

ENSAYOS DE DEPURACION Y LAVADO DE LOS  
LIGNITOS DE ANDORRA

PEN - ENDESA

Noviembre, 1984

empresa nacional adaro de  
investigaciones mineras, s.a.  
enadimsa

50385

TITULO	<u>ENSAYOS DE DEPURACION Y LAVADO DE LOS</u> <u>LIGNITOS DE ANDORRA</u>
CLIENTE	PEN - ENDESA
FECHA	Noviembre, 1984

Referencia: P-276

Departamento: Mineralurgia

I N D I C E  
=====

	<u>Pág.</u>
1.- <u>GENERAL</u> .....	1
2.- <u>RECEPCION DE MUESTRAS</u> .....	2
3.- <u>DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS QUIMICAS Y MINERALOGICAS</u> .....	3
3.1.- HUMEDAD DE LAS MUESTRAS .....	3
3.2.- CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL TODO-UNO .	3
3.3.- ANALISIS GRANULOMETRICO DEL TODO-UNO ..	4
3.4.- COMENTARIOS A LOS ANALISIS GRANULOMETRI COS .....	9
4.- <u>ENSAYOS SISTEMATICOS DE MOLIENDA EN SECO</u> ....	11
4.1.- MINA OPORTUNA .....	12
4.2.- CORTA ALLOZA .....	16
4.3.- MINA INNOMINADA .....	20
5.- <u>CLASIFICACION EN HUMEDO</u> .....	24
5.1.- MINA OPORTUNA .....	24
5.2.- CORTA ALLOZA .....	29
5.3.- MINA INNOMINADA .....	31
6.- <u>SEPARACION DENSIMETRICA</u> .....	34
6.1.- PREPARACION DE LA MUESTRA .....	34
6.2.- SEPARACION EN BROMOFORMO .....	34
6.3.- CORTA ALLOZA .....	35
6.4.- MINA INNOMINADA .....	43
6.5.- MINA OPORTUNA .....	51

	<u>Pág.</u>
7.- <u>ENSAYOS EN ESPIRALES</u> .....	107
7.1.- GENERAL .....	107
7.2.- CORTA ALLOZA .....	110
7.3.- MINA INNOMINADA .....	128
7.4.- MINA OPORTUNA .....	145
7.5.- COMENTARIOS .....	176
8.- <u>ENSAYOS DE CICLONADO</u> .....	179
8.1.- PREPARACION DE MUESTRAS .....	179
8.2.- DESCRIPCION DEL EQUIPO .....	179
8.3.- METODO DE OPERACION .....	179
8.4.- CORTA ALLOZA .....	180
8.5.- MINA INNOMINADA .....	183
8.6.- MINA OPORTUNA .....	185
8.7.- COMENTARIOS .....	188
9.- <u>SEPARACION NEUMATICA</u> .....	189
9.1.- PREPARACION DE MUESTRAS .....	189
9.2.- DESCRIPCION DEL EQUIPO .....	189
9.3.- METODO DE OPERACION .....	190
9.4.- MINA OPORTUNA .....	191
9.5.- CORTA ALLOZA .....	195
9.6.- MINA INNOMINADA .....	198
9.7.- COMENTARIOS .....	201
10.- <u>ENSAYOS DE SEPARACION MAGNETICA DE ALTA INTENSIDAD</u> .....	202

	<u>Pág.</u>
10.1.- PREPARACION DE MUESTRAS .....	202
10.2.- DESCRIPCION DEL EQUIPO .....	202
10.3.- METODO DE OPERACION .....	203
10.4.- MINA OPORTUNA .....	203
10.5.- CORTA ALLOZA .....	206
10.6.- MINA INNOMINADA .....	208
10.7.- COMENTARIOS .....	210
11.- <u>RESUMEN Y CONCLUSIONES</u> .....	211

1.- GENERAL

La Empresa Nacional de Electricidad, S.A. (ENDESA) y el Plan Energético Nacional (PEN), encargaron a la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, S.A. (ENADIMSA) la investigación de varios métodos de tratamiento con el fin de conocer posibles vías para la depuración de los lignitos de ENDESA en Andorra (Teruel).

Las minas objeto de investigación, actualmente en explotación, son "Mina Oportuna", "Corta Alloza" y "Mina Innominada", todas ellas en Andorra (Teruel).

## 2.- RECEPCION DE LAS MUESTRAS

Las muestras de cada mina se recibieron en ADARO embaladas en sacos de plástico y con una cantidad aproximada de 6.000 kg por muestra.

Cada muestra representa el todo-uno de la mina, tal como se extrae sin ninguna manipulación posterior.

Las muestras se registraron con los números 564, 565 y 566.

Posteriormente, se recibió otra muestra de Mina Oportuna para efectuar los ensayos de tratamiento en espirales.

3.- DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS  
QUIMICAS Y MINERALOGICAS

3.1.- HUMEDAD DE LAS MUESTRAS

Con la muestra total de cada mina, una vez homogeneizada, se procedió a tomar varias muestras puntuales para determinación de la humedad del todo-uno.

La humedad de cada muestra se determinó en estufa con ventilación forzada de aire y temperatura máxima de 80°C.

La humedad del todo-uno en cada mina es la siguiente:

- Mina Oportuna .... 13,89%
- Corta Alloza ..... 16,25%
- Mina Innominada .. 20,78%

3.2.- CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL TODO-UNO

Una muestra representativa del todo-uno de cada mina se fue reduciendo mediante cuarteos y moliendas sucesivas hasta obtener la muestra de análisis químico suficientemente representativa del conjunto.

Las muestras de análisis químico se analizaron en equi-

po LECO, determinándose la humedad, cenizas y volátiles. También en equipos LECO, se determinaron el poder calorífico superior kcal/kg y los análisis elementales de carbono, hidrógeno y nitrógeno. El azufre total se determinó por el método ESCHKA y los azufres piríticos y sulfato por métodos en vía húmeda. El azufre orgánico se obtuvo por diferencia.

Los resultados de los análisis del todo-uno están referidos en base seca del lignito y son los siguientes:

	<u>MINA OPORTUNA</u>	<u>CORTA ALLOZA</u>	<u>INNOMINADA</u>
- Humedad (%)	10,26	13,24	15,33
- Cenizas (%)	56,25	43,01	36,87
- Volátiles (%)	24,17	28,85	29,24
- P.C.S. (Kcal/kg)	2.484	3.402	4.090
- Carbono (%)	26,03	33,68	41,85
- Hidrógeno (%)	2,24	2,69	2,84
- Nitrógeno (%)	0,27	0,46	0,45
- S total (%)	7,33	11,17	8,58
- S pirítico (%)	4,17	6,66	3,70
- S sulfato (%)	1,29	2,31	1,48
- S orgánico (%)	1,87	2,20	3,40

Es de destacar la gran cantidad de S total de CortaAlloza, destacando también el azufre pirítico y el azufre sulfato. En Mina Innominada es elevado el azufre orgánico (3,4%), mientras que Mina Oportuna contiene un elevado porcentaje de azufre pirítico, superior al 4%.

### 3.3.- ANALISIS GRANULOMETRICO DEL TODO-UNO

Una muestra representativa del todo-uno de cada mina de, aproximadamente, 1.000 kg, se sometió a cribado en seco para

establecer el correspondiente análisis granulométrico de cada muestra a estudiar.

En cada categoría granulométrica se determinaron las cenizas, el azufre total y poder calorífico superior, todas ellas efectuadas en equipos LECO.

Una muestra representativa de cada categoría granulométrica se secó en estufa a 80°C con ventilación forzada de aire para determinación de la humedad de la categoría.

Los resultados de los análisis granulométricos, referidos a peso seco de carbón, se indican en los Cuadros I, II y III.

CUADRO I.- MINA OPORTUNA. Análisis granulométrico del todo-uno en seco

CATEGORIA (mm)	HUMEDAD (%)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. kcal/kg	DISTRIBUCION		
										CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
+200	6,54	3,89	3,89	66,30	66,30	4,89	4,89	2.003	2.003	4,50	2,83	3,25
200-150	11,88	1,17	5,06	63,00	65,54	2,95	4,44	2.337	2.080	1,29	0,51	0,07
150-100	4,70	3,76	8,82	68,60	66,84	7,05	5,55	1.829	1.973	4,50	3,94	3,38
100-50	11,60	5,86	14,68	62,59	65,15	8,34	6,67	2.358	2.127	6,40	7,26	5,92
50-25	13,81	9,44	24,12	59,74	63,03	7,70	7,07	3.047	2.487	9,84	10,80	9,40
25-15	13,92	5,89	30,01	56,04	61,66	7,35	7,13	2.742	2.537	5,76	6,43	5,71
15-10	12,75	7,30	37,31	54,35	60,23	6,68	7,04	2.827	2.594	6,92	7,25	6,99
10-5	16,27	17,54	54,85	53,22	57,99	6,46	6,85	2.966	2.713	16,29	16,84	18,73
5-2,5	17,01	15,25	70,10	54,67	57,27	7,20	6,93	2.788	2.729	14,56	16,32	15,22
2,5-0,5	14,11	21,56	91,66	56,93	57,19	6,19	6,75	2.424	2.657	21,42	19,83	21,80
-0,5	16,00	8,34	100,00	58,48	57,29	6,45	6,73	2.586	2.651	8,52	7,99	9,53
	14,21	100,00	-	57,29	-	6,73	-	2.651	-	100,00	100,00	100,00

CUADRO II.- CORTA ALLOZA. Análisis granulométrico del todo-uno en seco

CATEGORIA (mm)	HUMEDAD (%)	PESO (%)	PESO AC (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. kcal/kg	DISTRIBUCION		
										CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
+200	12,39	2,33	2,33	57,00	57,00	25,29	25,29	2.652	2.652	3,08	5,48	1,64
200-150	10,50	0,98	3,31	39,57	51,84	12,34	21,46	3.963	3.040	0,90	1,12	1,03
150-100	9,71	4,19	7,50	45,39	48,24	13,93	17,25	3.607	3.357	4,41	5,42	4,01
100-50	10,75	7,53	15,03	47,65	47,94	14,17	15,71	3.355	3.356	8,31	9,92	6,71
50-25	9,74	12,73	27,76	44,62	46,42	12,20	14,10	3.720	3.523	13,16	14,43	12,58
25-15	11,98	7,98	35,74	43,01	45,66	10,99	13,40	4.097	3.651	7,95	8,15	8,68
15-10	15,03	7,84	43,58	42,20	45,04	9,86	12,77	3.843	3.686	7,67	7,18	8,00
10-5	15,56	14,79	58,37	40,55	43,90	9,62	11,97	3.916	3.744	13,90	13,22	15,38
5-2,5	16,22	11,71	70,08	38,40	42,98	8,89	11,46	4.118	3.806	10,42	9,67	12,81
2,5-0,5	15,74	16,88	86,96	41,53	42,70	9,12	11,00	3.805	3.806	16,24	14,31	17,06
-0,5	15,00	13,04	100,00	46,21	43,16	9,15	10,76	3.495	3.765	13,96	11,10	12,10
	13,86	100,00	-	43,16	-	10,76	-	3.765	-	100,00	100,00	100,00

CUADRO III.- MINA INNOMINADA. Analisis granulométrico del todo-uno seco

CATEGORIA (mm)	HUMEDAD (%)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. kcal/kg	DISTRIBUCION		
										CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
+50	3,30	3,62	3,62	49,61	49,61	14,30	14,30	3.055	3,055	4,87	6,83	2,97
50-25	7,10	7,67	11,29	44,78	46,33	9,31	10,91	3.466	3.334	9,31	9,42	7,15
25-15	6,70	6,94	18,23	38,54	43,36	8,44	9,97	4.002	3.588	7,25	7,73	7,47
15-10	10,80	10,58	28,81	34,75	40,20	8,05	9,26	4.213	3.818	9,96	11,23	11,98
10-5	21,75	21,06	49,87	31,05	36,34	7,47	8,51	4.495	4.104	17,72	20,75	25,45
5-2,5	17,70	17,23	67,10	33,23	35,55	6,83	8,08	3.210	3.874	15,54	15,52	14,87
2,5-0,5	23,30	23,40	90,50	35,74	35,60	6,76	7,74	3.578	3.798	22,67	20,86	22,51
·-0,5	9,35	9,50	100,00	49,26	36,90	6,11	7,56	2.978	3.720	12,68	7,66	7,60
	16,24	100,00	-	36,90	-	7,56	-	3.720	-	100,00	100,00	100,00

### 3.4.- COMENTARIOS A LOS ANALISIS GRANULOMETRICOS

#### 3.4.1.- Mina Oportuna

La distribución granulométrica del todo-uno es regular en las categorías superiores a 10 mm. Sin embargo, es en las categorías -10 mm donde está localizada la mayor proporción en peso de esta muestra (63%). Dentro de este grupo, destaca la categoría 2,5-0,5 mm que aporta el 22% del peso total.

Las categorías mayores de 50 mm son altas en cenizas, por tanto, con un poder calorífico bajo. En el resto de categorías -50 mm, las cenizas son bastante iguales, aunque aumentan a medida que decrece el tamaño de la categoría.

Con respecto al azufre total, las categorías mayores de 25 mm tienen más azufre contenido que el resto. Las inferiores a 25 mm tienen cantidades de azufre similares, aunque disminuye en las categorías inferiores a 2,5 mm.

#### 3.4.2.- Corta Alloza

El peso de las categorías mayores de 100 mm llega al 7,5% del peso total.

Las categorías inferiores a 15 mm alcanzan el 65% del total, repartiéndose por igual en cada categoría granulométrica estudiada.

Con respecto a las cenizas destaca la categoría +200 mm con 57%, aunque por su peso influye muy poco en el conjunto. Las cenizas van decreciendo a medida que desciende la granulometría de la categoría, para aumentar en los tamaños inferiores a 2,5 mm.

El azufre total es elevado en las categorías mayores de 25 mm, acumulando en este conjunto un total de 14% de S total. Dentro de estas categorías destaca la +200 mm con 25,29% de S total.

Las categorías inferiores a 25 mm tienen contenidos de S total muy similares.

### 3.4.3.- Mina Innominada

La muestra estudiada de esta mina no contiene tamaños gruesos, ya que la categoría +50 mm es inferior al 4% del peso total. El mayor contenido de lignito se encuentra en las categorías inferiores a 10 mm, con 71% del peso total. Destaca la categoría 2,5-0,5 mm con 23,4% del peso total.

Las categorías +25 mm son altas en cenizas (46%). Las cenizas descienden a medida que las categorías son más finas, aunque aumentan bruscamente en la categoría -0,5 mm, con más del 49% de cenizas.

El azufre total es elevado en las categorías más gruesas para ir descendiendo progresivamente a medida que disminuye el tamaño del carbón.

#### 4.- ENSAYOS SISTEMATICOS DE MOLIENDA EN SECO

Un lote representativo del todo-uno se sometió a diferentes grados de molienda en seco, procediéndose con el producto molido a una clasificación granulométrica en seco.

Las moliendas de las categorías superiores a 10 mm se realizaron en un molino de martillos, y en las categorías inferiores a 10 mm en un molino de rodillos. En ambos casos la alimentación a los molinos se hace de forma manual.

La forma de realizar las operaciones de molienda es la siguiente: primero se procedió a clasificar el carbón en seco, para triturar únicamente los tamaños superiores a la molienda deseada. Después se juntó todo el conjunto y se procedió a la clasificación en seco de las categorías granulométricas. Este conjunto de operaciones se repitió para cada caso de molienda y clasificación en seco estudiado.

Se decidió triturar únicamente las categorías granulométricas superiores con objeto de no producir un exceso de finos que falsearían los resultados.

Las distintas fracciones granulométricas se homogeneizaron y, mediante varias moliendas y cuarteos sucesivos, se llegó

a la muestra de análisis químico representativa de la molienda estudiada.

Las muestras se analizaron por humedad, cenizas y azufre total en distintos equipos LECO. Todos los resultados indicados están referidos a muestra seca.

#### 4.1.- MINA OPORTUNA

Se estudiaron los grados de molienda de 50, 25, 10 y 5 mm. En cada caso se hizo la correspondiente clasificación granulométrica en seco.

En los Cuadros IV, V, VI y VII se detallan los resultados de los grados de molienda estudiados.

CUADRO IV.- MINA OPORTUNA.- Trituración a 50 mm. Clasificación granulométrica en seco

CATEGORIA (mm)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S. T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
50-25	11,40	11,40	60,97	60,97	8,03	8,03	2.331	2.331	12,04	13,34	10,62
25-15	9,79	21,19	60,56	60,78	7,75	7,90	2.330	2.330	10,27	11,05	9,11
15-10	10,17	31,36	58,47	60,03	6,96	7,60	2.439	2.366	10,30	10,31	9,91
10-5	20,61	51,97	56,18	58,50	6,63	7,21	2.672	2.487	20,06	19,91	22,00
5-2,5	14,14	66,11	55,51	57,86	6,59	7,08	2.670	2.526	13,60	13,58	15,08
2,5-0,5	23,66	89,77	56,95	57,62	6,24	6,86	2.511	2.552	23,34	21,51	23,74
-0,5	10,23	100,00	58,60	57,72	6,91	6,87	2.334	2.503	10,39	10,30	9,54
	100,00	-	57,72	-	6,87	-	2.503	-	100,00	100,00	100,00

CUADRO V.- MINA OPORTUNA. TRITURACION A 25 mm. Clasificación granulométrica en seco

CATEGORIA (mm)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S.T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
25-15	10,30	10,30	62,73	62,73	7,07	7,07	2.117	2.117	11,23	10,81	8,40
15-10	13,00	23,30	59,73	61,06	6,99	7,03	2.479	2.319	13,49	13,48	12,41
10-5	24,63	47,93	56,24	58,58	6,84	6,93	2.771	2.551	24,07	25,00	26,28
5-2,5	17,03	64,96	54,52	57,51	6,60	6,84	2.801	2.617	16,13	16,68	18,37
2,5-0,5	24,40	89,36	56,82	57,32	6,31	6,70	2.628	2.620	24,09	22,85	24,68
-0,5	10,64	100,00	59,45	57,55	7,08	6,74	2.406	2.597	10,99	11,18	9,86
	100,00	-	57,55	-	6,74	-	2.597	-	100,00	100,00	100,00

CUADRO VI.- MINA OPORTUNA. Trituración a 10 mm. Clasificación granulométrica en seco

CATEGORIA (mm)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S. T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
10-5	17,59	17,59	54,91	54,91	6,61	6,61	2.820	2.820	17,06	17,31	17,89
5-2,5	24,28	41,77	55,87	55,47	6,68	6,65	3.133	3.001	23,86	24,04	27,33
2,5-0,5	41,38	83,15	56,93	56,19	6,62	6,64	2.643	2.823	41,60	40,77	39,45
-0,5	16,85	100,00	58,75	56,63	7,13	6,72	2.523	2.772	17,48	17,88	15,33
	100,00	-	56,63	-	6,72	-	2.772	-	100,00	100,00	100,00

CUADRO VII.- MINA OPORTUNA. Trituración a 5 mm. Clasificación granulométrica en seco

CATEGORIA (mm)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S. T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
5-2,5	22,93	22,93	55,74	55,74	6,63	6,63	2.692	2.692	22,87	22,44	22,65
2,5-0,5	55,05	77,98	56,01	55,93	6,59	6,60	2.751	2.734	55,16	53,54	55,56
-0,5	22,02	100,00	55,77	55,90	7,39	6,78	2.697	2.726	21,97	24,02	21,79
	100,00	-	55,90	-	6,78	-	2.726	-	100,00	100,00	100,00

La molienda y la clasificación granulométrica en seco no produce ningún resultado aceptable, desde el punto de vista de la depuración del lignito de Mina Oportuna.

