

ESTRUCTURA, PROBLEMAS Y HORIZONTES DEL ESPATO FLUOR

España es un importante exportador de espatofluor, principalmente de la calidad «grado ácido», habiendo llegado a ocupar en los años setenta el segundo puesto (tras México) en el *ranking* mundial de exportadores de esta materia prima. En el presente artículo, **Ramón Morera Espinosa** nos describe la naturaleza de este mineral y sus principales aplicaciones, y realiza un breve resumen histórico de su explotación en nuestro país. Pasa después a analizar la situación en que se encuentra actualmente su explotación y comercialización por parte de las cinco empresas que a ello se dedican en nuestro país. Para ello, el autor nos relata la evolución de la oferta en los últimos años, con grandes acumulaciones de *stocks*, debidas a una caída de la demanda exterior y, en menor medida, de la interior; lo que ha llevado a un período de crisis y reestructuración a las empresas del sector, que se agudiza en el año 1986.

I. GENERALIDADES

El espatofluor, también conocido como fluorita, es el principal recurso mineralmente explotable y económicamente rentable para la obtención de fluor (F). La fórmula es F_2Ca , y en estado puro contiene 51,1 por 100 de calcio y 48,9 por 100 de fluor. Es un mineral bastante pesado, con una dureza de 4 en la escala de Mohs y una densidad de 3,01 a 3,60. Cristaliza en el sistema isométrico, frecuentemente formando cristales cúbicos y octaédricos o combinaciones de éstos.

En la naturaleza, el espatofluor aparece muy frecuentemente asociado a otras especies mineralógicas: cuarzo, barita, calcita, galena, siderita, blenda y calcopirita.

En forma cristalina, la fluorita exhibe una amplia gama de colores, desde el incoloro al amarillo,

azul, morado, verde, rosa, rojo y pardo. Los colores están a menudo dispuestos en bandas paralelas y pueden ser alterados por su exposición a los rayos X, al calor y a la luz ultravioleta. Algunas variedades, bajo la luz ultravioleta, fluorescen en matices amarillos, verdes, azules o violetas. En general la fuerte fluorescencia puede ser asociada con los relativamente altos contenidos de europio, lantano, cerio e itrio.

En forma cristalina tiene un bajo índice de refracción (1,433 a 1,435) y baja dispersión; es isotrópico y con gran capacidad para transmitir luz ultravioleta, propiedades de gran utilidad en sistemas ópticos, lentes especiales, etcétera.

II. ANTECEDENTES

El espatofluor ha sido conocido desde los tiempos de los griegos y romanos, y usado con carácter puramente decorativo en el ornamento de jarrones, tazas, etcétera; igualmente fue conocido por los chinos y los nativos americanos, utilizándolo con similar finalidad.

Posteriormente, ya avanzado el siglo XVI, se reconoce su aplicación como fundente metalúrgico. Sin embargo, habrá que esperar hasta el inicio del siglo XIX para hablar de una demanda industrial del espatofluor. Esto ocurre como consecuencia de la introducción de los procesos Bessemer y Siemens-Martin para la elaboración del acero; ambos procesos requieren fluorita como agente fundente.

El descubrimiento simultáneo por Hall y Heroult, en 1886, del proceso electrolítico de reducción de la alúmina a aluminio primario, da lugar a una nueva demanda de la fluorita como materia prima. El proceso requiere la disolución de alúmina en criolita fundida durante la electrólisis. Aunque la oferta de criolita natural fuera suficiente para cubrir las necesidades de una incipiente industria del aluminio en los momentos iniciales, las necesidades actuales son cubiertas en su mayor parte con la criolita sintética, producida desde el ácido fluorhídrico, que utiliza el espatofluor como materia prima.

En la década de los años 30, un grupo de químicos amplía la demanda del mineral como materia prima en la elaboración de los fluorocarbonados, que inicialmente se utilizaron como refrigerantes en las casas y equipos frigoríficos comerciales, y más tarde se

amplió su uso a: aerosoles, plásticos, resinas, agentes espumantes, disolventes, etc.

III. USOS

El espato flúor es un mineral de gran importancia para las industrias del aluminio, química, metalúrgica, cemento, etc. Para cada uso son requeridos distintos grados de concentración del mineral. El grado ácido (mínimo de 97 por 100 F_2 Ca) se emplea como materia prima en la elaboración del ácido fluorhídrico, requerido en la industria química del flúor y del aluminio. El grado cerámico (con una ley de F_2 Ca entre 90/96 por 100) se utiliza por la industria cerámica para la producción de lentes y esmaltes. El espato metalúrgico (con una ley de F_2 Ca del 70/80 por 100) se usa exclusivamente en la industria del hierro y del acero, pero actualmente cantidades sustanciales de fluorita con mayor grado de concentración están siendo empleadas en estos sectores en forma de briquetas.

1. Metalúrgico

La mayor parte de las aplicaciones metalúrgicas del espato flúor derivan de su capacidad para alcanzar el punto mínimo de fusión con materiales refractarios. En la elaboración del acero asiste en la desulfuración y desfosforización de la fusión, adelantando la fluidez de las escorias y mejorando la solución de la mezcla. La cantidad utilizada varía de 1 a 10 kilos por tonelada de acero producida, dependiendo de su aprovechamiento y del tipo de horno, aunque pueden ser empleadas mayores cantidades cuando el ren-

dimiento del horno debe ser maximizado en un mínimo tiempo.

