



IGME

F₂Ca

MAPA METALOGENETICO DE ESPAÑA E. 1:1,500.000

Mapa previsor de mineralizaciones de
FLUOR



12007

F₂Ca

MAPA METALOGENETICO
DE
ESPAÑA
E. 1:1,500.000

Mapa previsor de mineralizaciones de
FLUOR

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 prospearles 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 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. 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 puntado 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.

Las 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 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 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 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 cobertera 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 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 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:

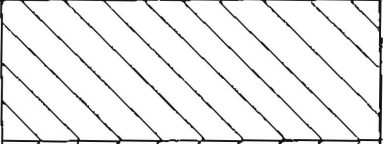
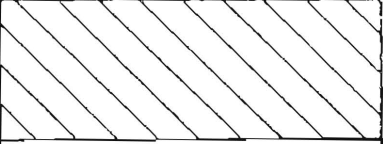
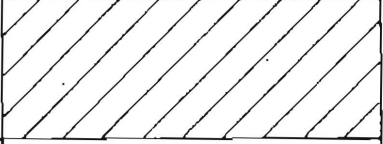
a) *Áreas representables a escala*

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

DOMINIO HERCINIANO			DOMINIO ALPINO		
COBERTERA DE PLATAFORMA			NO PLEGADAS		
ZOCALO HERCINIANO			REGIONES PLEGADAS		
				ZONA MOVIL	
				ZONA SEMIMOVIL	
				NUCLEOS PALEOZOICOS	

— — — — — ALINEACIONES DE DISCONTINUIDAD EN EL BASAMENTO

⊕ ROCAS IGNEAS	ACIDAS	INTERMEDIAS	BASICAS		ALCALINAS				
			ULTRABASICAS						
PLUTONICAS	+ + + + +	x x x x x x x x	y	y	λ	λ	λ	λ	
	+ + + + +	x x x x x x x x				λ	λ	λ	
	+ + + + +	x x x x x x x x		λ	λ	λ	λ	λ	
	+ + + + +	x x x x x x x x		λ	λ	λ	λ	λ	
EFUSIVAS	+ + + + +	x x x x x x x x	y	y	y	λ	λ	λ	
	+ + + + +	x x x x x x x x					λ	λ	λ
	+ + + + +	x x x x x x x x		λ	λ	λ	λ	λ	λ
	+ + + + +	x x x x x x x x		λ	λ	λ	λ	λ	λ

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

* Fondo del color del dominio orogénico.
⊕ Trama " " " " " "

FIGURA 1.3-1

b) *Áreas 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. 1.3-2).

SIMBOLICOS :

DIMENSION NO CARTOGRAFIABLE

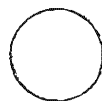


FIGURA 1.3-2

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) *Áreas 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. 1.3-4).

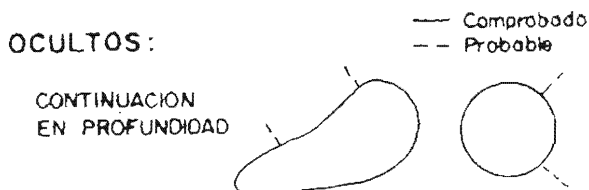


FIGURA 1.3-4

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. 1.3-5).

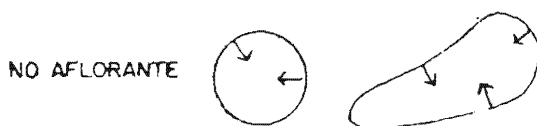


FIGURA 1.3-5

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).

