

AZUFRE

1.- PANORAMA NACIONAL

1.1.- PRODUCCIÓN MINERA. PERSPECTIVAS

Hoy en día, en España, no existen explotaciones activas de azufre elemental o nativo. Toda la producción procede de la minería de los sulfuros masivos y de las instalaciones de desulfuración de hidrocarburos y plantas metalúrgicas de metales no férricos.

Las cada vez más exigentes reglamentaciones medioambientales están colocando en el mercado unos volúmenes considerables de ácido sulfúrico "fatal", como subproducto de diversos sectores industriales, que inciden negativamente en el mercado de la pirita.

Empresa	1992	1993	1994	1995	1996p
<u>Minería de pirita cruda (t):</u>					
Minas de Tharsis, SA..	264 392	216 288	384 144	311 244	382 167
<i>S contenido</i>	<i>122 696</i>	<i>101 590</i>	<i>179 434</i>	<i>144 913</i>	<i>176 943</i>
<u>Minería de pirita flotada (t):</u>					
APIRSA concentr.	366 991	217 700	202 654	316 545	227 878
<i>S contenido</i>	<i>174 976</i>	<i>101 231</i>	<i>91 809</i>	<i>148 143</i>	<i>109 495</i>
Almagrera, SA concentr.	375 479	469 679	159 291	247 680	359 585
<i>S contenido</i>	<i>168 590</i>	<i>208 772</i>	<i>70 920</i>	<i>110 280</i>	<i>152 5720</i>
<u>Total pirita flotada</u>	731 304	687 379	361 945	564 225	587 463
<i>Total S contenido</i>	<i>338 318</i>	<i>310 003</i>	<i>162 729</i>	<i>258 423</i>	<i>262 067</i>
<u>Total pirita</u>	1 006 862	903 667	746 089	875 469	969 630
<i>Total S contenido</i>	<i>466 262</i>	<i>411 593</i>	<i>342 163</i>	<i>403 336</i>	<i>439 010</i>
<u>Metalurgia min. sulfurados (t):</u>					
Asturiana de Zinc, SA <i>S con.</i>	157 223	150 031	124 691	155 611	158 631
Río Tinto Minera, SA <i>S cont.</i>	104 260	105 000	124 000	106 500	--
Atlantic Copper, SA <i>S cont</i>					241 311
Española del Zinc, SA <i>S cont.</i>	20 846	20 524	20 000	20 000	20 000
<i>Total S contenido</i>	<i>282 329</i>	<i>275 555</i>	<i>268 691</i>	<i>282 111</i>	<i>419 942</i>
<u>Desulfuración hidrocarburos (t): **</u>					
<i>Total S contenido</i>	<i>78 000</i>	<i>85 000</i>	<i>160 000</i>	<i>160 000</i>	<i>249 694</i>
<i>TOTAL S cont. (t) (redondeado)</i>	<i>827 000</i>	<i>772 000</i>	<i>771 000</i>	<i>848 000</i>	<i>1 109 000</i>

Fuentes: Estadística Minera de España e información de las empresas p = provisional

** Elaboración propia con datos de la Enciclopedia del Petróleo, Petroquímica y Gas, En 1996, datos de las refinerías

En el año 1996 el peso de las piritas (crudas y flotadas) en la producción total de azufre fue de un 38%, superando el porcentaje del año anterior. En cualquier caso se trata de cifras muy inferiores a la del año 1980, en el que, con una producción total de azufre de 1 242 Mt, las piritas representaron el 92,7%.

En 1996 la producción total, expresada en azufre contenido, fue de 1 109 Mt. En la tabla anterior aparece expresada la evolución de los últimos cinco años. El incremento más notable corresponde a las desulfuraciones de gases metalúrgicos.

La producción de pirita prácticamente no experimentó variaciones respecto del año anterior. La única explotación activa de pirita cruda es la corta Filón Norte-San Guillermo, de *Nueva Tharsis S.A.L* (Tharsis-Huelva). Las piritas de flotación son subproductos o coproductos obligados en los procesos de flotación, generalmente diferencial secuencial, de los sulfuros complejos del S.O.

Actualmente se obtienen en las plantas de *Boliden Apirsa S.L.* (Aznalcóllar-Sevilla) y de *Minas de Almagrera S.A.* (Calañas-Huelva).