El espato flúor cumple una función similar en la fundición del hierro, en cantidades desde 7 a 10 kilos por tonelada de metal fundido, dando como resultado una fundición más maleable y con una mayor resistencia de tensión. En la industria de la ferroaleación la fluorita se agrega como agente fundente en cantidades que varían desde 1/2 a 90 kilos por tonelada de aleación ferrosa, dependiendo del horno y del tipo de producto obtenido.

Menores cantidades de espato flúor se utilizan, asimismo como fundente, en la concentración del aluminio, antimonio, cromo, cobre, plomo, zinc, níquel, plata, estaño y otros metales.

2. Cerámico

En la industria cerámica el espato flúor es empleado en la producción de vidrio, lentes blancos u ópalos y esmaltes. La cantidad usada depende fundamentalmente del tipo de vidrio deseado, variando entre un 3 y un 20 por 100 de fluorita, siendo el ópalo y colorado los que emplean los porcentajes más altos para obtener la opacidad. El espato flúor, junto con otros fluoruros, es también utilizado en la fabricación de fibra de vidrio en cantidades que varían según formulaciones individuales.

3. Químico

La principal aplicación del concentrado «grado ácido» de espato flúor es la fabricación del ácido fluorhídrico (HF), obtenido por reacción de la fluorita con el ácido sulfúrico en una retorta. Alre-

dedor de 2/2,5 kilos de fluorita son necesarios en la producción de un kilo de ácido fluorhídrico.

Una de las importantes aplicaciones del fluorhídrico consiste en la elaboración de fluocarbonados, que son compuestos orgánicos que contienen flúor. Todos estos compuestos son producidos por la misma reacción general, mezclando anhídrido (HF) y cloroformo o tetracloruro de carbono. Aunque el consumo de ácido fluorhídrico depende del tipo de fluocarbono producido, podemos dar un valor medio aproximado; por cada tonelada de HF se obtienen alrededor de 3 toneladas de fluocarbono. En los últimos años, en los EE.UU., la principal aplicación de los fluocarbonos (aerosoles y refrigerantes) fue rigurosamente restringida, debido a causas ambientales; sin embargo, otras aplicaciones están ganando importancia en el consumo de ácido fluorhídrico (resinas, disolventes, agentes espumantes, etc.).

La industria del aluminio demanda cantidades importantes de ácido fluorhídrico, que no es consumido de forma directa sino utilizado en la producción de fluoruro de aluminio (AlF_3) y criolita sintética (Na_3AlF_6) para obtener el aluminio por electrólisis. El fluoruro de aluminio es añadido como electrolito para rebajar su punto de fusión, pero únicamente puede ser adicionada una cantidad limitada, ya que también reduce la conductividad eléctrica. Para evitar este inconveniente, suelen añadirse pequeñas cantidades de espato flúor a la solución. El consumo promedio de fluoruro se sitúa en unos 28 kilos de fluoruro de aluminio y 23 kilos de criolita sintética por tonelada de aluminio producida; esto es, equivalente a 32 kilos de ácido fluorhídrico por tonelada de alu-

minio. En los EE.UU., sin embargo, las cantidades requeridas son en torno a un 25 por 100 inferiores, debido al reciclaje de parte de los gases fluorosos que son expelidos a la atmósfera, así como a la elaboración de fluoruro de aluminio y criolita sintética a partir del ácido fluosilícico.

El ácido fluorhídrico es también empleado en la producción de hexafluoruro de uranio ($U F_6$), utilizado en el proceso de enriquecimiento de uranio en la fusión del isótopo U^{235} . La conveniencia de su uso se debe a que permanece en estado gaseoso a temperaturas moderadas; la cantidad de ácido necesario para cada tonelada de hexafluoruro de uranio es aproximadamente de 1,1 toneladas.

Asimismo, se consume ácido fluorhídrico en el decapaje de acero inoxidable, en cantidades pequeñas que pueden variar en torno a 11 kilos por tonelada de acero decapado.

Otros fluoruros inorgánicos derivados del ácido fluorhídrico son: trifluoruro de boro (BF_3); fluoruro sódico ($Na F$), utilizado en la fluorización del agua; ácido fluorbórico (HBF_4), usado en la limpieza y decapaje de los metales, etcétera.

4. Otros usos del espato flúor

En la elaboración del cemento de portland se añade a la mezcla entre 1 y 5 por 100 de fluorita grado subácido, logrando: reducir el coste en combustible, un incremento de la capacidad del horno y una mejor calidad del producto.

En la producción de cianamido de calcio ($Ca CN_2$) el espato flúor

se adiciona al carbono de calcio, en proporción de un 2/3 por 100, para reducir el punto de fusión e incrementar la velocidad de reacción con el nitrógeno.

IV. EL ESPATO FLUOR EN ESPAÑA

Por ser la fluorita una de las gangas más frecuentes de la galena, y ser precisamente este mineral uno de los más extendidos por nuestro país, cabe decir que esta especie se encuentra en casi todos los yacimientos donde aparece el sulfuro citado, aunque no siempre sea de interés por razones de calidad y cantidad.

