



**IGME**

**CIk - CIna**

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

**Mapa previsor de mineralizaciones de  
POTASAS-SAL COMUN**



12015

# **CIk - CI Na**

MAPA METALOGENETICO  
DE  
ESPAÑA  
E. 1:1,500.000

**Mapa previsor de mineralizaciones de  
POTASAS-SAL COMUN**

Editado  
por el  
Departamento de Publicaciones  
del  
Instituto Geológico y Mínero  
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 metalogénico 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	
		REGIONES PLEGADAS	ZONA MOVIL
ZOCALO HERCINIANO			NUCLEOS PALEOZOICOS

— — — — — ALINEACIONES DE DISCONTINUIDAD EN EL BASAMENTO

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

* 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:

Quando 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**

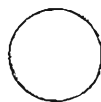


FIGURA 1.3-2

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*

Quando 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).

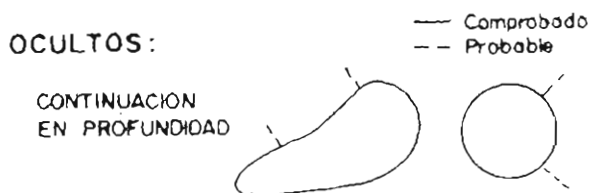


FIGURA 1.3-4

Cuando un área, ya cartografiada 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).

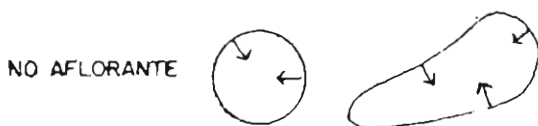


FIGURA 1.3-5

#### 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
	PRIMARIO
	PRECAMBRIANO
	Trias

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		Gnès
	Cuarcitas		Esquistos		Granitos gnáissicos y migmatíticos
					id. de origen dudoso (rojo)
ROCAS IGNEAS					
	Acidas	Intermedias	Basicas <del>Ultrabásicas</del>	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	AL CALINAS
			ULTRABASICAS	
PLUTONICAS (fondo rojo)	+ +	x x	Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y	∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠
EFUSIVAS (fondo verde)	+ +	x x	Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y Y	∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠ ∠

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

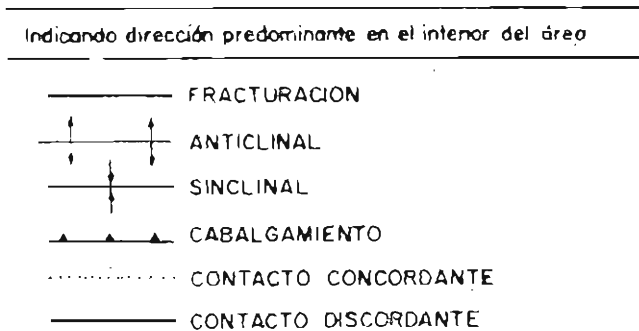


FIGURA 1.3-11

### 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).

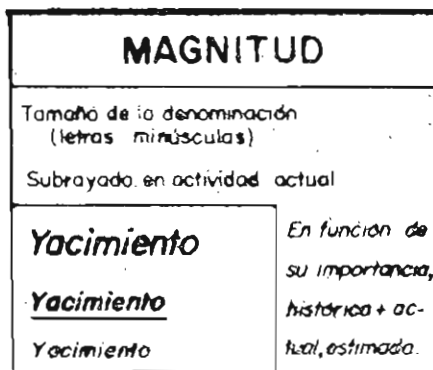


FIGURA 1.3-13

### 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 halóides.
o	= óxidos, hidróxidos, niobatos, titanatos, antimoniatos, 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. POTASAS**

#### **2.1.1. Tipología mundial**

Sobre el cuadro 2.1-1 es interesante hacer las siguientes consideraciones:

Los yacimientos potásicos no son muy adecuados para su clasificación tipológica, dada su gran homogeneidad.