El azufre procedente de los gases de tostación, en plantas metalúrgicas, de menas sulfuradas supuso el 39,5 % del total producido.

Es notable el incremento de la partida que corresponde a la fundición de *Atlantic Copper S.A.* en Huelva después de la puesta en marcha de la ampliación.

Las otras instalaciones que recuperan azufre son las de *Asturiana de Zinc (AZSA)* en San Juan de Nieva e Hinojedo y la de *Española del Zinc*, en Cartagena. Aunque todas estas fundiciones tratan también minerales importados, existe una práctica internacional que considera las producciones como nacionales.

En lo que concierne a la desulfuración en refinería de hidrocarburos líquidos, no se dispone de estadísticas oficiales, únicamente se aportan unas cifras orientativas proporcionadas por las compañías. La media nacional se sitúa en torno a las 25 000 t/año de azufre por refinería.

1.2.- RESERVAS Y RECURSOS NACIONALES

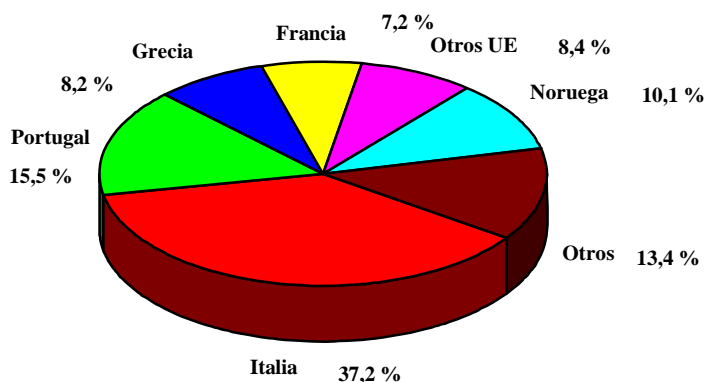
El Inventario Nacional de Recursos de Pirita cruda, realizado por el *ITGE* en 1982, estimó unos recursos demostrados totales de 367 Mt de mineral.

1.3.- COMERCIO EXTERIOR DE MATERIAS PRIMAS MINERALES

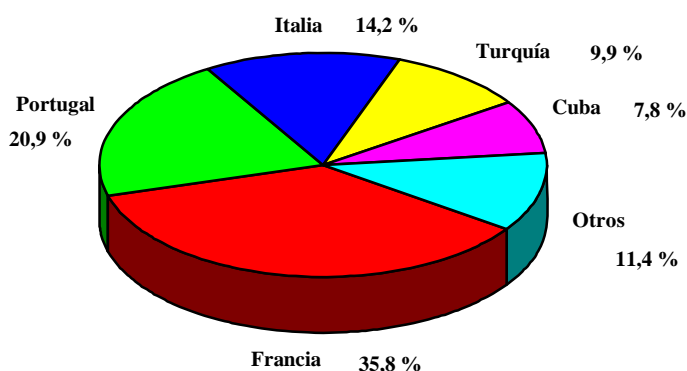
La importación de materias primas minerales de azufre disminuyó en 1996 un 39% en valor y un 27,6% en elemento contenido, debido sobre todo a la caída de las compras de ácido sulfúrico, que se redujeron en un 48,9% en tonelaje (cuadros S-I y S-II). La exportación, en cambio, creció ligeramente en valor (+1,8%), lo que permitió rebajar el déficit comercial a -463,170 MPTA.

En los gráficos siguientes se ha reproducido la distribución porcentual del valor de las importaciones y exportaciones de ácido sulfúrico por países de origen y destino, respectivamente; en estas últimas, el concepto "otros" abarca más de 15 países, destacando Marruecos (4,7%). El azufre elemental en bruto se adquirió casi exclusivamente en Francia (93,4%) y se vendió sobre todo en Portugal (44,7%), Francia (26,7%), Italia (18,9%) y Líbano (8,5%). La pirita exportada se dirigió mayoritariamente a Turquía (98,1%).