Se puede afirmar que este mineral es abundante y que se han encontrado importantes yacimientos en diversas zonas de la geografía española, destacando las provincias de Asturias, Granada, Almería, Córdoba y Gerona.

Los yacimientos de espato flúor son explotados, en general, en minería de interior, con métodos similares a los que se emplean en minería metálica para yacimientos pseudohorizontales, siendo el más extendido, por razones de coste, el sistema de cámaras y pilares, cuyo principal inconveniente estriba en un menor aprovechamiento de las reservas mineras.

El mineral bruto extraído contiene entre el 25 y el 40 por 100 de $F_2 Ca$, siendo necesario someterlo a procesos de concentración para obtener la ley de fluorita requerida en función de la calidad que se pretenda. El mineral se concentra por los métodos más comunes de tratamiento de menas, siendo los más importantes el de separación por medios densos y el de flotación.

En España, además de la extracción de mineral mediante labores subterráneas, tiene cierta importancia la minería a cielo abierto, con un menor coste de extracción, existiendo, por lo general, ambas explotaciones en las empresas del sector.

El Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas Minerales no Energéticas (PNAMPN), aprobado el 22 de diciembre de 1978 para el período 1979-87, declaró como sustancia prioritaria, con potencial excedentario, entre otras, a la fluorita, incluyéndola en el conjunto de inversiones previstas para el período, con una participación del Estado de hasta el 40 por 100, que deberá permitir aumentar las reservas de mineral y conseguir aportar un resultado más positivo al conjunto de la balanza de pagos.

1. Producción

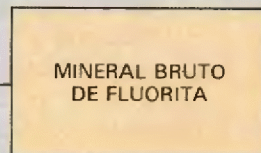
Una de las características de mayor transcendencia en la planificación de la producción del sector es la de ser netamente exportador, con un coeficiente de relación consumo interior/producción nacional en torno al 20 por 100 a plena capacidad.

Vamos a centrarnos en un análisis productivo de los últimos nueve años, incluyendo el año 1986 (con datos estimados), haciendo una subdivisión en dos períodos claramente diferenciados por el entorno internacional del mercado del espato flúor.

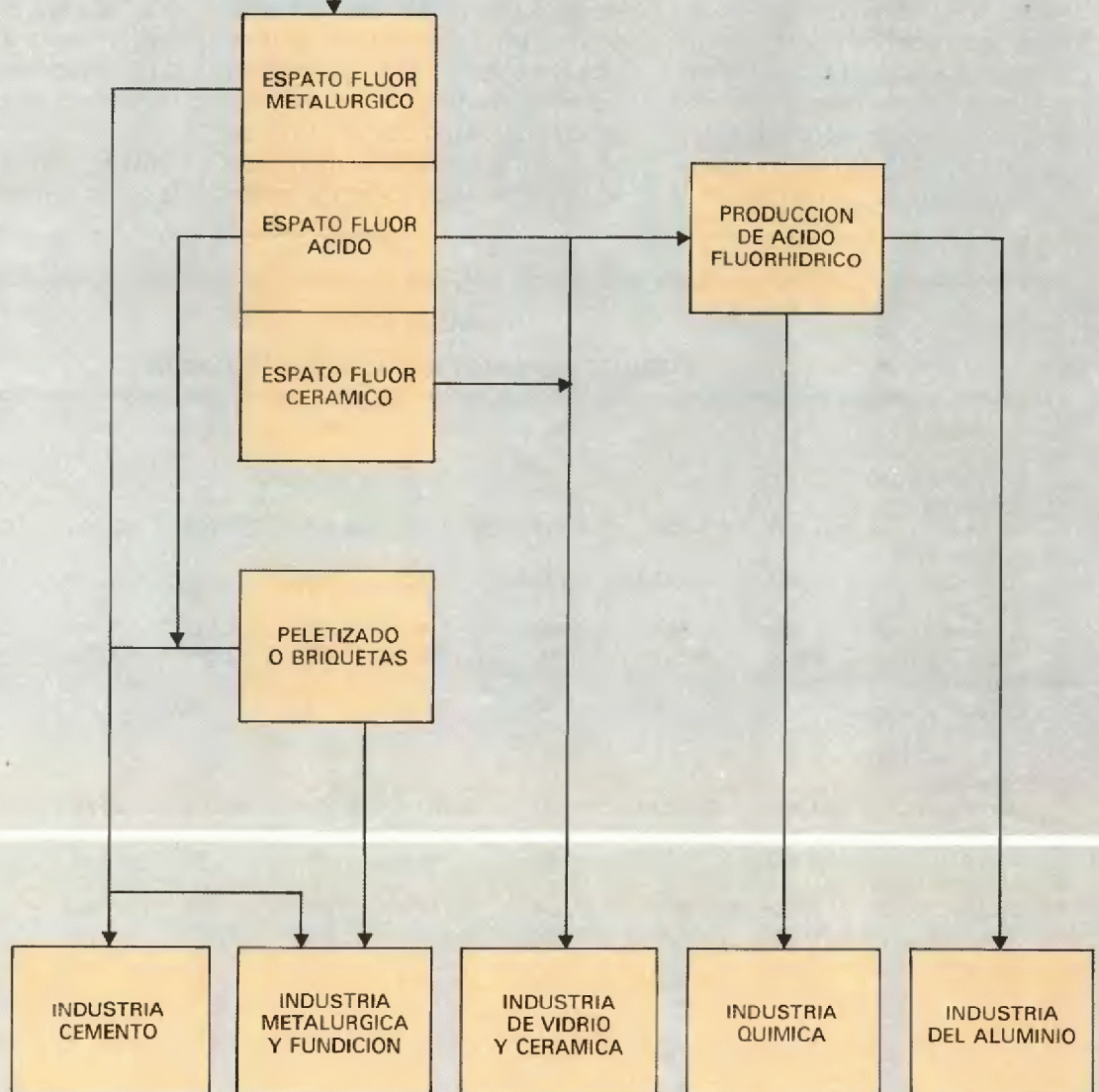
A) El que comprende los años 1978-81, ambos inclusive. Se distingue por un constante incremento de la producción del mineral flotado, a excepción de 1979, debido a la paralización de la explotación de Fluoruros, S. A. des-