Con estas operaciones, tanto las cenizas como el azufre de las categorías trituradas, se reparten proporcionalmente en las categorías granulométricas inferiores.

En las moliendas a 10 y 5 mm, se nota un ligero enriquecimiento en azufre en la categoría -0,5 mm, que ha sido liberado con la molienda de las categorías más gruesas.

#### 4.2.- CORTA ALLOZA

Como en el caso anterior, se ha procedido a moliendas y clasificaciones granulométricas en seco de 50, 25, 10 y 5 mm.

En los Cuadros VIII, IX, X y XI se indican los resultados de estos ensayos, referidos a peso seco de carbón.

CUADRO VIII.- CORTA ALLOZA. Trituración a 50 mm. Clasificación granulométrica en seco

CATEGORIA (mm)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S. T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
50-25	13,18	13,18	48,93	48,93	13,38	13,38	3.265	3.265	14,77	16,89	11,63
25-15	9,56	22,74	45,17	47,35	13,04	13,24	3.610	3.410	9,89	11,94	9,32
15-10	10,34	33,08	45,05	46,63	11,66	12,74	3.574	3.461	10,67	11,54	9,98
10-5	18,96	52,04	42,31	45,06	10,02	11,75	3.876	3.612	18,37	18,19	19,85
5-2,5	13,14	65,18	40,13	44,06	9,04	11,20	4.003	3.691	12,08	11,37	14,21
2,5-0,5	20,16	85,34	40,39	43,20	8,61	10,59	3.890	3.738	18,65	11,62	21,18
-0,5	14,66	100,00	46,38	43,66	9,58	10,44	3.491	3.702	15,57	13,45	13,83
	100,00	-	43,66	-	10,44	-	3.702	-	100,00	100,00	100,00

CUADRO IX -- CORTA ALLOZA. Trituración a 25 mm. Clasificación granulométrica en seco

CATEGORIA (mm)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S. T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
25-15	11,21	11,21	48,94	48,94	13,81	13,81	3.195	3.195	12,60	14,82	9,84
15-10	13,34	24,55	45,89	47,28	12,66	13,19	3.476	3.348	14,06	16,17	12,74
10-5	22,38	46,93	41,87	44,70	10,00	11,67	3.811	3.569	21,51	21,42	23,44
5-2,5	16,32	63,25	40,36	43,58	9,28	11,05	3.896	3.653	15,12	14,50	17,47
2,5-0,5	19,98	83,23	40,96	42,95	9,04	10,57	3.820	3.693	18,79	17,29	20,97
-0,5	16,77	100,00	46,55	43,56	9,84	10,45	3.373	3.639	17,92	15,80	15,54
	100,00	-	43,56	-	10,45	-	3.639	-	100,00	100,00	100,00

CUADRO X.- CORTA ALLOZA. Trituración a 10 mm. Clasificación granulométrica en seco

CATEGORIA (mm)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S. T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
10-5	29,46	29,46	42,36	42,36	11,43	11,43	3.630	3.630	29,59	31,72	29,73
5-2,5	21,14	60,60	39,96	41,36	10,17	10,90	3.735	3.674	20,03	20,25	21,95
2,5-0,5	28,03	78,63	41,23	41,31	10,00	10,58	3.668	3.672	27,40	26,41	28,58
-0,5	21,37	100,00	45,36	42,18	10,74	10,62	3.324	3.597	22,98	21,62	19,74
100,00	-	-	42,18	-	10,62	-	3.597	-	100,00	100,00	100,00

CUADRO XI.- CORTA ALLOZA. Trituración a 5 mm. Clasificación granulométrica en seco

CATEGORIA (mm)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S. T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
5-2,5	26,46	26,46	41,97	41,97	10,52	10,52	3.653	3.653	26,32	26,47	26,61
2,5-0,5	46,05	72,51	40,59	41,07	10,33	10,40	3.797	3.744	44,30	45,23	48,14
-0,5	27,49	100,00	45,11	42,20	10,83	10,52	3.335	3.632	29,38	28,30	25,25
100,00	-	-	42,20	-	10,52	-	3.632	-	100,00	100,00	100,00

En el caso de los lignitos de Corta Alloza, las moliendas a distintos grados y las posteriores clasificaciones en seco, no producen ningún resultado positivo. Distribuyen las cenizas y azufre de las categorías tratadas en las de tamaño inferior.

#### 4.3.- MINA INNOMINADA

Como en casos anteriores, se ha procedido a moliendas de 25, 10 y 5 mm seguidas de clasificaciones granulométricas en seco.

En los Cuadros XII, XIII y XIV se detallan los resultados de los ensayos indicados, referidos a peso seco.

CUADRO XII.-MINA INNOMINADA. Trituración a 25 mm. Clasificación granulométrica en seco

CATEGORIA (mm)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S. T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
25-15	8,61	8,61	36,78	36,78	8,73	8,73	4.055	4.055	8,81	9,78	8,61
15-10	13,32	21,93	36,83	36,81	8,57	8,63	4.060	4.058	13,64	14,86	13,32
10-5	25,38	47,31	34,33	35,48	8,37	8,49	4.352	4.216	24,23	27,65	17,23
5-2,5	19,03	66,34	29,87	33,87	7,21	8,12	4,310	4.243	15,81	17,86	20,22
2,5-0,5	26,26	92,60	36,31	34,56	7,09	7,83	3.962	4.163	26,51	24,24	25,65
-0,5	7,40	100,00	53,50	35,96	5,82	7,68	2.722	4.056	11,00	5,61	4,97
	100,00	-	35,96	-	7,68	-	4.056	-	100,00	100,00	100,00

CUADRO XIII.- MINA INNOMINADA. Trituración a 10 mm. Clasificación granulométrica en seco

CATEGORIA (mm)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S. T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
10-5	33,59	33,59	34,65	34,65	8,69	8,69	4.310	4.310	31,11	39,22	35,53
5-2,5	24,26	57,85	34,71	34,68	7,27	8,09	4.300	4.306	22,51	23,69	25,60
2,5-0,5	28,48	86,33	35,76	35,03	6,82	7,67	4.144	4.252	27,22	26,09	28,96
-0,5	13,67	100,00	52,44	37,41	5,99	7,44	2.954	4.075	19,16	11,00	9,91
	100,00	-	37,41	-	7,44	-	4.075	-	100,00	100,00	100,00

CUADRO XIV .- MINA INNOMINADA. Trituración a 5 mm. Clasificación granulométrica en seco

CATEGORIA (mm)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S. T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
5-2,5	31,42	31,42	37,25	37,25	7,49	7,49	4.121	4.121	31,32	30,80	31,58
2,5-0,5	44,18	75,60	34,48	35,63	7,55	7,53	4.271	4.209	40,77	43,65	46,02
-0,5	24,40	100,00	42,75	37,37	8,00	7,64	3.765	4.100	27,91	25,55	22,40
	100,00	-	37,37	-	7,64	-	4.100	-	100,00	100,00	100,00

La molienda seguida de clasificación granulométrica en seco con los lignitos de Mina Innominada, no produce ningún resultado aceptable. Se nota que la categoría inferior a 0,5 mm está enriquecida en cenizas en la molienda a 25 mm, pero no es debido a la molienda en sí, pues ya en el todo-uno esta categoría es muy alta en cenizas.

Respecto al azufre total, las diferentes moliendas no hacen sino repartirlo en las diferentes categorías clasificadas.

## 5.- CLASIFICACION EN HUMEDO

Una fracción representativa del todo-uno, obtenida por cuarteo después de efectuadas las moliendas sucesivas del apartado anterior, se sometió a una clasificación en húmedo.

El sistema empleado para efectuar esta operación de clasificación en húmedo fue el siguiente: primero se realizó la clasificación en seco en toda la gama granulométrica. Las fracciones obtenidas de esta clasificación se lavaron con agua para separar los tamaños finos adheridos a los granos y menudos de carbón. Las fracciones obtenidas en la clasificación en húmedo se secaron y pesaron. Después, por medio de moliendas y cuarteos sucesivos se llegó a la muestra de análisis químico representativa de la fracción granulométrica estudiada.

Las muestras se analizaron en equipos LECO, determinándose las cenizas, azufre total y poder calorífico superior. Los resultados que se indican están referidos a muestra seca.

### 5.1.- MINA OPORTUNA

Se clasificaron en húmedo los grados de molienda a 50, 25, 10 y 5 mm. en los Cuadros XV, XVI, XVII y XVIII se detallan los resultados correspondientes a las clasificaciones granulométricas en húmedo para las moliendas indicadas.

En algunos casos se ha analizado por separado en la categoría -0,5 mm la fracción separada por clasificación en seco, de la obtenida por lavado con agua del resto de las categorías granulométricas.

CUADRO XV.- MINA OPORTUNA. Molienda en seco a 50 mm. Clasificación granulométrica en húmedo

CATEGORIA (mm)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S.T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
50-25	8,40	8,40	61,53	61,53	8,98	8,98	2.248	2.248	8,96	10,78	7,35
25-15	7,52	15,92	60,84	61,20	8,59	8,80	2.370	2.306	7,93	9,23	6,94
15-10	8,15	24,07	57,49	59,95	7,76	8,45	2.633	2.416	8,12	9,04	8,36
10-5	16,63	40,70	49,84	55,82	7,39	8,01	3.224	2.746	14,36	17,57	20,89
5-2,5	11,43	52,13	52,32	55,05	6,45	7,67	2.957	2.793	10,36	10,54	13,17
2,5-0,5	22,23	74,36	54,78	54,97	6,63	7,36	2.757	2.782	21,10	21,07	23,88
(seco)-0,5	12,24	-	59,30	-	6,99	-	2.426	-	-	-	-
(húmedo)-0,5	13,40	-	71,49	-	4,99	-	1.502	-	-	-	-
(total)-0,5	25,64	100,00	65,67	57,71	5,94	7,00	1.943	2.567	29,17	21,77	19,41
	100,00	-	57,71	-	7,00	-	2.567	-	100,00	100,00	100,00

CUADRO XVI.-MINA OPORTUNA. Molienda en seco a 25 mm. Clasificación granulométrica en húmedo

CATEGORIA (mm)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S. T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
25-15	6,61	6,61	62,58	62,58	8,72	8,72	2.248	2.248	7,37	8,12	5,64
15-10	10,61	17,22	55,67	58,32	7,66	8,07	2.765	2.567	10,52	11,45	11,14
10-5	19,68	36,90	50,31	54,05	7,76	7,90	3.062	2.831	17,63	21,51	22,87
5-2,5	16,77	53,67	51,23	53,17	6,77	7,55	2.994	2.882	15,30	15,99	19,06
2,5-0,5	21,34	75,01	52,79	53,06	7,05	7,41	2.858	2.875	20,06	21,19	23,15
(seco)-0,5	10,93	-	58,90	-	7,31	-	2.409	-	-	-	-
(húmedo)-0,5	14,06	-	70,55	-	5,30	-	1.527	-	-	-	-
(total)-0,5	24,99	100,00	65,45	56,16	6,18	7,10	1.913	2.635	29,12	21,74	18,18
	100,00	-	56,16	-	7,10	-	2.635	-	100,00	100,00	100,00

CUADRO XVII.- MINA OPORTUNA. Molienda en seco a 10 mm. Clasificación granulométrica en húmedo

CATEGORIA (mm)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
10-5	23,36	23,36	53,28	53,28	7,33	7,33	2.883	2.883	22,40	25,16	24,58
5-2,5	18,14	41,50	53,08	53,19	6,37	6,91	2.906	2.893	17,34	16,98	19,24
2,5-0,5	21,67	63,17	43,84	49,98	7,21	7,01	3.696	3.168	17,11	22,96	29,23
-0,5	36,83	100,00	65,06	55,54	6,45	6,81	2.005	2.740	43,15	34,90	26,95
	100,00	-	55,54	-	6,81	-	2.740	-	100,00	100,00	100,00

CUADRO XVIII. MINA OPORTUNA. Molienda en seco a 5 mm. Clasificación granulométrica en húmedo

CATEGORIA (mm)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
5-2,5	18,20	18,20	37,57	37,57	7,91	7,91	3.760	3.760	14,81	20,46	21,81
2,5-1	28,71	46,91	40,58	39,41	7,08	7,40	3.530	3.619	25,23	28,89	32,31
1-0,5	9,80	56,71	36,32	38,88	7,39	7,40	3.877	3.664	7,71	10,29	12,11
-0,5	43,29	100,00	55,73	46,17	6,56	7,04	2.447	3.137	52,25	40,36	33,77
	100,00	-	46,17	-	7,04	-	3.137	-	100,00	100,00	100,00

La molienda seguida de una posterior clasificación por vía húmeda de los lignitos de Mina Oportuna estudiados, reduce las cenizas de las categorías gruesas, que van a la categoría menor estudiada (0,5 mm).

Así, en los casos en que se han analizado por separado las cenizas de la categoría inferior a 0,5 mm, se ve claramente la diferencia de cenizas entre ambas (12 unidades). Sin embargo, este arrastre de cenizas, por efecto del lavado con agua a las categorías granulométricas inferiores, no es suficiente para conseguir un lavado efectivo de algunas categorías.

El azufre total, al contrario que las cenizas, aumenta en los tamaños superiores, granos y menudos, al quitar de ellos, por el lavado con agua, las partículas finas, pobres en azufre, 2 unidades de diferencia entre los finos -0,5 mm clasificados en seco y en húmedo. Por tanto, tampoco los efectos del lavado de agua respecto al azufre en los lignitos de Mina Oportuna son significativos.

El Cuadro XVIII, correspondiente a la clasificación en húmedo del todo-uno triturado a 5 mm de Mina Oportuna, no es comparable con los cuadros anteriores de esa misma, ya que son muestras diferentes. Este ensayo se efectuó con la segunda muestra de todo-uno recibida en E.N. ADARO.

#### 5.2.- CORTA ALLOZA

Se ha realizado la clasificación en vía húmeda de los grados de molienda a 10 y 5 mm. En los Cuadros XIX y XX se indican los resultados analíticos de cenizas, azufre y P.C.S., siempre referidos a peso seco de carbón.

CUADRO XIX.- CORTA ALLOZA. Molienda a 10 mm en seco. Clasificación granulométrica en húmedo

CATEGORIA (mm)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S. T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
10-5	23,36	23,36	38,60	38,60	12,20	12,20	3.998	3.998	21,13	27,44	26,03
5-2,5	18,14	41,50	35,68	37,32	9,99	11,23	4.177	4.076	15,17	17,45	21,11
2,5-0,5	21,67	63,17	36,02	36,88	11,10	11,19	4.125	4.073	18,29	23,16	24,91
(seco)-0,5	23,18	-	46,17	-	10,20	-	3.230	-	-	-	-
(húmedo)-0,5	13,65	-	63,56	-	6,98	-	1.863	-	-	-	-
(total)-0,5	<u>36,83</u>	<u>100,00</u>	<u>52,62</u>	<u>42,67</u>	<u>9,01</u>	<u>10,39</u>	<u>2.723</u>	<u>3.588</u>	<u>45,41</u>	<u>31,95</u>	<u>27,95</u>
100,00	-	-	42,67	-	10,39	-	3.588	-	100,00	100,00	100,00

CUADRO XX.- CORTA ALLOZA. Molienda a 5 mm en seco. Clasificación granulométrica en húmedo

CATEGORIA (mm)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S. T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
5-2,5	18,06	18,06	33,90	33,90	11,30	11,30	4.329	4.329	14,39	19,39	21,85
2,5-0,5	32,70	50,76	34,17	34,27	11,70	11,56	4.217	4.257	26,49	36,35	38,54
(seco)-0,5	35,17	-	45,60	-	10,60	-	3.331	-	-	-	-
(húmedo)-0,5	14,07	-	64,85	-	6,61	-	1.746	-	-	-	-
(total)-0,5	<u>49,24</u>	<u>100,00</u>	<u>51,10</u>	<u>42,56</u>	<u>9,46</u>	<u>10,52</u>	<u>2.878</u>	<u>3.578</u>	<u>59,12</u>	<u>44,26</u>	<u>39,61</u>
100,00	-	-	42,56	-	10,52	-	3.578	-	100,00	100,00	100,00

La clasificación en húmedo de los lignitos de Corta Alloza, produce el mismo efecto que en el caso de Mina Oportuna, reduce las cenizas en las categorías superiores para aumentar en la categoría inferior a 0,5 mm. Se nota la gran diferencia entre la categoría -0,5 mm, obtenida por clasificación en húmedo y en seco, aproximadamente 18 unidades. No obstante, no existe una diferenciación suficiente entre las categorías para aplicación industrial.

Respecto del azufre total, disminuye en los granos y menudos, ya que las partículas adheridas, que por efecto del lavado con agua van a la fracción -0,5 mm, tienen menos azufre que el resto. Se nota claramente la diferencia de azufre entre ambas clasificaciones en seco y húmedo de la categoría -0,5 mm , 3-4 unidades.

### 5.3.- MINA INNOMINADA

Se ha procedido a la clasificación en vía húmeda, de los grados de molienda en seco a 10 mm y 5 mm.

En los Cuadros XXI y XXII se detallan los resultados de los análisis químicos para las categorías estudiadas, referidos a peso seco de carbón.

CUADRO XXI.--MINA INNOMINADA. Molienda en seco a 10 mm. Clasificación granulométrica en húmedo

CATEGORIA (mm)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S. T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
10-5	30,98	30,98	31,40	31,40	10,40	10,40	4.689	4.689	27,25	40,44	35,54
5-2,5	15,67	46,55	22,27	28,39	8,21	9,69	5.041	4.818	9,77	16,15	18,78
2,5-0,5	21,96	68,61	22,59	26,49	8,10	9,16	5.283	4.960	13,89	22,33	27,59
(seco)-0,5	17,28	-	51,49	-	6,02	-	2.891	-	-	-	-
(húmedo)-0,5	14,11	-	61,15	-	4,54	-	2.147	-	-	-	-
(total)-0,5	<u>31,39</u>	<u>100,00</u>	<u>55,83</u>	<u>35,70</u>	<u>5,35</u>	<u>7,97</u>	<u>2.557</u>	<u>4.205</u>	<u>49,09</u>	<u>21,08</u>	<u>19,09</u>
	100,00	-	35,70	-	7,97	-	4.205	-	100,00	100,00	100,00

CUADRO XXII.--MINA INNOMINADA. Molienda en seco a 5 mm. Clasificación granulométrica en húmedo

CATEGORIA (mm)	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S. T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
5-2,5	14,23	14,23	26,81	26,81	8,14	8,14	4.987	4.987	10,46	14,37	17,04
2,5-0,5	33,56	47,79	21,95	23,40	9,23	8,91	5.301	5.208	20,20	38,42	42,70
(seco)-0,5	36,49	-	43,16	-	8,27	-	3.634	-	-	-	-
(húmedo)-0,5	15,72	-	60,62	-	5,00	-	2.237	-	-	-	-
(total)-0,5	<u>52,21</u>	<u>100,00</u>	<u>48,42</u>	<u>36,46</u>	<u>7,29</u>	<u>8,06</u>	<u>3.213</u>	<u>4.166</u>	<u>69,34</u>	<u>47,21</u>	<u>40,26</u>
	100,00	-	36,46	-	8,06	-	4.166	-	100,00	100,00	100,00

La clasificación en húmedo de los lignitos de Mina Innominada, reduce considerablemente las cenizas de los tamaños superiores a 0,5 mm, acumulándolos en la fracción -0,5 mm, especialmente en los finos obtenidos de la clasificación en húmedo con contenidos de cenizas muy altos (del orden del 61%).

