19		500-1300 m	0,76 m 0,50-2,10 m	III	formación en plataforma, con mas epicontinental.	Pensilvaniense Sup. (Westfaliense) Sup. - Estefaniense)	Mayormente marinos y continentales con episodios de transición.	Bancos de caliza, arenáceas, calizas.	Niveles con flora y fauna de agua dulce, marina y transición.	Poco plegado										Subtipo 27,4 — Holotipo 5,8
	B	SUBPARÁLICOS	APALACHES (USA) Franco-Belga Ruhr (Alem. Oc.) S. de Gales (G. Brt.) Alta Silesia (Polonia-Alemania Oriental)	Cuencas en las que la sedimentación marina tiene escasa importancia, no suponiendo, en general, más del 1% de la serie productiva. Su formación tuvo lugar en las antefosas de los frentes de la cadena herciana.	180.000		Hulla bituminosa de medio y alto MV con algo de bajo MV		19-62		900-3.300 m		III	Formación en las antefosas del geosinclinal herciniano.	Pensilvaniense Sub (Westfaliense sup-Estefaniense)	Predominio casi absoluto de las series continentales.	Calizas de agua dulce, arenáceas, Antracitas.	Niveles con faunas, mezcladas (escasas) y de agua dulce y con flora.	Poco plegado a plegado						Anuífero elevado de 1,1 a 7,3 %	311.690 Mt	Hulla bituminosa 100 %		Pleno desarrollo	Tipo 42,3 — Holotipo 19,0
II	LÍMNICOS			Cuencas formadas en el interior de la cadena herciana, con series estrictamente continentales. Capas de carbón en general poco numerosas, que pueden ser muy potentes, aunque irregulares.																		Geología hullera	3	1							Grupo 13,0
																						Sondeos	3	3							
																						Geofísica	1	2							
	A	ANTE-ASTÚRICOS	SARRE-LORENA (Alemania Oc-Francia) Guadiato (España) Villanueva R. Minas (España)	Cuencas cuya serie productiva se depositó preferentemente antes de la fase astúrica del plegamiento hercíniano. Yacimientos en general plegados.	6.500	≃ 12 %	Hullas grasas (30-42 % MV) y algo de antra. Gotosas	Se cumple Ley de Hilt	40-62 en Lorena. 30 en Sarre	60-123 m en Lorena. > 40m en Sarre	1.150-2.350 m en Lorena. > 4000 en Sarre.		II	Formación en depresión subsidente del interior	Westfaliense, B-C, algo de Estefaniense		17 Constituyen 2 paquetes de capas separados por arenáceas, Antracitas	Niveles con flora y fauna de agua dulce	Plegado										Tipo 12,9 — Holotipo 10,5
	B	POST-ASTÚRICOS		Cuencas cuya serie productiva se depositó preferentemente después de la fase astúrica de la orogenia hercíniana																												Tipo 0,11
		1	LOIRE (Francia) Puertollano (España) El Bierzo (España)	Cuencas alejadas de las regiones de plegamiento alpino. Yacimientos con capas generalmente tendidas, pudiendo presentar dislocaciones importantes.	310	≃ 100 %	Hullas grasas (hasta 42% MV) y algo de antracita		37	60-90 m.	1.000-2.400 m.	Muy irregular Máximo hasta 20 m.	I	Formación en depresión subsidente del interior.	Estefaniense Superior.	Facies lacustre bajo clima tropical.	1 Pestaña, 6 grupos MV, conglomerados, areniscas, calizas.	Niveles con flora	Subhorizontal con fallas						70 Mt.			En vías de agotamiento	Subtipo 0,09 — Holotipo 0,004
		2	DECAZEVILLE (Francia) S. Juan de las Abadesas (España)	Cuencas situadas dentro de las regiones de plegamiento alpino. Yacimientos por lo general plegados y fracturados	84	100 %	Hullas grasas (26-34 % MV)	Se cumple la ley de Hilt	15	65-70 m.	1200-1400m	Muy irregular Máximo hasta 40 m.	I	Formación en depresión subsidente del interior.	Estefaniense Superior.	Facies lacustre bajo clima tropical.	1 Pestaña, 6 grupos MV, conglomerados, areniscas, calizas.	Niveles con flora y fauna de agua dulce.	Basculante plegado, con cabalgamientos.	Explotables anteriores con labores en cielo abierto.						100 Mt.	Hullas grasas 100 %	1605.000 Tm. en parte a cielo abierto.		Subtipo 0,02 — Holotipo 0,006

carácter plegado del segundo, cuyas cuencas se ubicaron en el dominio del mar de Tethys.

Por lo que respecta a los tipos IIA y IIB, su separación se ha basado, según que la sedimentación de la serie productiva se haya llevado a cabo, antes o después de la fase Astúrica de los plegamientos hercinianos. Esta fase tuvo una importancia primordial en la historia del carbonífero, ya que fue seguida de una regresión de los mares que influyó notablemente en la paleogeografía de las tierras euroamericanas, originando la formación de numerosas cuencas estefanienses de interior. A esta fase se debe, en parte, el plegamiento de las cuencas del tipo IIA.

Por último, hemos distinguido, dentro del tipo II B, dos subtipos —IIB1 y IIB2—, por la influencia que la orogenia alpina pueda haber tenido sobre ellos, dejando como testigo de su paso en los yacimientos del segundo subtipo, numerosos pliegues y fallas que hacen disminuir notablemente su valor industrial.

No se cree necesario añadir ninguna explicación a las columnas "extensión de la cuenca" que figura en el cuadro; únicamente se señala el interés, con vistas a futuras investigaciones, que presenta la determinación de las áreas productivas que se encuentran recubiertas por otras formaciones de edad diferente, en algunas cuencas.

En el encasillado de "Naturaleza y distribución del carbón dentro del yacimiento" figuran las clases de carbón (hulla de distintos tipos y antracita), con las líneas generales de su repartición dentro de cada cuenca, y las características de número de capas explotables, potencia acumulada de carbón, espesor de la serie productiva, potencias medias de las capas explotables y grado de regularidad estratigráfica de las mismas, con fines, todo ello, de definir la riqueza en carbón de cada tipo y, como consecuencia, su explotabilidad general.

En las "Características geológicas del yacimiento" se expresan las líneas generales del ámbito, tanto geotectónico como estratigráfico y paleogeográfico, que rigió la formación de la cuenca hullera, así como el encuadre litológico y paleontológico de las series productivas, quedando para el final una breve cita sobre las características estructurales que las definen en la actualidad, y de algunos de los minerales y rocas que con relativa frecuencia se encuentran asociados, de alguna manera, con el yacimiento.

— La "Metodología de la investigación" es prácticamente común a todos los tipos. La geología hullera comprende estudios geológicos generales, bioestratigráficos (macro y micropaleontológicos, macro y micropaleobotánicos) y litoestratigráficos, petrográficos en general y petrográficos del carbón, geoquímicos, sedimentológicos, estructurales, etcétera, y su coeficiente de rendimiento es elevado. Los sondeos se aplican tanto para la valoración y programación de la explotación, cuanto para el reconocimiento de nuevas áreas, especialmente si éstas se hallan cubiertas por formaciones más modernas. La geofísica se emplea para la resolución de problemas geológicos más que para la localización directa de capas de carbón.

— De la observación del cuadro, en su columna "Características económicas y mineras", se desprende que es el grupo parálico el que engloba la inmensa mayoría de las reservas de hulla y antracita carboníferas, y de éste, el tipo IB, con las cuencas de los Apalaches, en Estados Unidos, y de Europa occidental, el más importante.

Dentro del grupo límnico, son las cuencas del tipo IIA las que encierran mayores reservas (Sarre-Lorena y Baja Silesia), siendo, en general, los yacimientos del tipo IIB los menos interesantes de todos, por su pequeña magnitud y por las dislocaciones que buen número de ellos presentan.

Mucho se podría tratar acerca del futuro de los diferentes tipos y subtipos, pues son muchos y complejos los factores que inciden en la explotabilidad de un yacimiento de carbón.

En la actualidad son los carbones de coque los que atraen una mayor atención, y a su investigación se dedican no pocos esfuerzos. Como se sabe, estas hullas, con 18 a 26 por 100 de materias volátiles y una relación de éstas a carbono fijo de 1,2 a 3, se encuentran en mayor o menor proporción en buen número de cuencas, junto a carbones de calidades próximas, faltando casi por completo en aquellas zonas productivas que se encuentran intensamente tectonizadas.

En cuanto al resto de las hullas, solamente se señalará que son las cuencas tranquilas, con capas fácilmente mecanizables y, sobre todo, con posibilidades de explotación a cielo abierto, las que indudablemente tienen un futuro más halagüeño, por los elevados rendimientos y las buenas rentabilidades consiguientes que pueden alcanzar.

Para terminar, se señala que la política hullera que siguen las grandes potencias industriales en el mundo es en ocasiones muy diferente, en virtud, quizá entre otras causas, de los yacimientos que poseen, ya que mientras en Europa Occidental la producción de carbón se encuentra actualmente en retroceso, la URSS, demás países socialistas y Estados Unidos sustentan ambiciosos programas para conseguir unos aumentos notables en los próximos lustros.

Todo esto obliga a considerar con prudencia los datos de producción y reservas que se incluyen en el cuadro, sin que resulte aconsejable extrapolar en demasía, con base únicamente en esos datos, las perspectivas para el futuro de muchas de las cuencas citadas.

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1965. BARRABE, L, y FEYS, R.: Geologie du charbon et des bassins houillers.

1966. BRINKMANN, R.: Geología histórica.

1969. CALVER, M. A.: Westphalian of Britain. 6.º Congreso Internacional de Estratigrafía y Geología del Carbonífero-Shelfield. 1967.

1937. DESROUSSEAU, J.: Reserves de la France en combustibles solides. XVII Congreso Geológico Internacional. Moscú, 1937.

1967. DUFF, P. Mc. L. D.; MALLAN, A.; WALTON, E. K.: Cyclic sedimentation. Developments in Sedimentology, núm. 10.

1966. FEYS, R.; FABRE, J.: Notice explicative. Carte des depôst houillers de l'Afrique (1: 10.000.000).

GARCÍA-LOYGORRI, A. et al. (en prensa): El Carbonífero de la cuenca central asturiana. Trabajos de geología. Universidad de Oviedo.

1944. GARRIC, J.: HERY, B.; VETTER, P.: Bassin de Decazeville. 5.º Congreso Internacional de Estratigrafía y Geología del Carbonífero. París, 1963.

1960. GIGNOUX, M.: Geologie Stratigraphique.

1964. GORSKY, J. I.: Histoire des dêpots houillers sur le territoire de l'U. R. S. S. 5.º Congreso Internacional de Estratigrafía y Geología del Carbonífero. París, 1963.

1963. MAISTRE, J. de: Description géologique du Bassin houiller de la Loire. «Revue de l'Industrie Minerale». Julio, 1963.

1964. MAISTRE, J. de: Bassin de Saint Etienne. 5.º Congreso Internacional de Estratigrafía y Geología del Carbonífero. París, 1963.

1960. MATVEEV, A. K.: Géologie des gisements et bassins charbonniers de l'U. R. S. S. París, 1964.

1967. NEVES, R.; DOWNNE, C. (editores): Geological excursions. in the Sheffield Region. University of Sheffield.

1937. PRIGOROVSKY, M. M.: Types of coal basins. XVII Congreso Geológico Internacional. Moscú, 1937.

1964. STEPANOV, D. L.: Principaux types des coupes du Carbonifère marin dans l'Union Sovietique. 5.º Congreso Internacional de Estratigrafía del Carbonífero. París, 1963.

1937. STEPANOV, P. I.: Sur certaines regularités dans la distribution stratigraphique et paleogéographique sur le globe des

reserves géologiques des charbons fossiles. XVII Congreso Internacional. Moscú, 1937.
1960. TERMIER, H. & G.: Atlas de Paléogéographie.
1969. WANLESS, H. R.: Marine and non-marine facies of the Upper Carboniferous of North America. 6.º Congreso Internacional de Estratigrafía y Geología del Carbonífero. Sheffield, 1967.
1970. Annales des Mines. Julio-agosto.
1967. Carte des depôts houillers de L'Europe. 1:2.500.000. Moscú.
1967. Geological Survey Bulletin. Coal Resources of the United States.
1966. Geological Survey Bulletin. Coking-Coal Deposits of the Western United States. N.º 1.222 - G.
1969-1970. International Trade Coau. U. S. Bureau of Mines.
1967. Mineral Yearbook. U. S. Bureau of Mines.

3.3.10.2 Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

Sobre las figuras 3.3-42 y 43 y el mapa sobre la hulla, es interesante hacer las siguientes observaciones:

— Los yacimientos españoles de carbón pueden agruparse en cuatro zonas geográficas, tres naturales y otra más artificial, dada la dispersión que aquéllos presentan dentro de esta última. Estas zonas se denominan: Cantábrica, que engloba los más importantes yacimientos (Asturias, León, Palencia); Mariánica (Ciudad Real, Córdoba, Sevilla, Badajoz); Pirenaica (Altos Pirineos de Gerona, Lérida, Huesca), e Ibérica (Burgos, Guadalajara, Cuenca).

Si esta distinción es clara, no lo es tanto la diferenciación en áreas. Así, en la zona Cantábrica, los yacimientos se presentan muy próximos y, por lo general, relacionados entre sí, como es natural, dados su origen común y la similar historia sedimentaria y tectónica de todos ellos. Sin embargo, se han establecido aquí dos áreas, en cada una de las cuales se concentran yacimientos que pertenecen al mismo subtipo, y que se corresponden con dos unidades estructurales claramente diferenciadas: el arco interno de la rodilla astúrica, que incluye todos los yacimientos del subtipo calciparálico IA2, con alguna pequeña mancha aislada, de escasa importancia industrial del subtipo IIB1, y el arco externo de dicha estructura, en la que se ubican exclusivamente importantes yacimientos de este subtipo límnico.

En cuanto a la zona Mariánica, se distinguen la terminación septentrional de Sierra Morena, en la que se encuentra el yacimiento de Puertollano, único conocido en esta región, y el extremo occidental de su núcleo, en el que existen desperdigados más de 15 jirones de Carbonífero de todas las edades, de reducido tamaño generalmente, y casi todos con capas que son o han sido objeto de beneficio.

En estas dos zonas hulleras, que son las más importantes desde todos los puntos de vista, no ha habido mayores dificultades a la hora de encuadrar sus yacimientos dentro de la tipología mundial. No sucede lo mismo en las otras dos —Pirenaica e Ibérica—, donde la escasa importancia industrial de sus yacimientos tiene por secuela que éstos sean muy mal conocidos y, por tanto, que la información sobre ellos sea escasa, e incluso contradictoria. A este respecto, y como ejemplo, cabe referirse a la observación hecha en el cuadro 3.3-42, Zona Pirenaica, referente al yacimiento de Sallent de Gállego.

— Merece resaltar, entre las características de los yacimientos no incluidas en la descripción de la tipología mundial, la presencia del "tonstein" y varios bancos de gonfolitas y otros conglomerados en la cuenca astur-leonesa, así como la existencia de seis "tonstein" en Villanueva del Río y Minas.

Asimismo abundan, por lo general, los niveles de pizarras bituminosas, particularmente importantes en la zona Mariánica, en cuya área Norte (Puertollano) revisten especial significado, al haber sido objeto hasta hace poco de explotación para su destilación. Bancos potentes de estas pizarras, pero con contenidos muy bajos en bitumen, existen también en otros yacimientos de esta zona (Guadiato, Villanueva, etc.)

En el yacimiento de Puertollano existen frecuentes niveles de tobas y de aglomerados de bombas volcánicas, interestratificados dentro de la serie productiva.

Finalmente, es interesante señalar que los yacimientos conocidos de hullas y antracitas afloran casi en su totalidad, y donde están recubiertos, las labores mineras han puesto de manifiesto, en la mayoría de los casos, sus dimensiones totales. No obstante, quedan algunos sectores en los que es posible, lógicamente, esperar la prolongación de las series productivas conocidas por debajo de sus recubrimientos mesozoicos y terciarios. Sucede así particularmente en la zona cantábrica, donde la cuenca central asturiana debe proseguir hacia el norte, hacia la Camocha, así como los yacimientos de El Bierzo y de Sabero, éste con hullas de coque, se sumergen, probablemente, hacia el oeste y el sur.

— Por todos es sabida la crisis actual que atraviesa la minería del carbón, tanto a escala nacional como mundial, de la cual es, en parte, reflejo. Pero no parece que sea éste el lugar adecuado para abordar los numerosos y complejos problemas tecnológicos y de mercado que inciden sobre ella.

Lo que sí se debe resaltar es que el conocimiento geológico profundo de nuestros yacimientos, de la calidad, cantidad, distribución y situación espacial de sus reservas, es fundamental a la hora de enjuiciar la rentabilidad actual o futura de sus explotaciones, cuanto más de modificarlas sustancialmente. En este aspecto, por desgracia, es mucho el camino por recorrer, ya que, salvo en contadas excepciones, en yacimientos en los que se han efectuado recientemente o se están realizando estudios geológicos sistemáticos empleando las más modernas técnicas de la geología hullera, el conocimiento que de ellos se tiene es muy deficiente y, consecuentemente, no se dispone de datos fehacientes para juzgarlos correctamente.

Este desconocimiento es particularmente grave en la cuenca central asturiana, necesitada urgentemente de una reestructuración de sus explotaciones, sin que se disponga todavía de un estudio geológico detallado de la misma, así como en los yacimientos de antracita, en los que los estudios realizados hasta ahora son muy superficiales, elevando considerablemente el riesgo de cuantos planes de concentración y mejora de las explotaciones se contemplen.

Por último, es conveniente señalar que, generalmente, en las grandes cuencas hulleras el estudio profundo de sus características geológicas ha dado como resultado, además, la determinación de nuevas posibilidades del subsuelo en el que aquéllas encajan, tales como la localización de recursos hidrogeológicos, de hidrocarburos gaseosos e, incluso, de elementos metálicos, bien incluidos dentro del carbón como elementos en traza que en ocasiones han llegado a ser beneficiados de las cenizas o humos de las centrales térmicas, bien en relación con procesos singenéticos o epigenéticos desarrollados en las inmediaciones de la cuenca.

No parece que en la coyuntura actual, cuando el carbón no coquizable se encuentra en una fase de desprestigio compartida por buen número de países, pueda desecharse de antemano la posibilidad de un aprovechamiento integral de todos los recursos mineros de las cuencas hulleras, aunque no sea más que en espera de tiempos futuros en los que

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Carbón (lignito excluido)*

ZONAS HULLERAS

	Zona 1 – Arco interno	Zona 1 – Arco externo	Zona 2 – Oeste	Zona 2 – Norte
Número	1		2	
DENOMINACION	CANTÁBRICA		MARIÁNICA	
Extensión Km^2	15.400 Km²			
Areas hulleras (* Yacimientos en actividad en 1967)	ARCO INTERNO DE LA RODILLA ASTÚRICA: Cuenca Central asturiana *, Valderrueda, Guardo *, La Camocha *, Barruelo *, [illegible], La Nareda, Libardón, [illegible]	ARCO EXTERNO DE LA RODILLA ASTÚRICA: El Bierzo *, Villablino *, Ciñera-Matallana *, Narcea *, Sabero *, Tormaleo *, La Magdalena, Arnao; Rucayo, Puerto Ventana, Canseco, Sebarga	OESTE (Córdoba, Sevilla, Badajoz): Guadiato *, Villanueva R. y Min. *, Valdeinfierno, Santa de Mamona, Casas de Reina, Benejarafe, Berlanga	Guadalcanal *, Fuente del Arco, S. Nicolás del Puerto, Alanís; NORTE (Ciudad Real): Puertollano *
Yacimiento representativo	Cuenca central asturiana	El Bierzo	Guadiato	Puertollano
Yacimiento típico mundial	Cuenca central asturiana	Loire	Sarre - Lorena	Loire
Núm. tipo	IA	IIB	IIA	IIB
Núm. subtipo	2	1		1
Extensión de: superficie total reconocida	3800 Km² (Carbonífero productivo)	860 Km² (Carbonífero prod.)		≃ 52 Km²
Extensión de: superficie aflorante % de la sup. total	≃ 80-90 %	≃ 80-90 %	100 %	0
NATURALEZA Y DISTRIBUCION DEL CARBON DENTRO DE: clase del carbón MV= Mat. volatil	Hullas de todas clases y algo de antracita	Antracitas y hullas de hasta 22% MV con algo de hulla de coque, localizada en Sabero	Hullas de medio MV (Clase III) Hulla de coque y antracita	Hullas de alto MV (Clase I)
Zonalidad				
nº de capas explotables	De 38 a 66 en la Cuenca Central 25 en la Camocha, de 6 a 15 en el resto	3 en el Narcea y 10-20 en el resto	1-5	4-5
potencia acumulada de las capas explotables	24-47 m. en la cuenca Central; 25 m. en la Camocha; 3,70-11,30 m. en el resto	33,50 m. en Ciñera-Matallana, 3 m. en el Narcea y 7,50-14,60 m. en el resto	4 - 4,80 m.	7 m.
espesor de la serie productiva	2300 - 4600 m.	650 m. en Tormaleo, y 900-2300 m en el resto	100 - 700 m.	hasta 380 m.
pot. media (Min. y Max) de las capas explotables	1 m. en La Camocha, 0,60-0,8 en el resto Minima = 0,40 m. Maxima = 3,30 m.	0,50 m. en el Bierzo, 0,80 en Villablino 1-1,50 m. en Narcea y Tormaleo y muy irregular en Cinera Min: 0,35, Max: 20 m. en Ciñera	0,60-2,00 m. Min = 0,50 (Villan.) Max = 4,00 m. (en Guad., se explotó una de más de 20 m)	Muy irregular Min = 0,60 Max = 3,80
grado de regularidad estratigráfica I < II < III	III	I - II	I	I
geotectónicas	Formación en borde geosinclinal	Formación en depresión subsidente del inter.	Formación en depresión subsidente del interior	Formación en depresión subsidente del interior
estratigráficas (edad de la serie productiva)	Westfaliense superior - Estefaniense inferior	Estefaniense superior (post-astúrico)	Westfaliense medio Viseense sup. - Namuriense inferior	Estefaniense superior
sedimentológicas y paleogeográficas	Megarritmos marinos y continentales con episodios de transición		Facies aluvial predominante con fuertes cambios laterales	Facies lacustre y fluviatil predominantes
litológicas	Calizas, pudingas, areniscas, cuarcitas lutitas.	Conglomerados, areniscas, lutitas	Conglomerados, areniscas, lutitas 6 tonstein en Villanueva	Conglomerados, areniscas lutitas y tobas
paleontológicas	Niveles con flora y con fauna de agua dulce, marina y de transición	Niveles con flora y con fauna de agua dulce.	Niveles con flora y con fauna de agua dulce.	Niveles con flora y con fauna de agua dulce
estructurales	Muy plegado	De sub-horizontal a plegado en una fase hercínica tardía de edad permiana	Plegado	Sub-horizontal con fallas
minerales y rocas asociados	Cinabrio, minerales de Cu, F, As Cineritas y tobas	Pórfidos y otras intrusivas	Pórfidos, granitos, carbonatos de hierro.	Pizarras bituminosas en Puertollano, así como tobas y bombas volcánicas
rendimiento global investigación (3>2>1)	3	3		
CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS: Condicionam. tecnológicos			Capas con frecuencia sucias	
cubicación 1 Mt = 1.000.000 Tm.	1659 Mt	893 Mt	19 Mt	30 Mt
clases de carbón % sobre total cubicado	Hulla de coque ≃ 250 Mt 15 %; Resto de hullas = 1.236 Mt 74,6 %; Antracitas = 173 Mt 10,4 %	Antracita = 496 Mt 55,5 %; Hulla coque: 22 Mt 2,6 %; Resto hullas = 375 Mt 41,9 %	Hulla de coque = 2 Mt - 10,5 %; Resto hullas = 7 Mt - 36,9 %; Antracitas = 10 Mt - 52,6 %	Hulla clase III 30 Mt 100%
producción anual (1969)	Hulla de coque = 857.041 Tm.; Resto de hullas = 5.007.073 Tm.; Antracita = 431.570 Tm. } 6.295.684 Tm. {13,6 %; 79,6 %; 6,8 %}	Antracita = 2.158.564; Hulla coque = 350.759; resto hullas = 1.664.166 } 4.173.489 Tm. {51,7 %; 8,4 %; 47,3 %}	Hulla coque = 153.805 Tm.; Resto hullas = 205.639; Antracita = 161.428 } 520.872 Tm. {29,5 %; 39,5 %; 31,0 %}	615.321 Tm.
importancia económica % sobre el total nacional	En producción = 54,1 % En reservas = 65,6 %	En producción = 35,9 % En reservas = 34,2 %	En producción = 4,5 % En reservas = 0,72 %	En producción = 5,2 % En reservas = 1,15 %
OBSERVACIONES	De los yacimientos incluidos en esta área, la cuenca Central asturiana es, con mucho, el mayor, suponiendo el 50% de la producción nacional y el 51 % de las reservas totales de hullas y antracitas. — En el arco externo, bajo el nombre de Narcea, se agrupa un conjunto de yacimientos, en los que los más importantes son, por este orden, Cangas, Tineo, Rengas-Gedrez y Carbayo-Cibea. — Los yacimientos de esta zona producen el 90% del total nacional y encierran el 97,8 % de las reservas españolas de hulla y antracita		El yacimiento del Guadiato está enmarcado por una faja viseanse-namuriense productiva con calizas marinas (tipo IA-1) [illegible] de escasa importancia industrial en el pasado (nuevo El Cuervo, etc.)	

FIGURA 3.3.-42

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Carbón (lignito excluido)*

FIGURA 3.3.-43

ZONAS HULLERAS							Extensión de		NATURALEZA Y DISTRIBUCION DEL CARBON DENTRO DE												CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
Número	DENOMINACION	Extensión Km^2	Areas hulleras * Yacimientos en actividad en 1967	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	Núm. tipo	Núm. subtipo	superficie total reconocida	superficie aflorante % de la sup. total	clase del carbón MV= Mat volátil	Zonalidad	nº de capas explotables	potencia acumulada de las capas explotables	espesor de la serie productiva	pot. media (Min–Max) de las capas explotables	grado de regularidad estratigráfica de I < II < III	geotectónicas	estratigráficas (edad de la serie productiva)	sedimentológicas y paleogeográficas	litológicas	paleontológicas	estructurales	minerales y rocas asociados	rendimiento global investigación (3=2×1)	Condicionam. tecnológicos	cubicación 1 Mt = 1.000.000 Tm	clases de carbón % sobre total cubicado	producción anual (1967)	importancia económica % sobre el total nacional	
3	PIRENAICA		GERONA S. Juan de las Abadesas	S. Juan de las Abadesas	Decazeville	IIB	2			Hullas de la clase V y antracita		Hasta 8	Hasta 30 m.		Muy irregular Max. 12m (S.J. Abadesas)	I	Formación en depresión subsidente del interior	Estefaniense superior		Conglomerados areniscas, lutitas	Niveles con flora	Bastante plegado con fracturas plegamiento alpino	Pórfidos, granitos		Capas con frecuencia sucias	3 Mt de antracita (Pont. de Suert)		Antracita = 12.045 Tm.	En producción = 0,10 % En reservas = 0,115 %	Estos yacimientos son muy mal conocidos. Es posible que la serie productiva del de Sallent no sea Estefaniense sup., sino Estefaniense inf., concordante con un Westfaliense calcipalárico de 1.000 m de espesor. Su tipo sería, entonces 1 A 2
			LERIDA Pont de Suert * Seo de Urgell	Pont de Suert	Decazeville	IIB	2																					
			HUESCA Sallent de Gállego Somport Aragón-Subordán	Sallent de Gállego																								
			NAVARRA Lizayeta	Lizayeta?	Decazeville	IIB	2																					
4	IBÉRICA		BURGOS Valmala-Alarcia Villasur–Pinedo S. Adrián de Juarros *	S. Adrián de Juarros	Cuenca Central Asturiana	IA	2			Hullas de bajo MV y antracitas		Hasta 6		hasta 400 m.	0,90-1,00 m.	II	Formación en borde geosinclinal	Westfaliense C-D		Conglomerados areniscas, lutitas y calizas	Niveles con flora y con fauna marina					3 Mt de antracitas (S. Adrián)		Antracita = 9.204 Tm	En producción = 0,07 % En reservas = 0,115 %	
			LOGROÑO Préjano - Turruñcún - Villarroya																									
			GUADALAJARA Retiendas Tamajón Valdesotos	Valdesotos	Loire	IIB	1			Hullas de bajo MV						I	Formación en depresión subsidente del interior	Estefaniense superior		Conglomerados, areniscas, lutitas	Niveles con flora	Sub-horizontal con fallas				Capas delgadas, irregulares				
			CUENCA Henarejos	Henarejos	Loire	IIB	1																					

la demanda de energía, que crece a un ritmo rapidísimo, exija, más que una rentabilidad, la necesidad de poner al servicio del hombre la totalidad de los combustibles que la naturaleza ha dispuesto en su seno.