Se discute bastante sobre el origen de las cuencas evaporíticas, pero en el fondo todas las teorías coinciden en suponer como fundamental la existencia de una cuenca más o menos cerrada y de un clima árido que hiciera posible la evaporación del agua salada, dando origen a la deposición fraccionada de las sales en ella disueltas.

Por esta causa se comprende que la columna salina depositada presentará una gran analogía de unos yacimientos a otros, siempre que el origen del agua evaporada sea el mismo. Puede suceder que la deposición de las sales se vea interrumpida en un cierto momento y que las sales más solubles no lleguen a depositarse; pero también puede suceder que estén ausen-



tes porque debido a su gran solubilidad hayan sido disueltas. Otra posible diferencia sería el número de ciclos salinos depositados, pero esto nos llevaría a clasificar los yacimientos por capas, con el inconveniente de que posibles acuñamientos la harían desechable.

Teniendo en cuenta su edad, se llega a la conclusión que predominan en el Devónico, Silúrico y Oligoceno, pero no se cree que ello constituya un carácter tipológico, ya que, en el fondo, la única diferencia apreciable que se encuentra entre los yacimientos es de tipo genético.

Estos depósitos tampoco están relacionados con rasgos estructurales, a no ser por su carácter más común de deposición en el centro de antiguas cuencas restringidas, pues al ser posteriores los movimientos y de distintas intensidades en cada zona, la única influencia que suelen presentar es la acumulación de la sal en zonas anticlinales, pero siempre con un valor local.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, es más conveniente dividir los yacimientos en marinos y no marinos.

Dentro del primer grupo se encuadran todos los grandes yacimientos de potasa en estado sólido explotados actualmente.

Las grandes cantidades de potasa acumuladas en ellos sólo se puede explicar aceptando la existencia de una conexión más o menos intermitente con el mar a través de una barra que puede ser un biohermo, una barra de arena o simplemente un levantamiento del basamento.

Dentro de los yacimientos no marinos se han establecido subtipos, cuya característica común es su estado líquido, por lo que la obtención de la potasa se efectúa por los medios que producen su precipitación.

Los primeros indicios que han puesto de manifiesto la existencia de posibles cuencas potásicas han sido debidos muchas veces al azar. Las compañías petrolíferas, en la búsqueda de hidrocarburos, han detectado no pocas veces la presencia de sales potásicas que luego han dado lugar a importantes yacimientos, como en el caso del Canadá. Otras veces, el simple

aficionado que ha indicado que en cierto lugar el agua de una fuente era salada y amarga, ha puesto sobre aviso de un posible yacimiento salino.

De cualquier manera, conocido el indicio, lo primero que se debe tratar es de establecer una edad. Una vez conocida ésta, comprobar si en esa época las condiciones climatológicas, fueron aptas para la formación de la potasa; es decir, si el clima fue o no árido. Posteriormente se ha de establecer si los terrenos de esa edad tienen la suficiente extensión como para hacer rentable una investigación o, por el contrario, se puede tratar de una pequeña cuenca sin ningún interés económico.

Una vez demostrado el posible interés de la zona, se comenzará por su cartografía mediante estudios geológicos, foto-geológicos y micropaleontológicos, con los que se podrá reducir bastante la zona de prospección. Para la interpretación tectónica, la sísmica es imprescindible.

Dentro de la zona seleccionada se prestará gran atención a los anticlinales, ya que normalmente son zonas de acumulación salina, y en ellos es donde se puede esperar que el recubrimiento del posible yacimiento sea poco espeso y permita su explotación económica. Los sinclinales servirían de guía para investigar sus flancos, que es donde el terreno salino se encontrará a menos profundidad.

Tampoco se ha de olvidar, si la tectónica general de la zona no es muy violenta, la búsqueda de sinclinales en los terrenos sobre los que yace el posible tramo salino, los cuales son muy favorables para contener restos de la formación salina.