Las fracciones granulométricas +0,5 mm tienen unas cenizas 10 unidades inferiores a las totales y unos poderes caloríficos bastante buenos, del orden de 1.000 Kcal/kg superiores a las totales.

Sin embargo, los contenidos en azufre de estas categorías son elevados, del orden del 9%, superiores en una unidad al azufre total del conjunto. Ocurre lo mismo que en las otras dos muestras estudiadas, los finos -0,5 mm procedentes del lavado de granos y menudos son bajos en azufre, 3 unidades menos que el conjunto de donde proceden.

## 6.- SEPARACION DENSIMETRICA

Con objeto de conocer las posibilidades de eliminación de la pirita en los lignitos estudiados, se decidió efectuar separaciones densimétricas en bromoformo  $d = 2,89$  y determinar la liberación de la pirita en las diferentes categorías granulométricas de una molienda determinada.

### 6.1.- PREPARACION DE LA MUESTRA

Se partió de una fracción representativa del todo-uno que se fue reduciendo mediante trituraciones en seco hasta llegar a la molienda establecida en cada caso para efectuar la separación densimétrica.

Una vez obtenida la molienda, la muestra se clasificó en húmedo, separando las categorías granulométricas.

### 6.2.- SEPARACION EN BROMOFORMO

Cada categoría granulométrica, separada y perfectamente lavada para evitar que los finos alteren la separación, se trató en bromoformo  $d = 2,89$  diferenciando en cada caso los productos ligeros y los densos.

En el caso de los lignitos de Mina Oportuna, el estudio se amplió a la gama de densidades, desde 1,4 a 2,6, con intervalos de 0,2.

En las categorías gruesas se utilizaron embudos y en las más finas la separación se efectuó con ayuda de una centrifugadora para disminuir la imperfección de la separación.

Los productos separados en cada categoría, después de lavarlos con alcohol para eliminar cualquier residuo del líquido denso, se secaron, pesaron y analizaron para establecer los correspondientes balances de productos.

### 6.3.- CORTA ALLOZA

En el ensayo del lignito de Corta Alloza, la muestra a ensayar consistió en una porción del todo-uno, representativa del conjunto, triturada en seco a 10 mm en un molino de martillos.

Con el fin de no producir un exceso de finos, únicamente se trituró la fracción +10 mm. Posteriormente a la molienda, el conjunto se homogeneizó y clasificó en húmedo, estableciendo las categorías granulométricas 10-5; 5-2,5; 2,5-1; 1-0,5 ; 0,5-0,208; 0,208-0,104 y -0,104 mm.

Cada fracción granulométrica se preparó y cuarteó en dos fracciones, una para análisis de la categoría y otra para separación densimétrica.

Los resultados del análisis granulométrico y análisis químico por cenizas, S total y S pirítico, así como las correspondientes distribuciones de estos productos en cada categoría, se indican en el Cuadro XXIII, referidos a peso seco de muestra.

Con la muestra restante de cada categoría se procedió a la separación densimétrica en bromoformo. Los productos separados en cada categoría, ligeros y densos, se analizaron por

CUADRO XXIII.-CORTA ALLOZA. Separación densimétrica. T.U. -10 mm. Clasificación en húmedo

CATEGORIA mm	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	S PIRIT. (%)	DISTRIBUCION		
						CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	S PIRIT. (%)
10-5	19,12	19,12	45,10	13,45	9,69	20,55	26,45	28,30
5-2,5	13,83	32,95	35,81	9,32	5,92	11,80	13,26	12,51
2,5-1,0	23,65	56,60	32,82	9,05	5,73	18,50	22,02	20,70
1,0-0,5	7,98	64,58	35,32	9,66	6,37	6,72	7,93	7,76
0,5-0,208	8,18	72,76	35,78	8,85	6,03	6,97	7,45	7,53
0,208-0,104	6,20	78,96	39,55	9,33	6,75	5,84	5,95	6,39
-0,104	21,04	100,00	59,09	7,83	5,23	29,62	16,94	16,81
TOTALES	100,00	-	41,97	9,72	6,55	100,00	100,00	100,00

azufre total y azufre pirítico, empleando el método ESCHKA para altos contenidos y el equipo LECO para contenidos más bajos. El azufre pirítico se determinó en todos los casos por análisis en vía húmeda.

Dado que la separación densimétrica se efectuó a densidad 2,89, no se consideró necesaria la valoración de los productos por cenizas, ya que los resultados que se podrían obtener sólo conducirían a errores, puesto que los productos densos de la separación son exclusivamente compuestos piríticos, sin ningún tipo de mixtos.

En el Cuadro XXIV se indican los resultados de la separación densimétrica, referidos a peso seco de muestra.

En los gráficos 1, 2 y 3 se han detallado los resultados de la separación densimétrica, referidos a pesos, azufre total y azufre pirítico en los productos separados frente al total de la categoría ensayada.

#### 6.3.1.- Comentarios a la separación densimétrica

La separación densimétrica en líquido denso, densidad 2,89, se efectuó con objeto de ver la posible liberación de la pirita, o de mixtos con alto contenido en piritas, ya que a la densidad ensayada, las cenizas del lignito o los mixtos muy pobres en pirita flotan.

Respecto al gráfico de pesos, en las categorías 5-2,5 mm y 2,5-1 mm no hay variación. Comienza a subir en las categorías inferiores a 1 mm y ya es ciertamente importante la eliminación en peso en la categoría 0,208-0,104 mm, casi un 10%.

El azufre total en las categorías 5-2,5 mm y 2,5-1 mm es

CUADRO XXIV .- CORTA ALLOZA. Resultados de la separación densimétrica

FRACCIONES GRANULOMETRICAS mm		PESOS DE LA FRACCION %	LEYES (%)		DISTRIBUCION SOBRE LA FRACCION (%)	
			S total	S pirft.	S total	S pirft.
LIGEROS $d < 2,89$	5-2,5	94,31	7,28	3,69	73,65	58,80
	2,5-1,0	94,58	7,01	3,57	73,25	58,96
	1,0-0,5	92,73	6,90	3,44	66,20	50,07
	0,5-0,208	93,02	6,13	3,19	64,42	49,21
	0,208-0,104	90,55	5,58	2,80	54,15	37,54

DENSOS $d > 2,89$	5-2,5	5,69	43,17	42,85	26,35	41,20
	2,5-1,0	5,42	44,68	43,36	26,75	41,04
	1,0-0,5	7,27	44,93	43,75	33,80	49,93
	0,5-0,208	6,98	45,11	43,87	35,58	50,79
	0,208-0,104	9,45	45,27	44,64	45,85	62,46

% PESO DE LA FRACCION GRANULOMETRICA

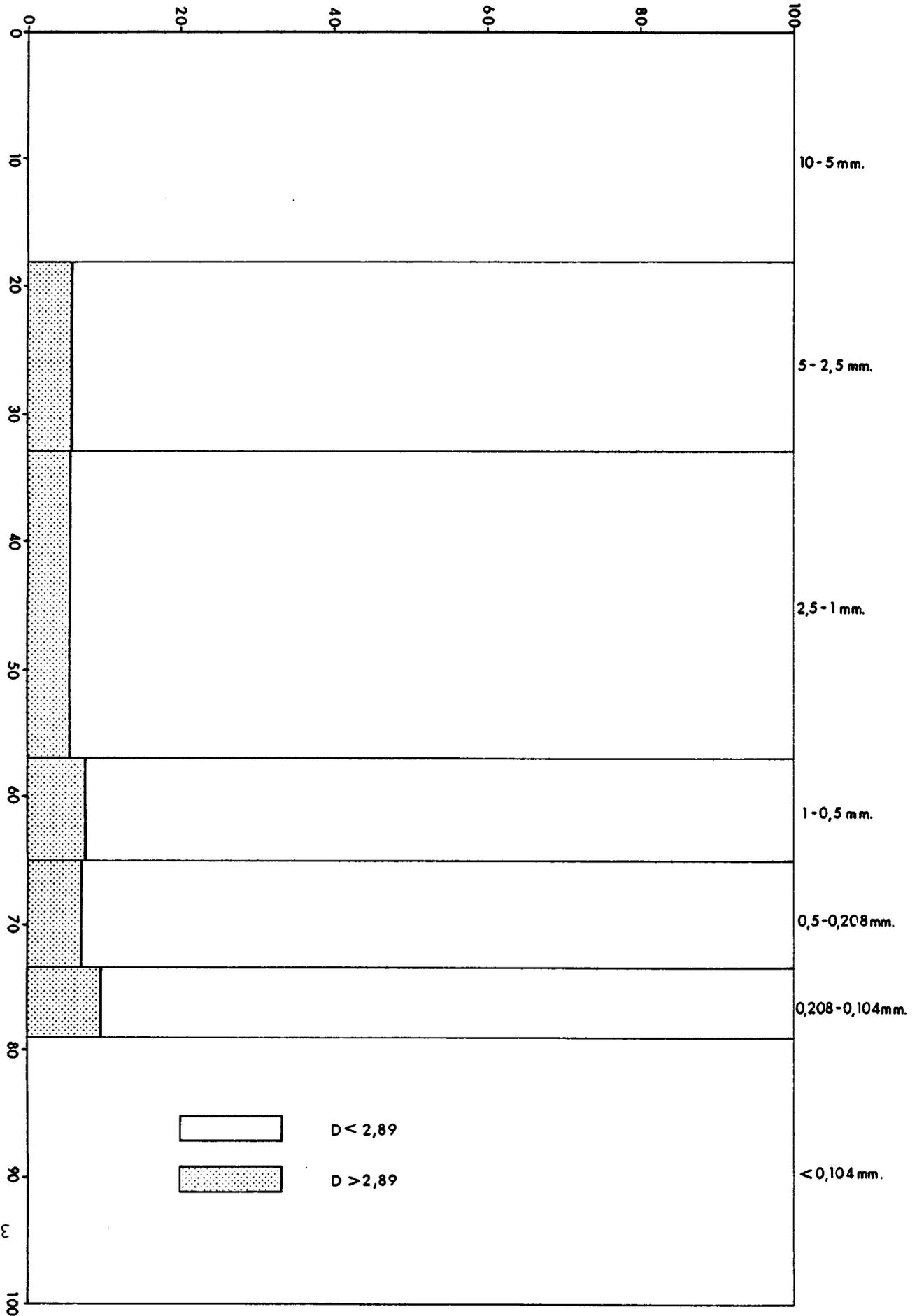


GRAFICO 1. Distribución de pesos  
% PESO TOTAL DE LA MUESTRA

% S TOTAL DE LA FRACCION GRANULOMETRICA

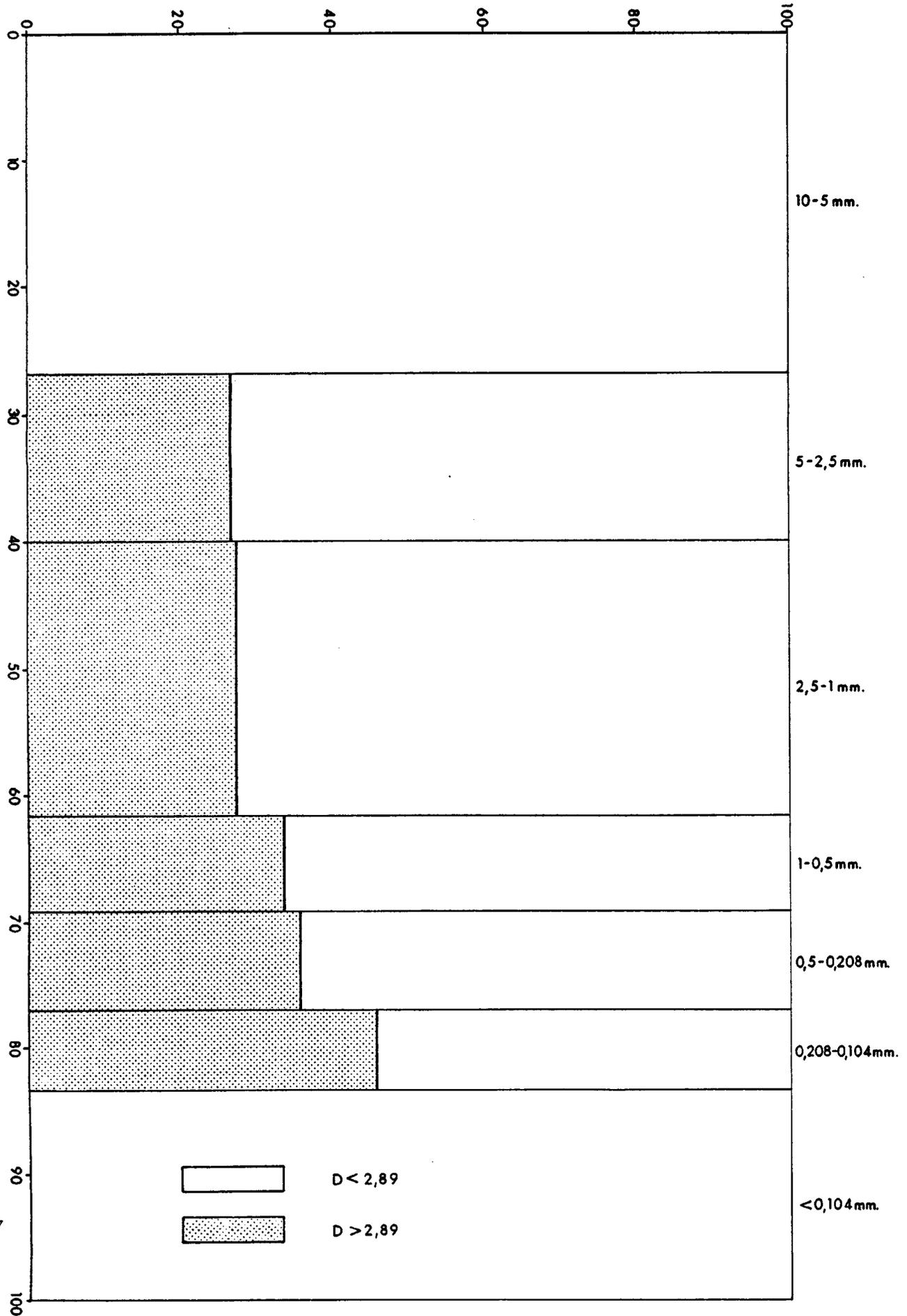
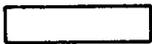


GRAFICO 2. % S TOTAL EN LA MUESTRA. Distribución del azufre total

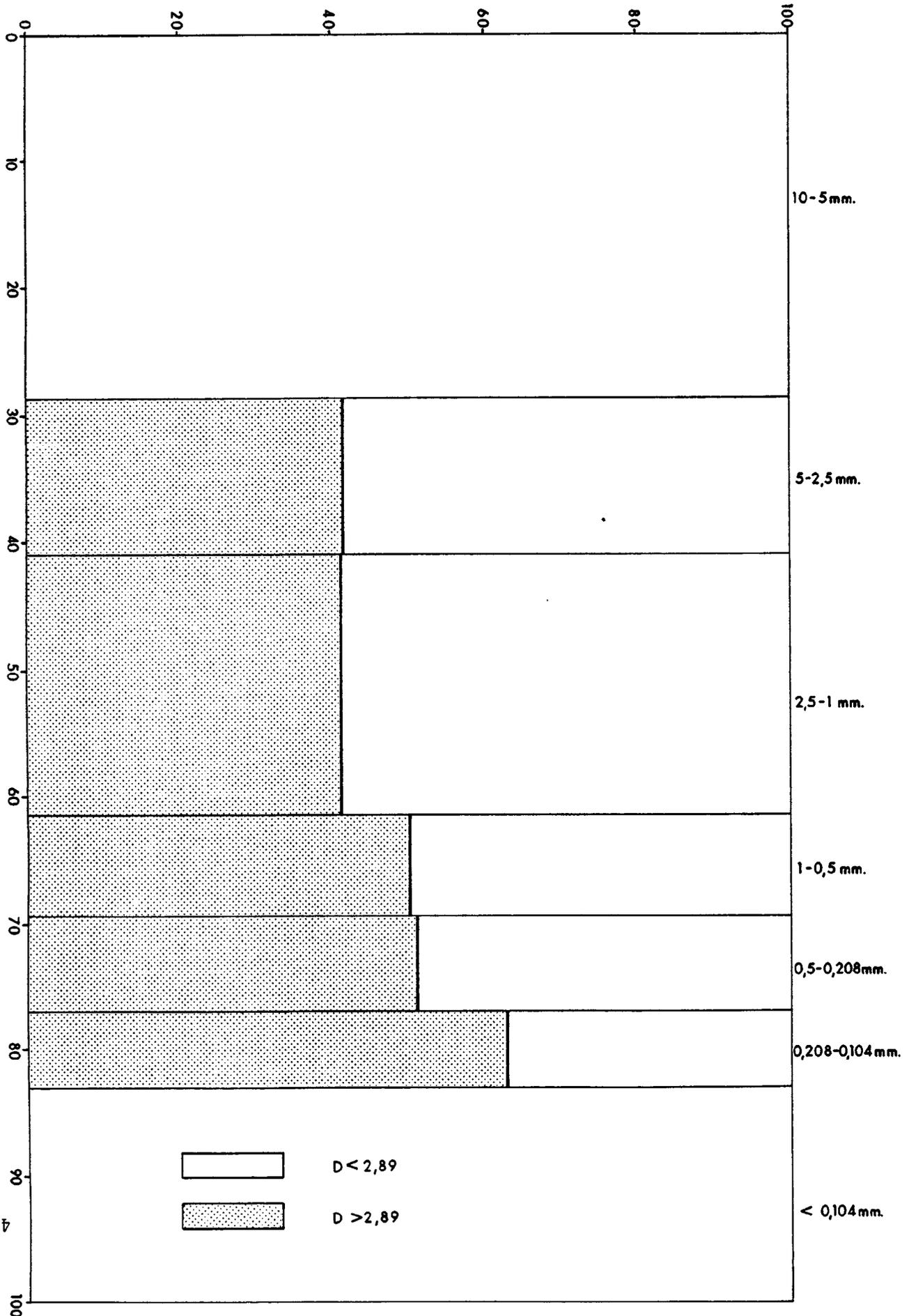


D < 2,89



D > 2,89

% S PIRITICO DE LA FRACCION GRANULOMETRICA



DISTRIBUCION DEL PIRITICO EN LAS FRACCIONES GRANULOMETRICAS

$D > 2,89$   
  $D < 2,89$

muy parecido, quedando aún en los productos ligeros un 37% del azufre total en esas categorías. En las categorías intermedias sube hasta casi un 36%, quedando, por tanto, los productos ligeros con un 64% del azufre total en esas categorías. En la categoría inferior, estudiada la eliminación de azufre total en los productos pesados, llega a un 46%.

