

## ESTRONCIO

### 1.- PANORAMA NACIONAL

#### 1.1.- PRODUCCIÓN MINERA. PERSPECTIVAS

Los minerales objeto de beneficio minero como menas de estroncio son la celestina ( $\text{SrSO}_4$ ) y la estroncianita ( $\text{SrCO}_3$ ); en la actualidad el principal interés industrial recae sobre la celestina ya que son escasos, a nivel mundial, los depósitos económicos de estroncianita.

En España existen dos yacimientos de celestina en explotación activa, designados con los topónimos de Escúzar y Montevives; ambos se localizan en la provincia de Granada y a corta distancia uno del otro. El concentrado de mineral de alta ley en estroncio que se obtiene en estas explotaciones se destina en su totalidad a la exportación, y confiere a España un puesto mundial destacado en cuanto a producción de minerales de estroncio.

El valor de la producción nacional de mineral de estroncio ascendió en 1996 a 940 MPTA. En la evolución reciente de la producción destaca el descenso correspondiente al ejercicio 1992-93, con tasa de variación del -26,21%; al mismo siguió una recuperación importante, con tasas de variación positivas del 92,17% para 1993-94, del 10,95% para 1994-95 y del 1,28% para 1995-96; la tendencia de la producción de celestina parece mantenerse dentro de unos cauces de crecimiento moderado hasta el presente.

Empresa	1992	1993	1994	1995	1996p
<u>Solvay Minerales SA</u>					
Concentrados (t)	43 320	50 684	69 119	85 960	87 833
<i>SrSO<sub>4</sub> contenido (t)</i>	<i>40 720</i>	<i>47 642</i>	<i>64 971</i>	<i>80 793</i>	<i>82 475</i>
<u>Canteras Industriales SL</u>					
Concentrados (t)	28 975	2 284	32 927	27 287	26 950
<i>SrSO<sub>4</sub> contenido (t)</i>	<i>26 657</i>	<i>2 072</i>	<i>30 564</i>	<i>25 207</i>	<i>25 063</i>
<b>TOTAL Concentrados (t)</b>	<b>72 295</b>	<b>52 968</b>	<b>102 046</b>	<b>113 247</b>	<b>114 783</b>
<b><i>SrSO<sub>4</sub> contenido (t)</i></b>	<b><i>67 377</i></b>	<b><i>49 714</i></b>	<b><i>95 535</i></b>	<b><i>106 000</i></b>	<b><i>107 336</i></b>

Fuente: Estadística Minera de España e información de empresas productoras. p = provisional

*Solvay Minerales, SA*, anteriormente *Kali-Chemie Ibérica, SA*, explota el yacimiento de celestina de Escúzar, en el sector sur de la Depresión de Granada. Este depósito de mineral de estroncio, con leyes máximas en torno al 54% de  $\text{SrSO}_4$ , está asociado a una formación de calizas estromatolíticas, del Mioceno superior (Tortonense-Messiniense), cuyo afloramiento adopta la geometría de una banda de dirección E-O y de unos diez kilómetros de corrida.

Las operaciones mineras, comenzadas en marzo de 1990, se desarrollaron inicialmente en las concesiones denominadas *Carbonero* y *Carbonero 2º*. En 1996 la empresa explotadora agrupó con las anteriores la concesión *Santa Lucía* y otros permisos de investigación limítrofes. A la fecha, las reservas estimadas del yacimiento son de 4 Mt de mineral.

El laboreo minero se realiza a cielo abierto, a lo largo de varios frentes. En una planta de tratamiento aneja el mineral bruto se somete a trituración, preconcentración por medios densos, molienda y flotación; el concentrado tiene una ley del 94% en SrSO<sub>4</sub>. La capacidad de producción nominal de la planta es de 85 000 t/año. La cifra más reciente de producción, según avance de fuentes de la propia empresa, corresponde a 1997 con 72 000 t (67 248 t de SrSO<sub>4</sub> contenido). El concentrado se destina a la exportación, básicamente a Alemania (*Solvay Barium Strontium*) y Corea del Sur (*Daechem Speciality Chemicals*).