Será también de gran auxilio el estudio de las características sedimentológicas de cada zona, en cuanto permitirán determinar si el tramo examinado pertenece al ámbito de deposición del centro de la cuenca, más favorable para la existencia de sales potásicas, o, por el contrario, a la región costera, marginal o de borde en que es más probable la deposición de sales sódicas y yesos.

Una vez elegidas, dentro de la primera zona seleccionada, las áreas más interesantes, nuevos estudios de resistividades

y sísmica podrían aclarar la existencia de sal y la profundidad, en su caso.

La última fase sería la ejecución de sondeos mecánicos.

La minería de la potasa presenta un gran porvenir como factor importantísimo en la industria de los fertilizantes. El actual consumo mundial de potasa se cifra en 16.500.000 t de  $K_2O$ , de los cuales la agricultura consume el 95 por 100, quedando el resto para la utilización de las industrias químicas.

El consumo de potasa para el próximo quinquenio se estima que tendrá un aumento del 6 por 100, llegando en el año 1975-76 a 23.500.000 t de  $K_2O$ ; esta cifra se puede considerar como prácticamente cubierta con la producción actual, pues entre Canadá, EE. UU., URSS, Alemania, Francia, España, Italia e Israel se alcanza la cifra de 21.000.000 de t de  $K_2O$ .

Una de las características peculiares del mercado de la potasa es que los países de mayor producción, como EE. UU., Canadá, URSS, Alemania y Francia, son los de mayor consumo interno.

Los yacimientos del tipo A son los más importantes, ya que alcanzan más del 90 por 100 de toda la producción, de los que el más representativo es el del holotipo descrito; pero el más importante en cuanto a producción y reservas es el de la región de Saskatchewan, cuyas reservas se calculan en más de 6.000.000.000 de t de  $K_2O$ .

De los yacimientos del tipo B, el subtipo 2 fue de gran importancia en la antigüedad, pero el descubrimiento de nuevos yacimientos le ha relegado a un ínfimo plano, no teniendo noticias de si ha cesado su explotación.

El subtipo B3 es el más importante de este grupo, no por la producción actual, sino por el proyecto en curso para llegar a una producción de 1.200.000 t de  $K_2O$ .

La industria de la potasa presenta un halagüeño porvenir. Como se ha señalado anteriormente, los países desarrollados son los de mayor consumo, mientras que los países medio o subdesarrollados consumen una cantidad muy escasa de fertilizantes por hectárea de terreno. Sin ser demasiado optimistas,

se ha de pensar que esta situación ha de terminar y que el consumo de potasas en el mundo habría de verse, como poco, duplicado en los próximos años, cosa que las reservas actuales permiten contemplar sin ninguna preocupación.

### **2.1.2. Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles**

En relación con el cuadro 2.1-2 y el mapa relativo a sales, pueden hacerse las siguientes consideraciones:

Dentro de la minería de la potasa, la clasificación en zonas y áreas no presenta ninguna dificultad. Existen solamente dos zonas en las que se agrupan todos los yacimientos conocidos: la de Cataluña y la de Navarra. Referente a las áreas, las explotaciones se encuentran situadas en cinco localidades; en la zona catalana se ubican las minas de Suria, Cardona, Sallent y Balsareny, y en la zona navarra, la de El Perdón. Dichos yacimientos pertenecen al tipo A.

Las características geológicas de la mineralización, tanto formales como materiales, no presentan ninguna novedad con respecto a las reseñadas en la tipología mundial.

Como característica específica de los yacimientos españoles, es de resaltar la presencia de un metalotecto de tipo estratigráfico, puesto que los depósitos de sales potásicas son suprayacentes de los estratos del Priaboniense superior, que constituye, por tanto, un verdadero metalotecto. El tramo salino comprende la parte terminal del Eoceno superior y la basal del Oligoceno inferior. El Priaboniense superior se puede determinar perfectamente por medio de estudios micropaleontológicos.