El comportamiento del azufre pirítico en las categorías tiene unos resultados parecidos con eliminaciones del 41%, 50% y 62%.

No obstante, debemos señalar que aún en las categorías 0,208-0,104 mm, el producto ligero todavía contiene un 38% del azufre pirítico de esa categoría en forma de granos mixtos muy pobres en pirita.

La eliminación de la pirita a niveles superiores al 63%, sólo podría efectuarse con moliendas mucho más finas, con objeto de liberar la totalidad de la misma. Estas moliendas llegarían a niveles de 50 micras o inferiores, lo que haría muy difícil el tratamiento industrial de estos lignitos.

También es posible una mayor eliminación de pirita operando en un medio de densidad más baja para eliminar los productos mixtos en el hundido. Esto implicaría unas pérdidas en peso del todo-uno mucho mayores.

muy parecido, quedando aún en los productos ligeros un 37% del azufre total en esas categorías. En las categorías intermedias sube hasta casi un 36%, quedando, por tanto, los productos ligeros con un 64% del azufre total en esas categorías. En la categoría inferior, estudiada la eliminación de azufre total en los productos pesados, llega a un 46%.

El comportamiento del azufre pirítico en las categorías tiene unos resultados parecidos con eliminaciones del 41%, 50% y 62%.

No obstante, debemos señalar que aún en las categorías 0,208-0,104 mm, el producto ligero todavía contiene un 38% del azufre pirítico de esa categoría en forma de granos mixtos muy pobres en pirita.

La eliminación de la pirita a niveles superiores al 63%, sólo podría efectuarse con moliendas mucho más finas, con objeto de liberar la totalidad de la misma. Estas moliendas llegarían a niveles de 50 micras o inferiores, lo que haría muy difícil el tratamiento industrial de estos lignitos.

También es posible una mayor eliminación de pirita operando en un medio de densidad más baja para eliminar los productos mixtos en el hundido. Esto implicaría unas pérdidas en peso del todo-uno mucho mayores.

#### 6.4.- MINA INNOMINADA

La muestra a ensayar consistió en un lote del todo -uno representativa del conjunto triturada en seco a 5 mm.

La preparación de la muestra hasta conseguir la granulometría indicada, se llevó a cabo en diferentes etapas de molienda. Primero se trató en un trómel para producir automolienda, eliminando los tamaños superiores a 25 mm con alto contenido en cenizas. El producto del trómel se clasificó en seco a 10 mm, triturando la fracción +10 mm en un molino de martillos. El conjunto se clasificó a 5 mm y los productos de tamaño superior se trituraron en un molino de rodillos hasta conseguir que todos pasaran por el tamíz de 5 mm.

La muestra, una vez triturada a 5 mm, se clasificó en húmedo por los tamices 2,5; 1; 0,5; 0,208 y 0,104. Los productos, una vez secos, se cuartearon para análisis químico y para estudio densimétrico.

Los productos resultantes del estudio densimétrico se analizaron por cenizas, azufre total y azufre pirítico, empleando equipos LECO para cenizas y azufre total y análisis por vía húmeda para azufres piríticos. Los resultados del análisis granulométrico y los balances correspondientes en cenizas, azufre pirítico y azufre total se indican en el Cuadro XXV.

Con el resto de productos se procedió a efectuar separaciones densimétricas en bromoformo  $d = 2,89$ , empleando embudos para las categorías gruesas y una centrifugadora para las más finas, con objeto de disminuir la imperfección de la separación.

Los productos obtenidos en cada fracción de la separación densimétrica, densos y ligeros, se analizaron por azufre

CUADRO XXV.- MINA INNOMINADA. T-U -5 mm. Separación densimétrica T-U -5mm.  
Clasificación en húmedo

CATEGORIA mm	PESO %	PESO AC. %	CENIZAS %	S TOTAL %	S PIRIT. %	DISTRIBUCION		
						CENIZAS %	S TOTAL %	S PIRIT. %
5-2,5	15,20	15,20	21,23	8,10	4,91	8,82	17,15	14,90
2,5-1	18,63	33,83	22,63	8,56	5,26	11,52	22,21	19,57
1-0,5	14,66	48,49	22,62	8,22	5,63	9,07	16,79	16,48
0,5-0,028	16,87	65,36	37,79	7,55	5,33	17,43	17,74	17,96
0,208-0,104	6,27	71,63	46,33	7,23	4,33	7,94	6,31	6,67
-0,104	28,37	100,00	48,30	5,01	4,31	45,22	19,80	24,42
TOTALES			36,58	7,18	5,01	100,00	100,00	100,00

total y azufre pirítico. El azufre total se determinó en equipo LECO para las muestras de bajo contenido y por el método ESCHKA para contenidos elevados. Los azufres piríticos se determinaron en todos los casos por métodos en vía húmeda.

En el Cuadro XXVI se indican los resultados de la separación densimétrica y las distribuciones de los productos separados en cada categoría granulométrica.

En los gráficos 4, 5 y 6 se detallan las distribuciones en peso, azufre total y azufre pirítico de los productos separados en relación con la categoría granulométrica ensayada.

#### 6.4.1.- Comentarios a la separación densimétrica

La separación densimétrica en bromoformo  $d = 2,89$  se efectuó para ver el grado de liberación de los productos piríticos contenidos en el carbón en las diferentes fracciones granulométricas de la molienda estudiada.

Es evidente que a la densidad de medio ensayada, no flotaron los productos piríticos o los mixtos piríticos muy pobres en carbón, no existiendo entre los densos ningún tipo de cenizas y mucho menos carbón.

El gráfico 4, relativo a pesos, indica que en la categoría más gruesa (5-2,5) se puede eliminar como pirita liberada un 4% del peso total de la categoría. A medida que se disminuye el tamaño de la partícula, el peso de producto hundido aumenta aunque muy poco, llegándose en las categorías inferiores a 0,5 mm a eliminar un 8% del peso total.

El gráfico relacionado con el azufre total indica que en la fracción más gruesa se elimina como producto hundido un 22%

del azufre total de la fracción, para llegar, en las categorías más finas a un 45%, quedando, por tanto, en el producto flotado un 55% del azufre total contenido.

El azufre pirítico comienza con eliminaciones del 35% en la categoría 5-2,5 mm, para llegar cerca del 60% en la fracción 0,208-0,104 mm. En esta fracción aún permanece con el producto flotado un 40% de la pirita contenida, por lo que para conseguir una liberación de la misma susceptible de ser eliminada por cualquier procedimiento de concentración, se necesitaría llegar a moliendas mucho más finas. Con medios densos de densidad inferior a la estudiada, se lograrían también mayores eliminaciones de azufre, pues en este caso se separarían en el hundido productos mixtos más pobres en pirita, pero a costa de unas pérdidas en peso muy superiores.

CUADRO XXVI.- MINA INNOMINADA. Resultados de la separación  
densimétrica

FRACCIONES GRANULOMETRICAS (mm)	PESOS DE LA FRACCION (%)	LEYES (%)		DISTRIBUCION SOBRE LA FRACCION (%)		
		S total	S pirit.	S total	S pirit.	
LIGEROS d < 2,89	5-2,5	95,74	6,62	3,35	78,29	65,29
	2,5-1,0	93,66	6,28	2,87	68,72	51,14
	1,0-0,5	93,34	5,83	3,19	66,23	52,86
	0,5-0,208	92,25	5,07	2,71	61,95	46,90
	0,208-0,104	92,22	4,33	2,39	55,22	41,35

DENSOS d > 2,89	5-2,5	4,26	41,26	40,02	21,71	34,71
	2,5-1,0	6,36	42,22	40,50	31,28	48,86
	1,0-0,5	6,66	41,67	39,87	33,77	47,14
	0,5-0,208	7,75	37,06	36,52	38,05	53,10
	0,208-0,104	7,78	41,63	40,19	44,78	58,65

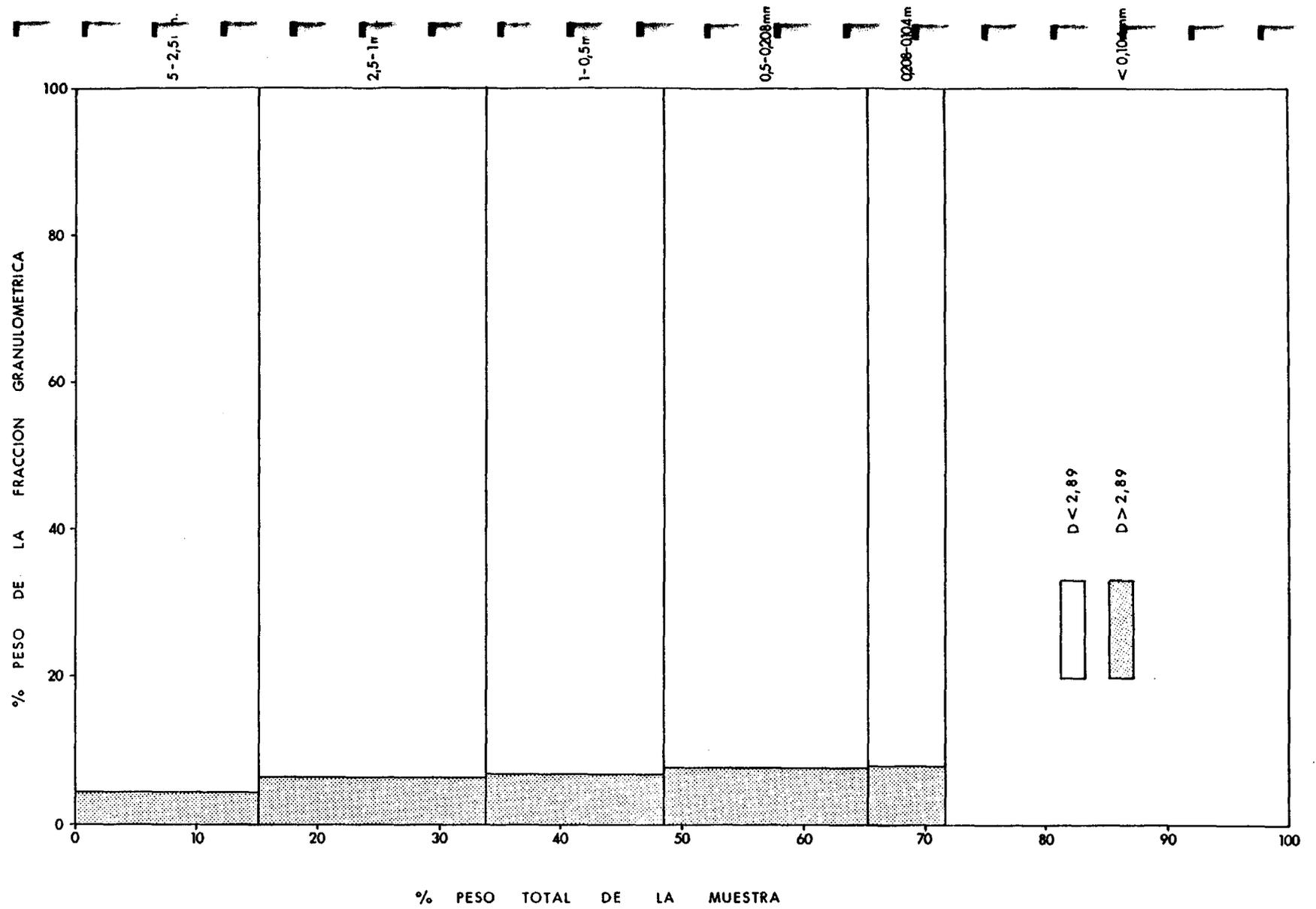


GRAFICO 4. Distribución de pesos

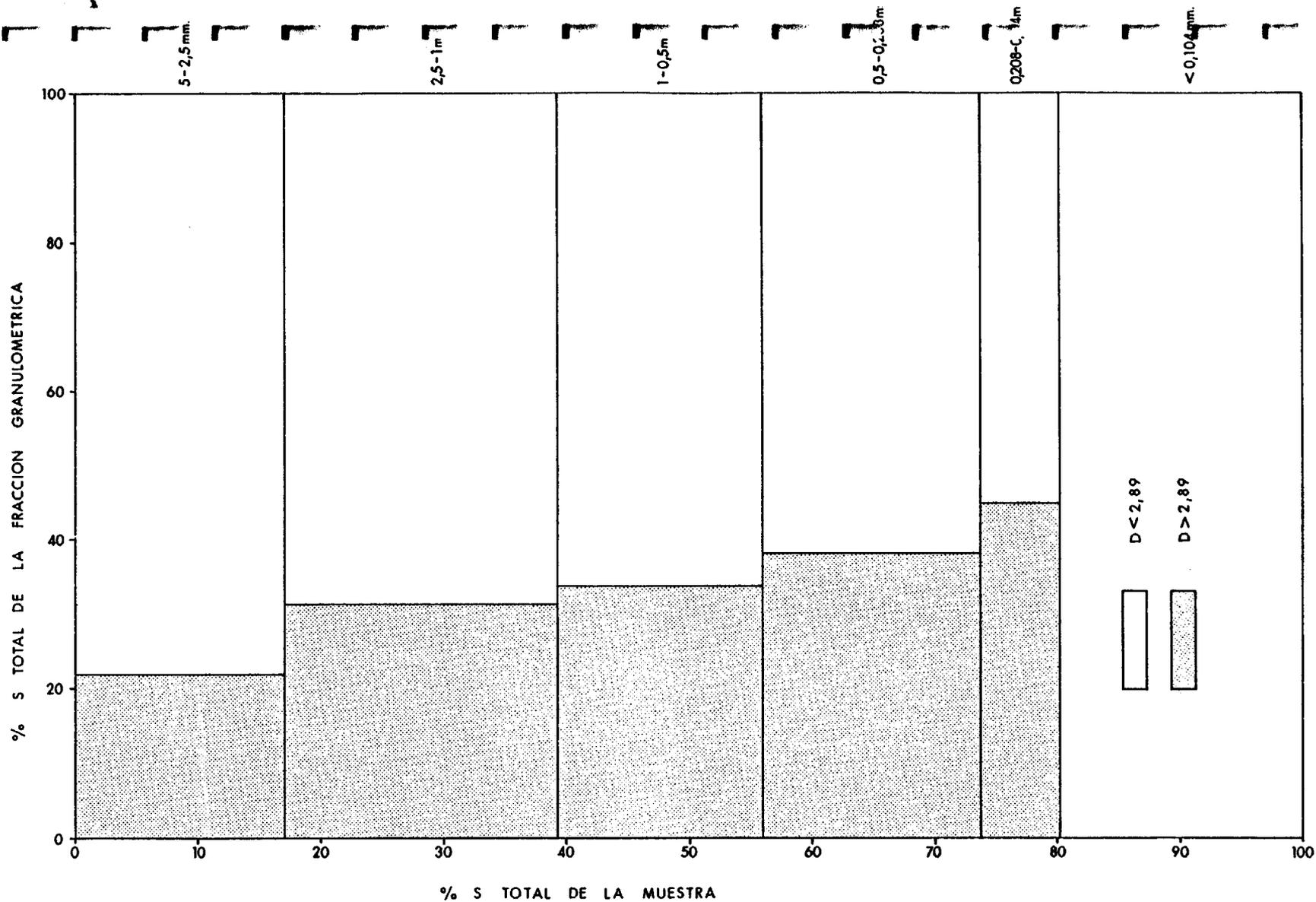


GRAFICO 5. Distribución del azufre total

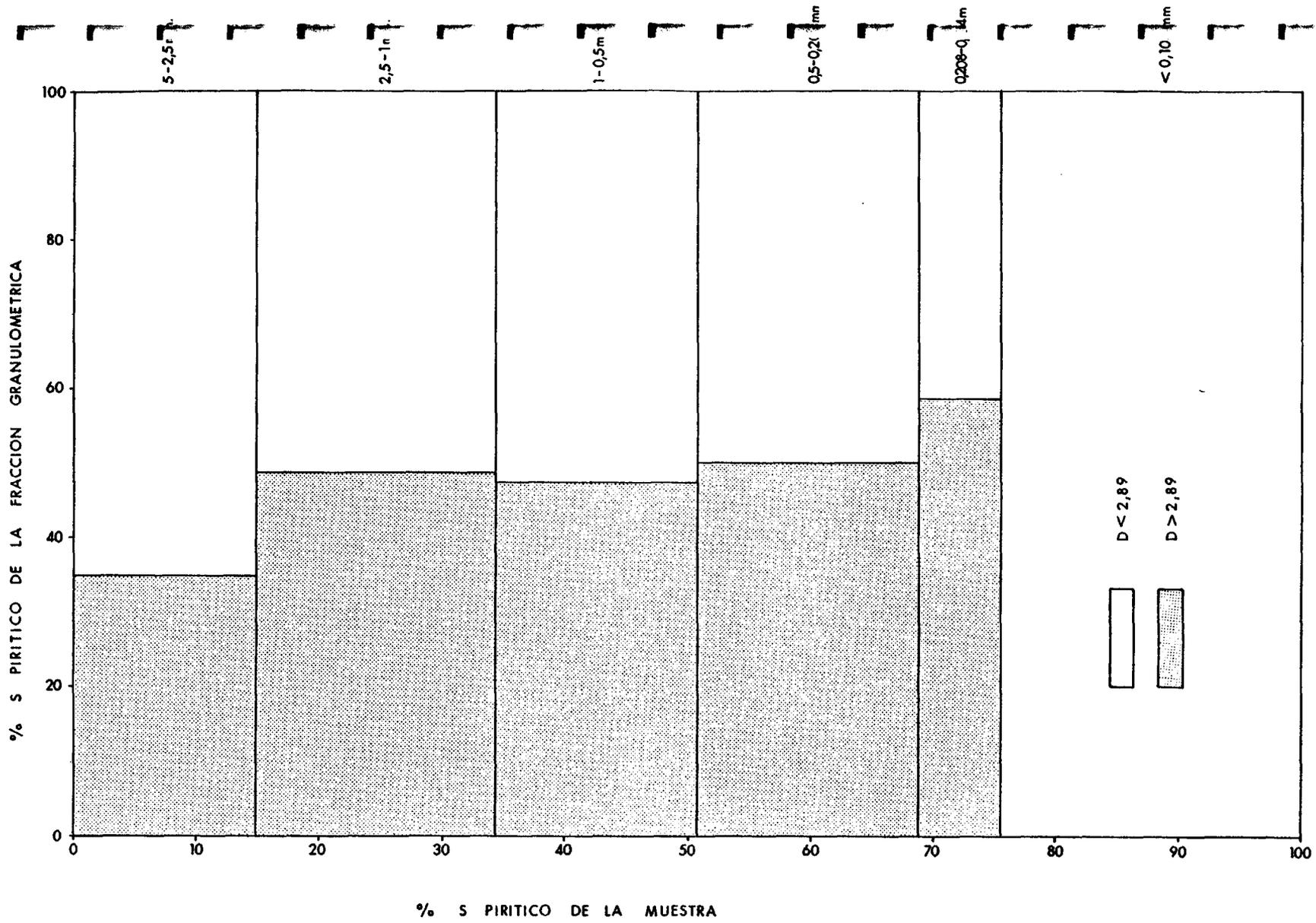


GRAFICO 6. Distribución del azufre pirítico

## 6.5.- MINA OPORTUNA

Los lignitos de Mina Oportuna se ensayaron con diferentes densidades del medio con objeto de poder conocer el comportamiento de estos lignitos frente a la separación densimétrica y construir las curvas correspondientes.