*Canteras Industriales, SL*, filial de la firma *Bruno SA.*, explota celestina a cielo abierto en el yacimiento de Montevives (concesión *Aurora*), entre los términos municipales de Alhendín y Gabia la Grande. La morfología original de Montevives (colina de 950 m de altitud) ha ido sufriendo modificaciones como consecuencia del laboreo, iniciado en los años cuarenta, adoptando hoy una forma amesetada. La roca encajante, caliza estromatolítica del Mioceno superior como en Escúzar, alcanza en Montevives un desarrollo sedimentario considerablemente mayor; las capas calizas, a veces bancos potentes, muestran reemplazamiento masivo por celestina microcristalina. La extracción de mineral se lleva a cabo mediante perforación y voladura selectiva, tras lo que se realiza un estriado manual, machaqueo y clasificación granulométrica (tamaños por debajo de 10 cm); se obtienen dos calidades de concentrado, con contenidos en SrSO<sub>4</sub> del 95% y del 85% respectivamente. La instalación de tratamiento, ubicada en la propia explotación, tiene capacidad para procesar 100 t/hora de mineral bruto (equivalente a una producción de concentrado máxima de 60 000 t/año). Según datos provisionales la producción estimada para 1997 estará en torno a las 50 000 t.

Las reservas probadas de este yacimiento se han estimado en 8 Mt, de acuerdo al siguiente reparto: 2 Mt con el 90% de SrSO<sub>4</sub>, 2 Mt con el 80-85% de SrSO<sub>4</sub> y 4 Mt con el 80% en SrSO<sub>4</sub>. Aunque prácticamente toda la producción se destina habitualmente a la exportación, en 1996 se suministraron algunas partidas a la planta de tratamiento de Escúzar (*Kali-Chemie Ibérica, SA*) que fueron empleadas para la mejora de la ley del mineral allí flotado.

Al margen de los dos yacimientos en explotación activa, en el Sur y Levante se localizan algunas pequeñas explotaciones abandonadas o depósitos de celestina no económicos, objeto de trabajos de investigación minera (Inventario Nacional de Recursos de Estroncio, ITGE 1989). Son reseñables los trabajos prospectivos efectuados por la firma *Minerama SA* en torno a la localidad de Puentetablas (Jaén), y los de mayor amplitud realizados por *Sociedad Minera San Albín, SA* en el Terciario de la Depresión de Granada.

La industria transformadora de mineral de estroncio en España contó con una pequeña planta de producción de carbonato y nitrato de estroncio radicada en Lobres (Granada) que, hasta su cierre, regentó la empresa *Proinsur, SA*.

El proyecto más reciente de aprovechamiento de los recursos minerales de estroncio españoles ha sido el emprendido por *Minas de Almadén y Arrayanes, SA (MAYASA)* y *ERKIMIA* (filial de *ERCROS*). Incluye una planta para producción de carbonato de estroncio, ubicada en Escombreras (Murcia), que supone una inversión del orden de 3 500 MPTA. La capacidad de producción de carbonato de estroncio prevista inicialmente es de 25 000 t/año, ampliable en el futuro a 35 000 - 40 000 t/año.

La sociedad constituida para el desarrollo del proyecto contempla la integración de otras empresas españolas relacionadas con el sector de fertilizantes, así como la participación de la firma japonesa *Marubeni Corp.* Se ha considerado, igualmente, la aportación de capital por parte de la Administración Central, con cargo al Programa de Incentivos Regionales.

## 1.2.- RESERVAS Y RECURSOS NACIONALES

Los datos facilitados por las empresas explotadoras de mineral de estroncio en el sector de la Depresión de Granada permiten definir un total de reservas explotables de 12 Mt.

### **1.3.- COMERCIO EXTERIOR DE MATERIAS PRIMAS MINERALES**

El comercio exterior de materias primas minerales de estroncio es difícil de analizar, pues a excepción de los óxidos e hidróxidos y de los carbonatos, los concentrados y las demás sales comerciales, como cloruros, nitratos, fosfatos, etc., carecen de posición arancelaria específica, habiendo sido englobados en el apartado de "los demás", y el metal bruto figura recogido junto con el bario. En el caso de los concentrados, y a falta de información aduanera, los datos de exportación se han tomado del destino sectorial de la producción publicado por la Estadística Minera de España, estimándose su valor; en el caso del estroncio metal, es posible su separación del bario en función de los respectivos precios, mucho más elevados en el primero.

En 1996 la importación de óxidos, carbonatos y metal sumó 67,2 MPTA, con un contenido en Sr de 149,9 t, cifras inferiores en el 38,3% y 47,6%, respectivamente, a las correspondientes de 1995 (cuadros Sr-I y II). El óxido procedió íntegramente de Francia; el carbonato, de Alemania (75%), China (16,8%), Estados Unidos (6,8%) y otros (1,4%, Francia, Bélgica y Reino Unido), y el metal, de Francia (55%), China (43,6%), Italia (1,2%) y Alemania (0,2%). De las exportaciones, sólo tienen relevancia los concentrados que, como ya se ha indicado, se exportan en su totalidad, mayoritariamente a Alemania y Corea del Sur, al carecer nuestro país de industria transformadora.

### **1.4.- ABASTECIMIENTO DE LA INDUSTRIA NACIONAL**

Por las razones apuntadas más arriba, no resulta posible la determinación de la demanda aparente de materias primas minerales de estroncio ni establecer el balance de las mismas.