ESQUEMA 1
APLICACIONES DEL ESPATO FLUOR
EN LA INDUSTRIA

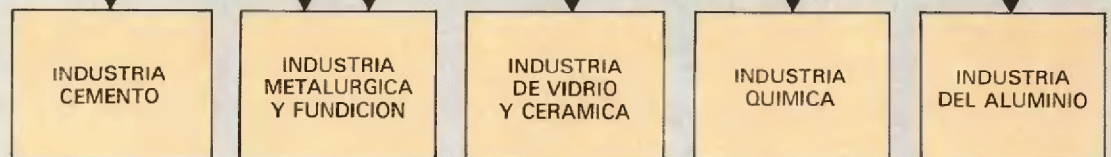
EXPLOTACION
YACIMIENTOS



CONCENTRACION
MINERAL
Y PRODUCTOS
INTERMEDIOS



CONSUMO FINAL



de octubre de 1978 hasta noviembre de 1980, siendo durante este último año compensado por otra empresa del sector, Minas de Villabona, S. A., que incrementa la capacidad de su planta para tratar hasta las 750 toneladas brutas al día, superando las 36.000 toneladas secas de concentrado, y por un aumento de producción del resto de las explotaciones mineras. En el año 1981 se obtienen 257.000 toneladas de mineral flotado, que representan en valores relativos un 26 por 100 más que en el año anterior. Durante este ejercicio se vislumbra el inicio de tensiones en el mercado internacional del espato, que provocó un fuerte crecimiento del stock (esto será nota dominante del segundo período) en algunas de las empresas del sector, especialmente grave en la sociedad Minas de Villabona, S. A. (con una incipiente organización comercial en el

exterior), que superó las 30.000 toneladas de espato grado ácido a mediados de junio de este mismo año, obligando a la paralización de la planta de flotación; la cual no volverá a reiniciar su actividad hasta enero de 1984.

En cuanto al valor de la producción, el incremento de precio de la tonelada experimenta un crecimiento continuo durante los cuatro años del período, produciéndose durante 1980 el aumento más importante, en valores absolutos, de un 44 por 100 en pesetas.

El espato flúor metalúrgico, en los años referidos, ha evolucionado de forma diferente al cambio experimentado por el mineral flotado: desde las casi 100.000 toneladas obtenidas en 1978 se pasa al año siguiente a menos de 40.000 toneladas, logrando en los

dos años posteriores una ligera recuperación de la producción, sin alcanzar, en ningún caso, el 50 por 100 del tonelaje obtenido en el 78. Las provincias más importantes en cuanto a producción de esta calidad de espato son Córdoba y Asturias, con un 95 por 100 de la producción total.

Respecto a la cuantificación en unidades monetarias de la producción anual, las alzas del precio por tonelada han sido insuficientes para compensar el incremento acumulado de los costes. Partiendo de un precio medio de 4.280 ptas./tm. en el año 1978, resulta un aumento acumulativo del 27 por 100 para el último año del período, frente a un alza del índice de producción industrial para el sector del 55 por 100.

B) El período que comprende los cinco años siguientes, 1982-

CUADRO N.º 1
PRODUCCION NACIONAL ESPATO-FLUOR

CALIDAD	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
GRADO ACIDO									
Toneladas									
Métricas	201.500	155.300	204.600	256.900	203.400	190.700	253.200	265.200	235.000
% Base									
1978 = 100	100	77,1	101,5	127,5	100,9	94,6	115,7	131,6	116,6
Valor producción × 10 ⁶									
Ptas./Tm.	5.429	6.401	9.218	10.778	11.450	12.596	13.593	14.520	14.100
Variación									
anual %	—	17,9	44,0	16,9	6,2	10,0	7,9	6,8	-2,9
METALURGICO									
Toneladas									
Métricas	99.800	37.600	40.100	45.900	38.200	41.600	42.400	42.300	35.000
% Base									
1978 = 100	100	37,7	40,2	46,1	38,4	41,7	42,5	42,4	35,1
Valor producción × 10 ⁶									
Ptas./Tm.	4.279	4.176	5.087	5.423	5.916	6.827	7.382	7.920	8.452
Variación									
anual %	—	-2,4	21,8	6,6	9,0	15,4	8,1	7,3	6,7

1986, haciendo una proyección de la información disponible para este último año.