### 6.5.1.- Preparación de la muestra

La muestra ensayada corresponde a una fracción representativa del todo-uno triturado a 5 mm. Para llegar a esta granulometría se sometió a la muestra a diferentes etapas de molienda. Primeramente, por medio de un trómel para producir la automolienda del carbón, se eliminó la fracción + 40 mm con alto contenido en cenizas y azufre total. Posteriormente, se trituró el lignito en un molino de martillos, para finalizar la molienda indicada en un molino de rodillos. Previamente a cada etapa de molienda, se clasificó el producto con el fin de evitar la remolienda de los productos de granulometría inferior y una producción anormal de finos.

### 6.5.2.- Análisis granulométrico

El producto triturado se clasificó en húmedo en las granulometrías de 2,5; 1; 0,5; 0,2 y 0,1 mm con cuyos productos se efectuó la separación densimétrica correspondiente.

Los productos clasificados se analizaron por cenizas, azufre total, azufre pirítico y poder calorífico superior.

Los resultados del análisis granulométrico, referidos a peso seco de producto, se indican en el Cuadro XXVII.

CUADRO XXVII. MINA OPORTUNA. Separación densimétrica. Análisis granulométrico  
en húmedo. Todo-uno 5 mm

CATEGORIAS mm	PESO %	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	S PIRITICO (%)	P.C.S. Kcal/kg	CENIZAS (%)	DISTRIBUCION		
								S TOTAL (%)	S PIRITICO (%)	P.C.S. (%)
5-2,5	18,20	18,20	37,57	7,91	4,78	3.760	14,81	20,46	17,11	21,81
2,5-1	28,71	46,91	40,58	7,08	4,78	3.530	25,23	28,88	26,99	32,31
1-0,5	9,80	56,71	36,32	7,39	4,47	3.877	7,71	10,29	8,62	12,11
0,5-0,208	13,13	69,84	43,48	8,08	5,74	3.333	12,36	15,07	14,82	13,95
0,208-0,104	2,29	72,13	47,87	10,08	7,34	3.100	2,38	3,28	3,30	2,26
-0,104	27,87	100,00	62,15	5,56	5,32	1.976	37,51	22,02	29,16	17,56
			46,17	7,04	5,08	3.137	100,00	100,00	100,00	100,00

Con respecto al análisis granulométrico del Cuadro XXVII, se observa lo siguiente:

- La distribución de pesos es irregular, destacando las fracciones mayores de 1 mm, con casi el 50% del peso total. Es importante también la fracción -0,1 mm, que representa, aproximadamente, el 30% del peso.
- Las cenizas de las categorías aumentan a medida que se desciende de tamaño, con excepción de la categoría 1-0,5 mm. El contenido en cenizas de la fracción -0,104 mm es importante, superando el 62% y representando el 38% del contenido total de la muestra.
- El contenido de azufre total en las categorías es muy similar en las fracciones mayores de 0,5 mm, aumentando bruscamente en la fracción 0,208-0,104 mm, aunque por su poca entidad en peso, no representa un contenido importante dentro del conjunto.
- La categoría inferior tiene el menor contenido de azufre total, aunque representa el 22% del contenido en la muestra y todo en forma pirítica, 5,56% S total frente 5,32% S pirítico.
- Los azufres piríticos tienen una distribución similar a los azufres totales. Es importante el contenido de las fracciones inferiores a 0,5 mm, que representan el 47% del contenido del que el 62% corresponde únicamente a la fracción menor de 0,104 mm.
- Los poderes caloríficos son similares en todas las categorías, excepto en la inferior a 0,104 mm, que representa el 18% del contenido energético de la muestra.

### 6.5.3.- Estudio densimétrico

Las categorías clasificadas en húmedo, según el Cuadro XXVII, exceptuando la inferior a 0,104 mm, se ensayaron separadamente en líquidos densos a diferentes densidades, para estudiar su comportamiento y establecer las correspondientes curvas de separación densimétrica.

Como líquido denso se empleó bromoformo con diferentes proporciones de alcohol para conseguir las densidades requeridas.

Se estudiaron las separaciones densimétricas entre densidades de líquido de 1,4 a 2,6 kg/l.

Los productos separados se analizaron por cenizas, S total y S pirítico. Para análisis de cenizas y azufre total se emplearon diferentes equipos LECO. El azufre pirítico se determinó mediante análisis en vía húmeda.

Todos los resultados de análisis y los balances correspondientes a cada categoría están referidos a peso seco de muestra.

#### 6.5.3.1.- Categoría granulométrica 5-2,5 mm

Los resultados de la separación densimétrica en cenizas, azufre total y azufre pirítico se indican en el Cuadro XXVIII.

Los Cuadros XXIX, XXX y XXXI indican los datos para representación de las curvas de lavabilidad en cenizas, azufre total y azufre pirítico. Dichas curvas se han representado en los gráficos 7, 8 y 9.

En la categoría granulométrica 5-2,5 mm, con densidad menor de 1,4 kg/l, se recupera un peso de lignito del 20%, con pocas cenizas pero con altos contenidos en azufre, 6,66% S total y 2,55% S pirítico.

A densidad 2,2 kg/l se recupera un 94% del peso de carbón, aunque con cenizas acumuladas del 33% y altos contenidos en azufre total y pirítico, 7,33% y 3,5% respectivamente.

La categoría de densidad superior a 2,6 kg/l, representa únicamente el 2,7% en peso con cenizas del 69%, azufre total del 34% y pirítico del 33%.

CUADRO XXVIII. MINA OPORTUNA. Categoría granulométrica 5-2,5 mm.  
Estudio densimétrico

<u>DENSIDAD</u>	<u>PESO (%)</u>	<u>PESO AC. (%)</u>	<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>S PIRITICO (%)</u>	<u>DISTRIBUCION</u>		
						<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>S PIRITICO (%)</u>
-1,4	19,85	19,85	11,24	6,66	2,55	6,32	17,04	11,57
1,4-1,7	1,48	21,33	15,07	8,04	3,65	0,63	1,53	1,24
1,7-1,8	14,87	36,20	18,85	8,30	3,51	7,94	15,91	11,93
1,8-1,9	29,16	65,36	32,02	7,65	3,65	26,45	28,76	24,33
1,9-2,0	16,34	81,70	51,58	6,57	4,15	23,88	13,84	15,50
2,0-2,2	12,40	94,10	64,54	4,93	3,51	22,67	7,88	9,95
2,2-2,4	2,10	96,20	74,15	7,23	6,22	4,41	1,96	2,99
2,4-2,6	1,10	97,30	78,46	9,57	7,97	2,44	1,35	2,00
+2,6	2,70	100,00	68,73	33,69	33,19	5,26	11,73	20,49
			35,30	7,76	4,37	100,00	100,00	100,00

CUADRO XXIX. MINA OPORTUNA. Categoría granulométrica 5-2,5 mm.  
Datos representación Curvas de Lavabilidad en cenizas

<u>CURVA I</u>		<u>CURVA II</u>		<u>CURVA III</u>		<u>CURVA IV</u>	
<u>PESOS</u>	<u>CENIZAS</u>	<u>PESOS</u>	<u>CENIZAS</u>	<u>PESOS</u>	<u>CENIZAS</u>	<u>PESOS</u>	<u>DENSIDADES</u>
9,93	11,24	19,85	11,24	100,00	35,30	21,33	1,7
20,59	15,07	21,33	11,51	80,15	41,26	36,20	1,8
28,77	18,85	36,20	14,52	78,67	41,75	65,36	1,9
50,78	32,02	65,36	22,33	63,80	47,09	81,70	2,0
73,53	51,58	81,70	28,18	34,64	59,78	94,10	2,2
87,90	64,54	94,10	32,97	18,30	67,10	96,20	2,4
95,15	74,15	96,20	33,87	5,90	72,47	97,30	2,6
96,75	78,46	97,30	34,37	3,80	71,55		
98,65	68,73	100,00	35,30	2,70	68,73		

MINA OPORTUNA, C.G.5-2,5mm.

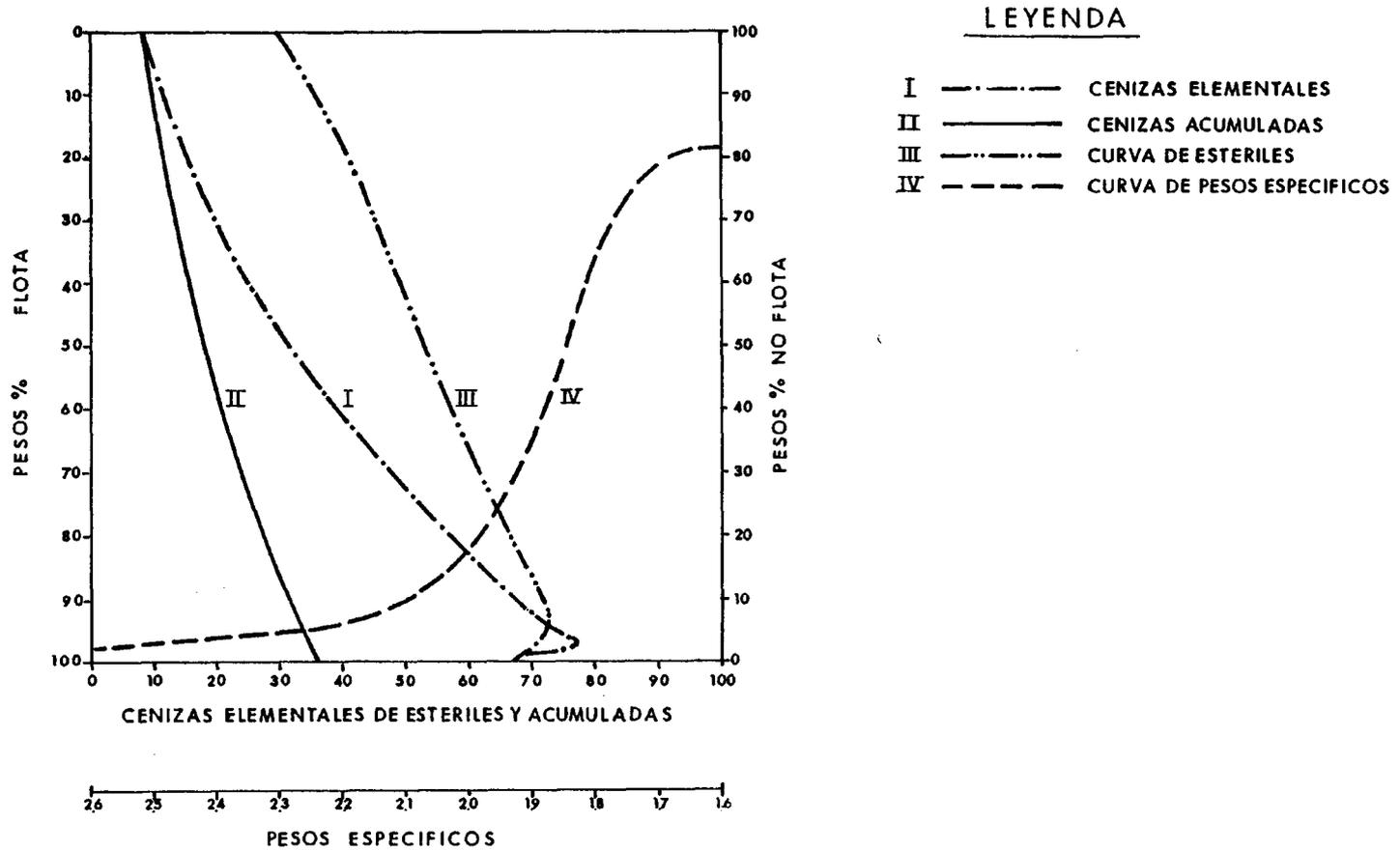


GRAFICO 7. Curvas de lavabilidad en cenizas

CUADRO XXX. MINA OPORTUNA. Categoría granulométrica 5-2,5 mm.  
Datos representación Curvas de Lavabilidad en azufre total

<u>CURVA I</u>		<u>CURVA II</u>		<u>CURVA III</u>		<u>CURVA IV</u>	
<u>PESOS</u>	<u>S TOTAL</u>	<u>PESOS</u>	<u>S TOTAL</u>	<u>PESOS</u>	<u>S TOTAL</u>	<u>PESOS</u>	<u>DENSIDADES</u>
9,93	6,66	19,85	6,66	100,00	7,76	21,33	1,7
20,59	8,04	21,33	6,76	80,15	8,03	36,20	1,8
28,77	8,30	36,20	7,39	78,67	8,03	65,36	1,9
50,78	7,65	65,36	7,51	63,80	7,97	81,70	2,0
73,53	6,57	81,70	7,32	34,64	8,23	94,10	2,2
87,90	4,93	94,10	7,00	18,30	9,72	96,20	2,4
95,15	7,23	96,20	7,01	5,90	19,78	97,30	2,6
96,75	9,57	97,30	7,04	3,80	26,71		
98,65	33,69	100,00	7,76	2,70	33,69		

MINA OPORTUNA, C.G. 5-2,5mm.

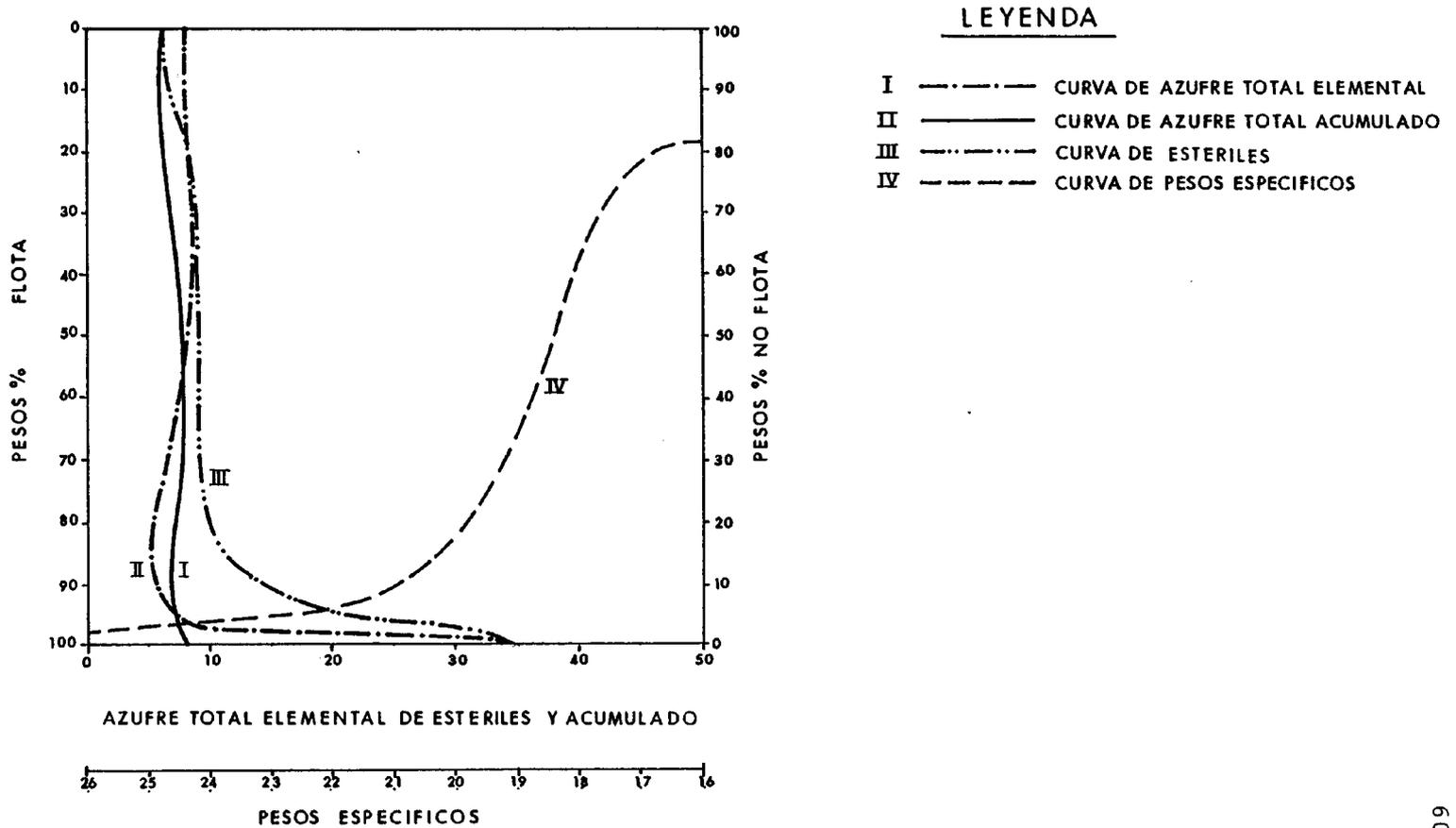


GRAFICO 8. Curvas de lavabilidad en S total

CUADRO XXXI. MINA OPORTUNA. Categoría granulométrica 5-2,5 mm  
Datos representación Curvas de Lavabilidad en azufre pirítico

<u>CURVA I</u>		<u>CURVA II</u>		<u>CURVA III</u>		<u>CURVA IV</u>	
<u>PESOS</u>	<u>S PIRITICO</u>	<u>PESOS</u>	<u>S PIRITICO</u>	<u>PESOS</u>	<u>S PIRITICO</u>	<u>PESOS</u>	<u>DENSIDADES</u>
9,93	2,55	19,85	2,55	100,00	4,37	21,33	1,7
20,59	3,65	21,33	2,63	80,15	4,83	36,20	1,8
28,77	3,51	36,20	2,99	78,67	4,85	65,36	1,9
50,78	3,65	65,36	3,28	63,80	5,16	81,70	2,0
73,53	4,15	81,70	3,46	34,64	6,43	94,10	2,2
87,90	3,51	94,10	3,46	18,30	8,47	96,20	2,4
95,15	6,22	96,20	3,52	5,90	18,89	97,30	2,6
96,75	7,97	97,30	3,57	3,80	25,89		
98,65	33,19	100,00	4,37	2,70	33,19		

MINA OPORTUNA, C.G. 5-2,5mm.