1996 - IMPORTACION DE ACIDO SULFÚRICO



1996 - EXPORTACION DE ÁCIDO SULFÚRICO



1.4.- ABASTECIMIENTO DE LA INDUSTRIA NACIONAL

El consumo aparente de materias primas minerales de azufre en 1996 fue de 1 108 kt de S contenido, un 25% más que en 1995 (cuadro S-III). El sector ha tenido siempre potencial excedentario, pero el saldo positivo se ha venido deteriorando progresivamente desde 1988, hasta cambiar de signo en 1993; confirmando esta tendencia, en 1994 y 1995 las importaciones superaron a las exportaciones, pero en 1996 se recuperó la capacidad de exportación, si bien el saldo comercial continuó siendo negativo.

2.- PANORAMA MUNDIAL

El consumo mundial de azufre en todas sus formas subió en 1996 a 54,65 Mt, 1,6% más que en 1995, gracias sobre todo a la expansión de su demanda en los sectores químico y metalúrgico, mientras que en el de fertilizantes, que acapara alrededor de 2/3 del mismo, permaneció prácticamente inalterado. Se registraron crecimientos en Africa, Oriente Medio, Asia e Iberoamérica, y descendió en Norteamérica, Europa Occidental y Oriental y en la CEI.

CUADRO S-I.- COMERCIO EXTERIOR DE MATERIAS PRIMAS MINERALES DE AZUFRE (t v 10⁶ PTA)

	IMPORTACIONES						EXPORTACIONES					
	1994		1995		1996		1994		1995		1996	
	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
I.- Minerales												
- Pirita de Fe sin tostar	31 880	100,085	125	12,684	149	13,084	4 841	14,166	42 837	17,541	26 089	37,398
II.- Oxidos y sales												
- Dióxido de azufre	4 359	90,626	7 594	194,158	4 990	141,187	911	59,085	821	41,814	1 504	47,076
- Acido sulfúrico	136 200	649,546	232 074	1 726,804	118 614	697,913	182 756	787,826	156 847	904,557	386 068	1 043,536
- Oleum	1 407	14,455	2 532	32,280	3 428	37,080	10 303	100,749	6 370	80,591	6 341	77,581
Total		754,627		1 953,242		876,180		947,660		1 026,962		1 168,193
IV.- Elemento bruto												
- Azufre sin refinar	88 506	777,024	64 629	667,685	63 007	500,949	10 596	72,498	28 371	214,356	20 842	142,742
- Los demás	17 471	825,726	7 834	812,849	5 610	713,904	8 138	284,837	8 525	295,679	9 008	276,046
- S subl., prec. o coloid.	1 600	58,956	1 192	47,976	271	28,837	1 054	49,761	1 446	85,790	675	45,405
Total		1661,706		1 528,51		1 243,690		407,096		595,825		464,193
TOTAL		2 516,418		3 494,436		2 132,954		1 368,922		1 640,328		1 669,784

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

CUADRO S-II.- COMERCIO EXTERIOR DE MATERIAS PRIMAS MINERALES DE AZUFRE (t S contenido)

PRODUCTOS	IMPORTACIONES					EXPORTACIONES				
	1992	1993	1994	1995	1996	1992	1993	1994	1995	1996
I.- Minerales										
- Pirita de Fe sin tostar	150	73	14 665	66	79	9 909	16 961	2 222	19 726	12014
II.- Oxidos y sales										
- Dióxido de azufre	239	276	1 743	3 038	1 996	950	589	455	410	752
- Acido sulfúrico	16 531	11 838	39 498	67 301	34 398	96 418	120 278	51 172	43 917	108 099
- Oleum	397	379	506	911	1 234	2 293	5 982	3 709	2 293	2 283
Total	17 167	12 493	41 747	71 250	37 628	99 661	126 849	55 336	46 620	111 134
IV.- Elemento bruto										
- Azufre sin refinar	34 739	73 722	79 655	58 166	56 706	31274	5 320	9 536	25 534	18 758
- Refinado, todas form.	8 050	8 842	19 039	9 002	5 875	4 807	6 777	9 029	9 530	9 226
Total	42 789	82 564	98 694	67 168	62 581	36 081	12 097	18 565	35 064	27 984
TOTAL	60 106	95 130	155 106	138 484	100 288	145 651	155 907	76 123	101 410	151 132

