



IGME

Hg

**MAPA METALOGENETICO
DE
ESPAÑA
E. 1:1,500.000**

Mapa previsor de mineralizaciones de
MERCURIO



12012

Hg

**MAPA METALOGENETICO
DE
ESPAÑA
E. 1:1,500.000**

**Mapa previsor de mineralizaciones de
MERCURIO**

Editado
por el
Departamento de Publicaciones
del
Instituto Geológico y Minero
de España
Ministerio de Industria
Servicio de Publicaciones
Ríos Rosas, 23 - Madrid - 3

Depósito Legal: M - 21.940 - 1972

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Madrid-16

1. METODOLOGIA

1.1. 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 objeto 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 formación 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 explotar-

les y prospectarlos 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 co-

lumnas 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 parágenésis 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. Se consideran los siguientes tipos de metalotectos:

- *Físicos*: Se refieren a características físicas del medio, tales como porosidad, fisuración, 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.

1.2. DEFINICION DE LAS ZONAS, AREAS Y TIPOS METALIFEROS ESPAÑOLES

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 1.3) 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.

1.3. CONFECCION DEL MAPA METALOGENETICO 1 : 1.500.000 DE ESPAÑA

1.3.1. 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 químismo 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.

Las rasgos estratigráficos se han simplificado al máximo; se señalan únicamente, mediante rayados, las áreas donde sedimentos pospaleozoicos ocultan, a modo de cobertura, el zócalo subyacente. Distínguense asimismo, dentro de zonas re-

cubiertas, las zonas particulares donde los paquetes suprayacentes han experimentado plegamiento, reflejo pasivo de la movilidad en bloques del substrato que los sostiene (Cadenas Ibéricas).

Así como en ambas Castillas la cobertura 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 y 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 cobertura posterior, 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 cobertura.

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 primero 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 de-

berían 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. 1.3-1).

2.3.2. Comentarios al fondo minero y explicación de la simbología

AREAS METALIFERAS

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:

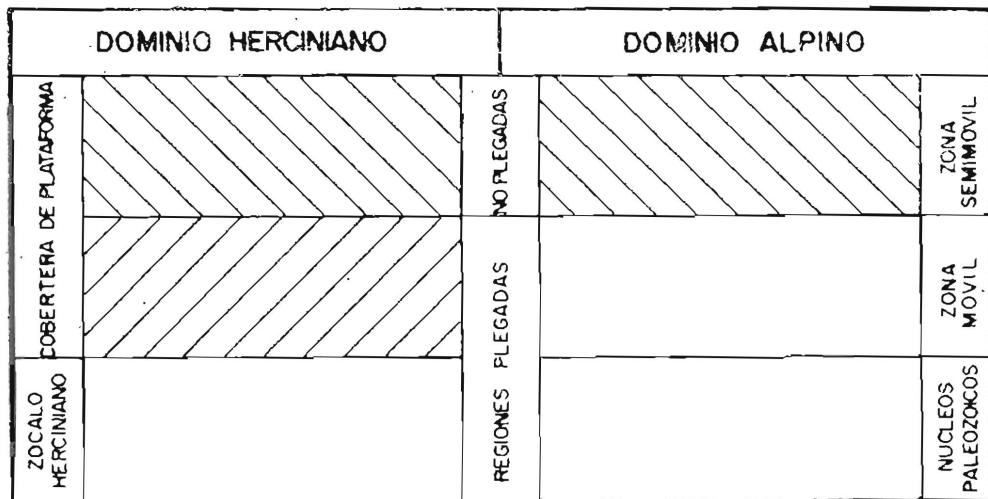
a) *Areas representables a escala*

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.

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.

BASE GEOTECTONICA



ALINEACIONES DE DISCONTINUIDAD EN EL BASAMENTO

④ ROCAS IGNEAS	ACIDAS	INTERMEDIAS	BASICAS		ALCALINAS
			ULTRABASICAS		
PLUTONICAS	+	+	+	+	+
EFUSIVAS	+	+	+	+	+

* DOMINIO ULTRA-METAMORFICO	S	S	S
	S	S	S
	S	S	S

* Fondo del color del dominio orogénico.

④ Trama " " " " "

FIGURA 1.3-1

b) *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 cartografiadas de sus metalotectos correspondientes, se utiliza un círculo de circunferencia continua y 9 milímetros de diámetro (fig. 1.3-2).

SIMBOLICOS :

DIMENSION NO CARTOGRAFIABLE

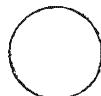


FIGURA 1.3-2

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. 1.3-3).