ZONAS Y AREAS	Cubicación de España — *Porcentaje*	Producción de España 1967 — *Porcentaje*	Tipos
CANTABRICA..	97,81	90,10	
Arco interno....	63,60	58,80	I A 2
Arco externo....	34,20	31,30	II B
MARIANICA....	1,87	9,60	
Norte.....	1,15	6,20	II B 1
Oeste.....	0,72	3,40	II A (Fundamen.)
IBERICA.....	0,11	0,13	
Burgos.....	0,11	0,13	II B 1
Guadalajara....			
Cuenca.....			
PIRENAICA....	0,11	0,13	
Gerona.....		0,04	II B 2
Lérida.....	0,11	0,09	
Huesca.....			

3.3.11 MANGANESO

3.3.11.1 Tipología mundial

Sobre los cuadros 3.3-44 y 45 es interesante hacer las siguientes consideraciones:

— Para poder establecer la tipología de yacimientos de manganeso se tuvieron presentes diversos factores condicionantes. En primer lugar, la morfología, que, en general, está muy bien definida. En segundo lugar, el valor de la relación Fe/Mn del mineral, característico de cada yacimiento. Y como tercer factor, el hecho de que un fuerte porcentaje, tanto de reservas como de producción mundial, corresponde a un no muy elevado número de yacimientos.

En conjunto, pues, resultó relativamente fácil la confección de la presente tipología, que se hizo en base a los siguientes parámetros: morfología, mineralogía, edad de la mineralización, litología asociada y ámbito geotectónico.

En cuanto a las hipótesis genéticas que se pueden suponer para los diversos tipos, se dirá, en primer lugar, que los yacimientos correspondientes al tipo A se encuentran en relación con grandes transgresiones marinas. Por otra parte, cabe pensar en la influencia del vulcanismo submarino en la formación de los yacimientos de los tipos A y B, dada su frecuente asociación con rocas volcánicas.

Los yacimientos del tipo C obedecen a una génesis común hidrotermal.

Por último, y en lo referente a la génesis de los yacimientos del tipo D, existen muy diferentes puntos de vista.

TIPOS Y SUBTIPOS	CUBICACION DE LOS YACIMIENTOS (1 Mt. = 1.000.000 de toneladas)		CLASES DE CARBON DE LOS YACIMIENTOS		PRODUCCION ANUAL		IMPORTANCIA ECONOMICA SOBRE CUBICACION TOTAL	
	Mundo — *Mt.*	España — *Mt.*	Mundo	España	Mundo — *Mt.*	España 1967 — *Toneladas*	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*
I A 1	218.310	—	70 por 100 de hullas; resto, antracitas y lignitos.	—	≃ 215	—	13,3	—
I A 2	55.391	1.659	Hullas de todas clases y algo de antracita.	Hullas de todas clases y algo de antracita (principales reservas de hulla coque).	≃ 48	7.262.800	3,4	63,64
I A 3	449.180	—	Hullas bituminosas y algo de antracita.	—	≃ 190	—	27,4	—
I B	692.626	—	Hullas de todas clases.	—	≃ 820	—	42,3	—
II A	212.019	19	Hullas de contenido medio y bajo de MV y algo de antracita.	Antracitas y hullas (algo de hulla coque).	≃ 98	401.953	12,9	0,72
II B 1	1.488	926	Hullas de medio y bajo contenido en MU y antracitas.	Antracitas y hullas de bajo y medio contenido en MU (algo de hulla coque).	≃ 10,6	4.682.756	0,09	35,52
II B 2	353	3	Hullas grasas y antracitas.	Antracitas y algo de hulla de bajo contenido en MV.	≃ 1,6	16.951	0,02	0,12
TOTAL.....	1.636.378	2.607			≃ 1.383,2	12.364.460	99,5 (*)	100,00

(*) 7.011 Mt. sin clasificar por falta de datos.

— En general, se puede decir que los métodos convencionales empleados en la prospección del manganeso a nivel regional, son de muy reducido costo y resultados medios. A nivel de estimación, la geoquímica en plantas y suelos proporciona excelentes resultados, ya que el manganeso es esencial para la vida de las plantas.

Mención aparte merece la prospección de los yacimientos marinos. Aún no muy extendida, tiene el inconveniente de su elevado coste, proporcionando, sin embargo, excelentes rendimientos.

El principal condicionamiento tecnológico de los minerales de manganeso extraídos de los yacimientos de tipo convencional (tipos A, B y C) es su contenido en P (exigencia siderúrgica). Por lo que se refiere a los yacimientos pertenecientes al tipo D, es de señalar que la gran cantidad de rocas ígneas silicatadas, por lo común presentes, con enorme profusión de distintos minerales, representa un serio problema.

— En el comentario de las características económicas y mineras se prescindirá de momento de los yacimientos pertenecientes al tipo D, para ocuparse únicamente de los tipos de yacimientos convencionales.

En primer lugar hay que resaltar que los yacimientos correspondientes a los tipos A y B representan aledeor del 90 por 100, tanto de la producción mundial minera como de las reservas mundiales.

En cuanto a reservas se refiere, destaca en primer lugar el yacimiento Nikopol, con 700 millones de toneladas de mineral de reserva, seguido del conjunto de yacimientos B2, que contienen en total por encima de los 500 millones de toneladas de reserva. Los yacimientos del tipo C son insignificantes en comparación con los primeros.

Las leyes oscilan, en términos generales, entre el 30 y el 50 por 100, perteneciendo el mineral más rico a los yacimientos del subtipo B1.

La producción mundial de Mn venía decayendo desde 1958, alcanzando un mínimo relativo en 1968, año en el que comenzó de nuevo el incremento, por exigencias siderúrgicas.

En el año 1969 fue el yacimiento de Nikopol el principal productor de mineral de manganeso, seguido del grupo B2. Es igualmente digno de destacar el proyecto que existe con relación al yacimiento Groote Eylande (Australia), consistente en aumentar en 1971 su producción a 800.000 toneladas/año.

La importancia económica se representa aquí por el porcentaje de la producción de mineral mundial en 1969. Destaca el hecho de que los yacimientos del tipo A representan más del 50 por 100 de la producción mundial en ese año.

Conviene señalar también que el 84 por 100 de las reservas pertenecen a yacimientos de edad cenozoica.

Los yacimientos del tipo D, hasta ahora no tenidos en cuenta, constituyen una de las mayores esperanzas para el futuro. Las reservas se estiman en 10^{12} t. Según algunos autores, el manganeso en nódulos se forma en grandes fondos marinos a razón de 10^{7} t/año (cf. Mero). La ley media en el Atlántico es del 16,3 por 100, y en el Pacífico, 24,2 por 100.

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1969. Bouladon, J.: Los principaux types de gisements de manganése et leur importance économique. «Rev. de l'Indus. Min.», enero 1970, págs. 10-17.

1960. Cole, S. S.: Manganese Ore. Industrial Minerals and Rock (non metallics other than Fuels). «Am. Inst. of Min., Metallung and Petrol. Eng.», págs. 545-549.

1965. Dehuff, G. L.: Mineral Yearbook U. S. «Deptof. the Interior», págs. 631-647.

1966. Flawn, P. T.: Mineral Resources. «Rand Md. Nally and Co.», págs. 138-145, 295-297, 313, 352.

1962. Hawkes, H. E., and Webb, J. S.: «Geochemistry in Mineral Exploration», pág. 369.

1960. Hewwtt, D. F., and Fleischer, M.: Deposits of the manganese oxides. «Ec. Geol.», vol. 55, págs. 1-55.

1968. Kreiter, V. M.: Geological prospecting and exploration. Mir Pub. Moscú.

1963. Lepp, H.: The relation of iron and manganese in sedimentary iron formations. «Ec. Geol.», vol. 58, págs. 515-526.

1933. Lindgren, W.: Mineral Deposits. Mc. Graw. Hill book Co.

1970. Nicolini, P.: Gitologie des concentration minérales stratiformes. Ed. Gauthier-Villars, págs. 296-297, 459-461, 536-54!, 576, 713.

1962. Parasnis, D. S.: Principles of applied Geophysic, págs. 5-9.

1964. Park, C. F. Jr. and Mc Diarmid: Ore deposits, págs. 413-416, 357-358, 378-384.

1964. Pouit, G. et Jouravsky, G.: Les minéralisations manganesifères de la région de Bou-Arga. «Not. Serv. Géol. Maroc», núm. 181, págs. 113-134.

1964. Pouit, G.: Les gîtes de manganèse marocains encaissés dans les formations carbonatées: éléments pour une synthèse. «Chronique des Mines», núm. 336, págs. 331-343, y núm. 337, páginas 371-380.

1966. Pouit, G.: Le manganèse dans le Permo-Trías au Maroc: étude métallogenique et comparaison avec les minéralizations dans le Précambrien III. «Not. Serv. Géol. Maroc», vol. 27, núm. 198, págs. 117-122.

1963. Routhier, P.: Les gisements métallifères, págs. 923-937.

1968. Roy, S.: Mineralogy of the different genetic types of manganese deposits. «Ec. Geol.», vol. 63, págs. 760-786.

1962. Varencov, I. M.: Formations manganesifères les plus importantes. «Trudy Geol. Inst.», fasc. 70, págs. 119-173.

Zanone, L.: Le manganèse de complexes volcano-sédimentaires précambriens en Cote d'Yvoire. «Chron. des Min.», núm. 371, págs. 71-85.

1956. Symposium sobre yacimientos de manganeso. México. XX Congreso Geológico Internacional. Ed. por González, J. Cinco volúmenes.

1970. Mining annual review. «Min. Jour.», págs. 69-71.

3.3.11.2 Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

Sobre los cuadros 3.3-46 y 47 y el mapa del manganeso, es interesante hacer las siguientes consideraciones:

Aunque España es deficitaria en manganeso aproximadamente desde 1930, las manifestaciones de este elemento en el territorio nacional son muy numerosas, aunque de diferente importancia, escasa en general. Haciendo un recorrido rápido de N. a S. y de O. a E. de la Península, se encuentran indicios en Galicia (Pontevedra y Lugo), Asturias-León, Huesca, Pirineo Catalán, Zamora, Sistema Ibérico, Madrid, Badajoz, Ciudad Real, Huelva y en las Cordilleras Béticas, desde Málaga a Cartagena. De todas estas zonas citadas, las únicas realmente bien definidas son las de Huelva, Ciudad Real y Sistema Ibérico; en el siguiente grado de definición estarían Asturias (Picos de Europa), Pirineo Catalán, Huesca y Zamora; mientras que Galicia, Madrid (y Guadalajara), Badajoz y Béticas son las más imprecisas.

La división en áreas metalíferas no encierra dificultad en el caso de Huelva y Ciudad Real, que pueden considerarse como grandes áreas únicas, ni en el de la Ibérica, en que se pueden diferenciar las áreas de Burgos, sur del Moncayo y Teruel-Castellón.

El Pirineo Catalán, Huesca y Zamora también representan áreas únicas de extensión variable; mientras que la división de Asturias-León, en áreas oriental, central, occidental y sur, resulta un tanto artificial.

En las Béticas se tienen en cuenta las áreas manganesíferas de Málaga, Granada-Almería, Lorca, Sierra de Cartagena y Cabo de Gata.

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Manganeso*

FIGURA 3.3. - 44

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION: FORMALES: morfología	FORMALES: dimensión (en)	FORMALES: distribución de la mena	MATERIALES: mineralogía primaria: Paragenesis	MATERIALES: mineralogía primaria: Conteture	MATERIALES: mineralogía supergénica: Paragénesis	MATERIALES: mineralogía supergénica: Conteture	MATERIALES: GEOQUIMICA	MATERIALES: ZONALIDAD	TEMP: EDAD	METALOTECTOS TIPICOS: Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	METODOLOGIA INVESTIGACION: Nivel (R=Prosp. Reg E=Estimac)	SISTEMATICA	Ind. rendto integr (1 a 3)	Indice de coste (1 a 3)	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS: CONDICIONAM. TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION YACIMIENTOS (miles Tn mineral): Int.	INTERVALOS DE CUBICACION YACIMIENTOS (miles Tn mineral): Ext.	INTERVALOS DE LEYES YACIMIENTOS (% Mn): Int.	INTERVALOS DE LEYES YACIMIENTOS (% Mn): Ext.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL (YACIMIENTOS miles Tn mineral): Int.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL (YACIMIENTOS miles Tn mineral): Ext.	IMPORTANCIA ECONOMICA (del tipo y subtipo)
			CARACTERISTICAS GENERALES						*En zonas tropicales, Enriquecimiento de tipo laterítico*		*Pb, Zn, Fe, Tr*		*Reservas* Cenozoico: del 4% Mesozoico: 1 a 5% Paleozoico: 6 a 8% Precambrico: 9 a 10%						*RESERVAS* Cenozoico: 34% Mesozoico: 4% Paleozoico: 4% Precambrico: 8%				R / E	*Geoquímica drenaj. / Geología en niveles definidos / aeromagnetismo / Geoquímica en suelos y plantas*	1-2 / 2 / 2 / 3	1 / 1 / 2 / 2	*% P*							*% Reales. 1969 / % Reserv. apror.*
A			*ESTRATIFORMES, SIN Fe, DE PLATAFORMA, EN RELACION CON VULCANISMO*																																36,7% / 50 %
	1	*NIKOPOL (URSS) / Varna (Bulgaria) / Groote Eylandt (Australia) / Urkut (Hungría) / Chiaufura (URSS)*	*Nódulos fundamentalmente, en formaciones secundarias y terciarias.*	*Estratiforme*	*Areas de Nikopol 1.340 Km²*	*Estratiforme de notables potencias, posibles intercalac. entre silice y ARC.*	*Bll, Pll, Psl, ARC, Q, BAR, Pb, Zn, Cu Varna (ALM)*				*P, Ni, Co, Cr V, Cu, Mo* / *URSS (costa POL, PSI / interior MAN / Prof. Co, Mo*		*Europa Jurs-Oligoceno* / *China: Precambrico y Carbonífero* / *Gabón Precambrico* / *Australia Cretácico*				?		*Asociación vulcan. sugerida. Asociada a depósitos exhalat. y/o sedimentarios pelágicos, carbonatos y pirita* / *Basic URSS*	*Niveles bien determinados a escala regional extensa*	*En la base de transgresiones marinas*	*Alto fondo → Mn → Ca → Mn Zn (Marruecos)*	*Plataforma o Zona semimovil*															*50,2 % / 38 %*
	2	*Moanda (Gabón) / Hu. Nan (China) / Chia Hsien (China)*	*Capas fundamentalmente en formaciones del Precambrico al Paleozoico*	*Estratiforme*		*Capas intercaladas en esquistos*	*Bll, MAN, Pll, Psl, Q*		*A veces lateríticas como único enriquecimiento explotable*		*?*						*Ricos en materia orgánica*		*Asociación vulcan. sugerida. Asociada a depósitos exhalat. y/o sedimentarios pelágicos, carbonatos y pirita* / *Basic URSS*	*Niveles bien determinados a escala regional extensa*	*En la base de transgresiones marinas*		*Plataforma*													*6,5 % / 12 %*
B			*ESTRATIFORMES, CON Fe y BRAUNITA, EN ZONAS METAMORFICAS DEL PRECAMBRICO AL PALEOZOICO*																																		*28,8% / 40 %*
	1	*Madhya Pradesh (India) / Ansongo (Mali) / Minas Gerais (Brasil)*	*En series de naturaleza arcillosa silícea y con frecuencia, carbonatada (Gonditas)*	*Capas muy plegadas*	*India 100-200 m Mali + 30 km (zonas)*	*Lentejones interestratificados con cuarcitas, pelitas....*	*BRA, OLI, Pll, Psl, GRN, GCT, HOR, APA*				*Cu, Tr*		*Precámbrico-paleozoico*						*Pliegues de plano axial verticaz*	*Asociado a rocas básicas y lavas*	*En relación con transgresiones*		*Orogénicos*													*11,6 % / 12 %*
	2	*Kalahari (U.S. Africana) / Peak Hill (Australia) / Mato Grosso (Brasil)*	*Asociado con jaspilitas ferríferas*	*Capas*	*S. Africa 30 Km x x 6 m (pot.) Brasil: 7 km x 5 km*		*BRA, OLI, DOL, APA, CRY, CAL*													*1) Jaspilitas 2) relacionado con vulcan. subm.*	*Niveles determinados a escala regional*			*Orogénicos*													*11,2 % / 28 %*
C			*FILONES DE MINERALOGIA COMPLEJA EN RELACION CON ROCAS IGNEAS*																								RE	*Fotogeología*	2	1								*14,5 % / 10 %*
	1	*Tachgagalt (Marruecos) / Sierra Barregos, (Méjico) / Tomegra (Marruecos) / Taouraf (Marruecos)*	*Grandes filones y lentejones frecuentemente con Tr., en relación con rocas volcánicas ácidas e intermedias*	*Filones verticales, grandes lentejones*	*100 x 30 x 10 m*		*BRA, POI, DOL, Pll, Q, Fe.*				*Tr*									*Relacionado con riolitas y andesitas*																	*1,4 % / 2 %*
	2	*Tikirt (Marruecos) / Tolomantes (Méjico) / Gavillán (Méjico) / Tinzaline (Marruecos)*	*Pequeños filones, frecuentemente con Pb. Zn. Sn. W en relación con rocas volcánicas ácidas e intermedias.*	*Campo de filonicillos*	*Orden de unidades de metro*		*BRA, BAR, Pll, Psl, Q, Fe, Pb, Zn, Cu, Ni.*													*Relacionado con riolitas y andesitas*																	*0,4 % / —*
	3	*Butte (USA) / Nth. Ross (Canadá) / Bournbine (Marruecos) / Cornwall (Inglaterra)*	*filones, frecuentemente con Pb. Zn. Sn. W en relación con rocas plutónicas.*	*Campo filoniano Complejo*	*Orden de varios Kilómetros*		*Dll, Rod, ALN, Pb, Zn, W*				*Pb, Zn, Mn*		*USA Oref. Soc. Canadá: Eocámbrico Inglaterra: Precámbrico Tr, Cu, Sn, W, Mo.*							*Relacionado con granitos, microgranitos, aplitas, etc.*																	*0,1 % / 8 %*

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Manganeso*

FIGURA 3.3. - 45

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación / País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION: FORMALES: morfología	FORMALES: dimensión (en)	FORMALES: distribución de la mena	MATERIALES: mineralogía primaria: Paragénesis	MATERIALES: mineralogía primaria: Texturas	MATERIALES: mineralogía supergénica: Paragénesis	MATERIALES: mineralogía supergénica: Texturas	MATERIALES: GEOQUIMICA	MATERIALES: ZONALIDAD	TEMP: EDAD	METALOTECTOS TIPICOS: Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos
D		NODULOS MARINOS ACTUALES																					
	1	Plataforma continental (Mar Báltico) (Océano Indico)		Campos de nódulos		Nódulos	TOD, BIR, GOE, PSI						Actual				Microorganismos		Asociados a sedimentos litorales				
	2	Grandes fondos marinos (Océano Atlántico) (Océano Pacífico) Profund.: 300-1500 metros		Campos de nódulos		Nódulos	BAR, RLIT, ANT				Cu, Co, Ni, Mo, V, Zn, Pb		Actual				Microorganismos		ARC rojas, barro carbonatados, fondos pelágicos en general		Rappie - Marks		Actividad Volcánica

METODOLOGIA INVESTIGACION: Nivel (R=Prosp. Reg. E=Estimac.)	SISTEMATICA	Ind. rendto. integr. (1 a 3)	Indice de coste (1 a 3)
R	Desmuestre sistemático	2	3
E	Foto submarina	2	3

CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS: CONDICIONAM.	TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION YACIMIENTOS: Int.	Ext.	INTERVALOS DE LEYES YACIMIENTOS % Mn: Int.	Ext.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL YACIMIENTOS: Int.	Ext.	IMPORTANCIA ECONOMICA (del tipo y subtipo)
Gran diversidad de minerales en pequeñas proporciones				ATLANTICO: M: 21,5% mod: 16,5% m: 12,5% / PACIFICO M: 31,1% mod: 24,2% min: 8,3%				Futura

LEYENDA

ALN = Alabandita	Ca = Caliza	GRN = Granate	Q = Cuarzo
ANT = Anastasa	CAL = Calcita	HOR = Hornblenda	QCT = Cuarcitas
APA = Apatito	CRY = Cryptomelana	MAN = Manganita	RAM = Ramsdelita
ARC = Arcilla	DIL = Rodocrosita	OLI = Oligisto	ROD = Rodonita
BAR = Baritina	Do = Dolomía	PIL = Pirolusita	RUT = Rutilo
BIR = Birnessita	DOL = Dolomita	POI = Polianita	TOO = Todorokita
BRA = Braunita	GOE = Goethita	PSI = Psilomelana	

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Manganeso*

FIGURA 3.3.-46

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS											CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS				
						Núm.		FORMALES			MATERIALES						TEMP																
											miner. primaria		miner. supergénica																				
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentpaleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento-global investigación	Condición tecnológ	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del área y zona	OBSERVACIONES
1	ASTURIAS-LEON		ORIENTAL	S. Covadonga S. Cuera (Buferrera)		B	1	Interestratificados y columnares	Total 10 Km. Capas de 2-3 Kms.	Diseminación entre arcillas	Pirolusita Dialogita Rodonita Silicatos Calcitas		Chirteras Ox. hierro						Con arcillas ferruginosas			Asociada a dolinas	Calizas de montaña	Dinantiense				1-2	SiO_2 6-7 % Fe 24-36 %	Pequeñas capas Capas 0,5-1 m Cubicación 1 km² 2800000 Tm	Hasta 10% Mn Chirteras 11% Mn	Buferrera: 1951 2.500.000 Tm 1924 (1500000 Tm)	Agotado	
			CENTRAL	Colunga		A	1	Concordantes											Hematites				Pudingas y arcillas	Lias (Has) conc.									
			OCCIDENTAL	Trevias Muñas		?		Filones															Pizarras Calizas	Cambriano						20 % Mn			
			SUR	Valdesamario		B	1	Filones E-O	Fil. discontinuos	masivos	Pirolusita Psilomelana Cuarzo Oxidos de Fe												Pizarras	Silúriano				1	~600.000 Tm de todo uno				Se dan como reservas unas 600.000 Tm.
2	PIRINEO-CENTRAL (Huesca)		HUESCA	Estopiñán Gabasa	Nikopol	A	1	Bolsadas en rosario	Carniola 2 Kms.		Pirolusita Tridos de Fe										Contacto Margas Calizas	Carniolas	Infraliás				2			60 % Mn			
3	LERIDA GERONA		PIRINEO ORIENTAL	Toheco Dias Alp Bellre Teixont	Madhya Pradesh	B	1	Bolsadas y lenticulares			Pirolusita Psilomelana Ox. Fe Calcita												Calizas y Pizarras	Silúriano culm (carbonífero)				1			68 % 35 %	1117 Tm (1954)		
4	ZAMORA		ALCAÑICES	Carbajales de Alba Rabanales Valdeperdices Trabegas del Rio Fontria		B	1	Estratiformes N 50-80 O	0,50 a 2,50 m. espesor	MASIVO	Pirolusita Psilomelana Oxidos de Mn Calcita												Pizarras filitas y rocas básicas	Paleozóico				2	~ 30 % Fe		30-40 % Mn	1 t en 1966		Es una zona de 40-50 Km. de longitud y de dirección N 60 W con abundantes indicios de Mn. Parada desde 1966
5	IBERICA		BURGOS P. DE URBION	Villaguijo Puras y S^a de los Infantes		A	1	Bolsadas			Pirolusita						Mioceno						Pudingas	Eoceno				2			50 % Mn	1954: 338 Tm	1954: 1 %	
			CALATAYUD	Ariza Alpartir Borja Nuez Novallas		A	1	Estratiformes			Pirolusita												Margas arcillas y conglomerados	Mioceno				2						Sin producción
			TERUEL ALIAGA - MONTALBAN	Caamaña Gargallo Crivillén		A	1	Bolsadas Concordantes			Pirolusita Psilomelana Dialogita		Carbonato de cobre								Calizas oolíticas		Calizas y areniscas	Jurás cretác. y facies Weald. Albense (fac. ultimas)				2			25-75 % Mn	1956-61 → 1200 Tm		Crivillén → cretáceo Coamañas → jurasico
			CASTELLON	Bco Maimona Nules V. del Viver		A	1	Estratiforme E-O			Dialogita		Pirolusita										Arcillas rojas y calizas	Trias				2						

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Manganeso*

FIGURA 3.3. - 47

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS										CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm		FORMALES			MATERIALES						TEMP																
											miner. primaria		miner. supergénica																				
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metalíferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion. tecnolóq	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona	
6	BADAJOZ		JEREZ DE LOS CABALLEROS	Zahinos Oliva de Frontera	–	B	1	Filones capas N-S; E-O; N-300	Hasta 8 m. de long. y de 1 a 5 m. espesor	Masiva	Granates Margas Ox. Fe		Pirolusita Psilomelana Ox. Fe			Lateral a Cde GRN 90%							Pizarras metamorfizadas en facies de esquistos verdes (Pelitas)	Cambriano - Siluriano				1-2	muy silíceas	~65000 Tm. seguras ~25000 Tm. probables	10 al 40 % Mn			
7	CIUDAD REAL		CAMPOS DE CALATAVA	Bolaños ✕ María Almagro Pozuelo de Calatrava ✕ El Chorrillo Ballesteros	Nikopol	A	1	Capas y lentejones	1 a 2 m de espesor. Rodados	Nódulos estratoformes	Pirolusita						Cuaternario							Conglomerados (facies marina) calizas (facies lacustres), Limburgitas)	Cuaternario	Relleno de sinclinal Siluriano		Volcanismo de plataforma	2			30 al 52 % Mn	27.500 Tm. (1946-57)		Ciclo de sedimentación por proceso meteóricos de tierra firme. Existen manantiales de aguas ácido-carbonatadas ferruginosas
8	HUELVA		HUELVA	Soloviejo Almonaster P. de Guzmán Calañas Valverde Pepito → Long. 110 m Pref. 10-12 (Solo Rodonita) 6.000 Tmen 1969 Nerva Zalamea Almendro	KALAHARI Unión Surafricana 23.000 Tn. en 1969	B	2	Bolsadas en estratiforme E-O Lenticular	Pot. 0 a 30 m. Long. 1 Km. Prof. hasta 100 m.	4 Km E-O	Psilomelana Pirolusita Dialogita Rodonita Hausmannita Braunita Cuarzo		Pirolusita			Oxidos en zona supergénica (hasta 140 m. prof.) Carbonatos en zona inf.							Jaspes entre pizarras y grauwacas, relacionados con rocas ígneas	Devoniano superior y formación volcánica				3	Alto en SiO_2 - Solo apto para siliconmanganeso ~ 20 %	400.000 Tm. ~500000 Tm. cubicación total	Oxidos 38-40 % Mn Carbonatos 30 % Mn	Totales: 100000 Prod. total 1896→253.000 Tm. en conjunto, en 1954 24.203		
9			MALAGA-MARCHAMONA	Zafarraya Periana	Nikopol	A ?	1	Capas y bolsadas	de 100 a 150 m. long. de 1 a 7 m. de Pot.	Masiva	Pirolusita												Calizas dolíticas	Jurásico				2				Producción total 25.167 Tm. 1954: 65 %	
BETICAS			GRANADA-ALMERIA S. DE MARIA	Orce Velez Blanco		A	1	Estratiforme bolsadas E-O			Pirolusita												Calizas	Jurásico				2			40-60 % Mn		
			MURCIA-LORCA	Fuensanta		B	1	Concordante arrosariador	1,5 Km corrida pot. 2 a 12 m		Pirolusita												Pizarras	Cambriano				1			40-70 % Mn		
			S. CARTAGENA			B	1	Estratiformes			Hierros manganesíferos Pirita Blenda Galena-Blenda Bisunctá									1% hasta 13%		Contacto trias media trias inferior	Manto de azules (calizas, dolomías y filitas)	Trias alpujárride			1	?	< 20 %			Explotados en otras épocas aunque sin demasiada importancia
			C. de GATA (Almeria)	Cerro Garbanzal	Tachgagalt Marruecos	C	1	Rell. N-20° W	4 m. de campo 1-3 m. de pot.	Cemento de brecha	Pirolusita Cuarzo						Post-Terciario						Aparejo volcánico	Andesitas Biotíticas				1			44-70 % Mn		

En Badajoz, las mineralizaciones son realmente de hierro manganesífero, y las manifestaciones de Galicia (Pontevedra y Lugo, Peña Furada), Salamanca (Villares de Yeltes), Madrid (El Molar) y Guadalajara se juzgan como indicios aislados de los que se conoce muy poco.

Las características mineralógicas y morfológicas de los yacimientos españoles encajan con bastante perfección en las de sus homólogos mundiales. Quizá el carácter que, en general, las separa más es el de su dimensionado. Los cuerpos mineralizados en manganeso conocidos en España son con demasiada frecuencia excesivamente pequeños.