CUADRO S-III.- BALANCE DE MATERIAS PRIMAS MINERALES

SUSTANCIA : AZUFRE (t S contenido)

<u>Año</u>	PRODUCCION (t)		COMERCIO EXTERIOR (t)		CONSUMO APARENTE (t) (C = P_I+P_{I''}+I-E)	VALOR DEL SALDO (MPTA)	Autosuficiencia primaria P_I/C	Autosuficiencia prm.+sec. (P_I+P_V)/C	Dependencia técnica (I-E)/C	Dependencia económica I/(C+E)
	Minera (P_I)	Subproducto (P_{I''})	Importación (I)	Exportación (E)						
1986	1 191 975	204 000	53 917	284 166	1 165 726	+ 922,869	> 100 %	–	–	3,7 %
1987	1 010 528	211 000	61 811	201 371	1 081 968	+ 316,742	> 100 %	–	–	4,8 %
1988	1 055 670	233 000	74 259	230 018	1 132 911	+ 1 178,635	> 100 %	–	–	5,4 %
1989	878 917	230 008	57 662	162 852	1 003 735	+ 872,346	> 100 %	–	–	4,9 %
1990	748 414	243 959	55 261	150 407	897 227	+ 635,575	> 100 %	–	–	5,3 %
1991	598 602	249 398	59 515	129 545	777 970	+ 314,101	> 100 %	–	–	6,5 %
1992	466 262	360 738	60 106	145 651	741 455	+ 55,350	> 100 %	–	–	6,8 %
1993	411 593	360 407	95 130	155 907	711 223	– 274,532	> 100 %	–	–	11,0 %
1994	342 163	428 837	155 106	76 123	849 983	– 1 147,496	90,7 %	90,7 %	9,3 %	16,7 %
1995	403 336	444 664	138 484	101 410	885 074	– 1 854,108	95,8 %	95,8 %	4,2 %	14,0 %
1996 ^p	439 010	669 636	100 288	151 132	057 792	– 463,170	> 100 %	> 100 %	4,8 %	8,3 %

Fuente: Elaboración propia p = provisional

La producción creció sólo un 1%, con un incremento del 4,8% en la de azufre recuperado en la desulfuración de hidrocarburos y gases de la metalurgia (+1,99 Mt) y recortes del 19,4% en las de azufre minado (-1,14 Mt) y del 3,3% en la de pirítico (-0,28 Mt). A pesar de esta menor tasa de crecimiento, el mercado continuó presionado por la sobrecapacidad de la oferta, cifrada en 1,37 Mt más los stocks de ejercicios anteriores. En consecuencia, los precios bajaron fuertemente, sobre todo en la primera mitad del año, recuperándose algo durante el cuarto trimestre gracias a la mejora de la demanda en China.

El exceso de producción provocó una guerra comercial, con incursiones de productores de EEUU en Oriente Medio, que obligaron a Arabia Saudí, principal productor de la zona, a bajar sus precios a 35 \$/t fob, menos de la mitad del registrado a mediados de 1995, y de canadienses y norteamericanos en la India, cuyo mercado no respondió en la medida que se esperaba, cayendo los precios de 90 a 50 \$/t.

En 1996, el 77,1% de la producción total de azufre (74,3% en 1995, 68% en 1992) se obtuvo como coproducto obligado por imperativos medioambientales (que no económicos) del refino del gas natural (32,4 en 1996, 32,3% en 1995), del petróleo (23,3% y 21,4%) y de arenas bituminosas (2,2% y 2,3%), así como de la desulfuración de los gases de la metalurgia de minerales sulfurados (19,2% y 18,4%), por lo que la oferta es poco sensible a los precios y difícilmente adaptable a las circunstancias del mercado. La responsabilidad de equilibrar el mercado recae, pues, sobre los productores de minerales específicos de azufre (piritas, S elemental Frasch o minado), que se ven abocados a abandonarlo en beneficio de cantidades cada vez mayores de azufre "fatal".