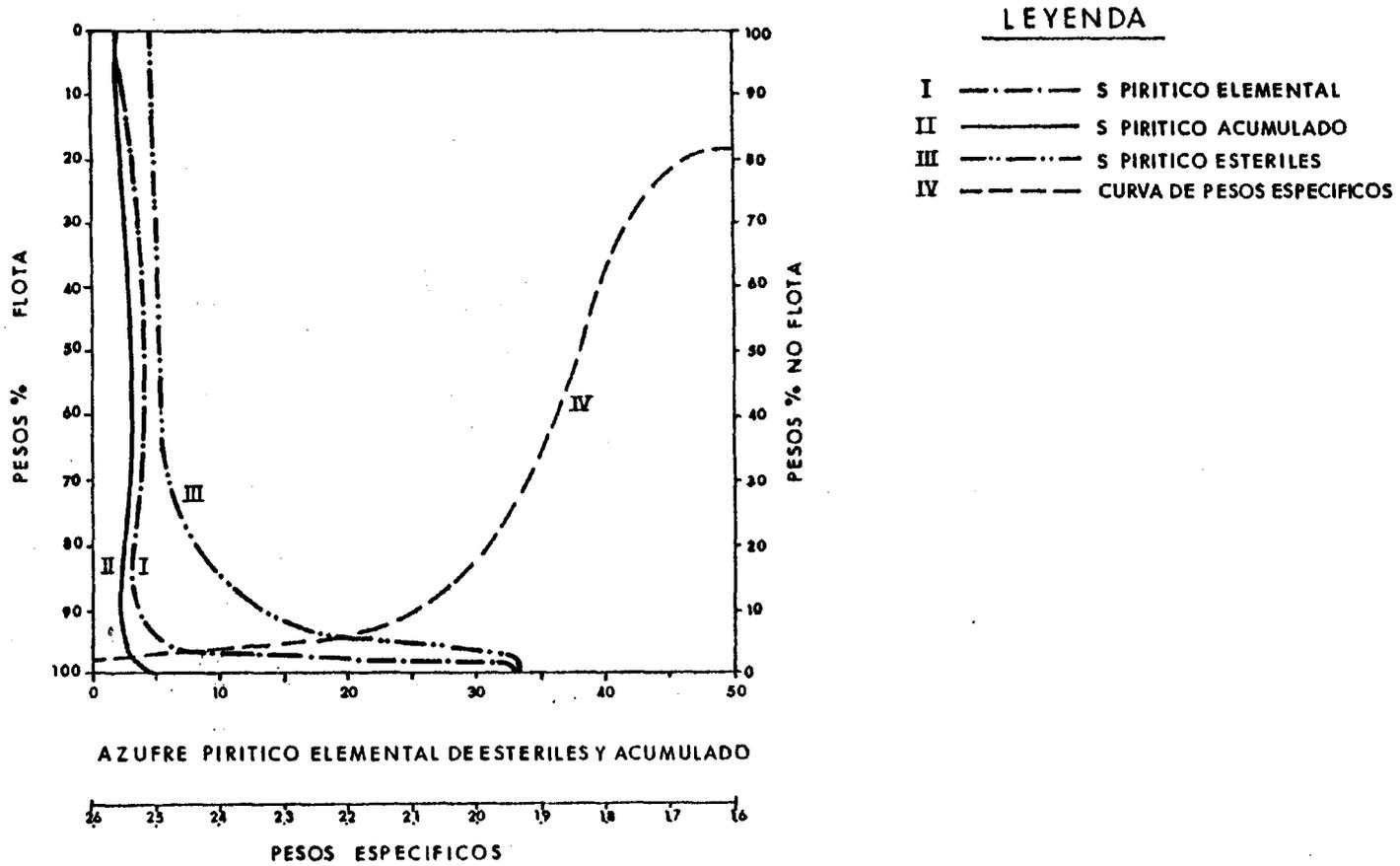


GRAFICO 9. Curvas de Lavabilidad en S pirítico

#### 6.5.3.2.- Categoría granulométrica 2,5-1 mm

Los resultados de la separación densimétrica se indican en el Cuadro XXXII.

Los Cuadros XXXIII, XXXIV. y XXXV indican los datos para representación de las curvas correspondientes de la categoría granulométrica 2,5-1 mm, en cenizas, S total y S pirítico, según los gráficos 10,11 y 12.

En la categoría granulométrica 2,5-1 mm, a densidad 2,0 kg/l, se recupera el 69% del peso del bruto, con cenizas del 25%, azufre total 6,2% y azufre pirítico 3,1%.

Con densidad superior a 2,6 kg/l se obtiene un 2,32% en peso del bruto con cenizas del 69% y contenidos muy elevados en azufre total y azufre pirítico, que representan el 13% del S total de la categoría y el 20% del azufre pirítico.

CUADRO XXXII. MINA OPORTUNA. Categoría granulométrica 2,5-1 mm.  
Separación densimétrica

DENSIDAD	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	S PIRITICO (%)	DISTRIBUCION		
						CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	S PIRITICO (%)
-1,4	12,98	12,98	7,66	5,36	1,59	2,66	10,60	5,09
1,4-1,7	6,37	19,35	10,84	6,91	3,03	1,85	6,71	4,76
1,7-1,8	1,36	20,71	14,77	6,84	3,58	0,54	1,42	1,20
1,8-1,9	28,06	48,77	24,59	6,76	3,55	18,47	28,91	24,56
1,9-2,0	20,23	69,00	40,83	5,72	3,51	22,12	17,64	17,51
2,0-2,2	17,51	86,51	58,50	5,06	3,51	27,42	13,50	15,15
2,2-2,4	10,37	96,88	75,57	4,58	3,99	20,98	7,24	10,20
2,4-2,6	0,80	97,68	77,38	10,42	8,29	1,66	1,27	1,64
+2,6	2,32	100,00	69,25	35,96	34,77	4,30	12,71	19,89
	100,00		37,35	6,56	4,06	100,00	100,00	100,00

CUADRO XXXIII. MINA OPORTUNA. Categoría granulométrica 2,5-1 mm  
Datos representación Curvas de Lavabilidad en cenizas

<u>CURVA I</u>		<u>CURVA II</u>		<u>CURVA III</u>		<u>CURVA IV</u>	
<u>PESOS</u>	<u>CENIZAS</u>	<u>PESOS</u>	<u>CENIZAS</u>	<u>PESOS</u>	<u>CENIZAS</u>	<u>PESOS</u>	<u>DENSIDADES</u>
6,49	7,66	12,98	7,66	100,00	37,35	19,35	1,7
16,17	10,84	19,35	8,71	87,02	41,78	20,71	1,8
20,03	14,77	20,71	9,11	80,65	44,22	48,77	1,9
34,74	24,59	48,77	18,01	79,29	44,73	69,00	2,0
58,89	40,83	69,00	24,70	51,23	55,76	86,51	2,2
77,76	58,50	86,51	31,54	31,00	65,50	96,88	2,4
91,70	75,57	96,88	36,26	13,49	74,59	97,68	2,6
97,28	77,38	97,68	36,59	3,12	71,33		
98,84	69,25	100,00	37,35	2,32	69,25		

MINA OPORTUNA, C.G. 2,5-1mm.

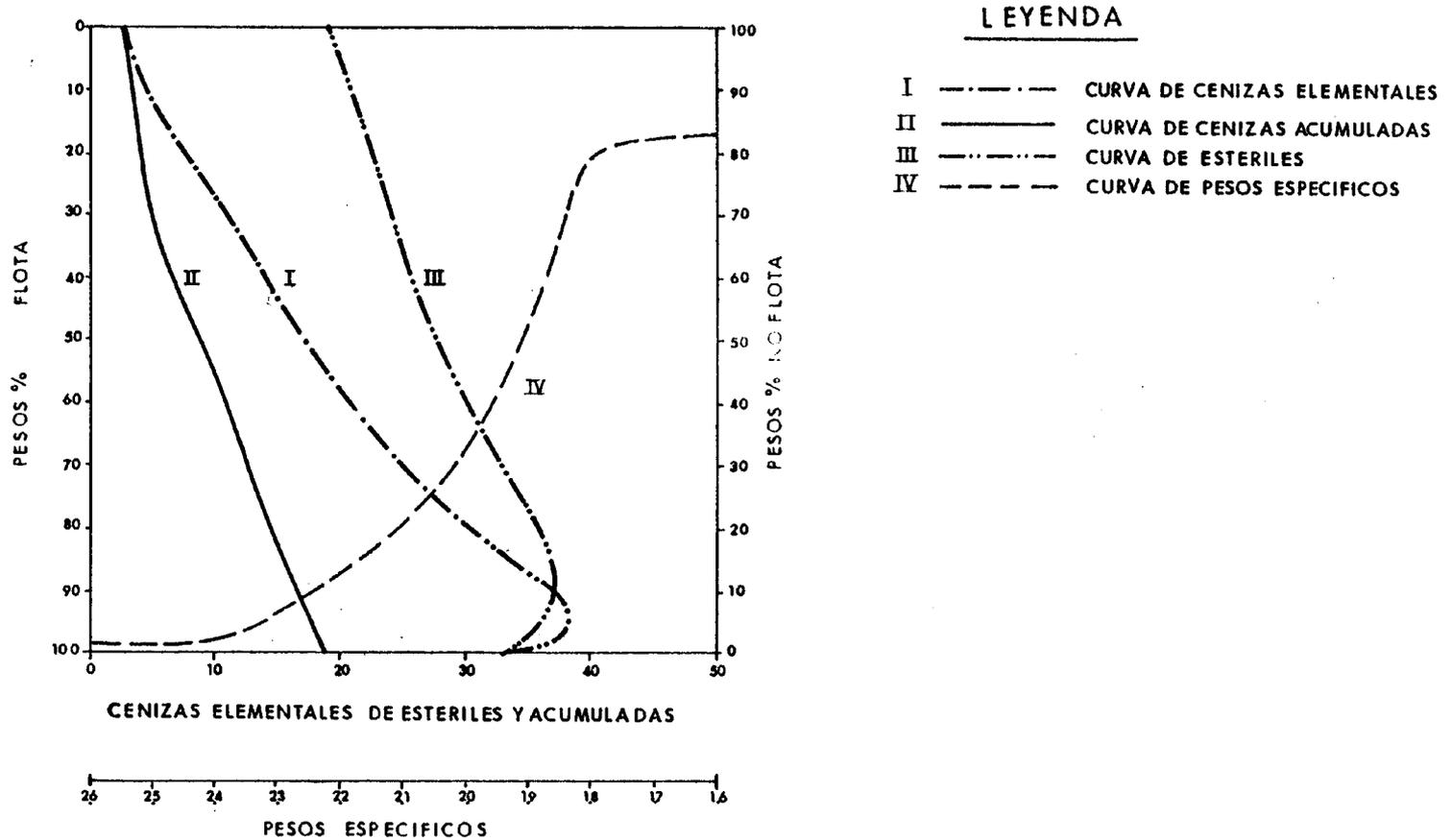


GRAFICO 10. Curvas de lavabilidad en cenizas

CUADRO XXXIV.. MINA OPORTUNA. Categoría granulométrica 2,5-1 mm.  
Datos representación Curvas de Lavabilidad en S total

<u>CURVA I</u>		<u>CURVA II</u>		<u>CURVA III</u>		<u>CURVA IV</u>	
<u>PESOS</u>	<u>S TOTAL</u>	<u>PESOS</u>	<u>S TOTAL</u>	<u>PESOS</u>	<u>S TOTAL</u>	<u>PESOS</u>	<u>DENSIDADES</u>
6,49	5,36	12,98	5,36	100,00	6,56	19,35	1,7
16,17	6,91	19,35	5,87	87,02	6,74	20,71	1,8
20,03	6,84	20,71	5,93	80,65	6,73	48,77	1,9
34,74	6,76	48,77	6,41	79,29	6,73	69,00	2,0
58,89	5,72	69,00	6,21	51,23	6,71	86,51	2,2
77,76	5,06	86,51	5,97	31,00	7,35	96,88	2,4
91,70	4,58	96,88	5,83	13,49	10,32	97,68	2,6
97,28	10,42	97,68	5,86	3,12	29,41		
98,24	35,96	100,00	6,56	2,32	35,96		

MINA OPORTUNA, C.G. 2,5-1 mm.

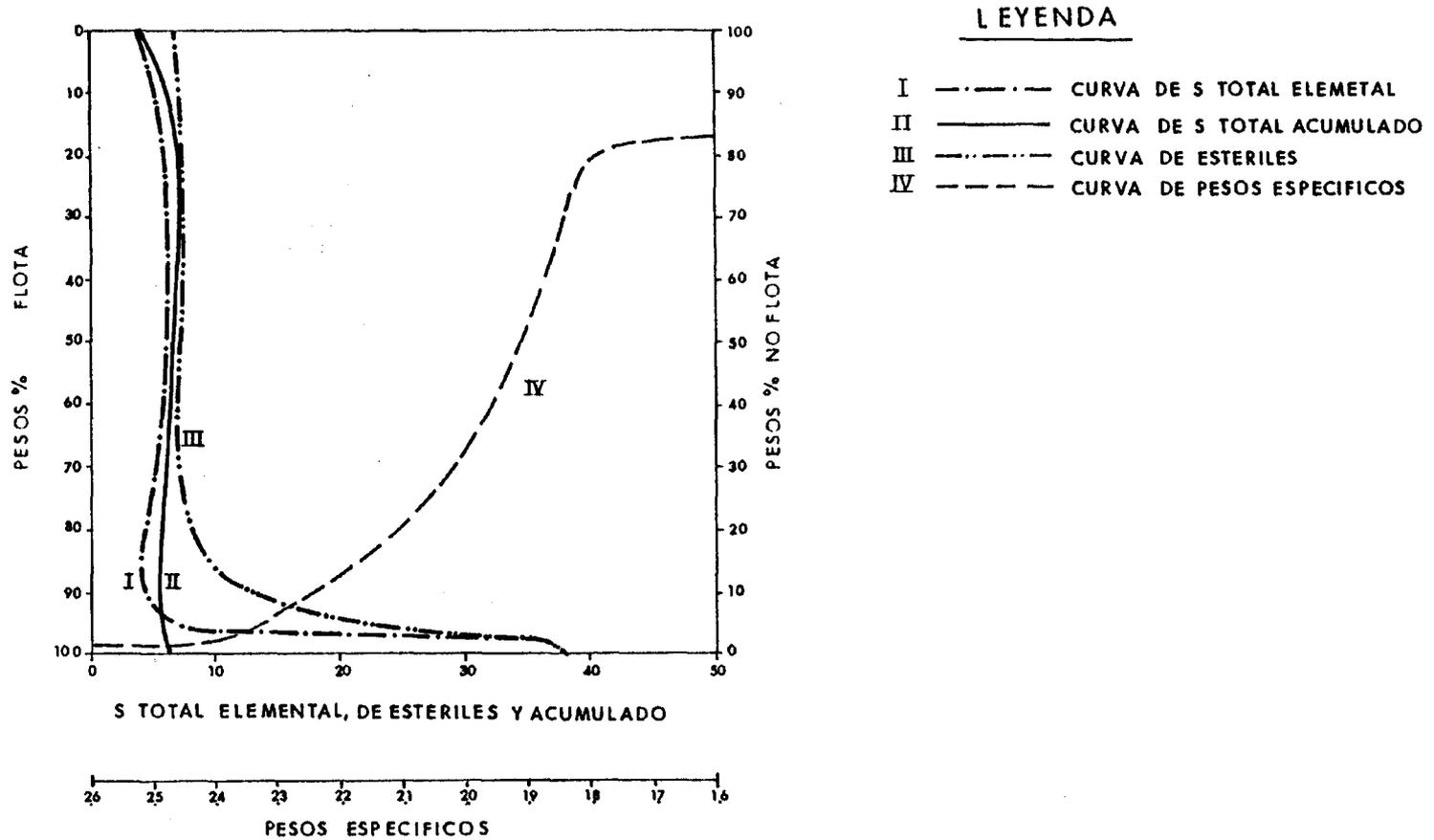


GRAFICO 11. Curvas de lavabilidad en S total

CUADRO XXXV. MINA OPORTUNA. Categoría granulométrica 2,5-1 mm.  
Datos representación Curvas de Lavabilidad en azufre pirítico

<u>CURVA I</u>		<u>CURVA II</u>		<u>CURVA III</u>		<u>CURVA IV</u>	
<u>PESOS</u>	<u>S PIRITICO</u>	<u>PESOS</u>	<u>S PIRITICO</u>	<u>PESOS</u>	<u>S PIRITICO</u>	<u>PESOS</u>	<u>DENSIDADES</u>
6,49	1,59	12,98	1,59	100,00	4,06	19,35	1,7
16,17	3,03	19,35	2,06	87,02	4,42	20,71	1,8
20,03	3,58	20,71	2,16	80,65	4,53	48,77	1,9
34,74	3,55	48,77	2,96	79,29	4,55	69,00	2,0
58,89	3,51	69,00	3,12	51,23	5,10	86,51	2,2
77,76	3,51	86,51	3,20	31,00	6,13	96,88	2,4
91,70	3,99	96,88	3,29	13,49	9,54	97,68	2,6
97,28	8,29	97,68	3,33	3,12	27,98		
98,24	34,77	100,00	4,06	2,32	34,77		

MINA OPORTUNA, C.G.2,5-1mm.

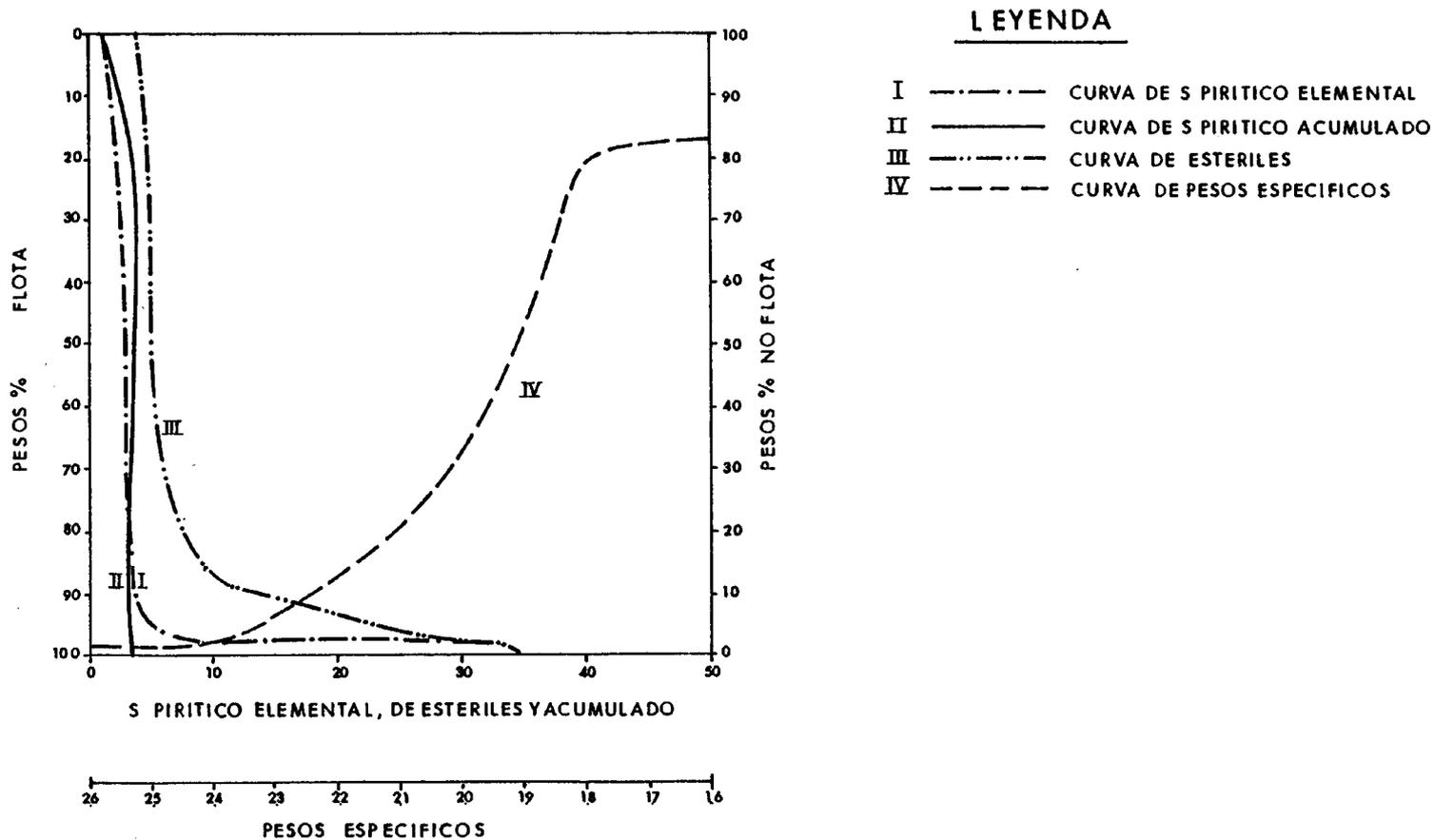


GRAFICO 12. Curvas de lavabilidad en S pirítico

#### 6.5.3.3.- Categoría granulométrica 1-0,5 mm

Los resultados de la separación densimétrica, con sus balances correspondientes en cenizas, azufre total y azufre pirítico, se indican en el Cuadro XXXVI.