La coincidencia de metalotectos generales también es grande: así, existen jaspes y rocas volcánicas submarinas en relación con los criaderos de Huelva, vulcanismo reciente en plataforma en el caso de Ciudad Real, relación con andesitas en Cabo de Gata y frecuencia de manifestaciones en niveles estratigráficos en los yacimientos de la plataforma Ibérica.

La metodología sistemática de prospección aplicable no requiere modificaciones adaptables a tipos peculiares. En todos los casos se necesita de una buena base geológica a la escala más adecuada para la dimensión del área a investigar. Particularmente, en la del tipo A habrá que enfatizar los trabajos de carácter paleogeográfico, desarrollando estudios sedimentológicos.

La petrografía y el análisis de rocas serán fundamentales para establecer la clasificación de rocas ígneas en relación posible con los yacimientos buscados. Como métodos directos se podrán aplicar, en general, los geoquímicos, en su doble aspecto de estratégico (redes de drenaje) y táctico (suelos y plantas).

En general, los minerales de manganeso españoles resultan seriamente afectados por condicionamientos tecnológicos. A las bajas leyes predominantes hay que unir un exceso de sílice muy frecuente o contenidos de hierro excesivamente bajos. Desafortunadamente, los yacimientos de mayor pureza no han dado hasta ahora cubicaciones importantes, aunque realmente el desconocimiento de reservas de esta sustancia en todas las zonas es sorprendente. No sólo se ignoran las cubicaciones, sino que tampoco se sabe casi nada de las producciones habidas en gran número de las áreas señaladas.

Actualmente sólo se produce mineral de manganeso en la provincia de Huelva y, ocasionalmente, una cantidad poco estimable en el Pirineo oriental, así que no tiene objeto efectuar una clasificación de zonas y áreas en función de su importancia económica presente. Se puede intentar, con las limitaciones que se han nombrado más arriba, una clasificación de producción de cada zona a lo largo de su historia.

ZONAS Y AREAS	España — *Porcentaje*	Tipos	Observaciones
HUELVA	80	B 2	
ASTURIAS	16	B 1	La producción conocida proviene del área occidental.
CIUDAD REAL	2	A 1	
IBERICA		A 1	
HUESCA		A 1	
P. CATALAN		B 1	
BETICA			
Málaga		A 1	
Granada-Almería		A 1	
Lorca	2	B 1	
S. Cartagena		B 1	
Cabo de Gata		C 1	
BADAJOZ		B 1	
ZAMORA		A 2	
OTROS			

Este cuadro, que puede no ser muy exacto, tiene la ventaja de permitir ver la importancia relativa que cada tipo ha tenido hasta el momento en España.

El cuadro de comparación minera y económica de los tipos de yacimientos en España y resto del mundo ha de resultar forzosamente muy vago e impreciso, debido a la pequeña cantidad y escasa fiabilidad de los datos conseguidos.

Se incluye, no obstante, el resultado del ensayo realizado. (Véase cuadro siguiente.)

La conclusión que inmediatamente se deduce del estudio del cuadro es la de la gran inferioridad de nuestros yacimientos de manganeso con las representativas de los tipos mundiales. Se ve que ni aun sumando la producción total de su historia en todos los yacimientos de un subtipo

TIPOS Y SUBTIPOS	INTERVALOS DE CUBICACION DE LOS YACIMIENTOS DE MINERIA		INTERVALOS DE LEYES DE LOS YACIMIENTOS DE CONTENIDO Mn		INTERVALOS DE PODUCCION DE MINERAL		IMPORTANCIA ECONOMICA RELATIVA ACTUAL 1969	
	Mundo — *Toneladas*	España — *Toneladas*	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*	Mundo anual — *Toneladas*	España (acumulada del tipo) — *Toneladas*	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*
A	—	—	—	—	—	—	50 - 56	0
A 1	$(2 - 7) \cdot 10^8$	$n \cdot 10^3 - 2$	37 - 45	30 - 50	Hasta $9 \cdot 10^6$	$< 10^5$	38 - 50	0
A 2	10^8	—	35 - 48	30 - 40	hasta $1{,}2 \cdot 10^6$	$< 10^4$	6 - 12	0
B	—	—	—	—	—	—	28 - 40	100
B 1	$2 \cdot 10^8$	$n \cdot 10^5$	40 - 50	10 - 40	Hasta $2 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^5 - 10^6$ ($2 \cdot 10^2$ en 1969)	10 - 12	1
B 2	$5 \cdot 10^8$	$n \cdot 10^3 — 10^6$	30 - 45	30 - 40	Hasta $3 \cdot 10^6$	$> 2 \cdot 10^6$ ($2 \cdot 10^4$ en 1969)	17 - 28	99
C	—	—	—	—	—	—	10 - 15	0
C 1	—	—	Variable	40 - 70	Hasta $2{,}5 \cdot 10^6$	—	2 - 14	0

se llega a alcanzar ni remotamente el nivel de comparación con la producción anual de un yacimiento de categoría mundial.

Se observa también que la totalidad de la producción española proviene de criaderos del tipo B y, más concretamente, del subtipo B2 (Kalahari), asociado a jaspes y en relación con rocas volcánicas submarinas, que en el mundo aporta entre el 17 y el 28 por 100 del mineral de manganeso total. España carece de yacimientos en producción de los tipos A (Nikopol y Moanda), que hoy día son los más importantes del mundo en reservas y producción.

El futuro inmediato de la minería del manganeso en España no parece muy halagüeño.

No obstante, parece lógico, desde este punto de vista, antes de resignarse a depender casi totalmente de la importación, examinar también, mediante una investigación adecuada, aquellas áreas en que se dan indicios de yacimientos semejantes a los de mayor potencial minero mundial, aunque el hecho de que en muchos casos, aun siendo conocidos de antiguo, no hayan alcanzado un desarrollo favorable, no permite ser excesivamente optimista. No obstante existen, en el Paleozoico de Asturias oriental y Zamora, manifestaciones manganesíferas con el suficiente desarrollo longitudinal como para permitir la existencia de yacimientos de gran tonelaje. Igualmente son dignas de tener en cuenta, por la misma razón, las capas y lentejones conocidos en la base del Jurásico en Huesca, y desde el Trías hasta el Mioceno, en el Sistema Ibérico.

3.3.12 MERCURIO

3.3.12.1 **Tipología mundial**

Sobre el cuadro 3.3-48 es interesante hacer las siguientes consideraciones:

Es difícil establecer una tipología coherente para yacimientos de mercurio. Ello se debe, en primer lugar, a la escasa diversidad de paragénesis, dominando casi siempre el cinabrio y presentándose el mercurio nativo como accesorio, excepto en los yacimientos del tipo C y la paragénesis del yacimiento Huitzuco (Méjico), que contiene la livingstonita como mineral principal. En segundo lugar, hay que señalar que si bien la edad de la mineralización es, en un 50 por 100 de los casos, alpina, el cinabrio puede ser incluso precámbrico. Como tercer factor condicionante está el hecho de que el cinabrio no presenta metalotectos muy característicos, encontrándose en todo tipo de roca sedimentaria e incluso en granito. No obstante, es de resaltar que el cinabrio aparece en rocas volcánicas, o asociado espacialmente con ellas, en un 90 por 100 de los casos. Y finalmente, en cuarto lugar, se incluye la circunstancia de que el metal reconocido en el mundo pertenece a un número muy limitado de yacimientos.

Con esta serie de limitaciones se ha adoptado una clasificación heterogénea en base a los siguientes parámetros: morfología del yacimiento, mineralogía, tipo de roca asociada y ambiente estructural.

En cuanto a las hipótesis y relaciones genéticas que cabe suponer para los diversos tipos y sutbipos, se pueden hacer diversas consideraciones. Parece, en primer lugar, que las transiciones que se notan entre los diversos tipos de yacimientos reflejan ciertas relaciones genéticas.

La influencia de fenómenos volcánicos se manifiesta tanto en los yacimientos del tipo A (en zonas cratonizadas hercínicas) como en los del tipo B (en zonas móviles alpinas), y particularmente en los subtipos A1 y B1.

Los yacimientos filonianos de mineralogía compleja (tipo C) tienen un origen claramente hidrotermal, si bien pueden relacionarse con los de los subtipos A2, A3, B1 y B2 (removilizados o de origen volcánico).

Los placeres (tipo D) se pueden formar a expensas de cualquiera de los restantes yacimientos, pero se les supone particularmente asociados a los del tipo B.

No se ha señalado una metodología de investigación especial para cada tipo, por ser ésta común a todos.

Se desconocen los índices de rendimientos y de coste de la geoquímica aerotransportada. En los restantes métodos, el índice de rendimiento es muy satisfactorio, en especial gracias a la ayuda de los nuevos dispositivos complementarios de la absorción atómica. Los índices de coste varían ampliamente de un método a otro.

En cuanto a intervalos de leyes se refiere, los países del Este explotan, por lo general, con leyes muy inferiores a los límites establecidos en el resto del mundo.

En lo que concierne a la importancia económica, es de destacar, en primer lugar, que los cinco yacimientos más importantes del mundo poseían el 95 por 100 del metal conocido en 1961. Y en cuanto a la importancia relativa de los diferentes tipos, expresada por el % del valor de la producción en 1969, se resalta que los yacimientos del tipo A aportan más de la mitad del metal producido en el mundo en este año, sobresaliendo de entre ellos, con personalidad propia, el yacimiento de Almadén, que proporcionó el 20 por 100 de la producción total de dicho año.

Los yacimientos del subtipo A1, ubicados casi exclusivamente en el área de Almadén, representan el 41 por 100 del metal reconocido en el mundo (producido + reservas). Siguen en importancia los yacimientos del tipo B, que, en conjunto, representan el 30 por 100. En tercer lugar, y a mucha distancia, están los yacimientos del tipo C, con un 5 por 100, y de muy escaso interés son los yacimientos del tipo D, cuya producción es insignificante en el contexto mundial.

Mirando al futuro, se señalará que, a excepción de los cinco yacimientos principales del mundo, los que en la actualidad se encuentran en expansión son los correspondientes a los subtipos B1 y B2. Es de destacar, a continuación, la importancia de los nuevos yacimientos descubiertos en Argelia y Colombia Británica. Por último, cabe decir que aunque los yacimientos de la China Continental no se explotan a un ritmo normal, no debe olvidarse su importancia.

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1966. AUBERT, G.: Les principeaux types de gisements de mercure. Faculté de l'Université de Clermont-Ferrand, págs. 4-10.

1959. BATEMAN, A. M.: Economic Mineral Deposits, págs. 615-617.

1968. BRADSHAW, P. M. and KOKSOY, M.: Primary Dispersion of Mercury from Cinnabar & Stibnita Deposits, Wst Turkey, XXIII. «Int. Geol.», vol. 7, págs. 341-355.

1968. BRODI, A., et al.: Prospezione mineralogica alluvionales per Hg nel bacino del Merse e descrizione delle mineralizzacioni individuate, págs. 424-432.

1965. BERGE, B.: The use of Mercury in Geochemical prospecting for Mercury. «Ec. Geol.», vol. 60, págs. 1915-1528.

BERETZ, H. H.: Mercury, E. et Mj. Vol. 167, núm. 2, págs. 116-118.

1964. CAVINATO, A.: Giacimenti Minerali, págs. 170-179.

1963. DVORNIKOV, A. G.: Some characteristics of the Mercury Dispersion aureoles in the soils and coals of the southeastern part of the Donbas. Trad. de «Dok. Akad. Nauk SSSR.», volumen 150, núm. 4, págs. 894-897.

1963.—FEDORCHUK, V. P. et al.: Au sujet de la genés des gîtes mercuro-antimonifères. «Geol. Rund. Mest.», núm. 2, páginas 91-99.

1965. FREIBERG et al.: La formation «antimoine, tungtène, mer-

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Mercurio*

FIGURA 3.3.-48

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación / País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION: FORMALES: morfología	FORMALES: dimensión (en)	FORMALES: distribución de la mena	MATERIALES: mineralogía primaria: Paragenesis	MATERIALES: mineralogía primaria: Contextura	MATERIALES: mineralogía supergénica: Paragénesis	MATERIALES: mineralogía supergénica: Contextura	MATERIALES: GEOQUIMICA	MATERIALES: ZONALIDAD	TEMP: EDAD	METALOTECTOS TIPICOS: Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos
			CARACTERISTICAS GENERALES				SHg Principal / Hg Accesorio		SHg, Hg, MET. AMA				Hercinica ~30% / Alpina ~ 50%	Porosidad			Materia orgánica en general		Todo tipo de rocas sedimentarias. En relación con rocas volcánicas ~5%				

METODOLOGIA INVESTIGACION: Nivel (R= Prosp. Reg. / E= Estimac.)	SISTEMATICA	ind. rendta integr. (1 a 3)	indice de coste (1 a 3)
R	1. Geoquímica Aeroportada 2. Balea aluvionar 3. Geoqu. redes drenaje	hasta 3	hasta 3
R.E	1. Balea eluvionar 2. Geoquímica del Hg	3	2
E	1. Geoquímica en roca 2. Sondeos	2	3

CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS: CONDICIONAM.	TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION YACIMIENTOS (en miles de tm): Int.	Ext.	INTERVALOS DE LEYES YACIMIENTOS: Int.	Ext.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL YACIMIENTOS (en miles de tm/a): Int.	Ext.	IMPORTANCIA ECONOMICA (de tipo y subtipo)
						año 1969		% Producción 1969
						255		

A — YACIMIENTOS EN GENERAL ESTRATIFORMES CON SHg DOMINANTE EN ZONAS PLEGADAS — 55%-60%

SUBTIPO	HOLOTIPO	DESCRIPCION TIPICA	morfología	dimensión (en)	distribución de la mena	mineralogía primaria: Paragenesis	mineralogía primaria: Contextura	mineralogía supergénica: Paragénesis	mineralogía supergénica: Contextura	GEOQUIMICA	ZONALIDAD	EDAD	Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	IMPORTANCIA ECONOMICA
1	ALMADEN (España) (Chagán, Uzún en URSS)	Estratiformes peneconcordantes con SHg dominante en cuarcitas en relación con rocas volcánicas en zonas plegadas de edad hercínica.	Estratiforme peneconcordante	Almadén: Long 600 anchu 50 prof. 500	Vetillas Impregnación	SHg, Hg, DOL Ca, Q, Ba		LIM, Sangre de toro (Hg)				Hercinica					Sinclinal	Incluido en areniscas relacionado con rocas volcánicas medias-básicas	A escala regional				(Producción 5.500 / Reservas 6.000) Almadén		ALMADEN M-12 med 8 m. 0.9		ALMADEN 57		ALMADEN solo: 20 %
2	KHAIDARKAN (Kirgisia, URSS) (Centro-Sur de China) (Nikitovka, URSS) (Oeste de Francia)	Estratiformes irregulares con SHg, frecuentemente As. Sb en zonas de plegamiento complejo.	Estratiforme irregular		Vetillas Impregnación	SHg, Hg, Sb, SFe, F, Ba, Q, Ca				As, Sb, Bi, Cu Ag, Se	URSS: Hg, Sb, F, R. FRANCIA: U, Pb, Zn, Au, Sb, Hg.	Hercínica ó Alpina		Diquita		Bitumen Grafito	Anticinales Fallas	A veces relacionado con rocas volcánicas	Frecuentemente siluriano-orad.	A veces relacionados con el carbón					M: 1.0 m: 0.15			25%-30%
3	IDRIA (Yugoeslavia) (Nevada, USA) (Arizona, USA) (Asturias, ESPA.)	Morfología diversa con SHg de edad alpina en zonas de fractura.	Morfología diversa zona de fracturas Lentejones.	IDRIA: Long. 1500 prof. 440	Brechas Impregnación	SHg, Hg, F, Ba Q, Ca.				Arizona: Au, Cu, Asturias: As	Asturias: Cu, Pb Zn, As, Sb, Hg	Alpina		EPS ALU OPA		Bitumen	Tectónica muy compleja				Fallas paralelas a los ejes principales de plegamiento	Grandes fracturas ubicuas a los ejes principales de plegamiento	10 a 200		M: 1.4 m: 0.1 IDRIA 0.85		0.5 a 5 IDRIA 14.8		IDRIA solo: 6 %

B — YACIMIENTOS FILONIANOS CON SHg DOMINANTE DE EDAD ALPINA — 30%

SUBTIPO	HOLOTIPO	DESCRIPCION TIPICA	morfología	dimensión (en)	distribución de la mena	mineralogía primaria: Paragenesis	mineralogía primaria: Contextura	mineralogía supergénica: Paragénesis	mineralogía supergénica: Contextura	GEOQUIMICA	ZONALIDAD	EDAD	Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	IMPORTANCIA ECONOMICA
1	MONTE AMIATA (Italia) Alaska Columb. Británica California México Perú y Japón	Filonianos con SHg y Pb Zn, Cu, Sb, de edad alpina en relación con vulcanismo	Filones y masas		Brechas, Vetillas Impregnación	SHg, Hg, SZn, SPb SSb, SCu. MEXICO: Hg, SSb. LIV (Q, Ba)				Fs, Sb, Cu, Pb, Zn As, Au.		Alpina		YES, Q, OPA		Hidrocarburos	Tectónica disloc. del Anticinales.	Incluido en o relacionado con rocas volcánicas ácidas medias y básicas		Karst (en Mejico)	Zonas de aguas termales	en California			M: 3.0 m: 0.7 M. Amun 0.95		PINCH LAKE 20 M. AMI 35		M. Amiata solo: 14 %
2	ISMAIL (Argelia) (Túnez)	Filonianos con SHg de edad alpina en relación con grandes fracturas	Filones		Vetillas Impregnación	SHg, Hg				Sb	Sb, Hg	Alpina		YES, Q, OPA		Hidrocarburos	Anticinales Diapiros					Grandes fracturas ubicuas a los ejes principales de plegamiento			M: 1.0 m: 0.4		ISMAIL 9		5 % ISMAIL solo: 3.5 %

C — YACIMIENTOS FILONIANOS DE MINERALOGIA COMPLEJA DE EDAD HERCINICA — 5 %

SUBTIPO	HOLOTIPO	DESCRIPCION TIPICA	morfología	dimensión (en)	distribución de la mena	mineralogía primaria: Paragenesis	mineralogía primaria: Contextura	mineralogía supergénica: Paragénesis	mineralogía supergénica: Contextura	GEOQUIMICA	ZONALIDAD	EDAD	Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	IMPORTANCIA ECONOMICA
	FREIBERG (Alemania del Este) PFALZ (Alemania del Oeste)		Filones			FREIB.: Pb, Zn, Ag, Ni, Co, Bi, U, Hg. PFALZ: COG. Hg-Ag						Hercinica		Alteración hidrotermal		PFALZ: Bitumines y asfalto	PFALZ: Anticlinal												5 %

D — PLACERES

SUBTIPO	HOLOTIPO	DESCRIPCION TIPICA	morfología	dimensión (en)	distribución de la mena	mineralogía primaria: Paragenesis	mineralogía primaria: Contextura	mineralogía supergénica: Paragénesis	mineralogía supergénica: Contextura	GEOQUIMICA	ZONALIDAD	EDAD	Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos
1	AUSTRALIA (Nzi C de Marfil)	Aluviales y eluviales con SHg	Placeres			MALASIA: Sn_1(Hg) N. ZELANDA: Au_x(Hg)						Actual										
2	MALASIA	Aluviales con Sn, Au, (Hg)																				

LEYENDA

AMA: Amalgama		Bi : Bismutina	
ALU: Alunita		Se : Seleniuros	
EPS: Epsomita		Sb : Estibina	
MET: Metacinabrio		Ni : Niquelina	
LIM: Limonita		Co : Cobaltina	
LIV: Livingstonita		SZn : Blenda	
COG: Cobres grises		SPb : Galena	
OPA: Opalo		SCu : Calcopirita	
TR : Tierras raras			
YES: Yeso		M : Máximo	
SHg: Cinabrio		m : mínimo	
DOL: Dolomita		md. : ley media	
Ca : Calcita			
Q : Cuarzo		1 Frasco = 34,5 Kg.	
BA : Baritina			
SFe : Marcasita			
F : Fluorita			

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Mercurio*

FIGURA 3.3.-49

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION											METALOTECTOS ESPECIFICOS											CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm.		FORMALES			MATERIALES							TEMP																
											miner. primaria		miner. supergénica																					
Numero	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicos	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleogr.	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion tecnolog	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona	
1.	ASTURIAS-LEON		MIERES POLA DE LENA SOMIEDO RIAÑO R. NEGRO B. LUNA	La Peña P. de Europa Caunedo Covadonga Aller Tineo	Idria Yugoeslavia	1	3	Diversas acciones falladas		Impregnación y relleno de diaclasas. Brechas	pit mis cin met rej orp mer						Hercínico tardío a alpino	Porosidad y huecos (diaclasas, despegues, brechas)	Existencia de filón y ks general			Ligados a fallas (favorable etc)	Calizas y cuarcitas	Carbonífero	Cuenca hullera 3 veces recubierta por carbón			1-2	Existencia de ks		1.28-1,4 % Hg	~8000 Frs/Año 1969	12%	LEYENDA Pit = pirita mis = mispiquel cin = cinabrio met = metacinabrio rej = rejalgar orp = oropimente mer = mercurio nativo cog = cobre gris cov = covelina cap = calcopirita cua = cuarzo gal = galena ble = blenda ox Fe = óxido hierro bar = barita cal = calcita flu = fluorita wol = wolframita cat = casiterita mal = malaquita azr = azurita
2	PIRINEO NAVARRO		GARRALDA	M. Osategincta Arive Arrieta	Pfalz Alemania	C		Filones mineros E-O	Im. pol.	Diaclasas y estratificación	cog cov cap cin cua		azr mal				Post-cretácico alpino		Cobre gris, sulfoantimoniuros			Fracturas en filón	Areniscas y margas yesíferas	Trias buntsandstein	Bordes de cuenca triásica			3						Explotaciones en épocas anteriores
				Barranco Erreca	Freigberg Alemania	C		Diaclasas		Pellizco	id. + gal ble												Calizas	Cretácico				3						
3	MONTES DE ALBARRACIN (TERUEL)		ALBARRACIN	Collado de la Plata Campillo	Pfalz Alemania	C		Filón			cog cua cin ox Fe						Silúrico		Cu, Fe					Silúrico				1				Total: ~2,5 frs		Desde 1885, no hay noticias explotación fracasada
4	CASTELLON-SUR		SIERRA DEL ESPADAN	Azuébar Chovar Alfondeguilla Eslida Artana Bechi	Khoidarkan URSS	A	2	Estratiforme		Impregnación	cin Cu						Alpina		Cu, Ba			Lignito		Arenisca roja	Trias bunt				1			1% Hg			Explotaciones en épocas anteriores
5	USAGRE (BADAJOZ)		USAGRE	La Sultana	Almadén España	A	1	Estratiforme 3 niveles		Impregnación	cin gal bar Cu						Hercínica				S, Sb, As		Relación con Lavas	Carniolas	Carbonífero			2						Explotaciones en épocas anteriores Actualmente se investiga
6	ALMADEN (CIUDAD-REAL)		ALMADEN	Almadenejos Valdeazogues Las Cuevas	Almadén España	A	1	Estratiforme 3 niveles	60×50×50 m	Impregnación y relleno	cin met pit cal bar flu						Hercínica						Relación con Lavas	Cuarcitas de techo (Criadero)	Carbonífero		Volcanismo de facies estacional	3	Producido 3.500.000 frs Reservas 6.000.000 frs		5-10 % Hg	5 mill frs Año 1969	87%	
7	CADENAS BETICAS (GRANADA)		M. ZENETE	Dolar Hueneja Calahorra	Monte Amiata Italia	B	1	Diverso ligado a fallas y diaclasas		Impregnación y relleno en fisuras	cin ox fe						Alpina	Fracturación, brechificación	Con oxidos de Fe y Carbonatos de Cu	con ox. Fe	Sb. Sr	Mat. orgánica (calizas fétidas) Bitumen-Lignito	Relación con fallas	Calizas	Paleozoico y Trias	Trias de facies alpujárride	Volcanismo de facies estacional	Posible zona de gradiente geotermico anómalo	1-2	Desconocido					Explotadas en épocas anteriores
			ALPUJARRIDES	Torviscón Albendón Almejíjar Castaras Nieles Jubiles Timar					Idem																								
	(ALMERIA) (MURCIA) (ALICANTE)		SIERRA BAZA S. FILABRES S. CABRERA S. GADOR PULPI ORIHUELA	Tijola Turre Valle del Acogue				Estratiforme s.l. (ligado a fracturación)		Impregnación y relleno	cin ox fe Pulf de Cu		mal azr										Relación con fallas y cabalgamientos	Calizas relacionadas con yesos y arcillas							Muy variable	Tijola 35 frs Año 1969	<1%	Explotadas en épocas anteriores Actualmente se explota una mina en Tijola Se investiga en otras zonas
8	MERIDA (BADAJOZ)			El Berrocal	Malasia	D	2	Aluvionar	Pequeño	Diseminada	mer cin wol cat						Cuaternario						Cong. lomerado calcáreo	Dolomías y filitas relación con calizas verdes	Cuaternario moderno						0,23%			Mina de W. Sn Hg descubierto en 1965, sin noticias

cure» et ses rapports avec le magmatisme et la geotectonique. Trad. «BRGM», núm. 4945.
1966. FRIEDRICH, G. H. and HAWKES, H. E.: Mercury as an ore guide in the Pachuca-Real del Monte Distric, Hidalgo, Méjico. «Ec. Geol.», vol. 61, núm. 4, págs. 744-753.
1966. FLAWN, P. T., págs. 330-332 .
1964. GEORGE, J. G.: Mercury Canadian Minerals Yearbook, páginas 1-5.
1962. HAWKES, H. E. and WEBB, J. S.: Geochemistry in Mineral Exploration, págs. 72-73 y 369.
1961. JAMES, G. H.: A review of the Geochemistry of Mercury (excluding analytical aspects) and its aplication to Geochemical Prospecting. Imperial College, 37 págs.
1967. MALEYEV, Ye. F.: Types of Mercury mineralization and their relation to volcanism. Trad. de «Dolk. Akad. Nauk SSSR», vol. núm. 3, págs. 660-663.
1964. LAFFITTE et ROUVEYROL: Carte Minière du Globe sur fond tectonique. «Annales des Mines», págs. 20-21.
1933. LINGREN, W.: Mineral deposits, págs. 465-473.
1964. PARK, Cj. F. Jr.; and MACDANJD, R. A.: págs. 317-323.
1959. PENNINGTON, J. W.: Mercury. A materials Survey. Bur. of Min. U. S. Dept. of the Int. Circular Information 7949, páginas 11-29 y 50-71.
1962. POJARKOV, V. E.: Classification des types géologiques de gisements de mercure et d'antimoine. «Razr. i Okl. Nedr.» núm. 11, págs. 5-13.
1963. ROUTHIER, P.: Les gisements métallifères, págs. 889-893.
1949. RAGUIN, E.: Géologie des Gîtes Mineraux, págs. 593-597.
SAUPE, F.: Note préliminaire concernant le ganése du gisement de mercure d'Almadén. «Mineralium Deposita», 2, 1967, páginas 26-33.
1966. WARREN, H. V. et al.: Some observations on the Geochemistry of Mercury as applied to prospecting. «Ec. Geol.», 61, páginas 1010-1028.
1964. WILLISTON, S. H.: The Mercury Haloi Method of exploration. «E. et Mj.», vol. 165, núm. 5, págs. 98-101.
1965. Bureau of Mines. U. S. Dept. of the Int.: Mineral Facts & Problems, págs. 576-580.
1966. Mercury Deposits. «Min. Mag.», vol. 114, núm. 1, págs. 49-50. Alaskan.
Mines d'Almadén. Inst. Geol. España. Excursión B-1. XIV Congrès Int. de Geol. Madrid, 1926.
1970. Mining Annual Review, págs. 90-91.
1953. La producción minero-metalúrgica mundial. «Minería y Metalurgia», t. IV, págs. 157-158 y 354.
Lemaire Instrument, Reno, Nevada USA. Types S1 and SV Mercury detector.
Metallgesellschaft Aktiengesellschaft, 1969. Metallstatistik 1959-1968.
Bibliografía extensa e internacional en cuestiones de Metalogenia del mercurio. Moscú Izdat Nauka, 291, págs. 1968.

3.3.12.2 Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

En relación con el cuadro 3.3-49 y el mapa relativo al mercurio, se pueden hacer las siguientes consideraciones:

Las zonas metalíferas que pueden considerarse en España desde el punto de vista de sus mineralizaciones de mercurio están geográficamente bastante bien definidas: Asturias, Norte de León, Pirineo navarro; Montes de Albarracín, en Teruel; Sierra de Espadán, en Castellón; Usagre, en Badajoz; Almadén, en Ciudad Real, y finalmente, la zona Bética de las provincias de Granada, Almería y Murcia.