2.1.- PRODUCCION MUNDIAL

El azufre se obtiene en forma *elemental*, mediante el sistema Frasch (disolución in situ por medio de sondeos) o por minería a cielo abierto y por desulfuración de hidrocarburos líquidos y gaseosos, o en forma de *ácido sulfúrico y dióxido líquido*, por tostión de piritas o desulfuración de los gases de la metalurgia de minerales sulfurados. La producción mundial de azufre en todas las formas subió en 1996 a 56,02 Mt, un 1% más de la conseguida el año anterior, con aumento en el fatal (43,21 Mt en 1996, 41,220 en 1995) y caídas del 19,4% en el azufre minado y del 3,3% en el pirítico.

El azufre Frasch se extrae sólo en tres países: Estados Unidos, Polonia (1,73 Mt en 1996, 2,31 Mt en 1995, en los yacimientos de Jeziorko y Osiek) e Irak (en Mishraq, desconociéndose su producción, que se estima limitada a 100 kt/a a causa del embargo de la ONU). Las mexicanas *Azufrera Panamericana y Cía. Exportadora del Istmo* clausuraron sus instalaciones en 1993.

La minería superficial de azufre elemental se localizaba preferentemente en el ámbito de la antigua URSS (Ucrania, Kazajistán, Rusia; 1,5 Mt en 1992) y en China (320 kt), con algunas decenas de miles de t en Suecia, Colombia, Turquía, Ecuador y otros países, pero los bajos precios dominantes en los últimos años parecen haber echado del mercado a estos explotadores; en la actualidad, se estima su producción en 140 kt.

Alrededor del 21% de la producción mundial (11,8 Mt) fue obtenida en los Estados Unidos, que es también el mayor consumidor (13,4 Mt en 1996). La producción Frasch, extraída exclusivamente por *Freeport Mc Moran* en sus yacimientos de Main Pass 299 en la plataforma continental de Louisiana y en el de Culberson, ascendió a 2,75 Mt (-11,3%). El azufre elemental obtenido en el refino de hidrocarburos líquidos fue de 5,75 Mt y de 3,3 Mt el recogido de gas natural, con 1,5 Mt de azufre contenido en productos recuperados de los gases de metalurgia.

Canadá produjo 9,1 Mt (8,806 Mt en 1995), de los que 7,08 Mt procedieron del refino de gas y 0,6 Mt de arenas asfálticas.

PRODUCCION MUNDIAL DE AZUFRE (x10³ t de S contenido)

	1992	1993	1994	1995p	1996e
Azufre Frasch	6 400	4 900	5 240	5 570	4 580
Minado a cielo abierto	2 325	1 800	460	290	140
Desulfuración de gas natural	26 500	27 500	17 520	17 900	18 140
Desulfuración de petróleo	*	*	11 430	11 850	13 050
Desulfur. de arenas asfálticas	*	*	1 220	1 260	1 250
<i>Total azufre elemental</i>	<i>35 225</i>	<i>34 200</i>	<i>35 870</i>	<i>36 870</i>	<i>37 160</i>
Desulfur. gases de metalurgia	6 600	6 900	9 640	10 210	10 770
Contenido en piritas	6 885	7 500	7 760	8 370	8 090
TOTAL	48 710	48 600	53 270	55 450	56 020

Fuentes: 1992-93, elaboración propia con datos de World Mineral Statistics, BGS;1994-96, Metals & Min. Annual Review
p = provisional ; e = estimado * incluido con el gas natural

PRODUCCION MUNDIAL DE PIRITA (t de S contenido)

	1992	1993	1994	1995p	1996e
España	466 262	411 593	342 163	403 336	439 010
Finlandia	293 464	292 644	341 000	365 000	382 000
Grecia	31 395	22 391	17 000	12 000	15 000
Italia	174 000	145 000	106 000	–	–
Portugal	5 000	5 000	5 000	–	–
Suecia	17 828	–	–	–	–
<i>Subtotal UE</i>	<i>987 949</i>	<i>876 628</i>	<i>811 163</i>	<i>780 336</i>	<i>836 010</i>
Brasil	42 866	65 000	sd	sd	sd
China	4 500 000	5 329 000	5 300 000	5 400 000	5 470 000
Sudáfrica	296 200	322 714	300 000	sd	sd
Rumania	300 000	224 000	sd	sd	sd
Corea del Norte	210 000	210 000	210 000	sd	sd
Filipinas	64 000	114 000	63 792	sd	sd
Namibia	82 095	56 852	60 817	51 550	45 300
Otros (1)	399 702	300 166	sd	sd	sd
TOTAL (redond.)	6 885 000	7 500 000	7 760 000	8 370 000	8 090 000

Fuentes: World Mineral Statistics 1991-95, BGS; Mining Annual Review 1997

p = provisional ; e = estimado; sd = sin datos (1) Incluye Hungría, Turquía, exYugoslavia, Zambia, Zimbabwe, India y Japón.