LIMITES IMPRECISOS



FIGURA 1.3-3

c) *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 linea continua, comprobado, y en linea a trazos, probable. El color de la flecha coincide con el correspondiente de los límites (fig. 1.3-4).

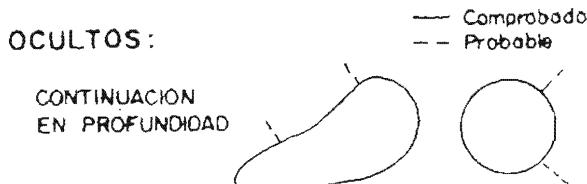


FIGURA 1.3-4

Cuando un área, ya cartografiable por su dimensión y conocimiento de sus metatetectos, 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. 1.3-5).

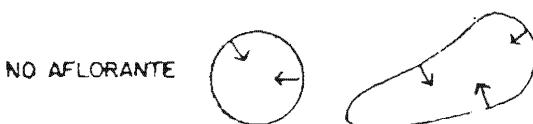


FIGURA 1.3-5

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, simbólicos 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. 1.3-6).

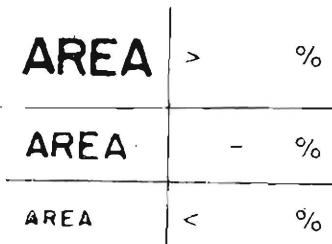


FIGURA 1.3-6

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. 1.3-7).

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 ESPECIFICOS

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.
- Tríadas violetas.
- Secundario azules.
- Terciario-Cuaternario naranjas-amarillos.

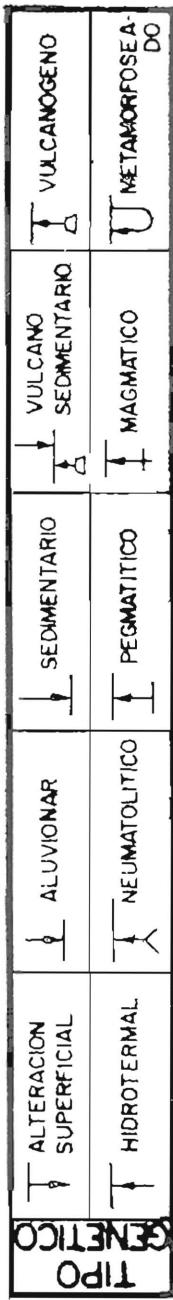


FIGURA 1.3-7

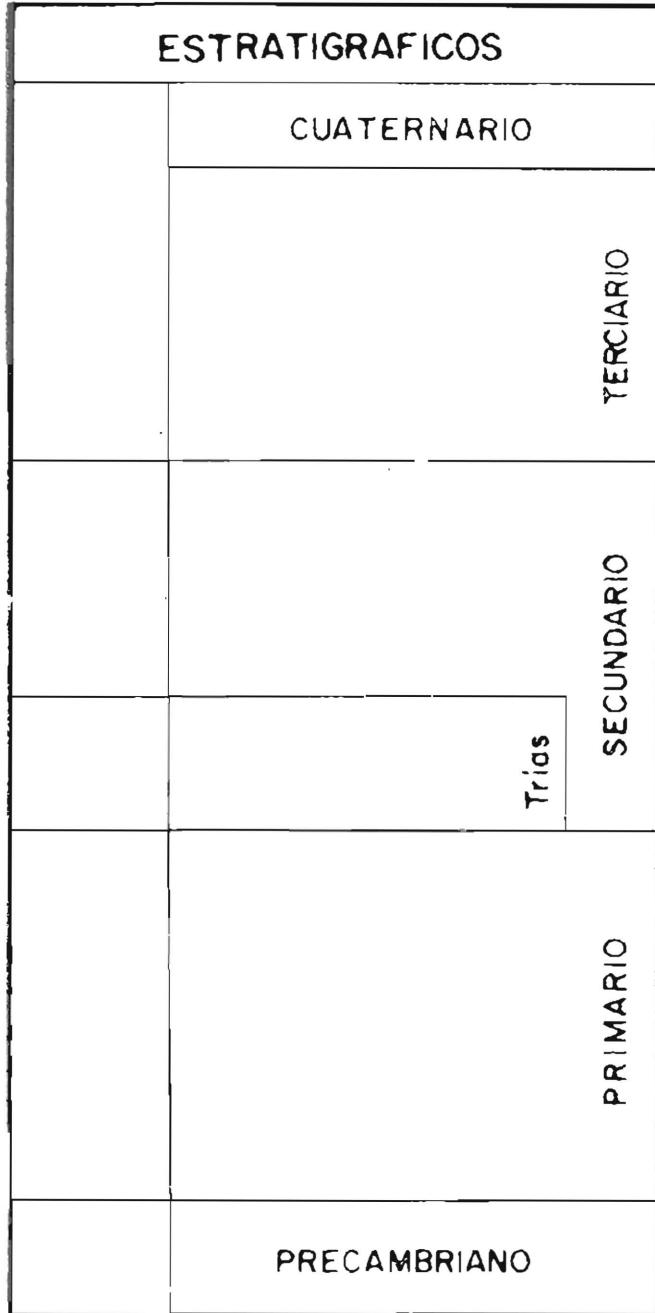


FIGURA 1.3-8

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. 1.3-8).