Ya no resulta tan sencillo dividir en áreas metalíferas las zonas que se acaban de citar. En general, lo impide, más que la falta de conocimientos sobre los yacimientos en sí considerados individualmente, la carencia de estudios sintéticos sobre los conjuntos de éstos en relación con sus contextos geológicos. Esto no supone serias dificultades de clasificación en los casos de zonas pequeñas (Navarra, Castellón, Teruel), con escasa densidad de indicios (Usagre), o particularmente bien conocidos (Almadén), pero resulta casi insuperable en las zonas extensas y con abundantes manifestaciones mercuríferas, como Asturias-León y las Béticas, en donde se ha necesitado generalizar aspectos que quizá, en ocasiones, no sean más que casos particulares.

La asimilación a los tipos mundiales se ha hecho procurando tener en cuenta la mayor cantidad posible de características comunes y de metalotectos análogos.

Del estudio del cuadro adjunto, en el que se analizan por separado las zonas y áreas mercuríferas más importantes del país, se deduce que los metalotectos mejor definidos suelen ser los estructurales, litológicos y estratigráficos. Efectivamente, claramente asociados con fracturas se encuentran los yacimientos de Asturias-León (falla del Caudal y otras), del Pirineo navarro (fracturas de borde de domo trifásico) y de las Béticas. En la mineralización de estas zonas se podrán usar con elevado rendimiento los métodos geofísicos clásicos capaces de precisar la situación y características de las fracturas.

Como grandes metalotectos estratigráficos bien establecidos aparecen: en Almadén, la "cuarcita del criadero" del siluriano superior, y en la Bética, el trías alpujárride. De una manera más vaga se puede considerar el carbonífero, para Asturias-León, y el trías germánico, para Castellón. Estas relaciones son útiles para circunscribir áreas de investigación a estas formaciones.

Entre los metalotectos litológicos más notables son de destacar: las cuarcitas y rocas volcánicas, en la zona de Almadén y Usagre; las filitas y rocas carbonatadas, en las Béticas, y las areniscas, en Castellón y Navarra. La cartografía detallada de estas rocas y su máxima definición mediante estudios especiales (petrográficos, sedimentológicos, etc.) pueden ser de extrema utilidad para la prospección e interpretación de los criaderos.

Otros tipos de metalotectos especiales, en sentido amplio, se pueden considerar, por ejemplo, el carácter de vulcanismo de fondo de geosinclinal que presentan las rocas ígneas de la zona de Almadén y la posible zona de gradiente geotérmico anómalo de las Béticas, manifestado en las fuentes de aguas termales de la región.

Entre los metalotectos locales, de tanto interés a la hora de investigar cada área, es de destacar la frecuencia en que aparecen, entre los físicos, el factor de porosidad, brechificación, fracturación, etc., fundamentalmente en Asturias-León y las Béticas.

Si se considera la mineralogía, se encuentra que cada zona tiene sus características peculiares: Asturias-León se individualiza por la presencia de minerales de arsénico de una manera constante; en Navarra y Teruel es el cobre gris el mineral fundamental; los yacimientos de las Béticas contienen, en general, óxidos de hierro y sulfuros de cobre; en Castellón existen criaderos de cobalto y bario, en relación espacial con los de mercurio, y en Almadén, aun siendo el de mineralogía más pura, existe pirita, calcita, fluorita y barita.

Las campañas de prospección geoquímica y mineralométrica, de empleo casi obligado en las investigaciones por mercurio, como se señalaba en el cuadro 3.3-48, pueden ser mejor orientadas con el conocimiento preciso de la mineralogía de los yacimientos objeto de búsqueda.

Otros tipos de metalotectos no están lo suficiente estudiados como para ser reseñados aquí como factores condicionantes de la sistemática de investigación, aunque cabe destacar en la zona de Asturias-León el posible carácter ígneo de algunas de las brechas relacionadas con las mineralizaciones de mercurio y la presencia ocasional de cinabrio incluido en el carbón.

La ordenación cuantitativa de los tipos existentes en España es sencilla y bastante coincidente con la mundial, como se ve en los cuadros adjuntos.

ZONAS Y AREAS	Importancia económica en España (producción 1969) — *Porcentaje*	Tipos
ALMADEN	87	A 1
ASTURIAS-LEON	12	A 3
CADENAS BETICAS	1	B 1

Así Almadén, considerado como uno de los prototipos mundiales, cubre el 87 por 100 de la producción actual española. El resto lo aporta prácticamente toda la zona de Asturias-León, clasificada también dentro del tipo A. La modestísima contribución de la zona Bética proviene del tipo B1. El resto de las zonas, aunque hayan estado en explotación en épocas pasadas, permanecen actualmente inactivas, desde el punto de vista de la producción. (Véase cuadro al pie.)

3.3.13 NIQUEL

3.3.13.1 Tipología mundial

Sobre el cuadro 3.3-50 es interesante hacer las siguientes consideraciones:

Los yacimientos de níquel se han clasificado en dos grandes familias: tipo A, yacimientos de sulfuros complejos en rocas básicas y ultrabásicas, y los tipo B, yacimientos lateríticos más o menos recientes, formados a expensas de las mismas rocas de los tipos A, y constituidos de hidrosilicatos y silicatos de níquel.

Más complejidad encierra la realización de subtipos, debido a escasas diferencias existentes entre los yacimientos englobados dentro de cada gran tipo. El tipo Sudbury (A1) está frecuentemente acompañado de filones análogos por su paragénesis a los yacimientos de tipo Erzgebirge (A3).

El tipo Ural (A2), en las ofiolitas, representante de los yacimientos de tipo sulfurado (A), llama particularmente la atención por su pobreza cuando sabemos que, por el contrario, las ofiolitas dan lugar a la mayoría de los yacimientos de tipo laterítico, probablemente porque en las ofiolitas los sulfuros de Ni se encuentran diseminados.

La metodología utilizada en la prospección del Ni no presenta grandes dificultades; en primer lugar, son necesarios los trabajos geológicos, paleogeológicos, vuelos regionales sobre helicópteros, etc. Son ayudas importantes la petrología, y dentro de los métodos geofísicos, debido al magnetismo de la pirrotina-pentlandita, son muy importantes los levantamientos magnéticos y electromagnéticos, bien aéreos, o bien sobre el terreno.

Finalmente, es interesante la prospección geoquímica de suelos sobre macizos de peridotitas, ya que podrían poner en evidencia la existencia de yacimientos de níquel de alteración, que se encuentran recubiertos.

En los yacimientos de sulfuros de Ni puede ser interesante la prospección geoquímica estudiando la relación Ni/Co de las rocas básicas y ultrabásicas; si esta relación es superior a 10 puede tratarse en potencia de un yacimiento de níquel.

Los condicionamientos tecnológicos que controlan la explotabilidad del Ni se cambian, según que el mineral sea laterítico o serpentinizado y según que el proceso metalúrgico seguido sea hidrometalúrgico o pirometalúrgico. Como media, los minerales lateríticos se mueven entre valores de 1,3 a 1,4 por 100 de Ni + Co para procesos hidrometalúrgicos y de 1,5 a 1,7 por 100 en procesos pirometalúrgicos. Finalmente, si el mineral es serpentinizado, el proceso pirometalúrgico condiciona un contenido de Ni + Co de 1,6 a 3 por 100.

Un aspecto muy paradójico, relacionado con la importancia relativa de los dos tipos fundamentales de yacimientos de níquel, es la desproporción entre las reservas de Ni metal de origen laterítico (un 80 por 100) y la producción que se encuentra entre el 20-30 por 100, mientras que la producción de las menas sulfuradas es del 70-80 por 100 de Ni metal y las reservas solamente del 20 por 100. Esto pone en evidencia la gran importancia que tiene la busca de yacimientos lateríticos, ya que además de la obtención del Ni tienen la particularidad de poder recuperar el Fe contenido en las lateritas.

Los yacimientos lateríticos de más importancia en el futuro son los de Nueva Celedonia y Guatemala.

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1967. BOLDT, J. R.: The Winning of Nickel, págs. 25-82.
1965. KUN, de N.: The Mineral Resources of Africa, págs. 422-425.
1949. RAGUIN, E.: Géologie des Gîtes Minéraux, págs. 411-420.
1963. ROUTHIER, P.: Les Gisements Métallifères, págs. 940-943.
1963. WORTHINGTON, J. E.: An Exploration Program for Nickel in the Southeastern United States. «Economic Geology», vol. 59. 1964, págs. 97-109.

TIPOS Y SUBTIPOS	INTERVALOS DE CUBICACION DE LOS YACIMIENTOS		INTERVALOS DE LEYES DE LOS YACIMIENTOS DE H		INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL		IMPORTANCIA ECONOMICA RELATIVA	
	Mundo — *Frascos*	España — *Frascos*	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*	Mundo — *Miles de frascos*	España — *Miles de frascos*	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*
A	—	—	—	—	—	—	55 - 60	> 99
A 1	> 6 · 10^6 fras.	> 6 · 10^6 fras.	0,9 - 12	0,9 - 12	—	57	20	87
A 2	—	—	0,15 - 1,0	~ 1	—	—	25 - 30	—
A 3	10^3 a 200 · 10^3	—	0,3 - 1,4	0,28 - 1,4	0,5 - 14	3	> 6	12
B	—	—	—	—	—	—	30	—
B 1	—	—	0,7 - 3	—	20 - 35	0,035	25	< 1
B 2	—	—	0,4 - 1	—	9	—	5	—

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Niquel*

FIGURA 3.3. - 50

HOLOTIPO Y DESCRIPCION TIPICA

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO (Denominación, País)	DESCRIPCION TIPICA
A			Asociados a rocas basicas y ultrabasicas
	1	SUDBURY (Canada) Lago Manitoba Thomson; Sherit Gordon; Cobalt; Columbia Britanica (CANADA) Pechenga (Carelia) Monchegorsk (KOLA) Norilsk (Siberia) Bushveld (Rep. Sud. Afric.)	Plutonismo post-orogenico ultrabasico (alcalino o no)
	2	URAL (URSS) (menos import. que los lateriticos)	Relacionado con complejo ofiolitico (o eo-orogenico)
	3	ERZGEBIRGE (Allemania E.) Jachimov (Checoeslovaquia) Schwarzwaldt (Allemania O.) Bou-Azzer (Marruecos)	Filones en rocas plutonicas acidas
B			Lateriticos modernos y antiguos (terciarios), procedentes de la alteración de peridotitas serpentinizadas
	1	NUEVA CALEDONIA Eximba (Guatemala) Cuba Rep. Dominicana Puerto Rico Filipinas Indonesia	Lateriticos modernos
	2	ORSK Urales meridion (URSS) Franskenstein (Polonia) Kremze (Bohemia Merid.)	Lateriticos antiguos terciarios
	3	Larymna (Grecia)	Lateriticos antiguos removilizados a sedimentarios modernos sobre calizas karsticas

CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION

TIPO	SUBTIPO	FORMALES: morfologia	FORMALES: dimensión (en m)	FORMALES: distribución de la mena	MATERIALES: mineralogía primaria – Paragénesis	mineralogía primaria – Contextura	MATERIALES: mineralogía supergénica – Paragénesis	mineralogía supergénica – Contextura	GEOQUIMICA	ZONALIDAD	TEMP: EDAD
A		Masas y Filones									
	1	Masas planas concordantes en Sudbury, Brechoide o masivo en Pechenga, Filones asociados en Pechenga	Pechenga 280×400×6; en general x 10³ x x 10² x x	Diseminado en masas rocosas y concentrado en filones	Sulfuros y arseniuros de Ni Co-Fe-Pt-Cu-Au-Ag-Zn-Pb. Principales: Pirrotina-Pentlandita Calcopirita y Sperrilita		Neponita en Bushveld		Tierras raras en Carelia Sc-Te-Ag-Au	En Sudbury: Techo micropegmatita, Mineralización, Muro: Norita. En Pechenga: entre Serpentinas y Filitas	Precambrico a Paleozoico (Norilsk)
	2	Filones y Lentejones			ESM-SKU-RAM SAF-LOL-NIQ MIS				As-Co-Cu FLU		Precambrica
	3	Filones			SAF-ESM-GAL-URA CUA-BAR-FLU Erzgebirge min. Ni Co Bi Ag U Schwarzwaldt con FLU y BAR				Bi-Ag-Co-U-S BAR	En Erzgebirge Ag → Ni aumentando en profundidad	Hercinica
B					Fe-Ni-Si.O2						
	1	En masas concordantes y rellenando grietas	N. Caledonia x 10³ x x 10² x x 10		Garnierita				Cr-Fe (N. Caledonia)		Actual
	2				Pimelita y Schuchardita (clorita Ni) en Franskenstein					En Bohemia: Tierra roja; " verde amarilla; Serpentina descompuesta; Serpentina fresca	Terciario
	3	Venillas nidos y costras sobre calizas	Potencia 1-2		Limonita						Jurásico Superior

METALOTECTOS TIPICOS

TIPO	SUBTIPO	Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos
A											
	1					Zonas de Hundimiento Sinclinales y Fosas	En Sudbury en relacion con Noritas; Pechenga: Gabros; Thomson: Peridotitas	A escala de Distrito y/o Regional			Lineas de discontinuidad geocronologica Zonas de cicatrización intra-cratonicas
	2					En general en relacion con fallas	Contacto de Serpentinas con intrusiones				
	3		Arseniatos y Carbonatos de Bi-Co y Ni								
B			Hidróxidos de Fe y SiO2 Arcillas, Talco, Sepiolita, Serpentinas				Peridotitas serpentinizadas	Coberteras lateriticas de Hidróxidos de Fe	Meteorización Tropical a Sub-tropical, durante periodos largos.		
	1						Ligados a macizos ultrabásicos				
	2		Limonita				Capas carbonosas en Kremze				
	3		Limonita				Serpentina y Piedra Cornea				

METODOLOGIA INVESTIGACION

TIPO	SUBTIPO	Nivel {R: Prosp. Reg. E: Estimac.}	SISTEMATICA	Ind. rendto integr (3>2>1)	Indice de coste (3>2>1)
A	1	R	Geologia rocas basicas y ultrabasicas	3	1
		RyE	Geof. Aeromagnetico	2	2
		RyE	" Aeroelectromagnetico	2	2
		R.E	" Magnetismo	2	3
		E	" Electromagnetismo	2	3
		E	Geoquimica Suelos Ni Co	2	2
		RyE	Gravimetria	3	1
B		R	Geología de los Ofiolitas y rocas basicas y ultrab.	3	1
		R	Estud. Geolog. Superfs de Alteración	3	2
		RyE	Observación Aerea	2	1
		RyE	Geoquímica red de drenaje y suelo	2	2
		E	Sondeos cortos	3	3

CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS

TIPO	SUBTIPO	CONDICIONAM.	TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION: Int. 10⁶ t	CUBICACION: Ext. metal	INTERVALOS DE LEYES: Int. % Ni g/t	LEYES: Ext. metal otros	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL: Int. Ni	PRODUCCION: Ext. Met.	IMPORTANCIA ECONOMICA % Ni Metal prod 1968
A										~ 70%
	1	En general las menos sulfuradas deben contener entre 1,1 a 1,5 % de Ni+Cu (Con Ni > Cu)		En Sudbury 33 x de, Canada 6; En Pechenga x=5		Sudbury 0,89 x Ni 0,87 Cu 0,007 Co, 0,73 g/t Pt, [illegible] g/t Ag, [illegible] g/t Au; Pechenga 1,7 Ni 1,3 Cu y 2 g/t Pt				~68 %
	2									~2%
	3									Practicamente Nulo Inexplotados
B		Variable entre 1,3 a 1,7 % minimo de Ni metal según que el proceso metalurgico seguido en el tratamiento de la muestra sea: Hidrometalurgico o Pirometalurgico				En general 1,5-2 de Ni o equival. 0,10 a 0,15 % Co				~ 30%
	1			N. Caledonia Bolsas 0,1 x=16; Cuba x=17		Cuba 1; Nª Caledonia 3-5; 8-10 % Fe; Indonesia 0,5-3%				~20 %
	2			0,7 Bohemia		0,7 Franskestein; 1,5 Bohemia				~9 %
	3									~1 %

Leyenda

ESM	Esmaltina	MIS	Mispiquel
SKU	Shuterudita	GAL	Galena
RAM	Ramelsbergita	URA	Uraninita
SAF	Saflorita	CUA	Cuarzo
LOL	Löllingita	BAR	Barita
NIQ	Niquelina	FLU	Fluorita

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Niquel*

FIGURA 3.3.-51

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION												METALOTECTOS ESPECIFICOS															CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					
						Núm		FORMALES			MATERIALES							TEMP																						
											miner. primaria		miner supergenica																												
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion. tecnolog	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona	OBSERVACIONES
1	GALICIA		Septentrional	Cabo Ortegal	Sudbury	A	1				Niquelina (ASNi) Gersdorffita (SAsNi)																	2						
			Suroccidental			A	3																												
2	ASTURIAS-LEON		Oriental S. Cuera Cabrales Cangas de Onís	Peramellera		?		Nódulos diseminados			Niquelina (ASNi) Millerita (SNi) Cob minerales Co y Cu												En caliza de montaña	Carbonífero				1					
			Central	M. Aramo																									1						
			Meridional Villamanin Casares Rodiezno	Profunda				Basaltos	(n.10 x n.10 x n.10⁶)/m³	Diseminada	Niquelina (ASNi) Minerales de cobre Pirita												En dolomías y caliza montaña	Carbonífero				1	n.10⁴	1-4% Ni			Mejores leyes en Cobalto
3	PIRINEOS		Huesca Gistain Benasque P. Gallinero Benabarre Bisauri	Gistain		?		Filoniano E-O	Pot-15 cms	Arracimada	Niquelina (ASNi) Gersdorffita (ASNi) Cobaltina, esmaltina, eritrina				Bi; Ag								contacto calizas y Pizarras, Yac. con pirrotina	Paleozoico				1-2		0.6-3% Ni			
			Lérida Peramea			A ?	3	Filoniano	Long. 2 kms		Sulfo arseniuros de Co, Ni y Cu								Mn				Nucleo de anfibolitas	En conglomerados y gritas Ne con arcillas	Pirenaicas Paleozoico			1-2		0.2-6% Ni			Mineralización fundamentalmente de cobalto
4	IBERICA		S. Algairón Torazena		Sudbury	A	1				Pirrotina y Minerales Ni												En Pizarras y gneises					2					
			Purroy			?		Filoniano			Mineral de Fe con Ni y Co												En Pizarras	Cambriano				1					
5	SIERRA MORENA OCIDENTAL		Badajoz			A	1	Filoniano	Long. discont. Pot. 30 cms		Garnierita con mineral de Mg, Co y Cu						Hercíniana						En relación con Serpentinas	Precámbrico				1	n.10⁴	7-11% Ni			
			Granja Torrehermosa	X Juan Antonio		?				Diseminado																									
			Burguillo	X Manchi	Erzgezirle	A	3	Filoniano	Pot. 10-25 cms	Diseminado	Esmaltina								Mineral de Fe en skarn				En relación con granitos					1		0.69% Ni			
			S. Peñaflor Peñaflor Lora del Rio	X S. Guillermo X S. José		A	1				Gersdorffita (Sarsenil) Ag, Au, Pirita, Calcopir		Oxidos de Fe Annabelgita								contacto pizarras con Roca ígnea	En relación con Yac. Serpentinitas	Precámbrico					11-14% Ni			

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Níquel*

ZONAS METALIFERAS

Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metalíferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento tipico mundial	Núm	
6	*SIERRA MORENA ORIENTAL*		*Pedroches Monterrubio Peñarroya Pozoblanco Villanueva de Córdoba Conquista Terrecampo*		*Erzgebirge*	*A*	tipo
						3	subtipo
			Linares Bailén La Carolina	*Filón Tortilla Filón Consuelo*			
			V. Alcudia Almadén Villaguilérez				
7	*BETICAS*		*S. Roncia Carratraca Ojén Benahavis Casarabonela Cañete la Real Puerto de la Viga*	*la Gallega*	*Sudbury*	*A*	*1*
			Granada S. Gabriel S. Ignacio Marín Alhamilillas	*El Rosario Moyazar*		*?*	
			Almería S. Onofre Mercadal Vera S. Cristóbal S. Almagro	*Bienvenida Cerro Minado*		*?*	
8	*VARIOS*		*Tarragona Vimbodí*	*La Selva L'Albiol*		*A*	*3*
			Segovia *Otero de Herreros*			*?*	
			Huelva	*Monterramera* *El Cerro*		*A*	*3*
			Murcia Valencia	*S. Carrascoy S. Radonas*		*?*	

CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION

FORMALES

morfológicas		*Filoniano*		
dimensionales		*Long. hasta 700 m. Pot. - 1.50 m. Pot. - 0.1 m*		
distribucionales		*Bolsadas*		

MATERIALES

paragénesis	miner. primaria	*Niquelina Gersdorffita. Sulfoarseniuros de Co. Sulfuros y acres de Bi, Bi, nativo Plata*	*Millerita, Cuarzo, sulfuros de Cu.*	*Niquelina Blenda Mineral de Co, Cu, Ba, Ag nativa*
contextura				
paragénesis	miner. supergénica			
contextura				
Geoquímica			*Ag.*	*V, As*
Zonalidad				
Edad	TEMP.			

METALOTECTOS ESPECIFICOS

físicos				
mineralógicos		*As, Bi*		
geoquímicos				
biológicos				
estructurales		*Zona de metamorfismo hidrotermal pensilvánico*		*Sistema de diaclasas*
litológicos		*en relación en apófisis de granodiorita*		*Calizas y filitas* / *Calizas y Filitas* / *En peridotitas y Piroxenitas Serpentinizadas-Cataclasitas*
estratigráficos				*Trias Alp.* / *Trias Alp.*
sediment. paleográficos				
geométricos				
geotectónicos				
Rendimiento global investigacion		2	2	

CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS

Condicion. tecnolog				
Intervalos cubicación yacimiento				
Intervalos leyes yacimiento				*0,25% Ni* / *0,2-20% Ni*
Intervalos de producción anual yacimiento				
Importancia econ. relativa del área y zona				

OBSERVACIONES

FIGURA 3.3.-52

1959-1968. Metallstatistik. Metallgesellschaft Aktiengesellschaft pág. 37.
Metrods and Case Histories in Mining Geophysics.
1965. Mineral Facts and Problems 1965. «Bulletin 630, Bureau of Mines United States», págs. 607-619.
1970. «Mining annual review», págs. 67-69.

3.3.13.2 Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

En relación con los cuadros 3.3-51 y 52 y el mapa del níquel, se pueden hacer las siguientes consideraciones:

En España son muy pocos los yacimientos que han tenido por objetivo principal la explotación del níquel. Actualmente no existe ninguno en producción, aunque en varias áreas de las que se citarán después se desarrollan campañas de prospección.

No obstante, se conocen numerosas manifestaciones niquelíferas en la Península, que se reparten con interés diverso por las siguientes zonas: Galicia, Asturias-León, Pirineos, Ibérica, Sierra Morena Occidental, Sierra Morena Oriental y Bética.

Precisando más, geográficamente, dentro de estas grandes unidades se pueden señalar, como de mayor significación, las áreas de rocas metabásicas y básicas en la provincia de La Coruña, la región oriental de Asturias, la de Villamanín en León, las minas de Gistaín en el Pirineo de Huesca, Peramea en Lérida, determinada zona del Moncayo en Zaragoza, los distritos plumbíferos del Valle de Alcudia, Pedroches y Linares en lo que se ha llamado Sierra Morena *sensu lato*, la Sierra de Peñaflor en Sevilla, la región de piritas cupríferas de Huelva, algunas minas de hierro de Badajoz, el macizo ultrabásico de la Serranía de Ronda y la parte triásica de la Sierra de Oria y Huércal-Overa.

También existen indicios de níquel en las provincias de Tarragona (Vimbodi y L'Albiol), Segovia (Otero de Herreros) y Zamora, que no se van a considerar por la naturaleza tan vaga de los datos obtenidos sobre ellos.

El cuadro de tipos confeccionado para el mundo sólo ha tenido en cuenta aquellos que hoy día se reparten la totalidad de la producción mundial. Muchos de los yacimientos españoles no encuentran acomodo en una tipología tan simplificada, lo que quiere decir que pertenecen a tipos cuya importancia en el mundo es nula o insignificante. Tales son los casos de los criaderos de Asturias-León, de níquel, cobalto y cobre armando en dolomías carboníferas sin relación con rocas ígneas, y de los de la Sierra de Oria y Huércal-Overa, de mineralogía semejante en las dolomías y filitas del trías alpujárride. También resultan difícil de clasificar los filones en paleozoico, en cuanto que su relación espacial con granitos no sea inmediata.

Realmente, criaderos españoles de níquel que encajen perfectamente en la tipología mundial establecida existen pocos.

Dentro del tipo A1 (Sudbury, Thomson en particular) están claramente clasificados los yacimientos de cromoníquel de la Serranía de Ronda; los de la provincia de La Coruña, con cromopicotitas niquelíferas, y los indicios de la Sierra del Moncayo, con mineralización de cobalto, níquel y pirita arsenical en relación con gabros y noritas.

La mineralogía de Peñaflor (sulfuros y arseniuros de Ni, Co, Fe, Cu, con existencia de Ti y Au) también sugiere su colocación en este tipo.

En los filones de Linares, Pedroches, Alcudia, clasificados desde el punto de vista del níquel como pertenecientes al tipo A3 (Erzgebirge), existen sulfuros de cobre, además de los minerales característicos del tipo galena, esmaltina, barita, etc.

En las minas de hierro de Badajoz (Granja de Torrehermosa, Burguillos) se ha citado en ocasiones la presencia de esmaltina.

Otras tipologías del níquel, más completas que las que aquí se comentan, tampoco citan criaderos de níquel en rocas carbonatadas sin relación con rocas ígneas, como es el caso de nuestras zonas de Asturias-León y Almería.

En Asturias-León se encuentran bolsadas de sulfuros y arseniuros de cobalto, níquel y cobre en calizas de montaña más o menos dolomitizadas, y en Almería y Granada también se localizan estas mineralizaciones en calizas dolomíticas y filadios del trías alpujárride, en cierta relación espacial con fenómenos de cabalgamiento.

Los filones del Pirineo, que arman en paleozoico, parecen estar relacionados de algún modo con rocas ígneas de naturaleza no bien precisada.

Establecidos los metalotectos litológicos de las rocas básicas por la existencia de yacimientos e indicios en ellas, la metodología de investigación aplicable incluye el empleo de métodos geofísicos eléctricos, magnéticos e incluso gravimétricos, completados con prospecciones geoquímicas de suelos y redes de drenaje con un rendimiento global elevado.

Los procedimientos geofísicos eléctricos y los geoquímicos de rocas, suelos y redes de drenaje también son aplicables en los casos en que los metalotectos sean los filones, incluidos o en relación con rocas plutónicas ácidas, y las rocas carbonatadas, pero en estos casos hay que esperar rendimientos muy inferiores y posiblemente también un costo más elevado.

El condicionamiento industrial principal que afecta a los yacimientos españoles es que, si bien en gran parte de los lugares citados existen pequeñas concentraciones con leyes aceptables o incluso altas, al tratar de extender el área de explotación a unos límites razonables los contenidos en elementos útiles descienden a valores antieconómicos.

Establecer en España una clasificación de zonas y áreas niquelíferas por su importancia económica, al no tener datos ni de producciones, ni de cubicaciones, ni de leyes de cierta garantía, más que en el caso de la Serranía de Ronda, no pasa de ser un ensayo subjetivo. (Véase cuadro inmediato en la página siguiente.)

Dada la falta de definición de los yacimientos españoles, que se comentaba en el párrafo anterior, y que tanto afecta al punto de vista económico como al dimensional, es imposible establecer un cuadro de comparación por individuos con los yacimientos representativos mundiales.

En el cuadro mundial se señala que el 68 por 100 de la producción proviene de los yacimientos tipo A1. Este tipo está bien representado en España por el macizo ultramáfico de Ojén-Carratraca, donde hasta ahora se ha centrado la mayor parte de los intentos de explotación. Pero no se debe olvidar que metalotectos litológicos adecuados se encuentran en La Coruña, donde los intentos realizados han sido mucho más escasos, en el Moncayo y Zamora.

Investigar los tipos denominados A3 desde el punto de vista del níquel no parece indicado, dada su mínima aportación a la producción, además de que normalmente son otros los minerales buscados en ese tipo de yacimientos.

En cuanto a los no clasificados, como los de Asturias-León y Granada-Almería, se carece de experiencia sobre su interés económico actual, por lo que posiblemente mereciera la pena realizar algún intento de investigación, aprovechando que además son áreas ya señaladas como favorables para otras sustancias prioritas.

ZONAS Y AREAS	España — Porcentaje	Tipos
BETICA		
Sierra de Ronda		A 1
Granada-Almería		
PIRINEOS		
Huesca		A 3
Lérida		A 3
ASTURIAS-LEON	POR ORDEN DECRECIENTE	
Area Oriental		
Area Central		
Area Sur		
SIERRA MORENA OCCIDENTAL		
Badajoz		A 3
Huelva		A 2
Sierra de Peñaflor		A 1
SIERRA MORENA ORIENTAL		
Alcudia		A 3
Pedroches		A 3
Linares		A 3
GALICIA		
Septentrional		A 1
Sudoccidental		A 3
IBERICA		
Sierra de Moncayo		A 1

La probabilidad de encontrar en España criaderos del tipo B no es muy alta, pero tampoco nula; aunque en cualquier caso se trataría de subtipos B2 o B3, nunca del B1, considerado como el más importante del grupo.