En los Cuadros XXXVII, XXXVIII y XXXIX, se detallan los datos para confección de las curvas de lavabilidad, que se representan en los gráficos 13, 14 y 15.

En la categoría granulométrica 1-0,5 mm el lignito de densidad menor de 1,4 kg/l representa el 9% en peso, con leyes de 7,4% cenizas; 4,8% S total y 1,28% S pirítico.

A densidad 2,2 kg/l se puede recuperar el 93% del peso total, si bien su contenido en cenizas es elevado, 32% frente al 35% del conjunto de la categoría. Los contenidos en azufre total y azufre pirítico son también elevados, 5,64% y 3,18% respectivamente frente a 6,49% y 4,30% del total de la categoría.

CUADRO XXXVI. MINA OPORTUNA. Categoría granulométrica 1-0,5 mm.  
Separación densimétrica

<u>DENSIDAD</u>	<u>PESO (%)</u>	<u>PESO AC. (%)</u>	<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>S PIRITICO (%)</u>	<u>DISTRIBUCION</u>		
						<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>S PIRITICO (%)</u>
-1,4	8,82	8,82	7,44	4,79	1,28	1,88	6,51	2,63
1,4-1,7	6,91	15,73	10,14	5,26	1,91	2,01	5,61	3,07
1,7-1,8	14,29	30,02	16,47	6,11	2,55	6,74	13,46	8,48
1,8-1,9	30,35	60,37	29,30	6,15	3,35	25,49	28,76	23,65
1,9-2,0	15,73	76,10	44,11	5,37	3,83	19,89	13,02	14,01
2,0-2,2	16,83	92,93	61,02	5,17	4,31	29,43	13,42	16,87
2,2-2,4	3,41	96,34	73,12	6,97	6,06	7,15	3,67	4,81
2,4-2,6	1,02	97,36	73,84	17,56	14,19	2,16	2,76	3,37
+2,6	<u>2,64</u>	100,00	<u>69,36</u>	<u>31,42</u>	<u>37,64</u>	<u>5,25</u>	<u>12,79</u>	<u>23,11</u>
	100,00		34,89	6,49	4,30	100,00	100,00	100,00

CUADRO XXXVII. MINA OPORTUNA. Categoría granulométrica 1-0,5 mm.

Datos representación Curvas de Lavabilidad en cenizas

CURVA I		CURVA II		CURVA III		CURVA IV	
<u>PESOS</u>	<u>CENIZAS</u>	<u>PESOS</u>	<u>CENIZAS</u>	<u>PESOS</u>	<u>CENIZAS</u>	<u>PESOS</u>	<u>DENSIDADES</u>
4,41	7,44	8,82	7,44	100,00	34,89	15,73	1,7
12,28	10,14	15,73	8,63	91,18	37,54	30,02	1,8
22,88	16,47	30,02	12,36	84,27	39,79	60,37	1,9
45,20	29,30	60,37	20,88	69,98	44,55	76,10	2,0
68,24	44,11	76,10	25,68	39,63	56,23	92,93	2,2
84,52	61,02	92,93	32,08	23,90	64,21	96,34	2,4
94,64	73,12	96,34	33,53	7,07	71,82	97,36	2,6
96,85	73,84	97,36	33,95	3,66	70,60		
98,68	69,36	100,00	34,89	2,64	69,36		

MINA OPORTUNA, C.G.1-0,5mm.

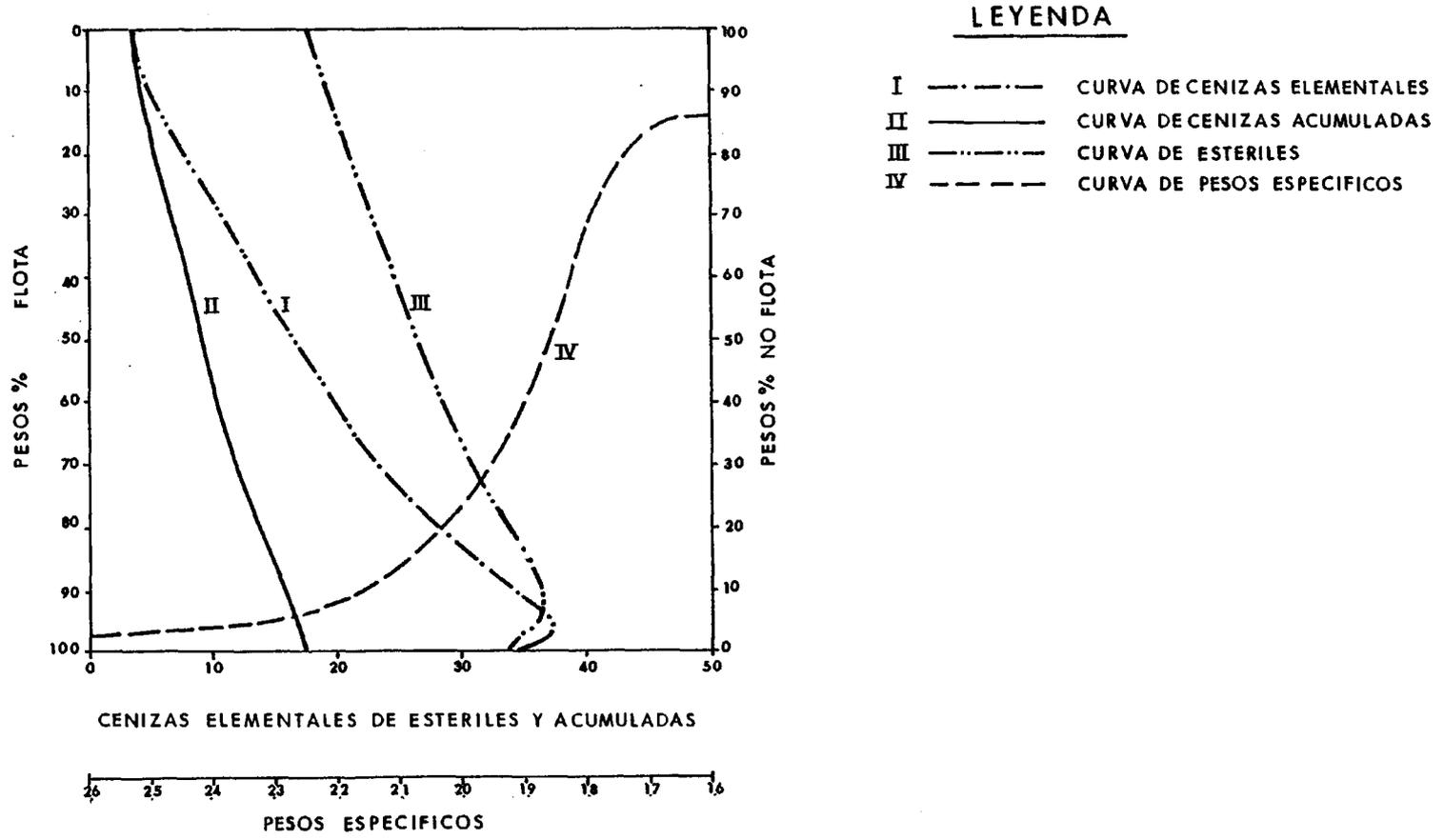


GRAFICO 13. Curvas de lavabilidad en cenizas

CUADRO XXXVIII. MINA OPORTUNA. Categoría granulométrica 1-0,5 mm.  
Datos representación Curvas de Lavabilidad en S total

CURVA I		CURVA II		CURVA III		CURVA IV	
PESOS	S TOTAL	PESOS	S TOTAL	PESOS	S TOTAL	PESOS	DENSIDADES
4,41	4,79	8,82	4,79	100,00	6,49	15,73	1,7
12,28	5,26	15,73	5,00	91,18	6,65	30,02	1,8
22,88	6,11	30,02	5,53	84,27	6,76	60,37	1,9
45,20	6,15	60,37	5,84	69,98	6,90	76,10	2,0
68,24	5,37	76,10	5,74	39,63	7,47	92,93	2,2
84,52	5,17	92,93	5,64	23,90	8,86	96,34	2,4
94,64	6,97	96,34	5,69	7,07	17,63	97,36	2,6
96,85	17,56	97,36	5,81	3,66	27,56		
98,68	31,42	100,00	6,49	2,64	31,42		

MINA OPORTUNA, C.G. 1-0,5mm.

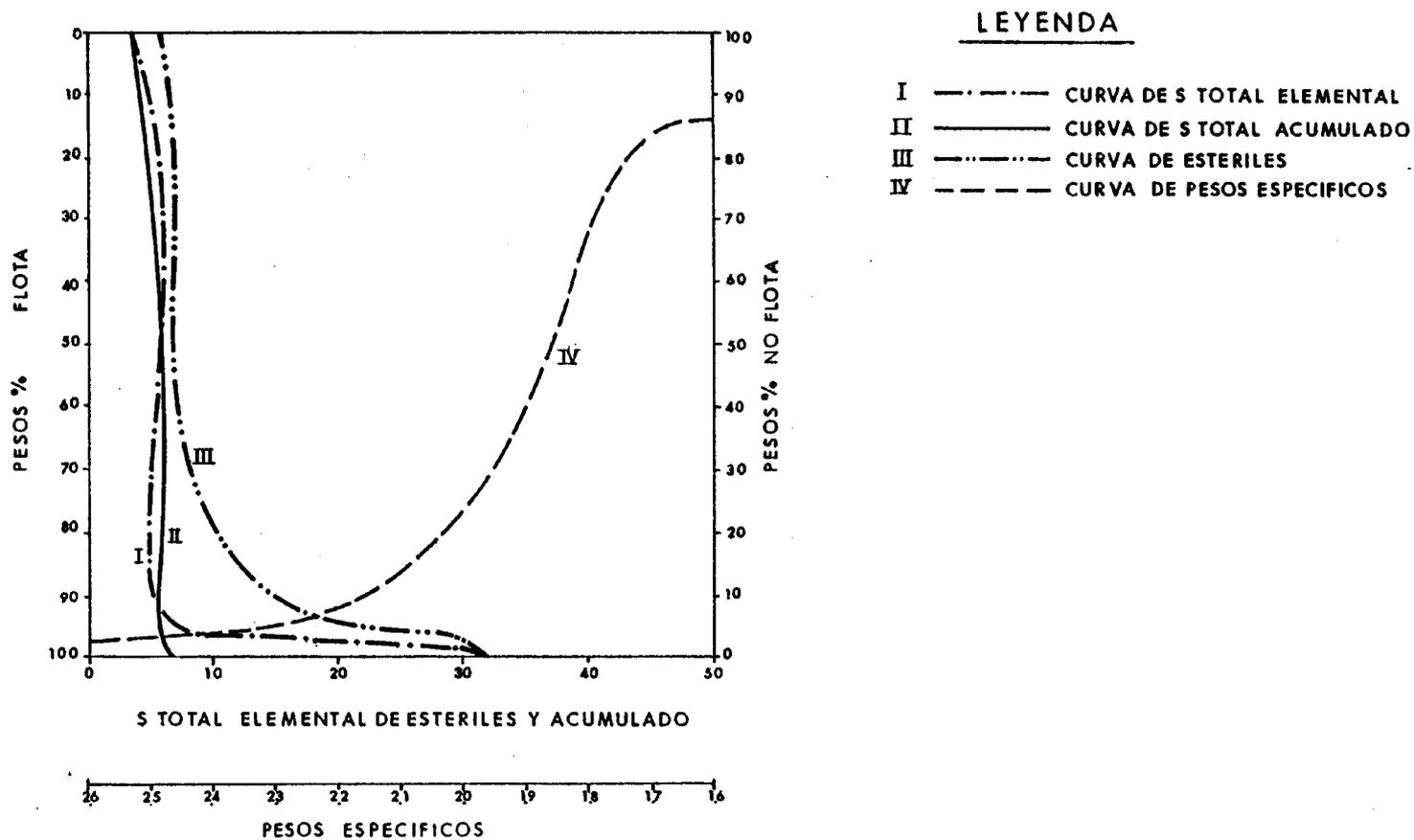


GRAFICO 14. Curvas de lavabilidad en S total

CUADRO XXXIX. MINA OPORTUNA. Categoría granulométrica 1-0,5 mm.  
Datos representación Curvas de Lavabilidad en S piritico

<u>CURVA I</u>		<u>CURVA II</u>		<u>CURVA III</u>		<u>CURVA IV</u>	
<u>PESOS</u>	<u>S PIRITICO</u>	<u>PESOS</u>	<u>S PIRITICO</u>	<u>PESOS</u>	<u>S PIRITICO</u>	<u>PESOS</u>	<u>DENSIDADES</u>
4,41	1,28	8,82	1,28	100,00	4,30	15,73	1,7
12,28	1,91	15,73	1,56	91,18	4,59	30,02	1,8
22,88	2,55	30,02	2,03	84,27	4,81	60,37	1,9
45,20	3,35	60,37	2,69	69,98	5,27	76,10	2,0
68,24	3,83	76,10	2,93	39,63	6,74	92,93	2,2
84,52	4,31	92,93	3,18	23,90	8,66	96,34	2,4
94,64	6,06	96,34	3,28	7,07	19,02	97,36	2,6
96,85	14,19	97,36	3,39	3,66	31,10		
98,68	37,64	100,00	4,30	2,64	37,64		

MINA OPORTUNA, C. G. 1--0,5mm.

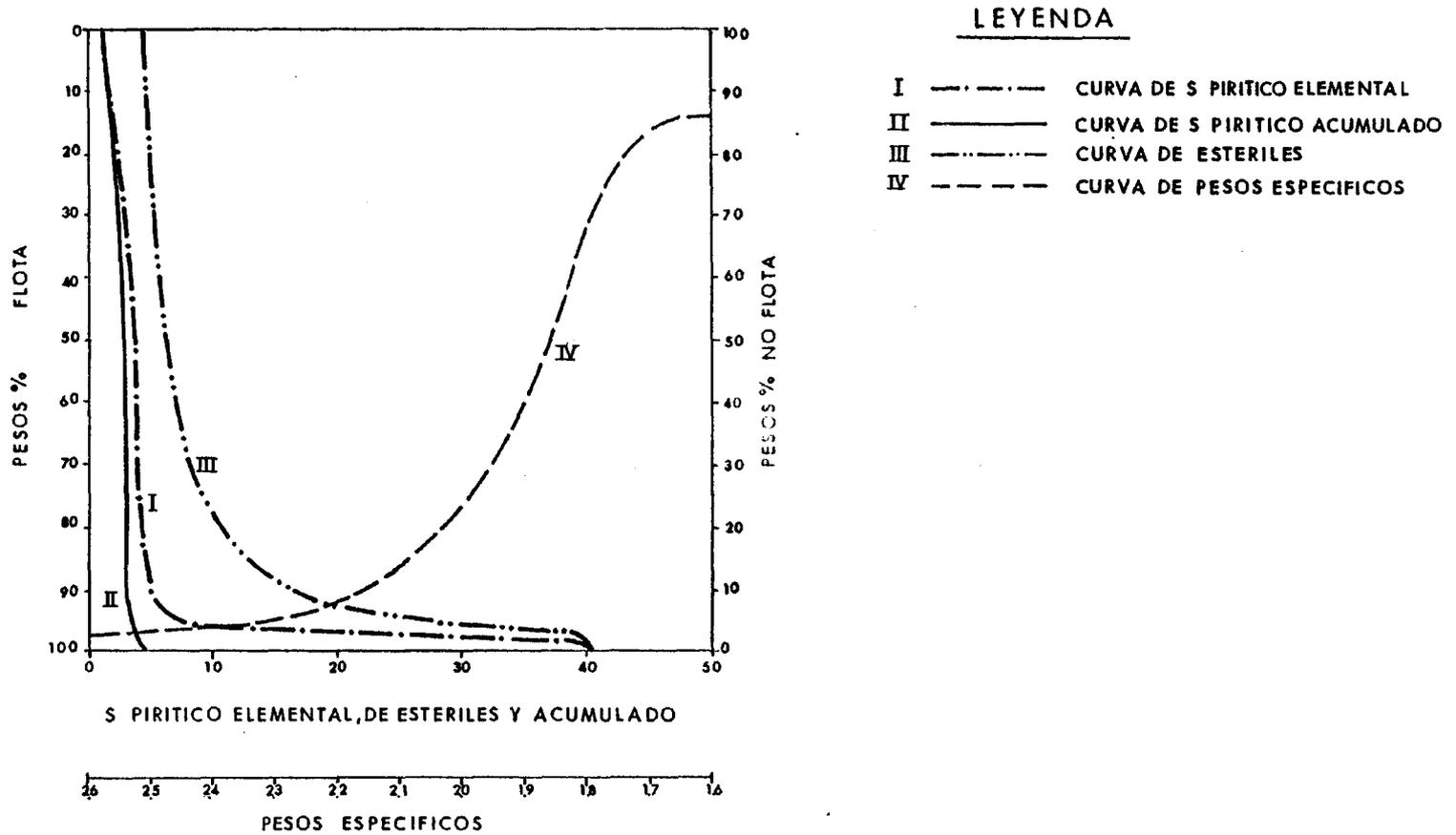


GRAFICO 15. Curvas de lavabilidad en S pirítico

#### 6.5.3.4.- Categoría granulométrica 0,5-0,208 mm

Los resultados de la separación densimétrica se detallan en el Cuadro XL.

Los Cuadros XLI, XLII y XLIII indican los datos para la confección de las curvas de lavabilidad de esta categoría. Dichas curvas se representan en los gráficos 16, 17 y 18.

La categoría 0,5-0,208 mm presenta un lignito lavado a densidad de 1,4 kg/l con contenidos en cenizas, azufre total y azufre pirítico muy bajos.

El contenido de lignito de densidad superior a 2,6 kg/l es de 5,5% con cenizas del 69%, azufre total del 37% y azufre pirítico del 35,4%.