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 (figura 1.3-9):

ROCAS SEDIMENTARIAS					
	Conglomerados		Areniscas		Arcillas
	Calizas		Dolomías		Margas
ROCAS METAMÓRFICAS					
	Pizarras		Marmoles	↔	Gneiss
				↔	Granitos
				↔	gneisicos y migmatiticos
	Cuarcitas		Eskquistos	↔	Id. de origen dudoso (roja)
ROCAS IGNEAS					
	Acidos	Intermedias	Básicas Oxigenadas		Alcalinas
PLUTONICAS	+	X X X X	Y Y Y Y		
	+	X X X X	Y Y Y Y		
	+	X X X X	Y Y Y Y		
EFUSIVAS	+	X X X X	Y Y Y Y		
	+	X X X X	Y Y Y Y		
	+	X X X X	Y Y Y Y		
	+	X X X X	Y Y Y Y		

FIGURA 1.3-9

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. 1.3-10):

ALINEACIONES DE DISCONTINUIDAD EN EL BASAMENTO						
ROCAS IGNEAS	ACIDAS	INTERMEDIAS	BASICAS		AL CALINAS	
			ULTRABASICAS			
PLUTONICAS (fondo rojo)	+ +	x x x x x x x x x x x x x x	y y y y y y y y y y		l l l l l l l l l l l l l l l	
EFUSIVAS (fondo verde)	+ +	x x x x x x x x x x x x x x	y y y y y y y y y y y y y y y		l l l l l l l l l l l l l l l	

FIGURA 1.3-10

Todas las sobreimpresiones que caracterizan metalotectos litológicos se realizan en negro, salvo en el caso de rocas metamórficas (granitos gneósicos y migmáticos) de origen dudoso, que se realizan en rojo (fig. 1.3-9).

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 (figura 1.3-11):

ESTRUCTURALES

Indicando dirección predominante en el interior del área



FIGURA 1.3-11

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.

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.

A) Morfología

Se expresa de acuerdo al código siguiente (fig. 1.3-12):

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.

MORFOLOGIA

Colores correspondiente al tipo

- filón (indicando dirección)
- ↔ estratiforme (id.)
- △ masivo y diversos
- ▽ aluvionar
- desconocida
- indicio

FIGURA 1.3-12

B) Magnitud

La importancia económica, histórico 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. 1.3-13).

MAGNITUD	
Tamaño de la denominación (letras minúsculas)	
Subrayado en actividad actual	
<u>Yacimiento</u>	En función de su importancia, histórica + ac- tual, estimada.
<u><u>Yacimiento</u></u>	
<u><u><u>Yacimiento</u></u></u>	

FIGURA 1.3-13

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. 1.3-14).

MINERALOGIA	
n =	nativos
z' =	sulfuros, ofínes.
h =	sales haloides.
o =	óxidos, hidróxidos > níobatos, titanatos antimoniatos, tantalatos
c =	carbonatos, boratos, nitratos y yodato
s =	silicatos
t =	sulfatos, cromat, molibdat, wolframat
f =	fosfatos, arsénicos, vanadatos
<i>En menas complejas, ordenación cuantitativa de las sustancias.</i>	

FIGURA 1.3-14

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.

2. LOS MAPAS METALOGENETICOS 1 : 1.500.000 Y AREAS FAVORABLES DE LAS SUSTANCIAS PRIORITARIAS

2.1. MERCURIO

2.1.1. Tipología mundial

Sobre el cuadro 2.1-1 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 Huitzoco (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 especialmente 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 subtipos, 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 des-

tacar, 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 tanto por ciento 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.

2.1.2. Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

En relación con el cuadro 2.1-2 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), y 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 2.1-1, pueden ser mejor orientadas con el conocimiento preciso de la mineralogía de los yacimientos objeto de búsqueda.