En los estudios para la investigación de nuevas áreas, todos los terrenos más antiguos que el Priaboniense pueden ser desechados, y al evaluar los terrenos más modernos son precisamente sus contactos con el Priaboniense superior los que presentan un mayor interés al situarse en ellos los posibles yacimientos de sal. Después de lo dicho, es evidente que la pre-

sencia del Priaboniense en un sondeo indica que ya se ha atravesado la zona de posible interés y que debe suspenderse la perforación.

En el siguiente cuadro se da un resumen de la importancia relativa de los yacimientos españoles con respecto a la producción nacional, tanto por zonas como por áreas.

ZONAS Y AREAS	España — Porcentaje	Tipo
<i>CATALUÑA</i> .....	62	A
Suria .....	26	A
Cardona .....	22	A
Balsareny .....	7	A
Sallent .....	7	A
<i>NAVARRA</i>		
El Perdón .....	38	A

La comparación minera y económica de los tipos, a escalas nacional y mundial, queda reflejada en el cuadro de la página siguiente.

Refiriéndose a las reservas posibles, las españolas representan el 3 por 100 de las mundiales.

Los intervalos de leyes de explotación están en línea con los del resto del mundo y la producción española representa el 4 por 100 de la mundial, repartida de la siguiente manera:

	Porcentaje de la producción mundial
Balsareny .....	0,3
Sallent .....	0,3
Cardona .....	0,9
Suria .....	1,0
El Perdón .....	1,5

TIPOS Y SUBTIPOS	Cubicación de los tipos de K <sub>2</sub> O		Intervalos de leyes de los yacimientos de K <sub>2</sub> O		Producción anual de K <sub>2</sub> O		Importancia económica relativa de K <sub>2</sub> O	
	Mundo Toneladas	España Toneladas	Mundo Porcentaje	España Porcentaje	Mundo Toneladas	España Toneladas	Mundo Porcentaje	España Porcentaje
A	18.500 × 10 <sup>6</sup>	Posibles 543 × 10 <sup>6</sup> Seguras 38,5 × 10 <sup>6</sup>	13 - 25	14 - 23	15 × 10 <sup>6</sup>	614.000	90	100

## BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1964. BORCHERT, H., y MUIR, R. O.: Salt deposits. Van Nostrand London.
1960. GIGNOUX, M.: Géologie stratigraphique. Masson & Cie.
1967. GRUNDSTEDT, H. G.: Soviets triple potash output; Soligorsk mines lead expansion. World Mining.
1922. MARIN, A.: Le Bassin potassique espagnol. XIII Congrès Geologique International. Belgique.
1950. MARIN, A.: Minería de la potasa. Potasas Españolas, Sociedad Anónima.
1967. MELGAR, J.: Consideración sobre el origen de los yacimientos potásicos y su aplicación a la investigación de la zona reservada al sur de los Pirineos. III Jornadas Nacionales y primeras Internacionales Minero-Metalúrgicas. Gijón.
1964. MIR, J.: La potasa al día. «Memorias Real Academia Ciencias y Artes de Barcelona», vol. XXXV, núm. 7.
1968. PERRODON, M. A.: Introduction a la géologie des évaporites. Conferencia en Hôtel des Ingénieurs Arts et Métiers de Paris.
1960. RUHLMAN, E. R.: Potash. Seeley W. Mudd Series. New York.
1953. SCRUTON, P. C.: Deposition of evaporites. «Bull. AAPG», vol. 37, núm. 11.
1966. WORLD MINING (corresponsales): African mining today World Mining.

## 2.2. SAL COMUN

### 2.2.1 Tipología mundial

Sobre el cuadro 2.2-1 es interesante hacer las siguientes consideraciones:

Siguiendo las mismas normas que en el caso de la potasa, se han clasificado los yacimientos de sal gema dentro de dos grandes grupos: marinos y no marinos.

En el grupo de yacimientos marinos se incluyen los formados en los lagos con aportación temporal de agua del mar a través de una barra, que puede ser de biohermo, una barra de arena o un levantamiento de basamento. El clima ha tenido que ser árido para poder efectuar la evaporación de las aguas marinas.