AREA	>	%
AREA	-	%
AREA	<	%

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. |
| — Trías | violetas. |
| — Secundario | azules. |
| — Terciario-Cuaternario | naranjas-amarillos. |











TIPO GENETICO	ALTERACION SUPERFICIAL	ALUVIONAR	SEDIMENTARIO	VULCANO SEDIMENTARIO	VULCANOGENO
					
	HIDROTHERMAL	NEUMATOLITICO	PEGMATITICO	MAGMATICO	METAMORFOSADO
					

FIGURA 1.3-7

ESTRATIGRAFICOS	
	CUATERNARIO
	TERCIARIO
	SECUNDARIO
Trias	
	PRIMARIO
	PRECAMBRIANO

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 METAMORFICAS					
	Pizarras		Mármoles		Gneis
	Cuarcitas		Esquistos		Granitos gneissicos y migmatitos
					Id. de origen dudoso (rojo)
ROCAS IGNEAS					
	Acidas	Intermedias	Basicas	Alcalinas	
PLUTONICAS					
EFUSIVAS					

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 ULTRABASICAS	AL CALINAS
PLUTONICAS (fondo rojo)	+ +	x x	Y Y	Λ Λ
EFUSIVAS (fondo verde)	+ +	x x	Y Y	Λ Λ

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 migmatíticos) 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

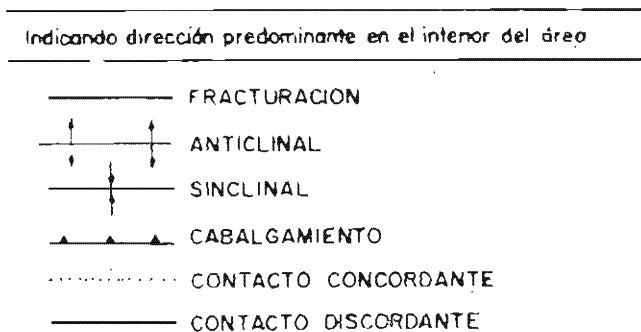


FIGURA 1.3-11

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	
Yacimiento	En función de su importancia, histórica + ac- tual, estimada.
<u>Yacimiento</u>	
Yacimiento	

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, afines.
h =	sales halógenas.
o =	óxidos, hidróxidos + niobatos, titanatos, antimonatos, tantalatos
c =	carbonatos, boratos, nitratos y yodatos
s =	silicatos
t =	sulfatos, cromatos, molibdatos, wolframatos
f =	fosfatos, arseniados, 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. FLUOR

2.1.1. Tipología mundial

Sobre el cuadro 2.1-1 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 ₂ Ca 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 ₃ Ca < 1 % Fe ₂ O ₃ < 0,12 %	
Acida	97		CO ₃ Ca < 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.

2.1.2. Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles

En relación con los cuadros 2.1-2 y 2.1-3 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 constituidos 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 silíceas 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 de la página siguiente.

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

La comparación por yacimientos de los diversos tipos en España y en el mundo se refleja en el cuadro adjunto (véase cuadro 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.

TIPOS Y SUBTIP.	Intervalos de cubicación de los yacimientos		Intervalos de leyes de los yacimientos de F_2Ca		Intervalos de producción anual		Importancia económica relativa de producción (1969)	
	Mundo Toneladas	España Tm.	Mundo Porcen.	España Porcen.	Mundo Toneladas	España Toneladas	Mundo Porcen.	España Porcen.
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	

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 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.

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, páginas 299-302.
1964. BRECKE, E. A.: Manto Deposits of Fluorspar, Northern Coahuila, Mexico. Discussions. «Economic Geology», páginas 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», núms. 3 a 10 de 1969 y 1, 3, 4 y 5 de 1970.
1937. CURRIER, L. W.: Origin of the Bedding Replacement Deposits of Fluorspar in the Illinois Field. «Economic Geology», vol. 32, pp. 364-386.
1963. IVANOVA, A. A. and KORMILITSYN, V. S.: On the for-

- mation 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. GONZALES 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), páginas 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 Determining 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. SHCHEGLOV, A. D.: On the phenomena of zoning in endogenous deposits of Western Transbaikalia. Symposium Praga 1963. Apéndice del vol. 1, pp. 80-83.
1967. SOULE 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.

TIPOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES

Substancia: **FLUOR**

FIGURA 2.1 - 1

TIPO	SUBTIPO	HOLOTIPO Denominación País	DESCRIPCION TIPICA	CARACTERISTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACION							METALOTECTOS TIPICOS										METODOLOGIA INVESTIGACION				CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y MINERAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
				FORMALES			MATERIALES				TEMP.	Físicos	Mineralógicos	Geoquímicos	Biológicos	Estructurales	Litológicos	Estratigráficos	Sedimentol. y Paleogeograf.	Geométricos del medio	Geotectónicos	SISTEMATICA	CONDICIONAM	TECNOLOGICOS		INTERVALOS DE CUBICACION YACIMIENTOS		INTERVALOS DE LEYES YACIMIENTOS		INTERVALOS DE PRODUCCION ANUAL YACIMIENTOS		IMPORTANCIA ECONOMICA (en 1969 \$ mil y su equivalente en 1980)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
				morfología	dimensión (en m.)	distribución de la mena	mineralogía primaria		mineralogía supergénica															GEOQUIMICA	ZONALIDAD	EDAD	Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.		Ext.	Int.	Ext.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
							Paragénesis	Contextura	Paragénesis	Contextura																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
			Características Generales	La más frecuente: filones estratiformes			Asociación con: Ba, Pb, Zn, Calastina, uranio	Contextura	Fluorita, inalterada, práctica: m. las.	Paragénesis	Fluorita, inalterada, práctica: m. las.	Contextura	Fluorita, inalterada, práctica: m. las.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

LEYENDA:

BAR : Barita
BLE : Blanda
CAL : Calcita
CAP : Calcopinita
CEL : Calastina
CUA : Cuarzo
FLU : Fluorita
GAL : Galena
PIT : Pirita
SID : Siderita
SCH : Schellita

ZONAS METALIFERAS						CARACTERÍSTICAS INTERNAS DE LA MINERALIZACIÓN										METALOTECTOS ESPECÍFICOS										CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS Y MINERAS					OBSERVACIONES		
Número	DENOMINACION	Extension aproximada (Hos.)	Áreas metalíferas * actividad	Yacimiento representativo	Yacimiento típico mundial	Núm.		FORMALES			MATERIALES					TEMP	físicos	mineralógicos	geoquímicos	biológicos	estructurales	litológicos	estratigráficos	sediment. paleogeográficos	geométricos	geotectónicos	Rendimiento global investigación	Condición. tecnol.	Intervalos cubicación yacimiento	Intervalos leyes yacimiento		Intervalos de producción anual yacimiento	Importancia econ. relativa del área y zona
						tipo	subtipo	morfológicos	dimensionales	distribucionales	paragénesis	contextura	paragénesis	contextura	Geoquímica																		
1	ASTURIAS-LEON		*CARAVIA RIBADESELLA	Aurora-Obdulia	OVIEDO	A	1	Filones, estriatiformes peneconcordante	de 0.30 a 4.50 m. de espesor	Masiva	Fluorita, silice, calcita, barita															2-3							
			*P de SIERO	La Collada																						2-3							
			*VILLABONA	Santo Firme																						2-3							
			P de EUROPA	Oseja de Sajambre				Filónida lenticular	de 0.80 a 25 m. de espesor																								
2	CANTABRICA		*CARRANZA	Carranza Matienzo	LE BARLET	A	2	Filones arrollados		Masiva	Fluorita, galena, blenda, cuarzo, calcita															2							
			AULEXTIA MAÑARÍA					Filones rellenos en karst			Fluorita, galena, blenda, pirita																						
3	PIRINEOS OCCIDENT.		*V. BIDASOA	Arditurri Leiza	JAMESTOWN	B		Filones	0.50 a 7 m. de profundidad	Masiva	Fluorita, galena, blenda, calcita, cuarzo, barita, siderosa															1							
4	PIRINEOS CENTR.		*S. del GALLEGO	Sallent Lanusa	JAMESTOWN	B		Filones	100-200 m. long. 0.40-0.60 m. espesor	Masiva	Fluorita, calcita, cuarzo															1							
5	CORDILL. CATALANA		*ANGLES	Osor	JAMESTOWN	B		Filones	800-1.200 m. de long. 1-10 m. de espesor	Masiva	Fluorita, galena, blenda, pirita, calcopirita, barita, cuarzo, calcita																						
			S. MONTSENY	Vila drau (Metagalls)							Fluorita, barita, calcita, cuarzo															1-2							

Substancia: *Fluor*

FIGURA 2.1 - 3

[illegible]

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