Otros tipos de metalotectos no están lo suficientemente estudiados como para ser reseñados aquí como factores condicionantes de la sistemática de investigación, aunque cabe des-

tacar 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)	Tipos
	Porcentaje	
ALMADEN	87	A1
ASTURIAS-LEON	12	A3
CADENAS BETICAS	1	B1

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 de la página siguiente.)

TIPOS Y SUBTIPOS	Intervalos de cubicación de los yacimientos		Intervalos de leyes de los yacimientos de H		Intervalos de producción anual		Importancia económica 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
A1	> 6 • 10 ⁶ fras.	> 6 • 10 ⁶ fras.	0,9 - 12	0,9 - 12	—	—	20	87
A2	—	—	0,15 - 1,0	~ 1	—	—	25 - 30	—
A3	10 ⁹ a 200 • 10 ⁹	—	0,3 - 1,4	0,28 - 1,4	0,5 - 14	3	> 6	12
B	—	—	—	—	—	—	30	—
B1	—	—	0,7 - 3	—	20 - 35	0,035	25	< 1
B2	—	—	0,4 - 1	—	9	—	5	—

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1966. AUBERT, G.: Les principaux types de gisements de mercure. Faculté de l'Université de Clermont-Ferrand, páginas 4-10.
1959. BATEMAN, A. M.: Economic Mineral Deposits, páginas 615-617.
1968. BRADSHAW, P. M., and KOKSOY, M.: Primary Dispersion of Mercury from Cinnabar & Stibnite 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 mineralizzazioni individuate, págs. 424-432.
1965. BERGE, B.: The use of Mercury in Geochemical prospecting for Mercury. «Ec. Geol.», vol. 60, págs. 1519-1528.
- BERETZ, H. H.: Mercury, E. et Mj. Vol. 167, número 2, páginas 116-118.
1964. CAVINATO, A.: Giamenti 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.», vol. 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, tungstène, mercure» 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, págs. 1-5.
1962. HAWKES, H. E., and WEBB, J. E.: 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 application 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. 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, págs. 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 Minéraux, págs. 593-597.
- SAUPE, F.: Note préliminaire concernant le gisement de mercure d'Almadén. «Mineralium Deposita», 2, 1967, páginas 26-33.
1966. WARREN, H. V. et al.: Some observations on the Geo-

- chemistry of Mercury as applied to prospecting. «Ec. Geol.», 61, págs. 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, páginas 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.

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: Mercurio

FIGURA 2.1-1

TIPOLOGÍA DE YACIMIENTOS MINERALES DE ESPAÑA

Substancia: Mercurio

FIGURA 2.1 - 2

Número	DENOMINACION	ZONAS METALIFERAS			CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION	METALOTECTOS ESPECIFICOS	CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS	OBSERVACIONES			
		Extension aproximada (Hect.)	Areas metaliferos * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial						
					FORMALES	MATERIALES	TEMP				
					miner primaria	miner supergenica					
					paragenesis	contextura	Geoquimica				
					parogenes	contextura	Zonalidad				
					parogenes	contextura	Edad				
1. ASTURIAS-LEON											
	MIERES	La Peña	Idria Yugoslavia	A	3						
	POLA DE LENA	P de Europa									
	SOMIEDO	Caunedo									
	RIAÑO	Covadonga									
	R. NEGRO	Aller									
	B. LUNA	Tineo									
2 PIRINEO-NAVARRO	GARRALDA	Osogaricia Arive Arrieta	Faatz Alemania	C							
		Barranco Erreca	Frigberg Alemania	C							
3 MONTES DE ALBARRACIN (TERUEL)	ALBARRACIN	Alto del Plata Campillo	Faatz Alemania	C							
4 CASTELLON-SUR	SIERRA DEL ESPADAN	Azuébar Chovar Alfondegurilla Eslida Artana Bechi	Khaidarkan URSS	A	2						
5 USAGRE (BADAJOZ)	USAGRE	La Sultana	Almadén España	A	1						
6 ALMADEN (CIUDAD REAL)	ALMADEN	Almadenojos Valdeazogues Las Cuevas	Almadén España	A	1						
7 CADENAS BETICAS (GRANADA)	M. ZENETE	Dolar Huenga Calahorra	Monte Amiata Italia	B	1						
	ALPUJARRIDES	Torvisón Albondón Almejor Castaraz Nielas Jubiles Timar									
(ALMERIA)	SIERRA BAZA	Tijola									
(MURCIA)	S. FILABRES	Turre									
(ALICANTE)	S. CABRERA, S. GADOR PULPI										
	ORIHUELA	Valle del Acoge									
8 MERIDA (BADAJOZ)		El Berrocal	Molosia	D	2						

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 · MADRID-3