Como datos puntuales pueden citarse los consumos por *Asturiana de Zinc, SA*, de unas 110-120 t/a de carbonato en el proceso de refinado electrolítico del cinc, y por *Asturiana de Aleaciones, SA*, de unas 15-20 t/a de estroncio metal para aleaciones y fundición de aluminio. Pequeñas cantidades de nitrato de estroncio son igualmente consumidas por industrias pirotécnicas civiles y militares.

## **2.- PANORAMA MUNDIAL**

Los concentrados de estroncio son la base para la fabricación del carbonato, que es el producto comercial más ampliamente usado, pero también para la del nitrato, óxidos e hidróxidos, del metal puro y de otros compuestos. El modelo de consumo en Estados Unidos, en 1996, y su comparación con el registrado en 1995, fue: pantallas y tubos de TV en color, 75 % (69%); imanes cerámicos de ferrita, 8% (11%); pirotecnia y señales, 7% (9%); otros, metal incluido, 10% (11%). El consumo aparente de estroncio en EEUU subió a 33,8 kt de metal contenido, un 4,5% más que en 1995.

El motor de la demanda de minerales de estroncio fue, pues, el crecimiento del consumo de carbonato por el sector de TV, que en EEUU creció en más de 3 kt de Sr contenido. La producción minera creció un 2,4 %, pero los precios de la celestina mexicana bajaron un 1,4%.

### **2.1.- PRODUCCIÓN MINERA**

Algunos países productores de minerales de estroncio suministran datos referentes a su producción de mineral que muestran muy escasa o nula variación anual (véanse en el siguiente cuadro las cifras correspondientes a China, Argelia, Irán o Pakistán), lo que plantea incertidumbres frente a un balance mundial de la substancia. Hecha esta salvedad, puede estimarse que la oferta mundial de celestina ascendió en 1996 a 463 kt, equivalentes a 203 kt de estroncio contenido, con un incremento del

2,4% respecto a 1995. Los aumentos se registraron en España (8,6%) y México (1,9%), permaneciendo estable en los demás países, si las estimaciones del *USGS* para ellos son correctas.

**CUADRO Sr-I.- COMERCIO EXTERIOR DE MATERIAS PRIMAS MINERALES DE ESTRONCIO (t y 10<sup>6</sup> PTA)**

	IMPORTACIONES						EXPORTACIONES					
	1994		1995		1996		1994		1995		1996	
	<u>Cantidad</u>	<u>Valor</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Valor</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Valor</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Valor</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Valor</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Valor</u>
<b>I.- Minerales</b>												
- Celestina *	-	-	-	-	-	-	86 187	773,382	101 679	901,150	sd	952,749
<b>II.- Óxidos y sales</b>												
- Óxidos, hidr. y peróx.	30	6,950	4	10,684	4,8	9,976	-	-	-	-	-	-
- Carbonatos	502	<u>75,775</u>	465	<u>68,154</u>	227,1	<u>33,124</u>	1	<u>0,174</u>	1	<u>0,358</u>	0,7	<u>0,251</u>
Total		82,725		78,838		43,100		0,174		0,358		0,251
<b>IV.- Metal bruto</b>												
- Estroncio en bruto	5	8,870	15	30,189	15,3	24,149	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>91,595</b>		<b>109,027</b>		<b>67,249</b>		<b>773,556</b>		<b>901,508</b>		<b>953,000</b>

Fuente: Estadística del Comercio Exterior de España, Agencia Tributaria, Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales

\* Datos de exportación según la Estadística Minera de España sd = sin datos

**CUADRO Sr-II.- COMERCIO EXTERIOR DE MATERIAS PRIMAS MINERALES DE ESTRONCIO (t Sr contenido)**

PRODUCTOS	IMPORTACIONES					EXPORTACIONES				
	1992	1993	1994	1995	1996	1992	1993	1994	1995	1996
<b>I.- Minerales</b>										
- Celestina	-	-	-	-	-	30 025,0	34 248,0	38 482,4	45 445,4	51 294,6
<b>II.- Óxidos y sales</b>										
- Oxida., hidr. y peróx.	22,5	-	22,5	3	3,6	-	-	-	-	-
- Carbonatos	279,2	196	289,5	268	131,0	2,8	-	0,6	0,6	0,4
- Nitratos	<u>12,3</u>	<u>sd</u>	<u>sd</u>	<u>sd</u>	<u>sd</u>	<u>51,2</u>	sd	<u>sd</u>	<u>sd</u>	<u>sd</u>
Total	314,0	196	312	271	134,6	54,0	sd	0,6	0,6	0,4
<b>IV.- Metal bruto</b>										
- Estroncio en bruto	18,0	10	2	15	15,3	0,05	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>332</b>	<b>206</b>	<b>317</b>	<b>286</b>	<b>149,9</b>	<b>30 079</b>	<b>34 248</b>	<b>38 483</b>	<b>45 446</b>	<b>51 295</b>