Durante 1982 desciende de forma importante la producción de las calidades ácida y metalúrgica, en parte a causa de la ya expresada paralización de Minas de Villabona, S. A., y de una menor producción de Fluoruros, S. A. La situación de otras empresas es, igualmente difícil: UNISUR practica desde febrero cierres parciales para la producción grado ácido; Fluoritas Asturianas ha pasado muy serias dificultades, con una expediente de regulación de empleo que le conducirá a la rescisión de contratos y al cierre de la explotación.

El panorama internacional, causante de la crisis en las empresas españolas, desalienta aún más las expectativas de los productores nacionales con la fuerte competencia de terceros países (Sudáfrica, Marruecos, etc.), que aumentan su participación en el mercado mundial con unos costes de explotación que les permiten soportar la caída continuada del precio por debajo del umbral de rentabilidad de la generalidad de las minas españolas; reducción provocada por el fuerte retraimiento de la demanda de los principales consumidores del mineral (industria química y del aluminio), que acusan con mayor fuerza la crisis económica internacional.

En el año 1983 la producción continúa disminuyendo hasta las 190.000 toneladas de la calidad grado ácido. La trayectoria descendente de los precios internacionales, iniciada en 1981, ha continuado deteriorando la situación económica del sector; si bien, en el último trimestre de este año y, de forma más importante, durante 1984, comienzan a ceder algu-

nas de las variables que amenazaban la continuidad de las empresas españolas: hay una disminución constante de los *stocks*, que permite finalizar el año 1984 con unos niveles próximos a cero; una rápida revalorización de la moneda de referencia (dólar de EE.UU.); un crecimiento de la demanda externa, acompañada de un aumento en el precio y una reducción en la producción de otros países competidores. Todo ello permite que durante el año 1984 se alcance una producción de casi 255.000 toneladas grado ácido, que representa un crecimiento próximo al 33 por 100, y de 265.000 toneladas en 1985, que significa un 5 por 100 más sobre el año anterior.

Las estimaciones de producción para el año 1986 están realizadas en base a la suma de los objetivos marcados en cada una de las principales empresas productoras de espato flúor; así, para la calidad ácido, se esperan alcanzar las 235.000 toneladas, es decir, una disminución del 11,4 por 100 respecto del año anterior, con un aumento del *stock* a final de año si no varía positivamente la demanda a la exportación durante el segundo semestre, lo cual no parece probable en el momento actual.

En lo referente al grado metalúrgico, hay un descenso neto de la producción del período, centrada en el primer año en alrededor del 17 por 100, y un estancamiento en el volumen producido para los siguientes años. Conviene destacar que el problema que durante estos años afecta a la calidad ácida en el mercado exterior, la reducción de la demanda y la caída de precios, no incide de manera directa en la metalúrgica que, de momento, se vende prácticamente en su totalidad en Es-

paña. La causa, por lo tanto, obedece más a una disminución de reservas de los yacimientos, con un mineral bruto de alto contenido en F_2 Ca, para producir metalúrgico; sin olvidar la crisis existente en las industrias nacionales del hierro y acero, principales consumidores de esta calidad.

2. Demanda interna

La mayor posibilidad de consumo de espato flúor en España, por lo que al grado ácido se refiere, está basada en la fabricación de ácido fluorhídrico que realiza la Sociedad Derivados del Flúor, S. A., en su planta de Ontón (Santander).

El consumo anual de esta empresa se sitúa entre las 55/65.000 toneladas de fluorita. Elabora, a partir de las 24/28.000 toneladas de ácido fluorhídrico producido, una amplia gama de materiales químicos entre los que cabe destacar el fluoruro de aluminio y la criolita sintética. Señalaremos, respecto a los productores nacionales de espato flúor, que los principales suministradores eran: Fluoritas Asturianas, S. A., empresa propiedad de Derivados, hoy sin actividad, con unas 10.000 toneladas; MINERSA, tradicional suministrador de Derivados del Flúor, con 40/45.000 toneladas; otras empresas, con pequeñas cantidades anuales del grado ácido vendidas en el mercado interior. Actualmente el grupo de otras empresas incrementa sus ventas a Derivados, cubriendo el tonelaje no producido por Fluoritas Asturianas.

El capital de la compañía Derivados del Flúor está constituido con participación extranjera de BAYER en un 49 por 100; poseen

también intereses en esta compañía las empresas nacionales del aluminio.

En cuanto al grado metalúrgico, el principal cliente lo constituye la industria siderúrgica: ENSIDESA, Altos Hornos del Mediterráneo, etc.; hoy sector en crisis, pero capaz de absorber la mayor parte de la producción, mermada desde 1978. Se calcula en un 64 por 100 de la producción la cantidad de espato flúor por ellos demandado.

Otro cliente importante de la calidad metalúrgica, con un porcentaje en torno al 30 por 100 de la producción, lo forma la metalurgia no férrea. Por último, el consumo estimado en la fabricación de cemento se cuantificó en un 3 por 100 de la producción.

El resto de la demanda interna, todavía para cantidades pequeñas, lo constituyen las industrias de cerámica y vidrio.