Dentro de este tipo A se han establecido dos subtipos:

a) A1.—Yacimientos estratiformes, en los cuales la sal, a pesar de su gran movilidad, conserva su disposición en le-



chos, aunque éstos contengan abundantes deformaciones, que no afectan de manera fundamental a las formaciones infra y suprayacentes.

b) A2.—Domas salinos. En este caso, los estratos se encontraban, primitivamente, en la misma disposición que los del subtipo precedente; pero fenómenos de diapirismo han dado lugar a verdaderas «chimeneas» de sal, las cuales llegan en algunas ocasiones a evidenciarse superficialmente.

Para que puedan darse fenómenos de diapirismo, se precisa la existencia de potentes formaciones salinas recubiertas por grandes espesores de sedimentos.

Entre un subtipo y otro se dan todos los estados intermedios, e intentar codificarlos sería sumamente penoso y probablemente más curioso que útil.

Dentro de los yacimientos no marinos se han distinguido dos subtipos cuya importancia es muy secundaria, pero representan ejemplos típicos de yacimientos de sal común explotados en la actualidad.

Finalmente, en el cuadro no se han incluido las salinas, ya que es discutible considerarlas propiamente como yacimientos (pues dicho concepto supone en general que las reservas son limitadas y en el caso del mar su contenido en sal es prácticamente inagotable), pero es conveniente sean señaladas, tanto por su extensa repartición geográfica como por la importancia de su producción, en el mapa nacional.

Debido al bajo precio a que se cotiza la sal común, todo programa de investigación debe ser planeado teniendo en cuenta que las inversiones no deben resultar muy elevadas.

La tendencia actual es seleccionar, primeramente, áreas geográficas donde el consumo sea importante, ya que un transporte costoso haría imposible la explotación del yacimiento. Para tener un buen criterio de selección, conviene señalar que la industria química consume un 59,75 por 100 del total; las pesquerías e industrias de elaboración de pescados, el 15,45 por 100; la industria del pan, el 5,69 por 100, etc.

Los métodos de investigación serían muy similares a los empleados en la potasa, exceptuando los estudios sedimentológicos, debido a que la sal común no se acumula en el centro de antiguas cuencas restringidas, sino que se encuentra también en las zonas marginales.

Para la localización de domos de sal ocultos suele dar muy buenos resultados el método de resistividad, que presenta además la ventaja de su bajo coste. El método gravimétrico es muy indicado si el domo se encuentra a gran profundidad, pero tiene el inconveniente de ser bastante costoso.

La escasísima bibliografía existente sobre los yacimientos de sal común no ha permitido conocer la producción total de los yacimientos pertenecientes a cada tipo. Como dato meramente indicativo se manifiesta que los del tipo A son los más importantes y que en muchos países se emplea para su explotación el método de disolución de la sal, vendiendo directamente esta disolución o añadiéndola a salinas para mejorar la producción de éstas.


También se encuentra en estudio el aprovechamiento de la sal gema de las minas potásicas, con lo que, de llegar a resultados positivos, la producción de sal, que en el año 1967 fue de 115.000.000 de toneladas, se vería notablemente incrementada.

Puede decirse, a grandes rasgos, que la gran mayoría de los países del mundo son productores de sal y que las previsiones de un futuro mercado exterior están supeditadas al grado de desarrollo que alcance esta industria en cada país. La materia prima la poseen casi todos y las reservas se puede decir que son inagotables.