Fuente: Estadística del Comercio Exterior de España, Agencia Tributaria, Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales

\* Datos de exportación según la Estadística Minera de España sd = sin datos p= provisional

España es, desde 1994, el único productor de la Unión Europea tras el cese de la actividad extractiva por agotamiento de reservas de *Bristol Minerals Ltd.* (Reino Unido), con una aportación del 24,8% de la producción total mundial en el año 1996.

México, con el 30,4% del total mundial, es el primer país productor, siendo la *Cía. Minera La Valenciana, SA (CMV)* el principal explotador y fabricante de carbonato del país (60 kt/a); beneficia la mina subterránea de San Agustín (Coahuila), con lavadero en Marte (94%  $SrSO_4$ ) y fábrica de carbonato en Torreón. Otros productores menores son *Sales y Óxidos, SA de CV*, filial de *SOLVAY*, con la mina subterránea de San Pedro, Coahuila (17 kt/a) y planta de carbonato en Villa de García, Monterrey (14 kt/a); *Minera La Roja, SA*, (mina La Ilusión, en Coahuila, abierta en 1990), con lavadero de flotación de 36 kt/a en Madero y exportación de casi toda su producción a Estados Unidos, y *Chemical Products Corp.*, que en 1991 montó una planta de carbonato de 22 kt/a en Reynosa, estado de Tamaulipas, pero que al parecer se abastece con mineral adquirido a otras empresas.

**PRODUCCIÓN MINERA MUNDIAL DE ESTRONCIO ( t de mineral)**

	1992	1993	1994	1995p	1996e
España	72 295	52 968	102 046	113 247	114 783
Reino Unido	2 000	2 000	–	–	–
<i>Subtotal UE</i>	<i>74 295</i>	<i>54 968</i>	<i>102 046</i>	<i>113 247</i>	<i>114 783</i>
México	61 097	71 903	111 485	138 345	141 142
Argentina	2 237	4 806	8 484	9 325	9 000
<i>Subtotal Iberoamérica</i>	<i>63 334</i>	<i>76 709</i>	<i>119 969</i>	<i>147 670</i>	<i>150 142</i>
Turquía	37 940	43 700	57 000	57 000	57 000
China	68 300	79 700	79 700	79 700	79 700
Irán	29 940	38 930	45 600	45 600	45 600
Argelia	12 300	12 300	12 300	12 300	12 300
Pakistán	3 300	3 838	3 400	3 400	3 400
<b>TOTAL (redondeado)</b>	<b>290 000</b>	<b>310 000</b>	<b>420 000</b>	<b>458 000</b>	<b>463 000</b>

Fuentes: World Mineral Statistics 1991-95, BGS; Min. Comm. Summ. 1997, USGS; Estadística Minera de España; Empresas.  
 p = provisional ; e = estimado  
 (Polonia, Alemania y Tajikistan pueden producir alguna cantidad de minerales de estroncio)

Otros países productores representativos son Turquía e Irán, y algo menos Argelia. En Turquía la mayor parte de la producción procede de *Barit Maden Turk AS*, que explota el yacimiento de alta ley de Sivas, al Este de Ankara; en Irán la empresa minera *Iran Strontium Co.* dispone de instalaciones de producción de concentrados de celestina en Molkabad, con capacidad de 30 kt/a. Argelia produce 12-13 kt/a por medio de la *Enterprise Nationale des Produits Miniers Non-Ferroux et des Substances Utiles (ENOF)*, con mina en Beni Mansour. Finalmente, Marruecos podría llegar a ser un nuevo productor, a través de *MOBAR, SA* asociación al 50% de *Kali-Chemie y Chemical Products Corp.*, que dispone de concesiones en Ksar el Kebir.

## 2.2.- LOS PRECIOS

Los precios de cotización de mineral y concentrados de estroncio no figuran en fuentes de referencia habituales, como *Industrial Minerals*. Seguidamente se indican los valores medios de importación de Estados Unidos (*USGS*), correspondientes a celestina producida en México; el precio unitario de 70 \$ para 1996 equivale a 8 862 PTA/t, y supone un descenso del 1,4% respecto al precio del año precedente.

	1991	1992	1993	1994	1995	1996
<b><u>Celestina</u></b>						
- Valor medio importaciones USA, fob, \$ / t	77	68	73	68	71	70

Fuente: Mineral Commodity Summaries 1997, USGS