3. Exportaciones

España, como ya anteriormente indicamos, es un importante exportador de espato flúor, fundamentalmente de la calidad grado ácido, habiendo llegado a ocupar el segundo puesto, detrás de México, en el *ranking* mundial de exportadores durante la década de los setenta.

La evolución de las ventas en el mercado exterior se refleja en la producción nacional de fluorita, por su alto coeficiente de dependencia, entre un 65/75 por 100 según niveles de producción, salvando las distorsiones que en ciertos períodos de tiempo representa la existencia de altos niveles de *stock* en manos de los productores nacionales.

CUADRO N.º 2

EXPORTACIONES NACIONALES

Años	Cantidad = Tm.	Valor = 10 ³ Ptas.	Ptas./Tm.
1965	154.569	244.974	1.585
1970	170.431	450.786	2.645
1975	224.302	976.931	4.355
1978	193.483	1.098.883	5.679
1979	101.546	632.492	6.229
1980	107.518	1.021.698	9.503
1981	152.826	2.023.874	13.243
1982	121.400	1.757.000	14.473
1983	163.100	2.389.000	14.647
1984	156.130	2.402.000	15.385
1985	171.200	2.872.000	16.250
1986 (*)	164.000	2.575.000	15.700

(*) Estimación.

Una de las características que crea mayor inestabilidad en el sector del espato flúor es la falta de compromisos de continuidad en el suministro a clientes extranjeros, es decir, las ventas se realizan, en general, sobre contratos a corto plazo (de seis a doce meses). Por otra parte, el período de contratación para un año se desarrolla durante los dos primeros meses de ese mismo año si el país de destino es europeo, y en el tercer mes si la exportación se dirige a los EE.UU., puesto que en este caso la mayor parte del mineral es transportado por los grandes lagos, que permanecen cerrados en los meses duros de invierno.

En los últimos nueve años se produce una variación del precio por unidad exportada equivalente a un crecimiento medio acumulativo del 13,5 por 100; sin embargo, este incremento es muy diferente en cada uno de los años. Para el período 78/81 se sitúa en un 32 por 100, mientras en el 81/86 el incremento no alcanza el 4 por 100 anual.

La evolución hasta el año 1981

es positiva. Sin embargo, se partía en el año 1978 de un precio bajo arrastrado en los tres años anteriores, coincidiendo con un período altamente inflacionista. A partir de 1981 únicamente la revalorización constante de la moneda de referencia, dólar USA, evita el hundimiento del precio del espato. Durante la última mitad del 85 y primera del 86 la paridad dólar/peseta cambia su tendencia, agudizando la depresión de los precios a la exportación, lo que coincide con la desaparición de la desgravación fiscal a la exportación por implantación del nuevo impuesto sobre el valor añadido (IVA). En cuanto a los países a los que van destinadas nuestras exportaciones, destacan los que se recogen en el cuadro número 3.

El mercado más importante es el de EE.UU., al que van dirigidas la mitad de las exportaciones. En Europa, en los últimos años, destacan Italia, Noruega y Alemania; seguidas por Inglaterra, incluida en el grupo de otros países.

Cerca del 80 por 100 de las exportaciones salen por el puerto de

Avilés (Asturias), con un precio medio para el último año de 99 dólares USA por tonelada seca FOB puerto español, que representa una subida superior al 5 por 100. El tema de precios para el año 1986 se presentaba duro, ante el intento por parte de los clientes de congelar el precio en dólares, transfiriendo el coste de la depreciación de la divisa norteamericana a los productores.

4. Productores nacionales

La casi totalidad de la producción anual está concentrada en España en cinco empresas con características diferentes y obligadas en los últimos años a una dura competencia para lograr mantener el volumen de ventas, en una situación de reducción de la demanda.

MINERSA (Minerales y Productos Derivados, S. A.) es la sociedad más importante del sector, tanto por su capacidad de producción —de 100.000 Tms/año de espato flúor grado ácido— como por su estabilidad productiva y comercial, demostrada en los años más duros para el sector de la fluorita. Cuenta con una plantilla

media de en torno a los 135 trabajadores, concentrados en tres centros de trabajo, de los cuales dos de ellos tienen representación sindical (Gijón y Ribadesella). Las reservas seguras de la empresa se han cifrado en cerca de 10 millones de toneladas y las probables en 2,5 millones. Sus ventas van dirigidas al mercado interior y a los Estados Unidos, y en cantidades inferiores a Italia, Noruega, Francia, etc. Es una empresa de capital privado, con sede central en Bilbao.

Fluoruros, S. A., después del expediente de suspensión de pagos, iniciado en el último trimestre de 1978, reinicia su actividad a finales de 1980, constituida como sociedad anónima laboral, estructura jurídica que mantiene actualmente. Es la segunda del sector en cuanto a capacidad de producción, habiendo pasado de las 70.000 toneladas/año en 1981 de mineral flotado a 90.000 toneladas de capacidad para el año 1985. Cuenta con una plantilla actual de 134 hombres, distribuidos en tres grupos mineros y en la oficina, donde radica su sede central de Gijón (Asturias). Las reservas seguras se cifran en más de 5 millones de toneladas y las probables en casi 4 millones, localizadas

en la zona de Caravia y La Collada. En el 2.º semestre de 1986 ha detenido su actividad, por la imposibilidad financiera de continuar operando a los precios actuales de mercado.