3.3.14 ORO

3.3.14.1 Tipología mundial

Sobre los cuadros 3.3-53 y 54 es interesante hacer las siguientes consideraciones:

Aparte de las fuentes que se citan en la bibliografía, se han considerado para llegar a la tipología que se presenta, unos 400 yacimientos. De ellos fueron seleccionados 101 como los principales de los más representativos, tanto en cuanto a potencial minero, como por sus peculiares características que pudieran definir tipología propia.

Las características de los yacimientos considerados han sido estudiadas según cuadros similares a los que se acompañan, procurando ordenarlos en función de aquellas significativas desde el punto de vista de los métodos de exploración utilizables.

Parecen distinguirse, netamente diferenciados, dos tipos de yacimientos auríferos: los que se encuentran en grandes escudos y los relacionados con ámbitos orogénicos terciarios. No se ha encontrado en todos los yacimientos considerados ninguno que escape a estos dos metalotectos de tipo geotectónico, con excepción de los placeres consolidados, de variadas edades geológicas, que a su vez están formados a partir de la denudación de los primeros y, por tanto, en relación espacial con ellos. Para evitar la proliferación de subtipos no se ha considerado esta primera separación con ningún subíndice.

Se han incluido algunos yacimientos (Bushveld, Butte, Potosí) en los que la principal mena no es el oro, pero que deben tener un lugar en la tipología de este metal, ya que según datos de 1958, el 32 por 100 de la producción mundial de Au tuvo como origen la explotación de otras menas, sobre todo Cu (y menos, Pb, Zn y Ag), precisamente procedentes de yacimientos situados en ámbitos geotectónicos idénticos a los de la distribución de Au y de tipología parecida. No se mencionan los yacimientos piríticos masivos (Ríotinto, etc.), ya que su tipología será descrita en el Cu; pero en la importancia económica se incluyen todos los yacimientos que contribuyen en Au al mercado internacional.

Los métodos de prospección recomendados, una vez elegido el gran ambiente geotectónico primario o su extrapolación previsoria, se reducen en general a una sistemática bastante constante con variaciones pequeñas, según estilo que figura en la clasificación.

En general, la prospección regional a la batea (mineralometría) sería muy útil y barata, dada la mineralogía del oro (en más de 90 por 100 nativo) y su gran resistencia a la formación de cualquier complejo químico y poca friabilidad.

Según los tipos, se recomiendan métodos geológicos especiales (paleogeográficos, fotogeológicos, estratigráficos finos) y en yacimientos filonianos la típica sistemática de investigación estructural por medios geofísicos.

La geoquímica se utiliza con reservas, ya que será útil para detectar bonanzas (el uso es característico en su distribución en bolsadas o enriquecimientos de difícil detección) en función de asociaciones geoquímicas y de diferente movilidad. Se recomienda siempre una fase previa de investigación geoquímica de la mineralización, tanto primaria como secundaria.

En cuanto a la importancia económica de los yacimientos, se dan algunos cuadros indicativos que se explican por sí solos:

a) *Distribución por su origen de la producción mundial (1958):*

	Porcentaje
De placers	21
De minerales de Au y Ag	47
Como subproducto de minerales de Cu, Pb, Zn	32

b) *Distribución por naciones productoras (1962):*

	Porcentaje
Africa del Sur	50,98
U. R. S. S. Asia	24,40
Canadá	8,31
América del Norte	4,03
Resto de Africa	3,76
Asia	2,91
Oceanía	2,43
América del Sur	1,65
U. R. S. S. Europa	1,40

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Oro*

FIGURA 3.3.-53

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION: FORMALES: morfología	FORMALES: dimensión (en)	FORMALES: distribución de la mena	MATERIALES: mineralogía primaria: Paragenesis	MATERIALES: mineralogía primaria: Centextura	MATERIALES: mineralogía supergénica: Paragénesis	MATERIALES: mineralogía supergénica: Centextura	GEOQUIMICA	ZONALIDAD	TEMP: EDAD	METALOTECTOS TIPICOS: Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	METODOLOGIA INVESTIGACION: Nivel (R=Prosp. Reg. E=Estimac.)	SISTEMATICA	Ind. rendto integr. (1 a 5)	Indice de coste (1 a 5)	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS: CONDICIONAM.	TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION: Int.	INTERVALOS DE CUBICACION: Ext.	INTERVALOS DE LEYES en g/t Au: Int.	INTERVALOS DE LEYES en g/t Au: Ext.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL: Int.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL: Ext.	IMPORTANCIA ECONOMICA
B		*EN GRANDES ESCUDOS EN RELACION CON ROCAS EXTRUSIVAS*																																			
		MOTHER LODE (EE.UU) BOLIDEN (Suecia) KALGOORLIE (Australia)		Filón buzamiento	5-16 prof. alineación hasta de 192 km		Sulfuros Arsenopirita Esfalerita Te								Minerales de alt. hidrotermal de baja	Sb As Te Ag			Grandes estructuras	En relac. con rocas básicas					R	Geología Cartograf. estruct. Mineralometría Geofís.-(eléctric)	3	2					gran minería						1.8%
																								E	Geoquímica	2	2											
C		*EN GRANDES ESCUDOS ANTIGUOS EN RELACION CON FORMACIONES SEDIMENTARIAS*																																			
	1	WITWATERSRAND (Sudafrica) KLAMAT (EEUU)	EN PLACERES CONSOLIDADOS	Estratiforme	3 capas 1 metr. 80 km ext 3 km prof		Cuarzo Uraninita Clorita Sericita Au nat. Pt, Os, I						Cambriano	Magnetitas		Platinoides y U			Niveles conglom. gruesos mineralización de cuarzo (Bs. minerales)					R	Geología paleogeo. estratigr. Mineralometría Geofís (eléctric.) (magnética)	2	3					minería cielo abierto o minas subterráneas		4.5-10 g/T				40%
																								E	Sondeos espaciales													
	2	LENA VITIN (URSS) TARKWA (Ghana) NOME (Alaska) FAIRBANKS (Alaska) YUCON (Alaska) SEWARD (Alaska) VICTORIA (Australia) OTAGO (N Zelandia)	EN PLACERES NO CONSOLIDADOS	Llanos, en tras hidrográficos actuales y fósiles	Variable KMS²		Otros minerales Aluvionares						Pliocuaternal	Red hidrograf.						Paleogeografía moderna					R	Fotogeología Mineralometría sistemática	3	1					minas cielo abierto subterráneas explotadas		diseño 2 g/T				20%
																								E	Sondeos espacial	3	3											
D		*EN ROCAS VOLCANICAS EN RELACION CON BORDES Y ARCOS DE PLEGAMIENTOS ALPINO (SUBVOLCANICOS)*																																			
	1	~~COLFIELD (EEUU)~~ S JUAN (EE.UU) CRIPPLECREAK (EEUU) FILIPINAS MEJICO SUDAMERICA MARIBENI (Rumania) RIO ALCOVILLAR (España)	EN CAMPOS FILONIANOS IRREGULARES RELACIONADOS CON GRANDES CENTROS VOLCANICOS	Estruc. volc. brechas Pipas, Fracturas	200 x 200 x 2 Mtros	Bolsadas y Enriquecimientos	Cuarzo Alunita Pirita Te Au Ag Cu en prof.	Brecha, escamas	Telururos Au libre Goldfieldita Limonita	Sn ?		Cu, Au	Mioceno	Muchas rupturas y esquistamiento rocas	Alteraciones hidrotermales alunita caolinita Cuarzo	Sn, Pb, Zn, Cu		Todo género de estructuras volcánicas	coladas y lavas + ácidas					R	Cartograf. geol. Estrat volcánica Alterac. Geoquímica Termolum. (?) Mineralom. (?) Mina	3	2					minerales metálicos diseminados en rocas volcánicas						1%
																								E		1	2											
	2	BAIA MARE (Rumania) DOMSTOCK LODE (EEUU) CABO DE GATA (España)	EN CAMPOS FILONIANOS RETICULADOS CON CONTROL ESTRUCTURAL PREVOLCANICO RELACIONADO CON EL MISMO VULCANISMO	Filones	Varia hasta 2-3 Km 400 m prof.	Diseminado Bolsadas	Cuarzo Pirita Galena Blenda S de Cu Ag, Au Teraro		Típicos de Sulfuros Ausencimentación			Cu, Au	Mioceno		Cuarzo Alunita Caolinita Pirofilita (Cuarzo sobre alto D.)	Pb Zn		Grandes fracturas direc. regional	coladas y lavas + ácidas					E	igual que D-1							minerales metálicos diseminados en rocas volcánicas calcoalcalinas		5-10 g/T.				

BORDES DE OROGENES TERCIARIOS

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Oro*

FIGURA 3.3. - 54

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación / País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION: FORMALES: morfología	FORMALES: dimensión (en)	FORMALES: distribución de la mena	MATERIALES: mineralogía primaria: Paragenesis	MATERIALES: mineralogía primaria: Contextura	MATERIALES: mineralogía supergénica *: Paragénesis	MATERIALES: mineralogía supergénica *: Contextura	MATERIALES: GEOQUIMICA	MATERIALES: ZONALIDAD	TEMP: EDAD	METALOTECTOS TIPICOS: Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	METODOLOGIA INVESTIGACION: Nivel (R: Prosp. Reg. E: Estimac.)	SISTEMATICA	Ind. renda integr. (a x p x t)	Indice de coste (a x p x t)	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS: CONDICIONAM.	TECNOLOGICOS	INTERVALOS DEE CUBICIACION: Int.	INTERVALOS DEE CUBICIACION: Ext.	INTERVALOS DE LEYES: Int.	INTERVALOS DE LEYES: Ext.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL: Int.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL: Ext.	IMPORTANCIA ECONOM.ª
A		EN GRANDES ESCUDOS ANTIGUOS EN RELACION CON ROCAS INTRUSIVAS																																		
	1	DORCUPINE (Canadá) KIRKLAND LAKE (Canadá) BUTTE (EE UU) KILO - MOTO (Congo) GEITA (Congo) MINUSINSK (Siberia) DARASUM OUREI (Siberia) CHARTERS TOWERS (Australia)	INTRABATOLITICOS	Filón lenticular. Grandes estructuras	Profundidad 1500m. Long. 600-3000m.	Bolsadas	Pirita, Mispiquel, Teluros, Scheelita Pb-Zn, Carbon, Seric.- Turmal. Cuarzo		La típica de Oxidación de sulfuro Complejos										Sn, W, As, Pb, Zn				sinclinal. En general grandes estructuras	en intrusivas tipo diorita relac. Con volcanicas y calabasas					R.	Geología Geoquímica Geofísica Aérea Mineralometría	3	2									2%
																										m	Geología Geoquímica Mineralometría Sondeos-Mina	3	2									
	2	SPRIGS HILLS (EE UU)	CONTACTO ("SKARN")	Masa			Mispiquel (+Au) Pirita (+Au) Pirrotina Granates									Granates. Otros tipicos de contacto	As			contacto con calizas y dolomías	en relación con rocas ígneas					R	Geología	3	2	Au Subproducto			gran explotación con buen rendim.					30% subproducto grupos
																										E	Geofísica magnética Geología Geofísica Sondeos	3	2									
	3	1 BUSHVELD SUDBURY (Canadá)	PERIBATOLITICOS EN MASAS MARGINALES	Masa	Variable hasta 3 kms	Diseminado	Pirrotina níquelífera. Pentlandita. Calcopirita Pt (Au, Ag) Sperrylita. Se										Te, Se, Ag, Pt, Cu, Ni		interestratificado	en bordes de norites							R.	Geología Geoquímica Mineralometría	3		Subproductos								En general como subproducto de asta y otros grupos
																										E.	Sondeos	3										
	3	2 BEREZOWSKIJ (URSS) YUKA (Alaska)	EN RELACION CON ROCAS PEGMATITICAS	Filón		Bolsadas	Cuarzo, Pirita Sulfuros Bi, Pb. Cu, Ag		Covelina							Minerales Pegmaníticos	Cu, Pb		grandes diques graníticos	grandes diques graníticos	en relación con granit.					R.	Geología Mineralometría					Minería filoniana					02%
	3	3 MORRO VELHO (Brasil) PASSAGEM (Brasil) NORANDA (Canadá)	EN RELACION CON ZONAS DE ALTERACION TIPO GREISEN	Filón	Profun. 2,2 km.		Pirrot. Pirita Mispique/ Wolfram Scheelita. Cuarzo				Alteración pneumatolítica					Minerales pneumatolíticos	As		grandes estructuras	grandes estructuras	en relación con granit.					R.	Geología Mineralometría										2%
	3	4 HOMESTAKE (EE UU) ALASKA (Juneau) BENDIGO (Austral) SALSIGNE (Francia)	EN CAMPOS FILONIANOS (HIDROTERMAL TIPICO)	Grandes filones. Vetas. Kersantitas, stock work									Precámbrico			Gloriá Cumminglonilá			cualquier anomalía estructural, plegam. fallas, etc.	en relación con rocas ígneas																	4 - 16g/Tm.		2%

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Oro*

FIGURA 3.3.-55

ZONAS METALIFERAS							CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION												METALOTECTOS ESPECIFICOS										Rendimiento global investigacion	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm	FORMALES			MATERIALES							TEMP																	
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleográficos	geométricos	geotectónicos		Condicion tecnológ	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona	
1	ASTURIAS GALICIA LEON-(N)																																	
			ASTURIAS	Salas (Go-dán) Navelgas Salave P de Allande	Bendigo (Australia)	A	3-4	Filón y stockwork Cizo en caja	Pot < 1m	Diseminado	Mispiquel, Au pirita otros sulfuros metálicos Se y Te (Au) Sn		Au Limonita				Hercínica		Mispiquel			Interestratificado	Cuerpos y filones encajados en pizarras (Ferruginosas)	Paleozoico				2			4-18 gr/Tm		1	El resto de la zona, en cuanto a Asturias es de indicios dispersos del mismo tipo pero difícilmente agrupable en áreas. Explotaciones ramenas importantes
				Rios (Navia, (Narcea, etc)	Lena Vitin	C	2	Aluvial Placer			Au nativo							Red hidrográfico de la cuenca anterior											2					1	
			NORTE DE GALICIA	Cobas Montero Curtis Valadeviño	Bendigo (Australia)	A	3-4	Filones	Pot < 1m	Diseminado	Au, Ag Mispiquel Au		Limonita						Mispiquel			Filón de 40 Km.	Filones intruyendo en cuarcitas	Paleozoico				2			Au (g/gr/T 45 g/T. Ag 40 g/T 200 g/T		1	Corrida N-S de 40 Kms.
				Rios (Monteforado)	Lena Vitin	C	2	Placer										Origen primario del tipo anterior en su red hidrográfica											2					1	
			CORUÑA (W)	Carballo (Corcoesto) (Coristanco)	Bendigo (Australia)	A	3-4	Filones	Pot < 1 m	Diseminado	Au, Ag Mispiquel Au		Limonita						Mispiquel				Indef. Filones Pizarras Cuarcitas					2					1	
				Rios (Outes)	Lena Vitin	C	2	Placer										Origen primario del tipo anterior en su red hidrográfica											2					1	
			ORENSE	Borborás Irijo Gabian Villar	Yukon (Alaska)	A	3-2	Filones N-S (granitos) E-W (Pizarras)	Pot < 1 m		Au, Ag, Bi, Ni, As		Limonita						Minerales pegmatíticos			En relación con granitos tardíos	Escuitosos Granitos	Paleozoico				2					1	
				Rios (Irijo)	Lena Vitin	C	2	Placer			Au, Sn							Red hidrográfica del tipo anterior											2					1	
			LEON (N) * (1946)	Sª del Teleno Las Omañas Páramos del Sil	Bendigo (Australia)	A	3-4	Filones	Pot < 1 m		Piritas Au Cuarzo		Limonita									En relación con granitos tardíos	Cuarcitas pizarras	Silúrica				2					1	
				Las Médulas, Aurora, Fuerna Orbigo, Sil	Lena Vitin	C	2	Placer										Red hidrográfica del tipo anterior													23 mil. m³	0.222 g/m³ media		1	
2	SALAMANCA CACERES BADAJOZ ZAMORA		ZAMORA	Filé Villadepera	Bendigo (Australia)	A	3-4	Filones N-S	Pot. pinz.		Cuarzo, Mispiquel, Pirita, Fe - Zn		Limonita									En relación con granitos tardíos	Esquistos micáceos										
			Sª de Gata y SUR	Calzadilla		A	3-4	Filones N-40	Pot < 30 cm		Cuarzo, mispiquel Pirita, Teluros		Limonita																		entre 2 y 18 gr/Tm				
			CACERES	Membrio S. Vicente Las Hurdes	Lena Vitin	C	2	Placer			No son conocidos los yacimientos primarios																								
			Sª DE GATA Y SUR	Río Alagón Río Jerte		C	2	Placer			originados de depósitos pritiarios de Calzadilla y otros. [Contienen hasta 1 % Ilmenita].																								
3	CENTRAL		Sª DE SEVILLEJA	Las Navas de Ricomalillo (M. Pilar)	Bendigo (Australia)	A	3-4	Cuerpo de Fe-Mn-Pb-Zn-Cu-Ag-Sn-Filones de cuarzo	16 mts. Filones de 1 m. de potencia	Diseminado	Cuarzo Au, elíptico		limonita									En relación con granito	Pizarras cuarcitas	Ordovicíense			En zócalo hercínico	2			Varía desde 4.30 g/t			También existen aluviones
			GUADALAJARA	Las Navas de Tadrague Palancares		A	3-4	Filones N-S-NE-SW	Lentejones irreg. Stock-work Cizalladuras	Diseminado	Cuarzo Au Pirita Cu		hematites limonita								Cuerpos filonianos Pizarras		Cuerpos mineralizados Granitos					2			4.23 g/T Sb 7.10 g/T en yac.			

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Oro*

FIGURA 3.3.-56

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION											METALOTECTOS ESPECIFICOS												Rendimiento global investigacion	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm.		FORMALES			MATERIALES							TEMP																		
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metalíferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	miner primaria paragénesis	miner primaria contextura	miner supergénico paragénesis	miner supergénico contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad		físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleográficos	geométricos	geotectónicos		Condicion. tecnolog	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona	
4	SEVILLA		S. PEÑAFLOR	S. Guillermo S. José	? Sudbury (Canadá)	A	3-1	Filones NE-SW			Niquelina cadorsita Cu, Au Fe titanado Sb										Cu Ni							La relaciona con rocas básicas, Anfibolitas				La rocalo hercinico	2						Oro sub producto
5	HUELVA		THARSIS *					Grandes masas		Masiva	Pirita Calcopirita Cuarzo		Limonita Au nativo Ag			Zona de cementación			Grandes mineros sulfurados de la alteración supergénica (Gossan)					Pizarras o riolitas								16.10⁶	2 a 3 grs/Tm.	2 grs/Tm en Au.			Producen 200 Tm./día de mineral. De 1937 a 1961 han obtenido 2.420.702 grs.
			RIO TINTO CERRO COLORADO *																																
			OTRAS ZONAS																																
	GRANADA		Sª NEVADA Sª FILABRES					Yacimientos diseminados desconocidos que han dado lugar a los aluvionares siguientes																												
			Sª NEVADA GRANADA Sª FILABRES CANILES ALPUJARRAS UGIJAR	Cerro del Sol Rio Genil Rio Darro A. Boudurria		C	2	Placeres			Cr c Pt?		Origen Primario en SIERRA NEVADA Y SIERRA FILABRES Diseminación en micasquistos (posible relación con rocas intrusivas)																								Se supone un origen primario de impregnación de Au en micasquistos entre Nulhacen y Veleta (Nacimiento del Genil).
7	MURCIA		SANTOMERA	Santomera	Existen idénticos en el Urad. No han sido tipificados en el mundial por su nulo interés económico.			Estratiformes		Diseminada	Asociado al Cu. Carbonat. Pirita. Cu Cu rojo																		Anomalías frías (geoquím.)	En relación con diatr.							
8	ALMERIA		RODALQUILAR	Cerro Cinto (Filón 340)	GOLDFIELD (EEUU)	D	1	Brechas, lentejones, pipas	600 x 200 x 2 m.	Bolsadas	Telururos Au Ag; Au nativo Pirita Cuarzo Alunita Pirit.-Cu		Limonita Rodalquilarita Au libre		Sn	Au → Cu.	Terciario (mioceno)		Sn Cu Pb					Estructurales volcánicas	Volcanicas ácidas (dacitas)				Borde de alojamiento alunita		Minería superficial	Minería subterránea y dispersa	Media 5 Kg/Tm		2	
			CARBONERAS		GOLDFIELD (EEUU)			Brechas, lentejones pipas	600 x 200 x 2 m	Bolsadas	Telururos Au Ag Au nativo Pirita Cuarzo-alunita Pirit-Cu				Sn	Au → Cu			Sn Cu Pb	Alteraciones hidrotermales																	
			CABO DE GATA		BAIA MARE (RUMANIA)	D	2	Filones	4-4 Km.	Bolsadas	Telururos Au Ag Au nativo Pirita Cuarzo-alunita Pirit-Cu + blenda-galena				Sn	Au → Cu			Sn Cu Pb Zn F			Fracturas pervolcánicas								Minería pequeña y dispersa				
9	PIRINEOS		RIBAS DE FRESSER (GERONA)	Ribas de Fresser Minas S. Miguel de Cullera	Bendigo (Australia)	A	3-4	Filones (N-S)			Minerales de Sulfuros Sulfoarseniuros Sulfoantimoniuros + Au																			Vetas alpinas (tipo catonico)			35.⁰ de 39.7 Au 3 gr. y Ag			Au subproducto

c) *Potencial económico de algunos de los yacimientos mencionados* (producción aproximada hasta 1958-1960):

	M $
None (Alaska), placer	70
Yunean (Alaska)	70
Porcupine (Canadá)	1.000
Mother Lode (Estados Unidos)	300
Goldfield (Estados Unidos)	87
Cripple Creak (Estados Unidos)	375
Klamat (Estados Unidos), placer	80
Comstok Lode (Estados Unidos)	214
Lena (U. R. S. S.), placer	500
Kalgoorlie (Australia)	700
Bendigo (Australia) sólo 5 cajas	300
Charters Towers (Australia)	112
Mount Morgan (Australia)	110
Victoria (Australia), placer	700
Otago (Nueva Zelanda), placer	150

Los datos son indicativos y no comparables, ya que no corresponden a igual intervalo de tiempo. Faltan datos, además, de muchos yacimientos, sobre todo de URSS.

El gigantesco yacimiento del Rand se destaca por su potencial económico, pues de las 40.900.000 onzas producidas en el mundo en 1962, 31.000.000 salieron de la Unión Sud-Africana.

Los yacimientos de zócalo son los más importantes económicamente, junto con los grandes placeres (excluído el Rand). El tipo II, subvolcánico en volcanitas terciarias, se manifiesta como débil en potencial económico.

Las reservas en Au estimadas en la actualidad son:

a) Naturales: ~ 31.000 t.
b) Oro-Bancos: ~ 40.000 t (o M $).

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

BATEMAN, A.: Economic Mineral Deposits.
EMMONS: Gold Deposits of the world.
MACHAIRAS, G.: Métallogenie de l'or en Guyane Francaise. Tesis 1962. Facult des Sciences.
1942. LEGRAYE, M.: Origen y formación des gisements d'or.
PARK & MC. DIARMID: Ore deposits.
PETRASCHECK, W. E.: Yacimientos y criaderos.
1963. ROUTHIER, P.: Les Gisements Mètallifères.
SCHNEIDERHOH, M.: Tratité des gites métallifères.
1968. Carta Metalogénica de la República Mejicana (Instituto de Geología).
1965. Mineral Facts and problems.
L'or. B. R. G. M. informe técnico económico.
Mapa Minero de Argentina (Instituto Nacional de Geología y Minería).
1970. «Mining Annual Review».
Mapa Metalogénico de Africa (Association de Services Géologiques Africains et U. N. E. S. C. O.).
1969. NORIEGO MORALES, Manuel: Mapa Metalogénico de América Central (Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial).
1968. Mapa Metalogénico del Canadá (Geological Survey of Canadá.
Mapa Metalogénico del Perú (Sociedad Nacional de Minería y Petróleo).
LAFFITTE Y RUVEYROL: Carta Metalogénica del Mundo.

3.3.14.2 Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

Con referencia a los cuadros 3.3-55 y 56 y al mapa referente al oro, se hacen las siguientes consideraciones:

Los únicos problemas que plantea la definición de zonas auríferas en España son la enorme dispersión que presentan los indicios considerados y la falta de información geológica.

Se han diferenciado en total nueve zonas por agrupación de una o varias áreas metalíferas de características similares.

Zona 1. Asturias, Galicia y León. Gran densidad de indicios agrupables en áreas sin dificultad. Se consideran los dos tipos de yacimientos: primarios y secundarios de aluvión.

Zona 2. En la zona 2 se incluye la provincia de Badajoz, en la que, a pesar de existir innumerables indicios, ha sido difícil la definición de área y no hay información suficiente para describir un tipo característico representativo. También aquí se consideran los tipos primarios y los aluviones correspondientes.

Zona 3. Se unen las dos áreas de Ricomalillo y Jadraque por su gran similitud de características, a pesar de su gran separación geográfica. El área de Jadraque se prolonga con otros indicios hacia la provincia de Segovia, con cierta tendencia a unirse con Toledo.

El indicio de Peñaflor (zona 4), en Sevilla, es, aunque pequeño, revelador por la importancia que puede tener la presencia de un tipo Sudbury en el ámbito del zócalo español, al considerar las previsiones de investigación minera. Las rocas ultrabásicas, que están en relación genética y espacial con este yacimiento de Ni, aurífero, son típicas del viejo escudo al estilo canadiense, australiano o africano, y en estos ambientes geológicos, litológicos y tectónicos aparecen los yacimientos auríferos más ricos del mundo.

La unión con las ultrabásicas malagueñas, del mismo estilo, interrumpida por el valle del Guadalquivir y por la Bética, y las nuevas concepciones geológicas que apuntan los trabajos cartográficos últimos (IGME) en la zona del sur de Córdoba y Sevilla, comienzan a poner de manifiesto la posibilidad de existencia de intrusivas ácidas precámbricas, en cuyo caso no sería rara la existencia de yacimientos tipo Porcupine o Noranda.

En la zona 6, Granada, se incluyen los famosos placeres de los ríos granadinos, que deben provenir de una formación aurífera parecida a la que se describe en el párrafo anterior, que actualmente forma, levantada por él, el núcleo de plegamiento bético.

Los yacimientos auríferos españoles encajan bien en la tipología mundial, aunque sobre todo los relacionados con el zócalo herciniano son más pobres que los de tipo escudo, sin duda porque el zócalo español no está aún muy erosionado, poniendo poco de manifiesto las formaciones precámbricas y sus correspondientes zonas ígneas.

El rendimiento global de la investigación se considera medio, ya que la investigación aurífera, en general, es cara y con posibilidad variable: buenos resultados a escala de prospección regional, y peores a escala de estimación y valoración, sobre todo si el yacimiento es de tipo filoniano.

La mineralometría en red hidrográfica actual debe de ser instrumento indispensable, sobre el fondo interpretativo de una buena geología, imprescindible en su planteamiento e interpretación en la búsqueda de las fuentes primarias.

En la clasificación, de importancia económica relativa, se prescinde de dar cuadros comparativos, ya que en el

momento actual la única fuente de Au en el mercado español es el obtenido de la zona de oxidación de las piritas de Huelva.

Tampoco tiene mucho valor la comparación minera y económica de los yacimientos españoles con los mundiales.

Las posibilidades en el futuro del suelo español, teniendo en cuenta que más de las 3/4 partes de él están constituidas por los metalotectos ideales para que existan grandes yacimientos del tipo de los mejores del mundo, son:

a) Subproducto del sulfuro (piritas), la más importante hoy, por ser la única en producción.

b) La existencia de placeres submarinos.

c) La existencia de yacimientos precámbricos ocultos tipo Noranda, Porcupine o Rand, en relación con metalotectos adecuados, en las provincias de Córdoba, Sevilla y Badajoz.

d) La explotación integral, utilizando mecanismos selectivos de investigación aún no puestos a punto, de las estructuras auríferas del vulcanismo de Cabo de Gata.

3.3.15 PLATA

3.3.15.1 Tipología mundial

Sobre el cuadro 3.3-57 es interesante hacer las siguientes consideraciones:

La plata se explota principalmente como un subproducto del plomo. Este hecho, unido a la común asociación de la plata con el plomo, cinc, cobre, estaño y el oro, sería suficiente como para crear una clasificación con una gran cantidad de tipos teóricos, lo cual dificulta enormemente la confección de la presente tipología.