La producción mundial de pirita descendió en 1996 un 3,3%, pero creció en la Unión Europea (+12,1%) y en China (1,3%), subiendo su aportación al 10,8 y al 67,6%, respectivamente. El 21,6% restante se repartió entre trece países, en los que cayó, en conjunto, un 20,3%.

2.2.- PERSPECTIVAS

Se espera que la demanda mejore sustancialmente durante 1997, particularmente en el Norte de Africa y Europa Oriental, siendo un buen síntoma el incremento de las exportaciones rusas en los primeros meses sin que los precios se hayan resentido.

A medio plazo, se prevé un importante aumento del consumo de ácido sulfúrico para la fabricación de ácido fluorhídrico, si prospera la sustitución de los productos clorofluorcarbonados por los hidrofluorcarbonados, que requieren más cantidad de HF por tonelada. Otro uso en expansión es la obtención hidrometalúrgica de cobre mediante extracción con disolventes y electrodeposición (SX-EW), calculándose que en 1995 se consumieron 2,1 Mt de ácido sulfúrico en el proceso. En este sentido, CODELCO ha anunciado la construcción de una planta de sulfúrico de 400 kt/a en su fundición de Caletones, con inversión de 72 M\$, con objeto de reducir a la mitad la emisión de azufre y obtener el ácido que precisa para sus nuevas operaciones SX.

Entre los nuevos usos en experimentación cabe citar las baterías Na-S, la iluminación a base de bulbos de azufre excitados mediante radiofrecuencia y en hormigones y aglomerados asfálticos; en estos últimos el azufre podría reemplazar hasta un 30% del asfalto empleado en el pavimento de carreteras.

2.3.- LOS PRECIOS

La sobrecapacidad de producción y la dura competencia por los mercados exteriores presionaron a la baja sobre los precios; el azufre canadiense bajó a 20 \$/t fob Vancouver a mediados de año, aunque a finales del mismo consiguió recuperar 10 \$/t, y en EEUU los precios iniciaron el año a 74-77 \$/t larga fob Tampa, cayendo a 69-71 en el primer trimestre, a 64-67 a mediados y a 59-61 en el tercer trimestre, pero los recortes voluntarios de producción propiciaron una subida de 2\$/t en el cuarto trimestre.

En el cuadro siguiente se recogen los precios medios anuales calculados a partir de los publicados mensualmente por *Industrial Minerals* para el azufre elemental de diversas procedencias y naturaleza, así como los valores promedios reseñados por el *USGS* para el azufre elemental fob mina o planta USA, que cayeron un 13,1% en 1996. No se publican precios medios de la pirita cruda, por lo que, a título indicativo, se acompaña también la evolución de los precios medios de exportación de la pirita española, en US\$/t.

	1992	1993	1994	1995	1996
<u>Azufre elemental</u>					
- US Frasch, líquido, ex-terminal Tampa, \$ / tl	93	86	75	60-70	60-70
- Canadá, líq., brillante, ex-term. Rotterdam, \$ / t	90	90	90	90	90
- Francés o polaco, líq., ex-term. Rotterdam, \$ / t	105,75	105,75	105,75	105,75	105,75
- Canadá, sólido, fob Vancouver, spot, \$ / t	70	52	36,5	50-54	50-54
- USA, fob mina o planta, \$ / t	48,14	31,86	28,60	43,74	38,00
<u>Pirita</u>					
- España, precio medio exportación, fob, \$ / t	20,85	18,00	21,85	3,28	11,32

Fuentes: Industrial Minerals; Min. Comm. Summaries 1997, USGS; elaboración propia con datos de la Estadística del Comercio Exterior de España

tl = tonelada larga

Durante el primer semestre de 1997 los precios mejoraron sustancialmente, habiendo subido 5 \$/t en el mes de julio.