Minas de Villabona, S. A. En marzo de 1977 es adquirido el 100 por 100 de su capital por la empresa S. A. Hullas del Coto Cortés, vinculada al grupo Banco Pastor. Su actividad se limitaba a la comercialización del mineral bruto extraído de mina, que posteriormente era concentrado, hasta la calidad requerida, por otra empresa. A partir de finales de 1978 inicia un plan de inversiones que le permitirá cerrar el ciclo de producción del grado ácido, logrando durante el año 1980 disponer de una capacidad productiva de 50.000 toneladas/año. En junio de 1981 paraliza su actividad como consecuencia del fuerte crecimiento de su *stock*, superior a las 30.000 toneladas, en un momento de reducción de la demanda en el mercado exterior. En enero de 1984 vuelve a producir concentrado grado ácido a un 50 por 100 de su capacidad, estando preparada para incrementar su producción a partir de 1986. La plantilla destinada a la actividad de espato flúor es de 85 trabajadores, todos ellos ocupados en la localidad de Villabona (Asturias). En cuanto a las reservas, las seguras se sitúan en 5,6 millones de toneladas y las probables en casi 4 millones.

UNISUR (Unión Minera del Sur, S. A.). Empresa de capital privado, ubicada en Cerro Muriano (Córdoba). Tiene una capacidad de producción de 50.000 toneladas/año de fluorita grado ácido, si bien a partir de febrero de 1982 se vió obligada a la práctica de cierres parciales y, posteriormente, a situar su nivel de producción próximo al 50 por 100. Actualmente

CUADRO N.º 3

PAISES DE DESTINO DE LAS EXPORTACIONES DE ESPATO FLUOR (En porcentaje)

PAISES	1974/78	1978/82	1982/84
Estados Unidos y Canadá	64,50	41,80	46,00
R.F. Alemana	22,50	24,50	12,50
Italia	2,50	27,00	19,50
Noruega	3,50	2,50	8,50
U.R.S.S.	1,20	2,50	3,00
Países Bajos	2,50	1,20	1,50
Otros países	3,30	0,50	9,00

obtiene la producción más importante de espato flúor metalúrgico, unas 15.000 toneladas. La plantilla quedó reducida en el último año a 71 operarios. Las reservas seguras de mineral se cuantificaron en 1,2 millones de toneladas y las probables en 2 millones.

MINOR (Minas de Orgiva). Empresa en que ha participado el INI, a través de la sociedad Minas de Almagrera, en un 50 por 100, siendo la otra mitad del capital de la Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya-España (grupo francés Imetal). En la actualidad está en manos privadas el 100 por 100 del capital. La capacidad de producción es de 25.000 toneladas grado ácido. La crisis del sector y el alto nivel de *stock* de los últimos años obligó a reducir la producción hasta el 50 por 100 de su capacidad en el año 1983; producción que se ha incrementado en el 84 y continuó en aumento en 1985. En 1986 la situación es de incertidumbre, estando a la espera de los resultados de las conversaciones entre trabajadores, empresa y administración para decidir sobre su futuro en el sector del espato flúor. Las reservas de mineral seguras y probables se cifran en algo más de 600.000 toneladas. Su plantilla actual es de 100 trabajadores.

V. CICLO PRODUCTIVO DEL MINERAL FLOTADO

Las fases esquemáticas del proceso de producción de concentrados de espato flúor, bien calidad ácido o subácido, se sintetizan, como cualquier otro proceso minero, en las siguientes operaciones que posteriormente analizaremos:

- Explotación minera (extracción del mineral todo-uno).
- Trituración del todo-uno extraído.
- Concentración.
 - Molienda.
 - Espesado.
 - Acondicionado.
 - Flotación.
 - Filtrado.
 - Secado.
- Transporte del producto final al centro de consumo.

1. Explotación minera

Partimos de la situación de un yacimiento en fase de operación, pues en cualquier operación minera tendríamos primero la fase de investigación, ubicación y estudio de viabilidad del yacimiento, con el dimensionado de los procesos productivos posteriores.

Respecto a la explotación minera, y en el caso concreto de España, el método de explotación subterránea, debido a la geometría de los yacimientos, es el de cámaras y pilares, con o sin relleño posterior. Este método, que permite un grado de mecanización grande en perforación, carga y transporte y, por lo tanto, unos rendimientos en toneladas por hombre y día elevados, sin embargo tiene algunos inconvenientes.

a) Dilución del mineral bruto por aporte de estériles. Esta dilución se puede estimar en un 5 por 100.

b) Aprovechamiento del yacimiento, que se puede concretar en un 65 por 100, máximo 70 por 100 de las reservas *in situ*.

Una distribución porcentual de coste de esta minería subterránea, es la siguiente:

- Mano de obra 43 %
- Almacén 26 %
- Energía 10 %
- Trabajos exterior (transporte y mantenimiento 21 %

Debemos indicar que está incluida la parte proporcional de gastos generales en cada uno de los conceptos. También debemos indicar que se refiere a mineral puesto en tolva de trituración o en *stock*.

Minería a cielo abierto.