### **2.2.2. Zonas, áreas y tipos metalíferos españoles**

Con referencia a los cuadros 2.2-2 y 2.2-3 y al mapa de sales, es interesante hacer las siguientes consideraciones:

La definición de zonas de los yacimientos marinos explota-



dos no presentan ninguna dificultad, debido a su escaso número, ya que se concretan a los de Santander, Alicante y Zaragoza. Por el contrario, los yacimientos marinos no se pueden agrupar ni en zonas ni en áreas, pues son abundantísimos y su ubicación está condicionada a la existencia de manantiales que atraviesan formaciones salinas y éstas abundan en España, principalmente en el Keuper, en el Oligoceno del Valle del Ebro y en el Mioceno continental. Sin embargo, su contribución a la producción española es bastante reducida, por lo que sólo se citan algunos de los más conocidos.

En cuanto a las salinas, cuya producción es muy importante, se han clasificado por las provincias en que se encuentran, que son principalmente las de la costa mediterránea, por ser allí más favorable la salinidad de las aguas y el clima.

La sal que se explota en España procede de tres fuentes bien diferenciadas: yacimientos marinos (divididos en estratiformes y de domos salinos), yacimientos no marinos (precipitación de agua de manantiales) y salinas.

Para el subtipo A1 en España se debe destacar como metalotecto estratigráfico el Mioceno continental.

Dentro de este grupo son yacimientos potenciales los de la formación salina del Valle del Ebro, comprendida entre la parte alta del Eoceno superior y la baja del Oligoceno inferior, tal como se ha dicho de la potasa, si bien en el caso de la sal dicho metalotecto es más indicativo.

En cuanto al subtipo A2, se puede decir que el Keuper es su metalotecto.

En el cuadro siguiente se da la clasificación por zonas y áreas, representando la importancia relativa de cada una en España:

ZONAS Y AREAS	España — Porcentajes	Tipos
<b>ZARAGOZA</b>		
Remolinos y Torres de Berrellén .....	4,0	A1
<b>SANTANDER</b>		
Polanco y Cabezón de la Sal .....	41,8	A2
<b>ALICANTE</b>		
Pinoso .....	0,1	A2
Santa Pola, Torrevieja y Calpe .....	25,4	Salinas
<b>CADIZ</b> .....	7,5	Salinas
<b>BALEARES</b> .....	7,5	Salinas
<b>ALMERIA</b> .....	4,5	Salinas
<b>MURCIA</b> .....	3,7	Salinas
<b>TARRAGONA</b> .....	1,0	Salinas
<b>LAS PALMAS</b> .....	0,1	Salinas
<b>MANANTIALES NACIONALES</b> .....	1,2	B2

Nota: Dentro de la producción de las salinas quedan 12.000 t., que representan el 1 por 100.

La comparación minera y económica de los tipos a escala nacional viene expresada en el cuadro adjunto:

TIPOS Y SUBTIPOS	Producción anual en España — Toneladas	Importancia económica relativa en España — Porcentaje
A1	79.000	4,0
A2	838.200	41,9
B2	24.000	1,2
Salinas	1.016.000	50,8

## BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

1957. BATEMAN, A. M.: Yacimientos minerales de rendimiento económico. Trad. Edic. Omega.
1964. BORCHER, H., y MUIR, R. D.: Salt deposits. Van Nostrand London.
1967. BRITISH SULOH CO. LD.: World Fertilizer Atlas.
1960. GIGNOUX, M.: Géologie stratigraphique. Masson & C.
1953. MAC MILLAN, R. T.: Salt Seeley W. Mudd Series. New York.
1967. MELGAR, J.: Consideraciones sobre el origen de los yacimientos potásicos y su aplicación a la investigación de la zona reservada al sur de los Pirineos. III Jornadas Nacionales y I Internacionales Minero-Metalúrgicas. Gijón.
1968. PERRODON, M. A.: Introduction a la géologie des évaporites. Conferencia en Hôtel des Ingénieurs Arts et Métiers de Paris.
1948. RIOS, J. M.: Diapirismo. «Boletín Instituto Geológico y Minero de España», tomo LX.
1963. RIOS, J. M.: Materiales salinos del suelo español. Instituto Geológico y Minero de España, memoria 64.
1953. SCRUTON: Deposition of evaporites. «Bull. AAPG», vol. 37, núm. 11.













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