Así, pues, se han creado unos tipos (en base a dos parámetros fundamentales: mineralógico y litológico), que proporcionan en la actualidad una notable cantidad de plata. A estos tipos se han añadido dos C y E, que encierran a los yacimientos antiguamente explotados.

Por lo que a la génesis se refiere, se percibe fácilmente que cuatro de los cinco tipos definidos están ligados tanto al vulcanismo como al subvulcanismo de una manera directa.

Ciertos subtipos A, el tipo C y el D se presentan en las cadenas recientes alpinas, mientras que el resto de los subtipos A y los tipos B y E se encuentran en las zonas más antiguas.

Los métodos de prospección utilizados para el plomo, cinc, cobre, etc., son aplicables para la plata, ya que ésta es un subproducto de aquéllos.

Por lo que se refiere a la investigación específica de la plata, parece que la prospección aluvionar, el reconocimiento de trabajos antiguos y la toponimia son métodos a considerar como posibles.

En cuanto a los condicionamientos técnicos, se señalará que la plata se paga a partir de 30 a 40 g Ag/Tm de concentrado de plomo a un 90 por 100 del valor del metal, mientras que en los concentrados de cinc se paga la plata a partir de 150 g/Tm a un 60 por 100 del valor del metal.

El tipo de yacimientos de cinc-plomo más rico en plata es el de Rammelsberg; los tipos Timmins, Coeur d'Alène, Cerro de Pasco, Mansfeld, Banska Stiavnica, Kuroko y Mar Rojo son generalmente ricos en plata (y en oro). Unicamente el tipo Reocín es normalmente pobre. En los yacimientos del tipo C, la plata sólo representa una pequeña parte del valor del mineral.

Por último, cabe resaltar que la plata contenida en los minerales de cinc y plomo representaba el 45 por 100 del metal producido en 1953.

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1969. Bouladon, J.: Contribution a une systématique des gisements de plomb et de zinc. «Chron. Min.», núm. 385, páginas 215-227.
1967. Cobertaldo, D. di: «Giacimenti minerari», vol. I, págs. 383. Ed. Cedam-Padova.
1893. Fuchs, E., et Launay, L. de: Traité des gîtes minéraux et métallifères», vol. II, pág. 1004.
1956. González, J.: Congr. Geol. Int. México. XX Sesión. «Riqueza minera y yacimientos minerales de México», págs. 95-120.
1965. Kun, N. de: The Mineral Resources of Africa. «Elsevier Publish. Co.», pág. 740.
1933. Lindgren, W.: «Mineral Deposits», pág. 930.
1963. Routhier, P.: «Les gîtes metallifères», págs. 894-897, 948-951
1965. Ryan, J. P.: «Silver. Mineral Yearbook», vol. I. U. S. Dept of the Interior, págs. 829-850.
1941. Schneiderhohn, P.: «Traité des Gîtes Métallifères». Trad de Mme. Picard, vol. IV, págs. 723-985.
1965. Zuffardi, P.: Conoscenze e ipotesi attuali sulla minerogenesi Sarda. Ass. Min. Subalpina, anno II, núm. 2, pág. 42.
1948. Int. Geol. Congr. XVIII Sess. G. Britain. «Symposium the geology, paragenesis, and reserves of the ores of lead and zinc». Part VII, section F, pág. 400.

3.3.15.2 Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

Sobre los cuadros 3.3-58 a 60 es interesante hacer las siguientes observaciones:

Como es sabido, la mayor parte de la plata que se produce en el mundo va asociada a los criaderos de plomo-cinc y en menor cuantía a los de cobre.

Igualmente, salvo en las zonas que a continuación se comentan, en España se encuentra en los de plomo-cinc y cobre, no siendo el precioso metal la mena principal que justifica la explotación o investigación, aunque sí un valioso producto secundario.

Por las razones expuestas, aunque las zonas argentíferas se han relacionado en el cuadro 3.3-58, no se hace en esta nota mención de ellas, remitiendo al lector a las correspondientes del plomo-cinc y cobre.

En las restantes zonas, geográficamente distantes, ubicadas en el Sistema Central, Sierra Morena y en las Cadenas Béticas, son de destacar por su historia minera los yacimientos de Hiendelaencina, Guadalcanal, Almadén de la Plata y Herrerías, que se identifican sin diferencias notables con los tipos E1, B y A mundiales, respectivamente.

Además de las zonas ya mencionadas, existen numerosos indicios, pues raro es el criadero de plomo, cinc o cobre en el que no se cita a la plata, aunque no siempre con el contenido suficiente para ser considerado interesante su beneficio. Se deben mencionar también a mero título de indicio los mispíqueles auríferos de Galicia y los filones de Rodalquilar, aunque por desgracia hasta el momento han tenido escaso interés económico.

Prescindiendo de los casos en que la plata se considera subproducto de plomo o cobre y prestando atención a aquellos otros en que constituye mena principal, cabe apuntar, caso aplicable al área de Hiendelaencina, que, dada la mineralogía tan compleja de estas mineralizaciones, es posible encontrar elementos asociados de fácil de-

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: PLATA

FIGURA 3.3.-57

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION									METALOTECTOS TIPICOS										METODOLOGIA INVESTIGACION				CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS							
				FORMALES			MATERIALES					TEMP																						
				morfología	dimensión (en)	distribución de la mena	mineralogía primaria		mineralogía supergénica		GEOQUIMICA	ZONALIDAD	EDAD	Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeogrf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	Nivel (R=Prosp. Req / E=Estimac	SISTEMATICA	Ind. rendto integr. (1 a 3)	Indice de coste (1 a 3)	CONDICIONAM. TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION		INTERVALOS DE LEYES		INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL		IMPORTANCIA ECONOMICA
							Paragénesis	Contextura	Paragénesis	Contextura																				Int.	Ext.	Int.	Ext.	
			CARACTERISTICAS GENERALES.				*Mineralogía muy compleja*																				*Explotable no más de 100g Ag/Tn de todo-uno*			*En g Ag por Tn de Todo-uno*				*1ª Producción 1953*
A		COEUR D'ALENE (Idaho) Zacatecas (Méjico) Cartagena (Esp) Linares Carolina (Esp) Bingham (Utah)	*En yacimientos de Cu, Pb, Zn. Principalmente en yacimientos tipo pórfido*				*Generalmente Ag diseminada en la galena. Cu grises Argentífera. Polibasita Proustita*		*Mineralogía muy compleja tipo C.I del Pb-Zn-Ag en calizas arcillas y carbonatos de manganeso ricos en Ag (Méjico)*			*Empobrecimiento en profundidad*		*Veanse los tipos A2 A3 B1 B2, B3, C1, E1 y E2 de Cinc-Plomo.*																				*45%*
																														50 a 250	*30 a 4.000 (Italia Méjico)*			
B		NORANDA Tsumeb / Katanga } Africa Boliden (Suecia) Mausfeld (Alem. Este) Rammelsberg (Alem. Oeste) Cobalt (Canadá) Sullivan (")	*En yacimientos de Cu – (Ni, Co), Pb-Zn* *Principalmente en yacimientos tipo masas sulfuradas relacionadas con volcanismo sinorogénico*	*Estratificadas: Masas lenticulares: filones*		*Masiva*	*Ag incluida en Galena, Esfalerita, Calcopirita (generalmente en solución sólida) en menor proporción como Ag y Cu*								*Veanse los tipos A2, A3, B2, C1, E1, E2 de Cobre.*																				*18%*
																														80 a 250 a veces 25 a 30				
C		TRANSYLVANIA (Rumanía) Rodalquilar (España)	*En yacimientos de Au (Cu)* *Principalmente filones Au-Ag; Cobres relacionado con plutones o pórfidos*	*Estructura: volcánicas brechas, picos y fracturas*	*200 x 200 x 2 metros*	*Bolsadas y enriquecimiento*	*Cuarzo Alunita Pirita Telururos de Au y Ag. Cobre*		*Telururos Au libre galenífera. Calcosina*			*Sn ?* *Au → Cu en profundidad*	*Mixtos*	*Porosidad; Medios especialmente receptores.*	*Telescoping*	*Sn, Pb, Zn, Cu*		*Toda clase de estructuras volcánicas*	*Calizas y rocas más duras*				*Bordes de angulos Terciarios*	*Generalmente agotados en Europa (hay excepciones)*					*300 en los concentrados de Sn*				*15%*
D		POTOSI (Bolivia)	*En yacimientos de Sn*	*Filones mineralizados unidos en profundidad en filones rico, mantos y diseminados*	*Distrito = 400 Km²*		*Sn asociado a Ag en Argentífera, proximo a granito. Argentita Ag nativa*					*Kimberlitas*	*Plio del Terciario*																					*2%*
E		KONGSBERG (Noruega)	*Plata como principal mineral*																															*20%*
	1		*Filones*	*Filones y placeres*	*Cuerpos de mineral x 600 m x profundidad hasta 800 m²*		*Generalmente Sulfuros de Ni, Co, Bi, Ag y U*		*Calcita y Zeolitas Mineralogía compleja*			*Sb, As, Cu, Pb, Zn, Fe*	*En Europa terciaria por lo general*	*Alteración arcillosa (Alemania), chimeneas (Noruega)*		*Bitúmenes (Noruega)*	*Zonas de fracturas*	*Dacita fracturada en caliza*					*Generalmente agotados desde hace 1 siglo por lo menos (En Europa)*					*8%*				
	2		*Placeres*																													*9%*				
																																Ag				

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *PLATA*

FIGURA 3.3.-58

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS											CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm.		FORMALES			MATERIALES						TEMP																
											miner primario		miner supergénico																				
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion. tecnolog	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del área y zona	
1	S CENTRAL		GUADALAJARA MADRID (Somosierra)	⚒ Hiendelaencina	KONGSBERG	E	1	Filones	Longitud 0'5 a 2 Km.	diseminado	argentita, miargirita, proustita, pirargirita, freieslebenita, tetraedrita, galenita, cuarzo		cerargirita, embolita, bromargirita, yodargirita, óxidos de Fe			< 1Km. prof. + halogenuros (1Km. en emplazamiento) >3Km. predominan los sulfuros								Cretácico				2			3'6 % Pb			
2	Sierra MORENA		Guadalcanal Almadén de la Plata Cazalla de la Sierra Constantina	⚒ Norme ⚒ Poderosa	NORANDA	B		Filones	> de 0'6 Km. Con el doble	diseminado	galena, blenda, calcopirita, cobres grises, cuarzo, baritina, Fe.													Pizarras	Cambriano				1						
3	C. BETICAS		S. ALMAGRERA	⚒ Herrerías	COEUR D'ALENE	A		Masas estratiformes	Varios Km.	diseminado	galena, blenda, tetraedrita, hematites, sulfuros de plata		plata nativa, cloruros de plata			1								Calizas marmóreas	triásicas				1-2			3 000 grs./Tm.			En relación con vulcanismo post. orogénico (andesitas y dacitas)
ASOCIADA A MINERALIZACIONES DE Pb-Zn (Ver cuadros Plomo-Zinc)																																
4	NOROESTE		GALICIA LEON Mondoñedo Fonsagrada Sª Caurel	⚒ Ismef ⚒ La Pilar	COEUR D'ALENE	A																												
5	PIRINEOS		CENTRAL Valle de Arán	⚒ Antigua	COEUR D'ALENE	A																												
6	S. IBERICO		SORIA Peñalcázar	⚒ Ntra. Sra. de la Peña	COEUR D'ALENE	A																												
7	CENTRO OESTE		CACERES Peñarroya Berzocana Guadalupe Abadía		COEUR D'ALENE	A																												

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *PLATA*

FIGURA 3.3. - 59

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS										Rendimiento global investigacion	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm.		FORMALES			MATERIALES						TEMP																	
											miner. primaria		miner. supergénica																				
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleográficos	geométricos	geotectónicos		Condicion. tecnolóq	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del área y zona	
8	S. CENTRAL		TOLEDO Argés Consuegra Urda		COEUR D'ALENE	A																											
9	S. MORENA		BADAJOZ Peñalsordo C. del Buey Garlitos	⚒ El Borracho	COEUR D'ALENE	A																									1.000-1500 grs./tm.			
			HUELVA Sª Tejada R. Corumbel																												~ 800 a 1.500 grs/tm.			
			Sª ARACENA Aracena Jabugo Paymogo R. Guzmán	Sta. Ana ⚒ Fernanda	COEUR D'ALENE	A																									300 a 5.000 grs/tm.			
			CORDOBA Hornachuelos Almodóvar Posadas	⚒ Casiano del Prado	COEUR D'ALENE	A																									1.000 a 6.000 grs/tm.			
			V. de ALCUDIA Abenójar Brazatortas Honcajo																															
			PEDROCHES NORTE 1	⚒ Grupo San Francisco	COEUR D'ALENE	A																									2.000-2.500 grs/tm.			
			PEDROCHES NORTE 2	Los Tarcos	COEUR D'ALENE	A																									2.000-2.500 grs/tm.			
			PEDROCHES SUR 2	⚒ El Soldado	COEUR D'ALENE	A																									700 grs/tm.			
10	C. BETICAS		Molinillo	⚒ Molinillo	COEUR D'ALENE	A																									2.000-4.000 grs/tm.			

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: PLATA

FIGURA 3.3.-60

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS											CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm.		FORMALES			MATERIALES						TEMP																	
											miner. primaria		mnet. supergénica																					
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion. tecnolog	Intervalos cubicacion yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del área y zona	
	C. BETICAS (continuacion)		Cabo de Gata Rodalquilar Carboneras		COEUR D'ALENE	A																									6.000-7.000 grs/Tm.				
			ALMERIA S. Alhamilla S. Almagrera Lomo Bas		COEUR D'ALENE	A																									1000-2.000 grs/Tm.				
			MURCIA S.CARTAGENA C. Rajado	⚒ Corcho	COEUR D'ALENE	A																									1000-6.000 grs/Tm.				
			MURCIA HAZARRON C.S. Cristóbal	⚒ Prodigio	COEUR D'ALENE	A																									Ahora 1500 grs/Tm Localmente 25 grs/Tm				
ASOCIADA A MINERALIZACIONES de Cu (Ver cuadros Cobre)																																	
11	PIRINEOS		ORIENTALES Recabruna Ribas Pardinas		NORANDA	B																									2.000-4.000 grs/Tm.				
12	C. IBERICA		Sª DEMANDA Mansilla Monterrubio Canale	/	NORANDA	B																									300-2.000 grs/Tm.				
13	S. MORENA		HUELVA Riotinto Zarza Tharsis etc.		NORANDA	B																									hasta 80 grs/Tm				
14	C. BETICAS		Sª NEVADA y Sª BAZA	⚒⚒ Güejar Sierra	NORANDA	B																									600-1.500 grs/Tm.				

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Potasa*

FIGURA 3.3.-61

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS TIPICOS										METODOLOGIA INVESTIGACION			CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS							
				FORMALES			MATERIALES						TEMP.																					
				morfología	dimensión (en)	distribución de la mena	mineralogía primaria		mineralogía supergénica		GEOQUIMICA	ZONALIDAD	EDAD	Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	Nivel (R=Prosp. Reg. E=Estimac.)	SISTEMATICA	Ind. rendto. integr. (1 a 3)	Indice de coste (1 a 3)	CONDICIONAM. TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION		INTERVALOS DE LEYES		INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL		IMPORTANCIA ECONOMICA
							Paragénesis	Contextura	Paragénesis	Contextura																				Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	
A			*Yacimientos marinos*																																
		Serie del Zechstein *Zona de Stassfurt, Hannoven, sur del Hartz, Werra-Fulda, Wessely Baden* *Alemania*	*Lago con aportación temporal de agua del mar a través de una barra (puede ser un biohermo, barra de arena o levantamiento del basamento. Clima árido capaz de evaporar el agua marina)*	*Estratiforme*	*62.000 Km² (Serie del Zechstein)*	*Masiva*	*Carnalita* *Silvina* *Halita* *Anhidrita*						*Fundamentalmente Devónico, Pérmico y Oligoceno*					*En zonas plegadas: Anticlinales*			*Centro de antiguas cuencas restringidas-Clima árido*			R R R R E R E E R E R R	*Fotogeología* *Geología* *Micropaleontología* *Sísmica* *Resistividades* *Sondeos* *Geoquímica* *Sedimentología* *Tests fijación de radiactividad*	3 3 3 3 3 3 2 3 3	1 2 2 3 1 3 1 3 3		*3,5 x 10⁸ Tm. K_2O (Serie Zechstein)*		*13 - 25 % K_2O*		*1,2 x 10⁶ Serie del K_2O Zechstein*		*7 % Serie del Zechstein*
B			*Yacimientos no marinos.*																																
	1	*Lago Assal* *Somalia*	*Por aporte marinos en depresiones en la llanura de la costa (Su superficie esta más baja que el mar y están separadas de él por sedimentos permeables. El agua del mar se infiltra en estas depresiones, cuyas salmueras son enriquecidas con las sales más solubles. NCl, KCl y $MgCl_2$)*	*Líquido*		*En disolución*	$MgCl_2$ KCl $MgSO_4$ $NaCl$ $CaSO_4$					*Bajo contenido sulfatos*																									
	2	*Lagos Sand-Hills* *E. E. U. U* *(Lago Owens)* *(Lago Mono)* *ambos en California*	*Por descomposición de rocas en lagos alcalinos (la mayor parte del carbonato sódico se produce por descomposición de rocas ígneas principalmente. El carbonato de potasio es a menudo de origen orgánico.)*	*Líquido*		*En disolución*	K_2CO_3 Na_2CO_3 K_2SO_4 Na_2SO_4 $NaCl$					*Predomina el carbonato de sodio*																									
	3	*Mar Muerto* *Israel*	*Por aporte fluvial y lagos. Sus sales derivan de distintas fuentes: erosión de rocas mobilizadas en*	*Líquido*	*915 Km² Mar Muerto*	*En disolución*	$MgCl_2$ KCl $NaCl$																													

1 % KCl en el Mar Muerto

Antiguamente 13.000 Tm. K_2O

299.000 Tm/año en 1969 (Mar Muerto)

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Potasa*

FIGURA 3.3.-62

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS										CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm		FORMALES			MATERIALES						TEMP															
											miner primario		miner supergénica																			
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicos	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentpaleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion. tecnolog	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del área y zona	
1	CATALUÑA	160 Km²	* Suria * Cardona * Balsareny * Sallent	Suria	Zona del Zechstein	A		Estratiforme		Masiva	Carnalita Silvina Halita Anhidrita						Parte alta Eoceno superior-Oligoceno inferior							Priabonense superior						Perdidas 500x10⁶Tm. K_2O Seguras 4,5x10⁶Tm K_2O	15-23% K_2O	380.000 Tm K_2O	62% Producción España ≃2,5% Producción Mundial Tipo A	
2	NAVARRA	56 Km²	* El Perdón	El Perdón	Zona del Zechstein	A		Estratiforme		Masiva	Carnalita Silvina Halita Anhidrita						Parte alta Eoceno superior-Oligoceno inferior							Priabonense Superior						43x10⁶Tm. K_2O	14-18% K_2O	234.000 Tm K_2O	38% producción España ≃1,5% producción mundial Tipo A	

terminación en prospección geoquímica, e incluso la propia plata puede determinarse mineralométricamente.

Un metalotecto específico digno de tenerse en cuenta, aun cuando su utilidad en prospección no sea totalmente directa, es la situación en un área de gradiente geotérmico anómalo de varios yacimientos de distintas sustancias (Pb, Cu, Fe), con la característica común de tener un alto contenido en plata, como ocurre en Sierra Almagrera, Herrerías, Baños de Alhamilla, etc., en la provincia de Almería.

Difícilmente se puede hablar de la importancia de los yacimientos españoles de plata, por encontrarse inactivos y en espera de las investigaciones que el Instituto Geológico y Minero de España está realizando en Hiendelaencina, y sin datos de reservas. Sin embargo, atendiendo a su historia minera, se pueden clasificar en el siguiente orden:

1.° Zona Sistema Central.
2.° " Cadenas Béticas.
3.° " Sierra Morena.

A continuación, y teniendo en cuenta la plata beneficiada en las metalurgias del plomo y de cobre, se comparan los tipos españoles con los mundiales tomando como parámetros las leyes y las producciones.

TIPOS	INTERVALOS DE LEYES		INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL		IMPORTANCIA ECONOMICA RELATIVA EN 196	
	Mundo — *Gramos/toneladas*	España — *Gramos/toneladas*	Mundo — *Toneladas*	España — *Toneladas*	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*
A	30 - 4.000	300 — 17.000 frecuente 1.000 - 3.000	3.805	58	45	88
B	80 - 250	80 - 4.000	1.558	8	18	12
E 1	8 - 9 %	3,6 %	1.731	—	20	—

La producción nacional de plata procedente de minerales de plomo supone del orden del 1,5 por 100 de la producción mundial, siendo, por tanto, una cifra aceptable; en cuanto a leyes, hay bastante coincidencia, salvando los 17 kg/t que arroja el mineral de la Torca, de la zona de Pedroches, y alguna otra cifra excepcionalmente alta que no representa a la generalidad de los yacimientos.

La plata producida a través de los minerales de cobre representa en España el 12 por 100, magnitud que encaja en la tónica mundial; sin embargo, sólo representa el 0,5 por 100 de la producción del tipo B al que pertenece. Hay que destacar en este caso las leyes netamente más altas de los yacimientos españoles, aunque, salvo el área de Huelva, se hallan inactivos.

En cuanto a Hiendelaencina, a pesar de su menor contenido metálico que el del tipo E1 mundial, tiene verdadera importancia si se tiene en cuenta que, a pesar de sus períodos de inactividad, ha producido 1.230 t de plata metálica desde 1833, que, suponiendo 100 años de explotación, alcanza casi el 1 por 100 de la producción actual del tipo.

3.3-16 POTASAS

3.3.16.1 **Tipología mundial**

Sobre el cuadro 3.3-61 es interesante hacer las siguientes consideraciones:

Los yacimientos potásicos no son muy adecuados para su clasificación tipológica, dada su gran homogeneidad.

Se discute bastante sobre el origen de las cuencas evaporíticas, pero en el fondo todas las teorías coinciden en suponer como fundamental la existencia de una cuenca más o menos cerrada y de un clima árido que hiciera posible la evaporación del agua salada, dando origen a la deposición fraccionada de las sales en ella disueltas.

Por esta causa se comprende que la columna salina depositada presentará una gran analogía de unos yacimientos a otros, siempre que el origen del agua evaporada sea el mismo. Puede suceder que la deposición de las sales se vea interrumpida en un cierto momento y que las sales más solubles no lleguen a depositarse; pero también puede suceder que estén ausentes porque debido a su gran solubilidad hayan sido disueltas. Otra posible diferencia sería el número de ciclos salinos depositados, pero esto nos llevaría a clasificar los yacimientos por capas, con el inconveniente de que posibles acuñamientos la harían desechable.

Teniendo en cuenta su edad, se llega a la conclusión que predominan en el Devónico, Silúrico y Oligoceno, pero no se cree que ello constituya un carácter tipológico, ya que, en el fondo, la única diferencia apreciable que se encuentra entre los yacimientos es de tipo genético.

Estos depósitos tampoco están relacionados con rasgos estructurales, a no ser por su carácter más común de deposición en el centro de antiguas cuencas restringidas, pues al ser posteriores los movimientos y de distintas intensidades en cada zona, la única influencia que suelen presentar es la acumulación de la sal en zonas anticlinales, pero siempre con un valor local.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, es más conveniente dividir los yacimientos en marinos y no marinos.

Dentro del primer grupo se encuadran todos los grandes yacimientos de potasa en estado sólido explotados actualmente.

Las grandes cantidades de potasa acumuladas en ellos sólo se puede explicar aceptando la existencia de una conexión más o menos intermitente con el mar a través de una barra que puede ser un biohermo, una barra de arena o simplemente un levantamiento del basamento.

Dentro de los yacimientos no marinos se han establecido subtipos, cuya característica común es su estado líquido, por lo que la obtención de la potasa se efectúa por los medios que producen su precipitación.

Los primeros indicios que han puesto de manifiesto la existencia de posibles cuencas potásicas han sido debidos muchas veces al azar. Las compañías petrolíferas, en la búsqueda de hidrocarburos, han detectado no pocas veces la presencia de sales potásicas que luego han dado lugar a importantes yacimientos, como en el caso del Canadá. Otras veces, el simple aficionado que ha indicado que en cierto lugar el agua de una fuente era salada y amarga, ha puesto sobre aviso de un posible yacimiento salino.

De cualquier manera, conocido el indicio, lo primero que se debe tratar es de establecer una edad. Una vez conocida ésta, comprobar si en esa época las condiciones climatológicas fueron aptas para la formación de la potasa; es decir, si el clima fue o no árido. Posteriormente se ha de establecer si los terrenos de esa edad tienen la suficiente extensión como para hacer rentable una investigación o, por el contrario, se puede tratar de una pequeña cuenca sin ningún interés económico.

Una vez demostrado el posible interés de la zona, se comenzará por su cartografía mediante estudios geológicos, fotogeológicos y micropaleontológicos, con los que se podrá reducir bastante la zona de prospección. Para la interpretación tectónica, la sísmica es imprescindible.

Dentro de la zona seleccionada se prestará gran atención a los anticlinales, ya que normalmente son zonas de acumulación salina, y en ellos es donde se puede esperar que el recubrimiento del posible yacimiento sea poco espeso y permita su explotación económica. Los sinclinales servirían de guía para investigar sus flancos, que es donde el terreno salino se encontrará a menos profundidad.

Tampoco se ha de olvidar, si la tectónica general de la zona no es muy violenta, la búsqueda de sinclinales en los terrenos sobre los que yace el posible tramo salino, los cuales son muy favorables para contener restos de la formación salina.

Será también de gran auxilio el estudio de las características sedimentológicas de cada zona, en cuanto permitirán determinar si el tramo examinado pertenece al ámbito de deposición del centro de la cuenca, más favorable para la existencia de sales potásicas, o, por el contrario, a la región costera, marginal o de borde en que es más probable la deposición de sales sódicas y yesos.

Una vez elegidas, dentro de la primera zona seleccionada, las áreas más interesantes, nuevos estudios de resistividades y sísmica podrían aclarar la existencia de sal y la profundidad, en su caso.

La última fase sería la ejecución de sondeos mecánicos.

La minería de la potasa presenta un gran porvenir como factor importantísimo en la industria de los fertilizantes. El actual consumo mundial de potasa se cifra en 16.500.000 t de K_2O, de los cuales la agricultura consume el 95 por 100, quedando el resto para la utilización de las industrias químicas.

El consumo de potasa para el próximo quinquenio se estima que tendrá un aumento del 6 por 100, llegando en el año 1975-76 a 23.500.000 t de K_2O; esta cifra se puede considerar como prácticamente cubierta con la producción actual, pues entre Canadá, EE. UU., URSS, Alemania, Francia, España, Italia e Israel se alcanza la cifra de 21.000.000 de t de K_2O.

Una de las características peculiares del mercado de la potasa es que los países de mayor producción, como EE. UU., Canadá, URSS, Alemania y Francia, son los de mayor consumo interno.

Los yacimientos del tipo A son los más importantes, ya que alcanzan más del 90 por 100 de toda la producción, de los que el más representativo es el del holotipo descrito; pero el más importante en cuanto a producción y reservas es el de la región de Saskatchewan, cuyas reservas se calculan en más de 6.000.000.000 de t de K_2O.

De los yacimientos del tipo B, el subtipo 2 fue de gran importancia en la antigüedad, pero el descubrimiento de nuevos yacimientos le ha relegado a un ínfimo plano, no teniendo noticias de si ha cesado su explotación.

El subtipo B3 es el más importante de este grupo, no por la producción actual, sino por el proyecto en curso para llegar a una producción de 1.200.000 t de K_2O.

La industria de la potasa presenta un halagüeño porvenir. Como se ha señalado anteriormente, los países desarrollados son los de mayor consumo, mientras que los países medio o subdesarrollados consumen una cantidad muy escasa de fertilizantes por hectárea de terreno.. Sin ser demasiado optimistas, se ha de pensar que esta situación ha de terminar y que el consumo de potasas en el mundo habría de verse, como poco, duplicado en los próximos años, cosa que las reservas actuales permiten contemplar sin ninguna preocupación.

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1964. Borchert, H., y Muir, R. O.: Salt deposits. Van Nostrand London.

1960. Gignoux, M.: Géologie stratigraphique. Masson & Cie.

1967. Grundstedt, H. G.: Soviets triple potash output; Soligorsk mines lead expansion. World Mining.

1922. Marín, A.: Le Bassin potassique espagnol. XIII Congrès Geologique International. Belgique.

1950. Marín, A.: Minería de la potasa. Potasas Españolas, S. A.

1967. Melgar, J.: Consideración sobre el origen de los yacimientos potásicos y su aplicación a la investigación de la zona reservada al sur de los Pirineos. III Jornadas Nacionales y primeras Internacionales Minero-Metalúrgicas. Gijón.