Este tipo de explotación minera es importante en el caso de la empresa Fluoruros, donde significa casi el 90 por 100 de su producción de mineral bruto.

La aplicación se ha extendido a las zonas de yacimientos de baja ley, pero con un *ratio* de explotación bajo (m^3 de estéril/tonelada mineral); aunque también se han explotado áreas de buenas leyes.

Esta clase de minería comporta unas inversiones menores que en la minería subterránea, pues generalmente se contratan los trabajos de arranque y transporte tanto del estéril como del mineral. Sin embargo, las prescripciones impuestas a las explotaciones a cielo abierto, en cuanto a la restitución y restauración de terrenos, así como el agotamiento de este tipo de yacimientos de poco recubrimiento, hacen que esta modalidad de minería tienda a desaparecer en los yacimientos de espato flúor.

2. Trituraciones y clasificaciones

Generalmente, y para mineras procedentes de minería sub-

CUADRO N.º 4

COSTE MEDIO INDUSTRIAL POR TM. DE MINERAL FLOTADO, EN PESETAS.

Conceptos de Coste	Mina	Trituración	Flotación	Servicios generales y mantenimiento	Pesetas
MANO DE OBRA					
– Salarios	1.255	183	1.069	493	3.000
– Seguridad Social y cargas sociales	659	96	561	259	1.575
TOTAL	1.914	279	1.630	752	4.575
– Almacén	1.400	215	3.250	–	4.865
– Energía	425	175	1.700	–	2.300
– Trabajos exteriores	875	350	360	–	1.585
– Otros trabajos extraordinarios	120	125	380	–	625
TOTAL	2.820	865	5.690	–	9.375
Amortizaciones	120	60	360	60	600
SUMA	4.854	1.204	7.680	812	14.550

Notas: (1) Para 265.000 Toneladas secas/año de mineral concentrado.
 (2) Las cantidades están referidas al año 1985.

terránea, se tritura y clasifica el mineral en seco, salvo que el contenido en arcilla del todo-uno sea lo suficientemente alto que obligue a una operación de desenladrado y, por consiguiente, a un proceso por vía húmeda.

Para operaciones de trituración y clasificado a tamaños 0-70 m/m. la distribución porcentual de costes es la siguiente:

- Mano de obra 29 %
- Almacén 16 %
- Energía 20 %
- Trabajos exteriores y mantenimiento 35 %

3. Concentración

En este punto no vamos a tener en cuenta la preconcentración por medios densos, que, salvo para minerales de muy baja ley, procedentes de escombreras y cuyo coste de extracción es mínimo, no se aplica a minerales

procedentes de mina, pues hay que suponer que la ley del todo-uno es lo suficientemente alta para admitir directamente un proceso de concentración por flotación.

El dimensionado de las diversas fases del proceso de concentración por flotación está condicionado, aparte de por el tonelaje a tratar por día, que incluye la trituración, clasificación y espesado, por la ley de entrada del mineral, que incide muy específicamente en el acondicionado, flotado y filtrado.

Indudablemente, el dimensionado de toda la operación minera vendrá dado por el estudio general de viabilidad de la explotación del negocio minero. En el caso de España hay que tener en cuenta que la minería del espatoflúor tiene ya cerca de cuarenta años, y las plantas de concentración se han ido modificando en función de:

- A) Tonelajes a tratar.
- B) Calidad del mineral a tratar.
- C) Mejora de rendimientos, tanto metalúrgicos como operativos.

Hay que tener en cuenta que la máxima capacidad de tratamiento por la minería española está en las 900 Tm/día, lo que equivale al año, trabajando en un sistema de turnos 3 T/4, a 310.000 Tm para minerales del 30-33 por 100 F₂ Ca.

El coste por tonelada bruta tratada, distribuido en porcentajes, está en los entornos de:

- Mano de obra 25,5 %
- Almacén 44,0 %
- Energía 20,0 %
- Trabajos exteriores y mantenimiento .. 10,5 %

En resumen, podemos decir que en el conjunto de la operación minera los costes, sin tener en cuenta la parte de comercialización, están distribuidos de la siguiente manera:

- Mano de obra 31,4 %
- Almacén 33,4 %
- Energía 16,0 %
- Trabajos exteriores 15,2 %
- Amortización 4,0 %

Por supuesto, como en cualquier explotación minera, es fundamental el *ratio* de explotación:

$$R = \frac{\text{Ley del Concentrado}}{\text{Ley de entrada} \times \text{Rto.G.S.}} \times 100$$

es decir, el número de toneladas de todo-uno necesarias para obtener una tonelada de producto vendible, en nuestro caso espato grado ácido, y que está condicionado por dos factores: ley del mineral todo-uno y rendimiento general seco del proceso.

Sobre el segundo de los factores es posible influir, mejorando las técnicas en las plantas de concentración, hasta aquel límite que marquen los estudios de concentrabilidad en laboratorio y planta piloto.

Sobre el primero no está en nuestras manos actuar; el yacimiento tiene una ley debida a un azar de la naturaleza. Solamente un conocimiento exhaustivo del yacimiento y una planificación ordenada de la infraestructura minera pueden permitir extraer, en función de la época del ciclo oferta/demanda, minerales con mejores o peores leyes, dentro de un límite dado que es función del dimensionado de la planta de concentración.