1964. Mir, J.: La potasa al día. «Memorias Real Academia Ciencias y Artes de Barcelona», vol. XXXV, núm. 7.

1968. Perrodon, M. A.: Introduction a la géologie des evaporites. Conferencia en Hôtel des Ingénieurs Arts et Métiers de París.

1960. Ruhlman, E. R.: Potash. Seeley W. Mudd Series. New York.

1953. Scruton, P. C.: Deposition of evaporites. «Bull. AAPG», vol. 37, núm. 11.

1966. World Mining (corresponsales): African mining today. World Mining.

3.3.16.2 Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

En relación con el cuadro 3.3-62 y el mapa relativo a sales, pueden hacerse las siguientes consideraciones:

Dentro de la minería de la potasa, la clasificación en zonas y áreas no presenta ninguna dificultad. Existen solamente dos zonas en las que se agrupan todos los yacimientos conocidos: la de Cataluña y la de Navarra. Referente a las áreas, las explotaciones se encuentran situadas en cinco localidades; en la zona catalana se ubican las minas de Suria, Cardona, Sallent y Balsareny, y en la zona navarra, la de El Perdón. Dichos yacimientos pertenecen al tipo A.

Las características geológicas de la mineralización, tanto formales como materiales, no presentan ninguna novedad con respecto a las reseñadas en la tipología mundial.

Como característica específica de los yacimientos españoles, es de resaltar la presencia de un metalotecto de tipo estratigráfico, puesto que los depósitos de sales potásicas son suprayacentes de los estratos del Priaboniense

superior, que constituye, por tanto, un verdadero metalotecto. El tramo salino comprende la parte terminal del Eoceno superior y la basal del Oligoceno inferior. El Priaboniense superior se puede determinar perfectamente por medio de estudios micropaleontológicos.

En los estudios para la investigación de nuevas áreas, todos los terrenos más antiguos que el Priaboniense pueden ser desechados, y al evaluar los terrenos más modernos son precisamente sus contactos con el Priaboniense superior los que presentan un mayor interés al situarse en ellos los posibles yacimientos de sal. Después de lo dicho, es evidente que la presencia del Priaboniense en un sondeo indica que ya se ha atravesado la zona de posible interés y que debe suspenderse la perforación.

En el siguiente cuadro se da un resumen de la importancia relativa de los yacimientos españoles con respecto a la producción nacional, tanto por zonas como por áreas.

ZONAS Y AREAS	España — *Porcentaje*	Tipo
CATALUÑA	62	A
Suria	26	A
Cardona	22	A
Balsareny	7	A
Sallent	7	A
NAVARRA		
El Perdón	38	A

La comparación minera y económica de los tipos, a escalas nacional y mundial, queda reflejada en el siguiente cuadro:

TIPOS Y SUBTIPOS	CUBICACION DE LOS TIPOS DE K_2O		INTERVALOS DE LEYES DE LOS YACIMIENTOS DE K_2O		PRODUCCION ANUAL DE K_2O		IMPORTANCIA ECONOMICA RELATIVA DE K_2O	
	Mundo — *Toneladas*	España — *Toneladas*	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*	Mundo — *Toneladas*	España — *Toneladas*	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*
A	18.500×10^6	Posibles 543×10^6 Seguras $38,5 \times 10^6$	13 - 25	14 - 23	15×10^6	614.000	90	100

Refiriéndose a las reservas posibles, las españolas representan el 3 por 100 de las mundiales.

Los intervalos de leyes de explotación están en línea con los del resto del mundo y la producción española representa el 4 por 100 de la mundial, repartida de la siguiente manera:

	Porcentaje de la producción mundial
Balsareny	0,3
Sallent	0,3
Cardona	0,9
Suria	1,0
El Perdón	1,5

3.3.17 SAL COMUN

3.3.17.1 Tipología mundial

Sobre el cuadro 3.3-63 es interesante hacer las siguientes consideraciones:

Siguiendo las mismas normas que en el caso de la potasa, se han clasificado los yacimientos de sal gema dentro de dos grandes grupos: marinos y no marinos.

En el grupo de yacimientos marinos se incluyen los formados en los lagos con aportación temporal de agua del mar a través de una barra, que puede ser de biohermo, una barra de arena o un levantamiento de basamento. El clima ha tenido que ser árido para poder efectuar la evaporación de las aguas marinas.

Dentro de este tipo A se han establecido dos subtipos:

a) A1.—Yacimientos estratiformes, en los cuales la sal, a pesar de su gran movilidad, conserva su disposición en lechos, aunque éstos contengan abundantes deformaciones, que no afectan de manera fundamental a las formaciones infra y suprayacentes.

b) A2.—Domos salinos. En este caso, los estratos se encontraban, primitivamente, en la misma disposición que los del subtipo precedente; pero fenómenos de diapirismo han dado lugar a verdaderas "chimeneas" de sal, las cuales llegan en algunas ocasiones a evidenciarse superficialmente.

Para que puedan darse fenómenos de diapirismo, se precisa la existencia de potentes formaciones salinas recubiertas por grandes espesores de sedimentos.

Entre un subtipo y otro se dan todos los estados intermedios, e intentar codificarlos sería sumamente penoso y probablemente más curioso que útil.

Dentro de los yacimientos no marinos se han distinguido dos subtipos cuya importancia es muy secundaria, pero representan ejemplos típicos de yacimientos de sal común explotados en la actualidad.

Finalmente, en el cuadro no se han incluído las salinas, ya que es discutible considerarlas propiamente como yacimientos (pues dicho concepto supone en general que las reservas son limitadas y en el caso del mar su contenido en sal es prácticamente inagotable), pero es conveniente sean señaladas, tanto por su extensa repartición geográfica como por la importancia de su producción, en el mapa nacional.

Debido al bajo precio a que se cotiza la sal común, todo programa de investigación debe ser planeado teniendo en cuenta que las inversiones no deben resultar muy elevadas.

La tendencia actual es seleccionar, primeramente, áreas geográficas donde el consumo sea importante, ya que un transporte costoso haría imposible la explotación del yacimiento. Para tener un buen criterio de selección, conviene señalar que la industria química consume un 59,75 por 100 del total; las pesquerías e industrias de elaboración de pescados, el 15,45 por 100; la industria del pan, el 5,69 por 100, etc.

Los métodos de investigación serían muy similares a los empleados en la potasa, exceptuando los estudios sedimentológicos, debido a que la sal común no se acumula en el centro de antiguas cuencas restringidas, sino que se encuentra también en las zonas marginales.

Para la localización de domos de sal ocultos suele dar muy buenos resultados el método de resistividad, que presenta además la ventaja de su bajo coste. El método gravimétrico es muy indicado si el domo se encuentra a gran profundidad, pero tiene el inconveniente de ser bastante costoso.

La escasísima bibliografía existente sobre los yacimientos de sal común no ha permitido conocer la producción total de los yacimientos pertenecientes a cada tipo. Como dato meramente indicativo se manifiesta que los del tipo A son los más importantes y que en muchos países se emplea para su explotación el método de disolución de la sal, vendiendo directamente esta disolución o añadiéndola a salinas para mejorar la producción de éstas.

También se encuentra en estudio el aprovechamiento de la sal gema de las minas potásicas, con lo que, de llegar a resultados positivos, la producción de sal, que en el año 1967 fue de 115.000.000 t, se vería notablemente incrementada.

Puede decirse, a grandes rasgos, que la gran mayoría de los países del mundo son productores de sal y que las previsiones de un futuro mercado exterior están supeditadas al grado de desarrollo que alcance esta industria en cada país. La materia prima la poseen casi todos y las reservas se puede decir que son inagotables.

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1957. Bateman, A. M.: Yacimientos minerales de rendimiento económico. Trad. Edic. Omega.
1964. Borcher, H., y Muir, R. D.: Salt deposits. Van Nostrand London.
1967. British Suloh Co. Ld.: World Fertilizer Atlas.
1960. Gignoux, M.: Géologie stratigraphique. Masson & Cie.
1953. Mac Millan, R. T.: Salt Seeley W. Mudd Series. New York.
1967. Melgar, J.: Consideraciones sobre el origen de los yacimientos potásicos y su aplicación a la investigación de la zona reservada al sur de los Pirineos. III Jornadas Nacionales y I Internacionales Minero-Metalúrgicas. Gijón.
1968. Perrodón, M. A.: Introduction a la géologie des évaporites. Corferencia en Hôtel des Ingénieurs Arts et Métiers de París.
1948. Ríos, J. M.: Diapirismo. «Boletín Instituto Geológico y Minero de España», tomo LX.
1963. Ríos, J. M.: Materiales salinos del suelo español. Instituto Geológico y Minero de España, memoria 64.
1953. Scruton: Deposition of evaporites. «Bull. AAPG», vol. 37, núm. 11.

3.3.17.2 Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

Con referencia a los cuadros 3.3-64 y 65 y al mapa de sales, es interesante hacer las siguientes consideraciones:

La definición de zonas de los yacimientos marinos explotados no presentan ninguna dificultad, debido a su escaso número, ya que se concretan a los de Santander, Alicante y Zaragoza. Por el contrario, los yacimientos marinos no se pueden agrupar ni en zonas ni en áreas, pues son abundantísimos y su ubicación está condicionada a la existencia de manantiales que atraviesan formaciones salinas y éstas abundan en España, principalmente en el Keuper, en el Oligoceno del Valle del Ebro y en el Mioceno continental. Sin embargo, su contribución a la producción española es bastante reducida, por lo que sólo se citan algunos de los más conocidos.

En cuanto a las salinas, cuya producción es muy importante, se han clasificado por las provincias en que se encuentran, que son principalmente las de la costa mediterránea, por ser allí más favorable la salinidad de las aguas y el clima.

La sal que se explota en España procede de tres fuentes bien diferenciadas: yacimientos marinos (divididos en estratiformes y de domos salinos), yacimientos no marinos (precipitación de agua de manantiales) y salinas.

Para el subtipo A1 en España se debe destacar como metalotecto estratigráfico el Mioceno continental.

Dentro de este grupo son yacimientos potenciales los de la formación salina del Valle del Ebro, comprendida entre la parte alta del Eoceno superior y la baja del Oligoceno inferior, tal como se ha dicho de la potasa, si bien en el caso de la sal dicho metalotecto es más indicativo.

En cuanto al subtipo A2, se puede decir que el Keuper es su metalotecto.

En el cuadro siguiente se da la clasificación por zonas y áreas, representando la importancia relativa de cada una en España:

ZONAS Y AREAS	España — *Porcentajes*	Tipos
ZARAGOZA		
Remolinos y Torres de Berrellén.....	4,0	A 1
SANTANDER		
Polanco y Cabezón de la Sal.....	41,8	A 2
ALICANTE		
Pinoso.....	0,1	A 2
Santa Pola, Torrevieja y Calpe.....	25,4	Salinas
CADIZ.....	7,5	Salinas
BALEARES.....	7,5	Salinas
ALMERIA.....	4,5	Salinas
MURCIA.....	3,7	Salinas
TARRAGONA.....	1,0	Salinas
LAS PALMAS.....	0,1	Salinas
MANANTIALES NACIONALES...	1,2	B 2

Nota: Dentro de la producción de las salinas quedan 12.000 t, que representan el 1 por 100.

La comparación minera y económica de los tipos a escala nacional viene expresada en el cuadro adjunto:

TIPOS Y SUBTIPOS	Producción anual en España — *Toneladas*	Importancia económica relativa en España — *Porcentaje*
A 1	79.000	4,0
A 2	838.200	41,9
B 2	24.000	1,2
Salinas	1.016.000	50,8

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *SAL COMUN*

FIGURA 3.3.-63

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación / País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION: FORMALES: morfología	FORMALES: dimensión (en)	FORMALES: distribución de la mena	MATERIALES: mineralogía primaria: Paragenesis	MATERIALES: mineralogía primaria: Centextura	MATERIALES: mineralogía supergénica: Paragénesis	MATERIALES: mineralogía supergénica: Centextura	MATERIALES: GEOQUIMICA	MATERIALES: ZONALIDAD	TEMP: EDAD	METALOTECTOS TIPICOS: Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	METODOLOGIA INVESTIGACION: Nivel (R=Prosp. Reg. E=Estimac.)	SISTEMATICA	Ind. rendto integr. (1 a 3)	Indice de coste (1 a 3)	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS: CONDICIONAM.	TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION: Int.	INTERVALOS DE CUBICACION: Ext.	INTERVALOS DE LEYES: Int.	INTERVALOS DE LEYES: Ext.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL: Int.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL: Ext.	IMPORTANCIA ECONOMICA
A		YACIMIENTOS MARINOS																																		
			En lagos con aportación temporal de agua del mar (a través de una barra que puede ser un bioherma, barra de arena o levantamiento del basamento. Clima árido capaz de evaporar el agua marina.)																																		
	1	Lorraine FRANCIA (Saline Shales) U.S.A	Estratiforme	Estratiforme		Masiva	Silvina (a veces) Halita Anhidrita						Fundamentalmente Silúrico, Devónico, Trias, Oligoceno					En zonas plegadas: Anticlinales					R Fotogeología R Geología R Micropaleontología RE Sísmica RE Resistividades E Sondeos	3 3 3 3 3 3	1 2 2 3 4 3			75 x 10⁹ m³ (Lorraine)							
	2	Mex Gulf Coast U.S.A	Domos Salinos	Masas irregulares		Masiva	Halita Anhidrita						Fundamentalmente Térmico y Haloper		Monterra de yeso o anhidrita			Diapiros		Normalmente presencia rocas ampliv.			R Fotogeología R Geología RE Resistividades E Sondeos	3 3 3 3	1 2 2 3			200 x 10⁹ Tm							
B		YACIMIENTOS NO MARINOS																																		
	1	Rajputana INDIA	En depresiones continentales (agua marina transportada por el viento hacia tierra y depositándose en depresiones que por evaporación producen principalmente halita).																																130 000 Tm (Rajputana)		
	2	Tuz Göl TURQUIA	Por radiosolución de otros yacimientos																																150 000 Tm (Tuz-Göl)		

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Sal común*

FIGURA 3.3.-64

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION									METALOTECTOS ESPECIFICOS											CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm.		FORMALES			MATERIALES																					
											miner. primaria		miner. supergénica				TEMP															
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metalíferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicos	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimen/ paleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigación	Condicion. tecnológ.	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona	
1	ZARAGOZA		Término de Torres de Berrellén * El Angel * La Miguela * Los Jazmines Término de Remolinos * El Cisne * La Invencible * Angelines * La Perla * Mdel Carmen * Secaño * La Real * María Cleofé	La Real	Lorraine	A	1	Estratiforme			Halita Anhi-drita					Mioceno															79.000 Tm	4 %	
2	SANTANDER	65 Ha Polanco	* Polanco * Cabezón de la Sal	Polanco	Area Gulf Coast	A	2	Masas irregulares		Masiva	Halita Anhi-drita					Keuper					Diapiros	Ofitas	Keuper						140x10⁶Tm Polanco	70 % Polanco	836.000Tm	43,1 %	
3	ALICANTE		* Pinoso PINOSO	Pinoso	Area Gulf Coast	A	2	Masas irregulares		Masiva	Halita Anhi-drita					Keuper					Diapiros	Ofitas	Keuper								2.200Tm	0,1 %	
4	OTROS		Poza de la Sal (Burgos) Minglanilla (Cuenca) Cardona Ubeda		Area Gulf Coast	A	2	Masas irregulares		Masiva	Halita Anhi-drita					Keuper					Diapiros	Ofitas	Keuper										
5	MANANTIALES SALINOS		* Albacete * Fuentealbilla * Villena * Alcaraz Alicante * Villena Granada * Cubellas * Malaha Lérida * Gerri de la Sal Jaén * S. Carlos Logroño * Sta. Bárbara de Herrera Madrid Carabaña * Ciempozuelos Navarra * S. Guillermo Teruel * Arcos de las Salinas * Guadalajara			B	2																							24.000 Tm	1,75 %	

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Sal Común*

FIGURA 3.3. - 65

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION											METALOTECTOS ESPECIFICOS												CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					
						Núm		FORMALES			MATERIALES						TEMP																			
											miner primario		miner supergénico																							
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion. tecnolog	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento (1989)	Importancia econ. relativa del area y zona	OBSERVACIONES
6	SALINAS *Alicante		Santa Pola Torrevieja y La Mata Calpe	Torrevieja y La Mata																												500.000 Tm.	26,2 %	
	*Cádiz		S. Fernando y otras	S. Fernando																												150.000 Tm.	7,7 %	
	Baleares			Es Sabinar Playa Talkón																												150.000 Tm.	7,7 %	
	*Almería		Cabo de Gata Pulpi Roquetas	Roquetas																												90.000 Tm.	4,6 %	
	Murcia		S Pedro del Pinatar Mar Menor Cabo de Palos	S. Pedro del Pinatar																												75.000 Tm.	3,8 %	
	*Torragona		S Carlos de la Rapita Amposta																													21.000 Tm.	1 %	
	Las Palmas		Teguise Arrecife Pto del Rosario Antigua Janubio	Janubio																												2000 Tm.	0,1 %	

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Titanio*

FIGURA 3.3.-66

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION: FORMALES: morfología	FORMALES: dimensión (en)	FORMALES: distribución de la mena	MATERIALES: mineralogía primaria: Paragénesis	MATERIALES: mineralogía primaria: Cantestructura	MATERIALES: mineralogía supergénica: Paragénesis	MATERIALES: mineralogía supergénica: Cantestructura	MATERIALES: GEOQUIMICA	MATERIALES: ZONALIDAD	TEMP: EDAD	METALOTECTOS TIPICOS: Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeográf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	METODOLOGIA INVESTIGACION: Nivel (R) Prosp. Neg (E) Estimac	SISTEMATICA	ind. rendto. integr. (1 a 3)	índice de coste (1 a 3)	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS: CONDICIONAM.	TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION (10⁶ Tn de TiO₂): Int.	Exit.	INTERVALOS DE LEYES (% TiO₂): Int.	Ext.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL: Int.	Ext.	IMPORTANCIA ECONOMICA
			CARACTERISTICAS GENERALES																*En rocas básicas y alcalinas*					R	*Geofísica (Magn)*	3	3	*Dificultad en separación del Ti, según asociación con el Fe*							*Producción año 1962*	
																									Geoquímica sin desarrollar										*ILM 94%*	
																																			RUT 6%	*% Reservas*
		ASOCIADO A ROCAS BASICAS																																		*58%*
A	1	*ALLARD LAKE (Canadá) Sanford (U.S.A) Chicoutimi (Canadá) Tellnes (Noruega) Ivy Mine (Canadá) Piney River (U.S.A) Bay of Seven 3 Bushveld (Africa Sur)*	*Fundamentalmente Ilmenita, magnetita, hematites.*	*Lentejones y diques*	*Bushveld (125-6m) x 15 Km*		*ILM, MAT, HEM, NOR OLN, APA, HIP, FEL BIO, CAP, PIA, PIT ANR, CUA, ESP, TIT.*				*Cr V P*	*Cr, V concentración hacia arriba Mg aumenta hacia arriba*	*Precámbricos*						*En Norita, Gabros anortosíticos y anortositas, melanita charnockita*					R Y E	*Geofísica (Magnético)*	3	3			50 — 70 000		17% - 37 %				*57,7%*
	2	*SAINT URBAIN (Canadá)*	*Fundamentalmente Ilmenita y Rutilo*	*Masas y diques*	*Masa elíptica de 16 x 32 Km*		*ILM, RUT, HIP AVR*																							~ 500		37 %				*0,3 %*
		ASOCIADO A ROCAS ALCALINAS									*Nb, Zr, Ta*																									*9,3%*
B	1	*M ILMEN (U.R.S.S) Kogansköye (U.R.S.S.) Onega (U.R.S.S.)*	*En pegmatitas de sienitas nefelínicas*	*vetas y diques*			*ILM, MAT, PEO*												*En pegmatitas de sienitas nefelínicas*											50 — 10 000		10-15 %				*9,2%*
	2	*MAGNET COVE (U.S.A)*	*En filones de carbonatitas*	*Filones*			*RUT, FEL*				*Nb*								*En carbonatitas*											~ 100		3-4 %				*0,1 %*
		EN ROCAS METAMORFICAS																																		*1%*
C		*HARFORD C. (U.S.A) N. Carolina (U.S.A)*		*Vets. diques y bolsadas*			*RUT, OLN, MAT SEP*												*En neis esquistos con scapolita (TIBET)*											~ 1500		10-40 %				
		PLACERES																							R RE	*Fotogeología Batea*	2 3	1 2								*31,7%*
D	1	*ARKANSAS (U.S.A) Freetown (Ilinois) Hawai (U.S.A)*	*Eluviales*	*Mantos*			*RUT, ILM, MAT BRK, PEO, FEL ANT Cr, Fe*				*Nb*								*Sobre rocas básicas*											25 — 80		1% - 2 %				*0,1%*
	2	*TRAVANCORE (India) Zitomir (Ucrania) St. Lawrence River (Canadá) Queensland (Australia) mostly USA*	*Aluviales*	*Aluviales*			*RUT, ILI, BRK CAP, MON*				*Zr*		*Travancore: Arcaico Christy: Antiguo*																								*3,6%*

LEYENDA

ANR	Anortita	ESP	Espinela	MON	Monacita
ANT	Anatasa	FEL	Feldespato	OLN	Olivino
APA	Apatito	HEM	Hematites	PEO	Perovskita
BIO	Biotita	HIP	Hipersteno	PIA	Pirrotina
BRK	Brookita	HOR	Hornblenda	PIT	Pirita
CAP	Calcopirita	ILM	Ilmenita	SEP	Serpentina
CUA	Cuarzo	MAT	Magnetita	TIT	Titanita

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *Titanio*

FIGURA 3.3.-67

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS											CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm		FORMALES			MATERIALES						TEMP.																
											miner primaria		miner supergénica																				
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentpaleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion. tecnolog	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona	
1	GALICIA		CARBALLO	Tordoya Yago - Arteijo Razo P. Atalaya Sta. Comba Valle del Dubra	TRAVANCORE	D	2	Lechos Aluvionares	Potencias 0 a 3 m	Alternancia en los lechos y segun geometría granulometría	Ilmenita					Horizontal segun la deposición	Cuaternarios						Proceden de la denudación de gneises					3			5 a 12% de Ilmenita			
				Constanco Zas							Rutilo Ilmenita																				n 3% Rutilo	11.289 Tm de TiO_2 en 1964		
				Mugia Corcubión	TRAVANCORE	D	2	Depósitos costeros			Ilmenita						Cuaternario											3				3.365 millones de arenas halladas		97 %
				Erbecedo Laguna de Brañarrubio	TRAVANCORE	D	2	Aluvionares			Ilmenita, Rutilo y Casiterita				Contienen Estaño		Cuaternario											3						
				Lalin				Vetas y diques															Pegmatitas					3						
2	ZAMORA-SALAMANCA		CEADEA FONFRIA		TRAVANCORE	D	2	Aluvionar	3 Km de long. 60 de anchura 3 m. de pot.		Magnetita Filoniana cuarzo						Cuaternarios						Proceden de la denudación de granitos					3		2.400 Tm. de Ilmenita				
3	EXTREMADURA		S. DE GATA	Jálama Lograsán Santibañez Hernan Perez Villanueva de la Serena	TRAVANCORE	D	2	Aluviones	Bancos de 200 m a 3 Km. Potencia 3 m.		Ilmenita, Rutilo? Ag. Solera, Ag. Sn, W					Contienen Oro y estaño		Cuaternarios						Proceden de la denudación de granitos y pegmatitas					3		Reserva de 230 millones de m^3				
4	S CENTRAL		GUADARRAMA	Las [illegible]ozas Golapagar Los Huertos	TRAVANCORE	D	2	Aluvionar	250 Ha		Ilmenita, Casiterita					Contienen Estaño		Cuaternarios											3				20.000 m^3/año		
5	HUELVA		HUELVA	Almonte Lepe Palos de Moguer Mazagon	TRAVANCORE	D	2	Depositos dunares y aluviones	Pot. de 10 cm. a 2 m.	Alternancia horizontal	Ilmenita, cuarzo						Cuaternarios							Proceden de la denudación de cabos o costas					3			n 15% TiO_2	260 Mtons TiO_2	< 3 %	
6	ALMERIA		CABO DE GATA		TRAVANCORE (ALLARD LAKE)	D (A	2 1)	Depósitos costeros			Ilmenita, magnetita						Cuaternarios							Proceden de la destrucción de los volcanitas de [illegible]					3						
7	TENERIFE			Guic Isora La Laguna																								3						

3.3.18 TITANIO

3.3.18.1 Tipología mundial

Sobre el cuadro 3.3-66 es interesante hacer las siguientes consideraciones:

La confección de la tipología de yacimientos de esta sustancia no ha presentado dificultades notables, ya que el titanio se presenta en conocida asociación a unos tipos limitados y bien conocidos de rocas. Así, el parámetro fundamental elegido para los tipos A, B y C ha sido el litológico. Por lo que respecta al cuarto grupo (placeres), se ha seguido el criterio propio de este tipo de yacimientos (eluviables y aluviales).

Las relaciones genéticas que se pueden suponer para los diferentes tipos de yacimientos son igualmente sencillas. La ilmenita es típica de un proceso de diferenciación de un magma básico. Por lo que se refiere a la génesis del rutilo, éste se presenta, generalmente, bien en relación con magmas gabroideos metamorfizados, bien en rocas básicas alteradas.

Los yacimientos del tipo B2 (en filones de carbonatitas) parecen tener un carácter excepcional.

Por último, el tipo D (placeres) deriva de complejos tanto de rocas alcalinas como básicas, existiendo yacimientos de este tipo incluso actuales.

Existe, finalmente, un último tipo de yacimientos, no mencionado en el cuadro 3.3-66 por carecer por completo de interés económico: los que se encuentran en asociación con plutones graníticos.

Debido al hecho de que los métodos magnéticos aplicados a la prospección de los yacimientos titanomagnetíferos proporcionen unos resultados ampliamente satisfactorios, la geoquímica del titanio se encuentra prácticamente sin desarrollar.

La fotogeología y la prospección a la batea constituyen los mejores métodos para la investigación de placeres titaníferos y posible búsqueda de los yacimientos primarios.

El principal condicionamiento tecnológico a señalar es la eventual dificultad de separación del titanio, según su tipo de asociación con el hierro.

Los intervalos de cubicación varían ampliamente no sólo de un tipo a otro, sino incluso dentro de un mismo tipo, no pudiéndose considerar este parámetro como indicativo.

Los intervalos de leyes vienen expresados en % de TiO_2 y son, por lo general, bastante específicos de cada tipo de yacimientos.

Por lo que a producción se refiere, no se ha incluido ningún tipo de dato en la figura que nos ocupa, ante la imposibilidad de agruparlos por tipos, ya que vienen expresados en producciones totales de ilmenita y rutilo por países.

En la actualidad, la producción de titanio está fundamentalmente basada en la ilmenita; por el contrario, la producción de rutilo está decayendo. Los principales productores mundiales son: Australia, Canadá, Noruega, Estados Unidos, Rusia e India.

La importancia económica relativa de los diferentes tipos viene expresada en porcentajes de reservas mundiales, destacando en primer lugar el tipo A (asociado a rocas básicas), seguido de lejos por el tipo D (placeres). Sin embargo, casi el 50 por 100 de la producción mundial proviene de yacimientos de este último tipo. Se da, por ejemplo, el caso particular de Australia, que siendo en la actualidad el primer productor, figura en séptimo lugar por lo que a reservas se refiere.

Por último, debe indicarse que el titanio como subproducto en minas de magnetita es una fuente de pequeña importancia.

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1959. BATEMAN, A. M.: «Economic Mineral Deposits», páginas 623-626.
1967. DOROKHINE, I. et al: «Gisements de mineraux utiles et leur prospection», págs. 87-89.
1964. GEIS, H. P.: Eisen-Titanlagerstàtten bei Raudsand. «Westnorwegen. Nor. Geol. Under», núm. 234, págs. 15-52.
1962. HAWKES, H. E., and WEBB, J. S.: «Geochemistry in Mineral Exploration», pág. 374.
1968. KREITER, V. M.: Geological Prospecting and Exploration. «Moscow Mir. Pub.», págs. 17-19, 103, 109, 124, 240 y 241.
1966. LISTER, G. F.: The composition and origin of selected irontitanium deposits. «Ec. Geol.», vol. 61, págs. 275-310.
1960. LIND, L. E.: Titanium. Industrial Minerals and Rocks (non metallics other than Fuels). «The Am. Inst. Mining. Metall. & Petrol Eng.», págs. 851-877.
1957. MILLER, J. A.: Titanium. A meterials Survey. «Bureau of Mines». Inf. Circ. 7791. U. S. Dept. of the Interior, págs. 202.
1964. PARK, F. C. Jr. and MAC DIARMID, R. A.: «Ore posits», página 475
1963. ROUTHIER, P.: «Les gisements métallifères», págs. 956-961.
1949. SCHNEIDERHOHN: «Traité des gîtes métallifères», págs. 107-112.
1965. STAMPER, J. W.: Titanium. Minerals. Facts and Probleme. «Bureau of Mines», Bull 630, Dept. of the Interior, páginas 971-990.
1970. Mining annual review. «Mining Journal», june, págs. 57-59.

3.3.18.2 Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

Sobre el cuadro 3.3-67 y el mapa del titanio es interesante hacer las siguientes consideraciones:

El titanio se presenta en clara asociación a unos tipos limitados y bien conocidos de rocas. Por esta razón, el definir las zonas y áreas titaníferas y clasificarlas según la tipología mundial establecida, ha resultado una labor sencilla. Cabe destacar que la casi totalidad de los yacimientos españoles reconocidos responden al tipo D (placeres). Tan sólo en Lalín (Galicia) existen áreas que pueden ser tipificadas como A1 (yacimientos asociados a rocas básicas con ilmenita, magnetita y hematites fundamentalmente).

En cuanto al rendimiento global en la investigación, puede calificarse de óptimo para todas las zonas y áreas señaladas, dado el buen resultado que la prospección a la batea y la geofísica (método magnético) proporcionan en la investigación de áreas titaníferas.

La clasificación de la importancia económica relativa en España por zonas y áreas queda expresada de una manera sencilla en el siguiente cuadro:

ZONAS Y AREAS	España — *Porcentajes*	Tipos
Galicia.....	< 97	D (A 1)
Huelva.....	> 3	D

Los porcentajes se refieren a las producciones de los últimos años.

La comparación minera y económica de los tipos a escala nacional y mundial se resume de la forma que se indica en el cuadro inmediato de la página siguiente.

Queda claramente resaltado en estos cuadros que la producción española de titanio está exclusivamente basada en un solo tipo de yacimiento: el D (placeres), que si bien re-

TIPOS Y SUBTIPOS	INTERVALOS DE CUBICACION DE LOS YACIMIENTOS		INTERVALOS DE LEYES DE LOS YACIMIENTOS		INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL		IMPORTANCIA ECONOMICA RELATIVA		
	Mundo — *Toneladas de TiO_2*	España — *Toneladas de TiO_2*	Mundo — *Porcentaje de TiO_2*	España — *Porcentaje de TiO_2*	Mundo — *Toneladas de metal*	España — *Toneladas de TiO_2*	Reservas — *Porcentaje*	Producción — *Porcentaje*	
							Mundo		España
A 1	De 50.000 a 70.000.000	—	17 - 37	—	Hasta 250.000	—	57,7	~ 30	—
D	Muy variable		4 - 40	Hasta 40	Hasta 370.000	11.500	31,7	~ 50	100

presenta el 50 por 100 de la producción actual mundial, tan sólo posee algo más del 30 por 100 de las reservas conocidas. Es de resaltar que el subtipo A1, que produce en la actualidad el 30 por 100, aproximadamente, del titanio mundial, representa no obstante casi el 60 por 100 de las reservas mundiales. Y este tipo de yacimiento no está en absoluto desarrollado en España.

3.3.19 WOLFRAMIO

3.3.19.1 Tipología mundial

Con relación a los cuadros 3.3-68 y 69 es necesario hacer las siguientes consideraciones:

Para la confección de estos cuadros se ha partido del cuadro 3.3-27, correspondiente al estaño, utilizando los mismos índices y definiciones para clasificar los correspondientes del wolframio, con la salvedad de los índices O, que se han reservado para los tipos de skarn con scheelita.

Los parámetros y los aspectos genéticos son los seguidos en la confección de la tipología del Sn.

La prospección mineralométrica es, aquí también, la técnica más empleada para la investigación, tanto de wolframita como de la scheelita.

Para la prospección de la scheelita en particular, es utilizado el método de prospección con lámpara de luz ultravioleta (de onda corta), aplicable tanto en el laboratorio como en el terreno, aunque en este segundo caso debe efectuarse de noche.

Una observación interesante de hacer, como conclusión, es la que se deduce de la repartición mundial de los yacimientos de estaño y wolframio. Se ha visto que los tipos de unos y otros son los mismos prácticamente, y normalmente sus minerales se encuentran asociados, pero, en cambio, las provincias metalogenéticas son muy diferentes, factor que influye notablemente en su prospección.

Así, por ejemplo, en Cornualles y Malasia tenemos preponderancia de estaño sobre wolframio, y en cambio en Portugal y China del Sur, la relación es la inversa, existe más wolframio que estaño.

Actualmente, sus producciones más importantes corresponden a los yacimientos en skarn y los aluvionares, tipos AO, BO y D, que se encuentran muy igualadas entre sí.

El tipo E es, actualmente, una nueva posibilidad que se abre en la busca y aumento de las reservas de wolframio.

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1968. BATEMAN, A. M.: Yacimientos minerales de rendimiento económico. Ed. Omega, pág. 975.
1965. CHAURIS, L.: Les minéralisations pneumatolytiques du massif armoricain. «Mem. B. R. G. M.», núm. 31, pág. 217.
1967. DOROKHIRE, I. et al.: «Gisements de mineraux utiles et leur prospection», Moscou, págs. 97-104.
1969. FONTEILLES, M. et al.: Un nouveau type de minéralisation en tungstène et sulfures dans les Pyrénées françaises. «Chrón. Min.», núm. 386, págs. 255-262.
1962. HAWKES, H. E., and WEBB, J. S.: «Geochemistry in Mineral Exploration», pág. 415.
1965. KUN, N. de: «The Mineral Resources of Africa. Elsv. Publis. Co», pág. 740.
1949. MANTELL, C. L.: Tin, its mining, production, techonology and applications. «Reinhold Publis. Co.», pág. 573.
1965. MAUCHER, A.: La formation «antimoine-tungstène-mercure» et ses rapports avec le magmatisme et la géotectonique. Trad. B. R. G. M., núm. 4.945, pág. 21.
1963. MOUSSO, R.: La prospection alluvionnaire en lit vif. «Chron. Min. Jan.», págs. 24-26.
1965. PETRASCHEK, W. E.: Yacimientos y criaderos. Ed. Omega, págs. 123-125.
1967. PHAN, K. D.: Les skarns et les minéralisations qui leur sont liées. B. R. G. M. Dept. M. P. M. G. Ref. DS. 67. A 127, pág. 76.
1969. RAMDHOR, P: The ore Minerals.
1963. ROTHIER, P.: «Les gisements métallifères», págs. 904-907.
1941. SCHNEIDERHOHN, H.: Traité des gîtes métallifères. Trad por Mme. Picard. Tome IV, págs. 723-985.
1967. STEMPROK, M.: Genetische Probleme der Zinn-Wolfram-Vererzung im Erzgebirge. «Miner. Deposita», 2, págs. 102-118.
1970. TAYLOR, R. G., and KOSKING, K. F. G.: Manganese-Iron ratios in wolframite, South Crofty Mine, Cornwall. «Ec. Geol.», vol. 65, págs. 47-53.
1970. Mining Annual Review. «Mining Jour.», págs. 76-78.

3.3.19.2 Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

En relación con los cuadros 3.3-70 y 71 y con el mapa correspondiente al wolframio, caben hacer las consideraciones siguientes:

La distribución de los indicios de wolframio en España es muy similar a la del estaño, apareciendo íntimamente relacionados los yacimientos de ambas sustancias, y coincidiendo, incluso, en numerosas ocasiones.

De ahí que la delimitación de zonas y áreas del wolframio sea superponible en gran medida con la obtenida para el estaño, con las escasas excepciones impuestas por la presencia de algunas zonas aisladas (Málaga, Gerona), en las que se señalan indicios clasificables como del tipo BO, el cual no existe en el caso del estaño, y por la no existencia de indicios de wolframio encuadrables dentro del tipo C del estaño (Sierra de Cartagena).

En líneas generales, los criterios seguidos para la agrupacion de indicios son, pues, los mismos que se han utilizado para el estaño, resultando las zonas siguientes:

Galicia.
Asturias.
Gerona.

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Wolframio*

FIGURA 3.3.-68

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION: FORMALES: morfología	FORMALES: dimensión (en)	FORMALES: distribución de la mena	MATERIALES: mineralogía primaria: Paragénesis	MATERIALES: mineralogía primaria: Contextura	MATERIALES: mineralogía supergénica: Paragénesis	MATERIALES: mineralogía supergénica: Contextura	GEOQUIMICA	ZONALIDAD	TEMP: EDAD	METALOTECTOS TIPICOS: Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	METODOLOGIA INVESTIGACION: Nivel	SISTEMATICA	ind. rendto integr.	índice de coste	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS: CONDICIONAM.	TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION: Int.	INTERVALOS DE CUBICACION: Ext.	INTERVALOS DE LEYES: Int.	INTERVALOS DE LEYES: Ext.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL: Int.	INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL: Ext.	IMPORTANCIA ECONOMICA
			Características generales				*Schallita y todas las variedades de wolframita*		*SCHEELITA: molibdatables*									*Granitos*				*Fajas zonales del globo particulares*	R y E R R y E	*Mineralométrica (Batao)* *Geoquímica del W Contenido en agua* *La Schellita con luz ultravioleta*	3 3 3	2 3 1			t. WO_3		% WO_3		t. WO_3		% prod WO_3 1969
A			*No corresponde exactamente con el del tipo A del estaño*																																	
		SANG-DONG (Corea) *Paraiba (Brasil N.E)*	*Skarns de ultrametaformismo general o sin relación clara con rocas plutónicas*	*6 capas lenticulares en Jonton 4*	*Long. 525 Potenc 45*		*SCH-BIS-MOL-CUA-FLU-APA-y sulfuros comunes*																	R y E	*Luz ultravioleta*	3	1			*Longelong, 5 000*				*Longelong 1 700*		~30%
B			*Con granitos intrusivos discordantes y yacimientos aluviales*										*En general Hercínico o Trias*																							~35%
0		*SALAM (Francia)* *Innyo Country (California)*	*Skarns de Contacto*	*Skarns*	*50 a 100 por 50 a 100 por 0,20 a 13*	*Diseminada*	*SCH - PIA - CAP y minerales de Bi - Mo. Au y Pb*																	R y E	*Luz ultravioleta*	3	1			*Jalan 7 000*		*Jalon 0,32 a 1,7 Max. 15*		*Jalón 1000*		~10%
1		*SANTA COMBA (España)* *Dijda (URRS)*	*Apogranitos. Skarns greisan*	*Filonas con stockworks*	*1 a 2 a 5 a 10³ potencia 0,50 a 1*	*Diseminada venillas y módulos*	*WOL-MOS-MIS-PIT*		*Ta-Nb - Bi*				*Hercínicos*		*Caolinización y Greisinización*			*Granitos de dos micas*	*Contacto de dos micas y granitos*										*S. Camba 2500*		*0,6 a 4*				~6%
2		*OREANA (Navada)* *Yxsjö (Suecia)* *Erzyebirge*	*Aplitas, pegmatitos (Neumatolítico)*	*Diques verticales y lenticulares anchura*	*Mineralización en diques irregulares*		*SCH, - BER-OLG - FLU - CUA - FLO - RUT - TUR - PIT - WOL - CAS - TAN*		*Cu - Ba (an Yxsjö)*				*Panasqueira precámbrico*					*Relacionado con intrusiones graníticas post-Jurásicas*	*Esquisitos*																~9%
3		*PANASQUEIRA (Portugal)* *Erzyebirge* *Cornualles*	*Filonas de cuarzo*	*Filones y rellenamientos*	*En Panasqueira 1 a 1 long. 0,3 potencia*		*WOL, CAT - SCH.*																															~6%

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: *Wolframio*

FIGURA 3.3.-69

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS TIPICOS										METODOLOGIA INVESTIGACION				CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS								
				FORMALES			MATERIALES						TEMP																						
				morfología	dimensión (en)	distribución de la mena	mineralogía primaria		mineralogía supergénica		GEOQUIMICA	ZONALIDAD	EDAD	Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentológ. y Paleogeograf	Geométricos del medio	Geotectónicos	Nivel (R=Prosp. Neg E=Estimac	SISTEMATICA	Ind. rendto. integr. (1 a 5)	Indice de coste (1 a 5)	CONDICIONAM	TECNOLOGICOS	INTERVALOS DE CUBICACION		INTERVALOS DE LEYES		INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL		IMPORTANCIA ECONOMICA
							Paragenesis	Cantidad	Paragénesis	Cantidad																					Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	
C		COLOQUIRI Colavi (Bolivia) Rodeo (México) Boulder (Colorado USA)	Sub volcánica	filones	Escasa longitud prof. max. 450m	En filones y en geodas	SCH-WOL minerales de Pb-Zn BAR-PIT-MAR-TUR-(WOL hubnerita)												Aranscas no metamórficas y esquistos arcillosas																		~10%
J		KIANGSI (China) Atolia (California) Santa Comba (España)	Aluviones 1) Antiguos 2) Recientes				WOL-SCH-BIS-MOL-CUA-MOS TOP-FLU											Kiangsi Granodes anfolindales							R R/E	Foto area Mineralometría (Batea)	2 3	1 2								~25%
H J		TURHAL (Turquía) Isla de Chio Garray (Cardeño) Schlaiming (Austria) Douro (Portugal)	Yacimientos volcánicos sedimentarios en esquistos carbonatados con estebina cinabrio y schellita	Estratiformes y filones			ESB-CIN-SCH						Siluriano. Sup.				Grafito		Incluidos en esquistos carbonatados con pirrotinas (Tabas)			En zonas alpinas		R/E	Luz ultravioleta	3	1								

Leyenda

ESB	Estibina	TUR	Turmalina
CIN	Cinabrio	CAT	Casiterita
SCH	Schellita	BER	Berilo
WOL	Wolframita {Hubnarita Forbarita}	OLG	Oligodasa
BIS	Bismutino	FLO	Flogopita
MOL	Molibdenita	RUT	Rutilo
CUA	Cuarzo	TUR	Turmalina
MOS	Moscovita	MOL	Molibdanita
TOP	Topacio	CBI	Columbita
FLU	Fluorita	TAN	Tantulita
BAR	Baritina	CAP	Calopita
PIT	Pirita	PIA	Pirrotina
MAR	Marcasita		

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *WOLFRAMIO*

FIGURA 3.3.-70

ZONAS METALIFERAS								CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION										METALOTECTOS ESPECIFICOS											CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES
						Núm		FORMALES			MATERIALES						TEMP																	
											miner. primaria		miner. supergénica																					
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento tipico mundial	tipo	subtipo	morfológicas	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica	Zonalidad	Edad	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentol. paleogr.	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	Condicion. tecnolog	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del area y zona	
1	GALICIA		ARCO EXTERNO	*Carballo Boiro *Lousame	SANTA COMBA	B	1	Filones, diques-mantos stockwerk, almacos y diseminados	Filones >1×10³m. corrida pot. 0,5-1 m.	D O M I N I O S E M I S U B E R I C O H E R C I N I A N O	WOL-CAT-ILM-MIS SCH-COL-TAN-ILM-TOR PIT-WOL-BO-MOS-ANDALUS				F Cl Bo											1-2	As				36%	-¡Extremos arco W ≤ Sn -¡Centro arco: W ≫ Sn -Sur arco: Mo, Bi, Ta + Nb - En las áreas de Dumbria, Camariñas y Muros: W ≫ Sn -¡Posibilidades de stockwerks -¡Explotación mixta (filón+masa+aluvión) -¡Investigación condicionada a la def. Sn -¡Frecuentemente asociados al tipo B-2
			* SANTA COMBA	Dumbria Camariñas Muros	PENASQUEIRA	B	3																					1						
			ARCO MEDIO 1	Fontao - Lalín *Silleda Ribadavia Cartelle *Lovios Baltar	ERZGEBIRGE CORNUALLES	B	2	Filones Aluviones, eluviones	Hasta 1×10³m. corrida pot. 0,2-0,8 m		WOL-CAT-MIS-BIS-NOL-PIT-BER-SCH MOS-CUA				F Cl Bo	Vertical			Caolinización, greisenificación					Granito 2 micas, pegmatitas, greisen, aplitas y esquistos	Precambrico				1			1-10‰ WO_3	WO_3 .... 40 Tn/año	6,1%	-¡Frecuentemente asociados al tipo B-2 -Silleda: W ≫ Sn (scheelita frecuente) -Lovios: Mo, Bi, Ta + Nb (en posible relación con las minas de Borralha (Portugal)
			ARCO MEDIO 2	Laza Monterrey Villardeciervos	ERZGEBIRGE	B	2	Masas, filones Estratiforme (?) Aluviones	Pequeño		WOL-SCH-CAT-ILM-COL-TAN-PIT-MIS-ORO MOS-CUA				F ≫	Dilución en aluviones		Scheelita en capa porosa (?)	Caolinización.			Las regionales y sus satélites	Granito 2 micas, grandes cristales, pizarras y esquistos	Precambriano y Paleozóico.				1						-¡Asociados con B-3 y B-1 -¡Posibilidad de Skarn de scheelita en relación con capas ricas en Ca.
			ARCO INTERNO	Villanueva Peña del Seo Ponferrada Casayo Gudiña-V. del Bollo Pedralba *Calabor	PANASQUEIRA	B	3	Filones	Corridas: 1-2 kms (?) pot. 0,20-0,60 cms.		WOL-SCH-CAT-CAP-PIT-MIS-CUA-ILM-GAL-				F							Fallas	Granito 2 micas, pizarras, esquistos y cuarcitas	Precambriano y Paleozóico				1	As, frecuente en Pedralba-Calabor		1-7 ‰ WO_3 (?)			-Scheelita hasta 7% en concentrados - Galena en algunas áreas. -Scheelita ≫ wolframita en Ponferrada -Sn ≫ W en Calabor - Algunos diques de pegmatita.
2	ASTURIAS		BOAL	Penouta	PANASQUEIRA	B	3	Filones			WOL-SCH-CAT-MIS-MOS-CUA												Granito porfírico, greisenificado, pizarras	Paleozóico (Silúrico)				1	As ≫					- Manifestaciones tipo B-2 - En relación con el área de Ponferrada
3	GERONA		SIERRA COSTARONA		SALAU	B	0	Skarn, Masivo?			SCH-BIS-WOL-MOL-PIT-Blenda-CAP-Oxidos Fe-PIA					Hercin.+ Alp.							Calizas y granito 2 micas, pizarras	Paleozóico				1-2						-Indicios similares próximos en Francia
4	ZAMORA (O)		FERMOSELLE SAYAGO	Mina Enriqueta	PANASQUEIRA	B	3	Filones Eluviones	Pequeño		WOL-CAT-CAP-TUR-MIS		Malaquita óxidos Mn										Granito 2micas, gneis, pizarras, esquistos, cuarcitas	Paleozóico				1						
5	SALAMANCA		* BARRUECO PARDO	Coto Merlodel Masueco Saucelle	SANTA COMBA	B	1	Filones, stock-werk, eluviones	Mediano		WOL-SCH-MIS-PIT-TUR-BER-CUA-MOS				U				Caolinización greisenificación				Granito 2 micas, pizarras, esquistos y calizas	Paleozóico				3	As	Todo uno = ≥ 10×10^6 Tns	0,5-1,5 ‰ WO_3	WO_3 ... 250/300 T/año	46,1%	- Scheelita como mena principal -Explotación ininterrumpida desde 1950 -Explotación a cielo abierto -92 T/año As
			* S. PEDRO DE ROZADOS	Anarbellas Martinamor *Morille	PANASQUEIRA	B	3	Filones Eluvio-Aluviones	Aluviones pequeños		SCH-CAT-WOL-CUA-TUR								Caolinización greisenificación				Granito 2 micas, pizarras, cuarcitas	Paleozóico				1		2-4 ‰ WO_3 en Filones		WO_3 ≥ 30 Tn/año	4,6%	-Scheelita/casit = 9/1 - 1/1 -Pequeñas explotaciones de interior. -Casiterita como mena o subproducto

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: *WOLFRAMIO*

FIGURA 3.3.-71

Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Has)	ZONAS METALIFERAS: Areas metaliferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	Núm: tipo	Núm: subtipo	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION: FORMALES: morfológicas	FORMALES: dimensionales	FORMALES: distribucionales	MATERIALES: miner. primaria: paragénesis	MATERIALES: miner. primaria: contextura	MATERIALES: miner. supergénica: paragénesis	MATERIALES: miner. supergénica: contextura	MATERIALES: Geoquímica	MATERIALES: Zonalidad	TEMP: Edad	METALOTECTOS ESPECIFICOS: físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sedimentopaleográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigacion	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS: Condicion tecnolog	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento	Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del área y zona	OBSERVACIONES
6	SIERRAS DE GATA Y BEJAR		VERTIENTE N. VERTIENTE S.	Poyo-Navasfrias Cabaco-Miranda Perales-Acebo Torrecilla-Montehermoso	Panasqueira	B	3	Filones, stockwk	Pequeños	I S E M I N A D O	CUA-WOL-CAT-MIS-SCH-BIS-MOS-CAP-ILM-URA-GAL				C		N E R C I N I C O		Coalización en stockwk					Granitos ácidos pegmatitas, greisens, esquistos	Paleozoico			1	As >>					- Frecuente el tipo B-2 - Mayores indicios de Au al S. de la Sierra - Indicios de galena en - W >> Sn, en general - As > al Oeste - ILM >> en
7	CACERES-BADAJOZ		CACERES NO CACERES S. BADAJOZ	Carravillas Alcantara Trujillo-Majadas Montanche Mérida V. de la Serena Campanario-Olivenza	Panasqueria	B	3	Filones, stockwk Mineral. alteración	Cerrados hasta 600 m Ref. hasta 2 mi.		CUA-WOL-SCH-CAT-PIT-PIA-MON-AMB				C					Granitos, pegmatitas, greisens, gneis, esquistos	Paleozoico			1-2			1,5-5 % WO3	> 40 T/año	61 %	- Posibilidad de stockwerk en algunas zonas - Bi importante en algunos indicios - Scheelita importante en algunas áreas - Mérida: Cu y Hg - Ambligonita y otros fosfatos frecuentes, en general al S. de Cáceres.
8	SIERRA DE GUADARRAMA		SEGOVIA MADRID N.	S. Rafael Buitrago El Pilar Hoyo Guadalix	Panasqueira	B	3	Filones	Pequeños		WOL-CAT-MOS-MOL-MIS-PIT-GRN-CUA-Radioactivos				C					Granitos, pegmatitas, greisens, gneis, esquistos	Paleozoico			1			Baja ley			- Calizas cristalinas en borde Norte Sierra Guadarrama - Wolframita en peños aluviones - Sur Segovia: W >> Sn - Norte Madrid: Sn > W
9	BATOLITO PEDROCHES		BORDE NORTE BORDE SUR	Belalcazar El Viso. N. Andujar Pozoblanco Baños-Vilches Cerro del Vidrio	Panasqueira	B	3	Filones, stockwk Aluviones y eluviones			WOL-SCH-CAT-BIS-MIS-MON-CUA-MOS				C					Fracturas paralelas a eje batolito	Granitos, pegmatitas, greisens, gneis, esquistos	Paleozoico			1-2	4 veces Sn > W	W03 0,1-1,5 % (?)	0,5-5 % WO3			- Investigación condicionada a la de Sn y otras substancias - Posibilidad de stockwerk en algunos áreas
10	MALAGA		SIERRA BERMEJA		Salau	B	0	Skarn (?)		D	SCH-GRN-MAT-				Mo					Rocas ultrabásicas, calizas, gneis (Sn-F)	Rocas ultrabásicas, gneis (Sn-F)					1					

LEYENDA

ESB-Estibina
CIN-Cinabrio
SCH-Scheelita
WOL-Wolframita
BIS-Bismutina
MOL-Molibdenita
CUA-Cuarzo
MOS-Moscovita
TOP-Topacio
FLU-Fluorita
BAR-Baritina
PIT-Pirita
MAR-Marcasita
URA-Uraninita
GRN-Granate
MON-Monacita
TUR-Turmalina
CAT-Casiterita
BER-Berilo
OLG-Oligoclasa
FLO-Flogopita
RUT-Rutilo
TUR-Turmalina
ILM-Ilmenita
COL-Columbita
TAN-Tantalita
CAP-Calcopirita
PIA-Pirrotina
MAT-Magnetita

Zamora (O.).
Salamanca (O.).
Salamanca (S.).
Sierras de Gata y Béjar.
Cáceres-Badajoz.
Sierra de Guadarrama.
Batolito de los Pedroches.
Málaga.

La clasificación por tipos en la zona de Galicia ha sido dificultosa, debido a las múltiples manifestaciones en las que aparecen asociados los tipos B2 y B3, observándose que el B2 guarda más estrecha relación con las mineralizaciones de estaño y que el B3 es netamente más wolframífero; de modo que el wolframio parece mostrar preferencia por los filones de cuarzo.

El tipo B1 se halla representado en Santa Comba y Coto Merladet, en las áreas de Galicia y Salamanca, que suministran por sí solos el 86 por 100 de la producción nacional.

No aparece individualizado ningún yacimiento tipo D, debido en parte al escaso contenido de un buen número de eluviones y aluviones relacionados con yacimientos del tipo B, y cuyo beneficio sólo se acomete en aquellos casos de rentabilidad de explotación a cielo abierto de los correspondientes a este último tipo.

Los skarns, tipo BO, susceptibles de explotación minera a cielo abierto, están representados por los indicios, no investigados, de las zonas de Málaga y Gerona.

Las características internas de la mineralización son coincidentes, en general, con las detalladas en la tipología mundial.

Comparativamente con el estaño, y referido a la zona de Galicia, se aprecian ciertas distribuciones geométricas dentro de cada área, según se expone en esquema en el cuadro 3.3-70.

Entre los métodos de investigación incluidos en la tipología mundial destaca, por su alto rendimiento y bajo costo, el basado en recorridos de campo con lámpara de luz ultravioleta, muy recomendable para la prospección de yacimientos con scheelita, ya sea en skarns o en filones. Es novedad en España el método de prospección geoquímica del W en agua.

Referida a España, la clasificación de importancia económica, según datos de 1969, por zonas y áreas, es la siguiente:

ZONAS Y AREAS	España — *Porcentaje*	Tipos
1. *SALAMANCA* (O).....	46,1	B 1
2. *GALICIA*		
Arco externo.....	36,0	B 1
Arco medio 1.....	6,1	B 3
Arco medio 2.....	—	B 3
Arco interno.....	—	B 3
3. *CACERES-BADAJOZ*.....	6,1	B 3
4. *SALAMANCA*.....	4,6	B 3
5. *ZAMORA* (O).....	—	B 3
6. *SIERRAS GATA Y BEJAR*...	—	B 3
7. *SIERRA DE GUADARRAMA*.	—	B 3
8. *BATOLITO DE LOS PEDROCHES*.....	—	B 3
9. *MALAGA*.....	—	B 0
10. *GERONA*.....	—	B 0
11. *ASTURIAS*.....	—	B 3

La comparación minera y económica de los tipos a escala nacional y mundial resulta bastante difícil por falta de datos dignos de confianza, tanto a escala mundial como nacional. Las investigaciones por wolframio son prácticamente nulas en España en los últimos 20 años, abasteciéndose suficientemente la industria nacional durante este período con las producciones de dos únicas explotaciones mineras.

No obstante, en el cuadro siguiente se recogen algunas cifras orientativas:

TIPOS Y SUBTIPOS	INTERVALOS DE CUBICACION DE LOS YACIMIENTOS EN 1969		INTERVALOS DE LEYES DE LOS YACIMIENTOS EN 1969		INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL EN 1969		IMPORTANCIA ECONOMICA RELATIVA EN 1969	
	Mundo — *Toneladas de WO_3*	España — *Toneladas de WO_3*	Mundo — *Por mil de WO_3*	España — *Por mil de WO_3*	Mundo — *Toneladas de WO_3*	España — *Toneladas de WO_3*	Mundo — *Porcentaje*	España — *Porcentaje*
B 0	$> 5 \times 10^3$	Sin datos	3 - 17	Sin datos	$> 1 \times 10^3$	No existe producción	10	—
B 1	$> 2{,}5 \times 10^3$	2 a 20×10^3	6 - 40	2 - 10	Sin datos	60 - 300	6	82,1
B 3	Sin datos	Sin datos	6 - 12	0,6 - 10	Sin datos	30 - 40	10	16,9

Las conclusiones que se deducen de la consideración de este cuadro son las siguientes:

— Los yacimientos tipo BO, que suministran actualmente una parte importante de la producción mundial de scheelita y cuya prospección y puesta en explotación van en aumento en los últimos años, no están representados en España, existiendo algunos indicios aislados en áreas que parecen favorables.

— Existe una marcada desproporción entre los yacimientos españoles y mundiales de tipo B1, debido en gran parte a que la reducida producción nacional proviene casi exclusivamente de 3 grupos mineros clasificados en este tipo de yacimientos, en los que se tratan también eluviones y aluviones. Los intervalos de cubicación nacionales son aceptables (suponiendo datos fidedignos) y los de leyes sensiblemente más bajos.

— Los intervalos de leyes de los yacimientos españoles tipo B3 son bastante coincidentes con los correspondientes mundiales.