CUADRO XL. MINA OPORTUNA. Categoría granulométrica 0,5-0,208 mm.  
Separación densimétrica

DENSIDAD	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	S PIRITICO (%)	DISTRIBUCION		
						CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	S PIRITICO (%)
-1,4	4,84	4,84	12,16	5,28	1,28	1,50	3,39	1,24
1,4-1,7	10,32	15,16	13,33	5,39	•2,07	3,50	7,39	4,28
1,7-1,8	14,71	29,87	16,06	5,49	2,68	6,00	10,72	7,91
1,8-1,9	21,02	50,89	29,65	6,18	3,03	15,84	17,25	12,77
1,9-2,0	15,52	66,41	43,91	5,67	3,35	17,32	11,68	10,43
2,0-2,2	15,97	82,38	58,88	5,03	3,67	23,88	10,67	11,75
2,2-2,4	8,26	90,64	71,43	5,86	3,99	14,99	6,43	6,61
2,4-2,6	3,81	94,45	75,10	10,20	7,34	7,27	5,16	5,61
+2,6	5,55	100,00	68,77	37,06	35,41	9,70	27,31	39,40
	100,00		39,36	7,53	100,00	100,00	100,00	100,00

CUADRO XLI. MINA OPORTUNA. Categoría granulométrica 0,5-0,2 mm.  
Datos representación Curvas de Lavabilidad en cenizas

<u>CURVA I</u>		<u>CURVA II</u>		<u>CURVA III</u>		<u>CURVA IV</u>	
<u>PESOS</u>	<u>CENIZAS</u>	<u>PESOS</u>	<u>CENIZAS</u>	<u>PESOS</u>	<u>CENIZAS</u>	<u>PESOS</u>	<u>DENSIDADES</u>
2,42	12,16	4,84	12,16	100,00	39,36	15,16	1,7
10,00	13,33	15,16	12,96	95,16	40,74	29,87	1,8
22,52	16,06	29,87	14,48	84,84	44,07	50,89	1,9
40,38	29,65	50,89	20,75	70,13	49,95	66,41	2,0
58,65	43,91	66,41	26,16	49,11	58,64	82,38	2,2
74,40	58,88	82,38	32,50	33,59	65,44	90,64	2,4
86,51	71,43	90,64	36,05	17,62	71,39	94,45	2,6
92,55	75,10	94,45	37,63	9,36	71,35		
97,23	68,77	100,00	39,36	5,55	68,77		

MINA OPORTUNA, C.G. 0,5-0,2mm.

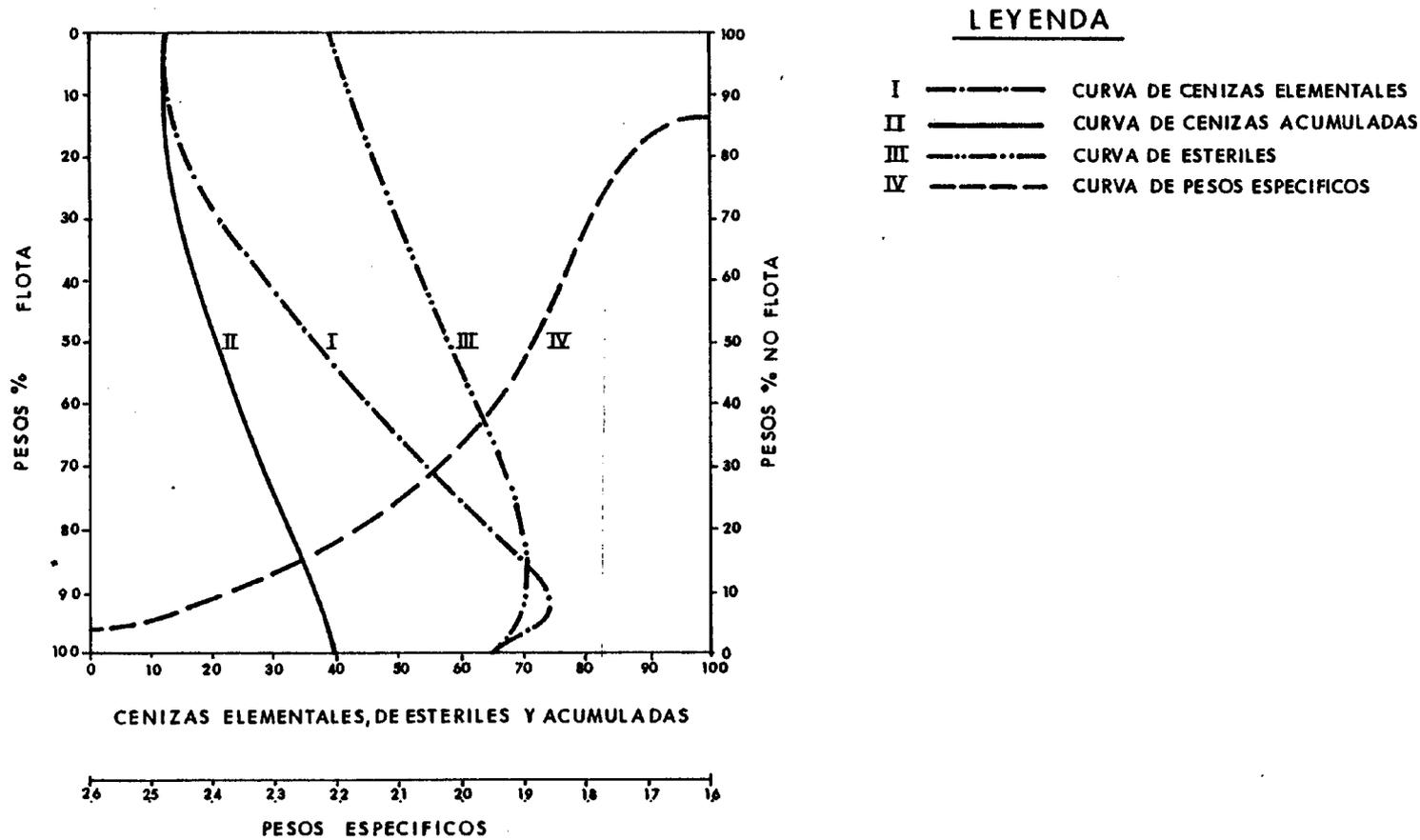


GRAFICO 16. Curvas de lavabilidad en cenizas

CUADRO XLII. MINA OPORTUNA. Categoría granulométrica 0,5-0,208 mm.  
Datos representación Curvas de Lavabilidad en S total

CURVA I		CURVA II		CURVA III		CURVA IV	
PESOS	S TOTAL	PESOS	S TOTAL	PESOS	S TOTAL	PESOS	DENSIDADES
2,42	5,28	4,84	5,28	100,00	7,53	15,16	1,7
10,00	5,39	15,16	5,35	95,16	7,65	29,87	1,8
22,52	5,49	29,87	5,42	84,84	7,92	50,89	1,9
40,38	6,18	50,89	5,73	70,13	8,43	66,41	2,0
58,65	5,67	66,41	5,72	49,11	9,39	82,38	2,2
74,40	5,03	82,38	5,59	33,59	11,11	90,64	2,4
86,51	5,86	90,64	5,61	17,62	16,63	94,45	2,6
92,55	10,20	94,45	5,80	9,36	26,13		
97,23	37,06	100,00	7,53	5,55	37,06		

MINA OPORTUNA, C.G. 0,5-0,2mm.

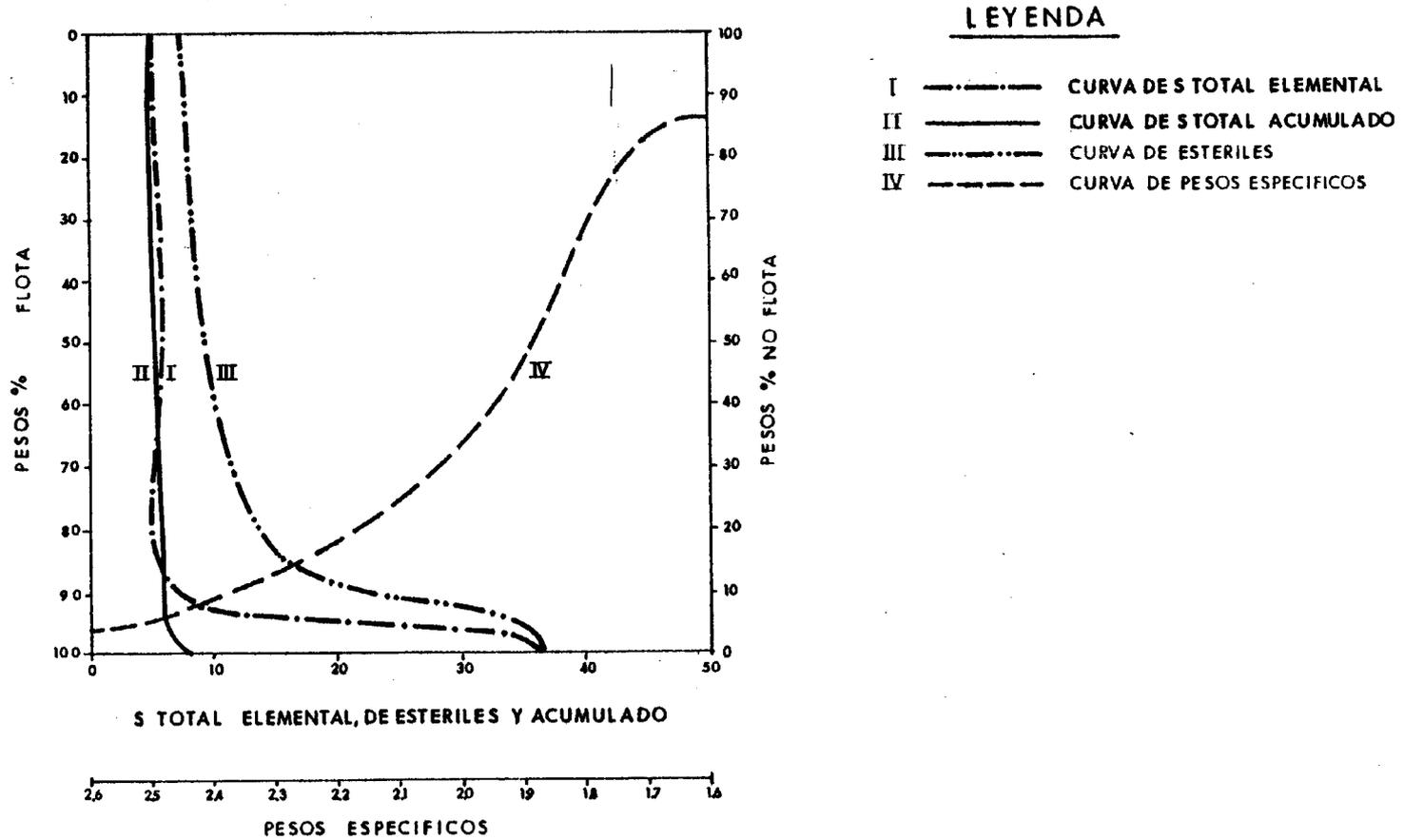


GRAFICO 17. Curvas de lavabilidad en S total

CUADRO XLIII. MINA OPORTUNA. Categoría granulométrica 0,5-0,208 mm.  
Datos representación curvas de Lavabilidad en S pirítico

<u>CURVA I</u>		<u>CURVA II</u>		<u>CURVA III</u>		<u>CURVA IV</u>	
<u>PESOS</u>	<u>S PIRITICO</u>	<u>PESOS</u>	<u>S PIRITICO</u>	<u>PESOS</u>	<u>S PIRITICO</u>	<u>PESOS</u>	<u>DENSIDADES</u>
2,42	1,28	4,84	1,28	100,00	4,99	15,16	1,7
10,00	2,07	15,16	1,82	95,16	5,18	29,87	1,8
22,52	2,68	29,87	2,24	84,84	5,55	50,89	1,9
40,38	3,03	50,89	2,57	70,13	6,07	66,41	2,0
58,65	3,35	66,41	2,75	49,11	7,49	82,38	2,2
74,40	3,67	82,38	2,93	33,59	9,41	90,64	2,4
86,51	3,99	90,64	3,03	17,62	14,61	94,45	2,6
92,55	7,34	94,45	3,20	9,36	23,99		
97,23	35,41	100,00	4,99	5,55	35,41		

MINA OPORTUNA, C.G. 0,5-0,2mm.

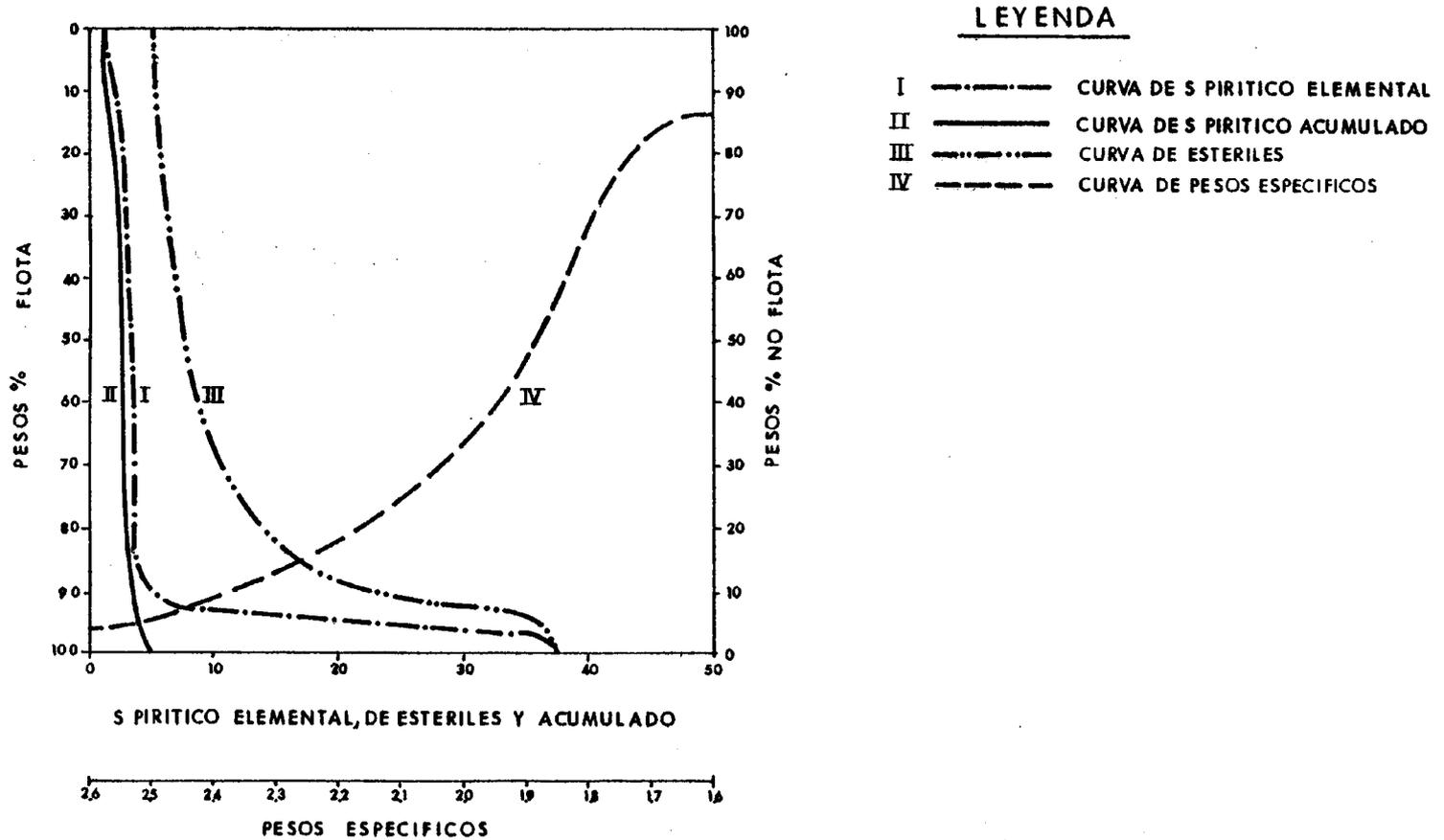


GRAFICO 18. Curvas de lavabilidad en S pirítico

#### 6.5.3.5.- Categoría granulométrica 0,208-0,104 mm

Los resultados de la separación densimétrica de la categoría granulométrica 0,208-0,104 mm se detallan en el Cuadro XLIV.

Los Cuadros XLV, XLVI y XLVII indican los datos para la representación de las curvas de lavabilidad en cenizas, azufre total y S pirítico. Dichas curvas se han representado en los gráficos 19, 20 y 21.

En esta categoría, con densidad superior a 2,6 kg/l, se separa el 10% del peso total con contenidos en azufre total y azufre pirítico del 43,19% y 41,15%, que representan sobre los contenidos totales el 44% y el 59%, respectivamente.

CUADRO XLIV.. MINA OPORTUNA. Categoría granulométrica 0,208-0,104 mm.

Separación densimétrica

<u>DENSIDAD</u>	<u>PESO (%)</u>	<u>PESO AC. (%)</u>	<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>S PIRITICO (%)</u>	<u>DISTRIBUCION</u>		
						<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>S PIRITICO (%)</u>
-1,4	3,12	3,12	16,54	5,27	2,07	1,21	1,61	0,90
1,4-1,7	3,21	6,33	17,53	5,62	2,23	1,32	1,76	0,99
1,7-1,8	14,22	20,55	19,37	5,76	2,55	6,47	8,01	5,03
1,8-1,9	27,34	47,89	28,07	6,39	2,87	18,02	17,08	10,88
1,9-2,0	22,33	70,22	50,24	6,43	3,67	26,34	14,04	11,37
2,0-2,2	9,42	79,64	62,10	6,70	3,83	13,73	6,17	5,00
2,2-2,4	7,17	86,81	69,31	6,92	4,31	11,67	4,85	4,29
2,4-2,6	2,88	89,68	73,04	10,46	6,70	4,94	2,95	2,68
+2,6	10,31	100,00	67,36	43,19	41,15	16,30	43,53	58,86
	<u>100,00</u>		<u>42,59</u>	<u>10,23</u>	<u>7,21</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

CUADRO XLV. MINA OPORTUNA. Categoría granulométrica 0,208-0,104 mm.  
Datos representación Curvas de Lavabilidad en cenizas

<u>CURVA I</u>		<u>CURVA II</u>		<u>CURVA III</u>		<u>CURVA IV</u>	
<u>PESOS</u>	<u>CENIZAS</u>	<u>PESOS</u>	<u>CENIZAS</u>	<u>PESOS</u>	<u>CENIZAS</u>	<u>PESOS</u>	<u>DENSIDADES</u>
1,56	16,54	3,12	16,54	100,00	42,59	6,33	1,7
4,73	17,53	6,33	17,04	96,88	43,43	20,55	1,8
13,44	19,37	20,55	18,65	93,67	44,32	47,89	1,9
34,22	28,07	47,89	24,03	79,45	48,79	70,22	2,0
59,06	50,24	70,22	32,36	52,11	59,66	79,64	2,2
74,93	62,10	79,64	35,88	29,78	66,72	86,81	2,4
83,23	69,31	86,81	38,64	20,36	68,85	89,68	2,6
88,24	73,04	89,68	39,75	13,19	68,60		
94,85	67,36	100,00	42,59	10,31	67,36		

MINA OPORTUNA, C.G.0,2-0,1mm.

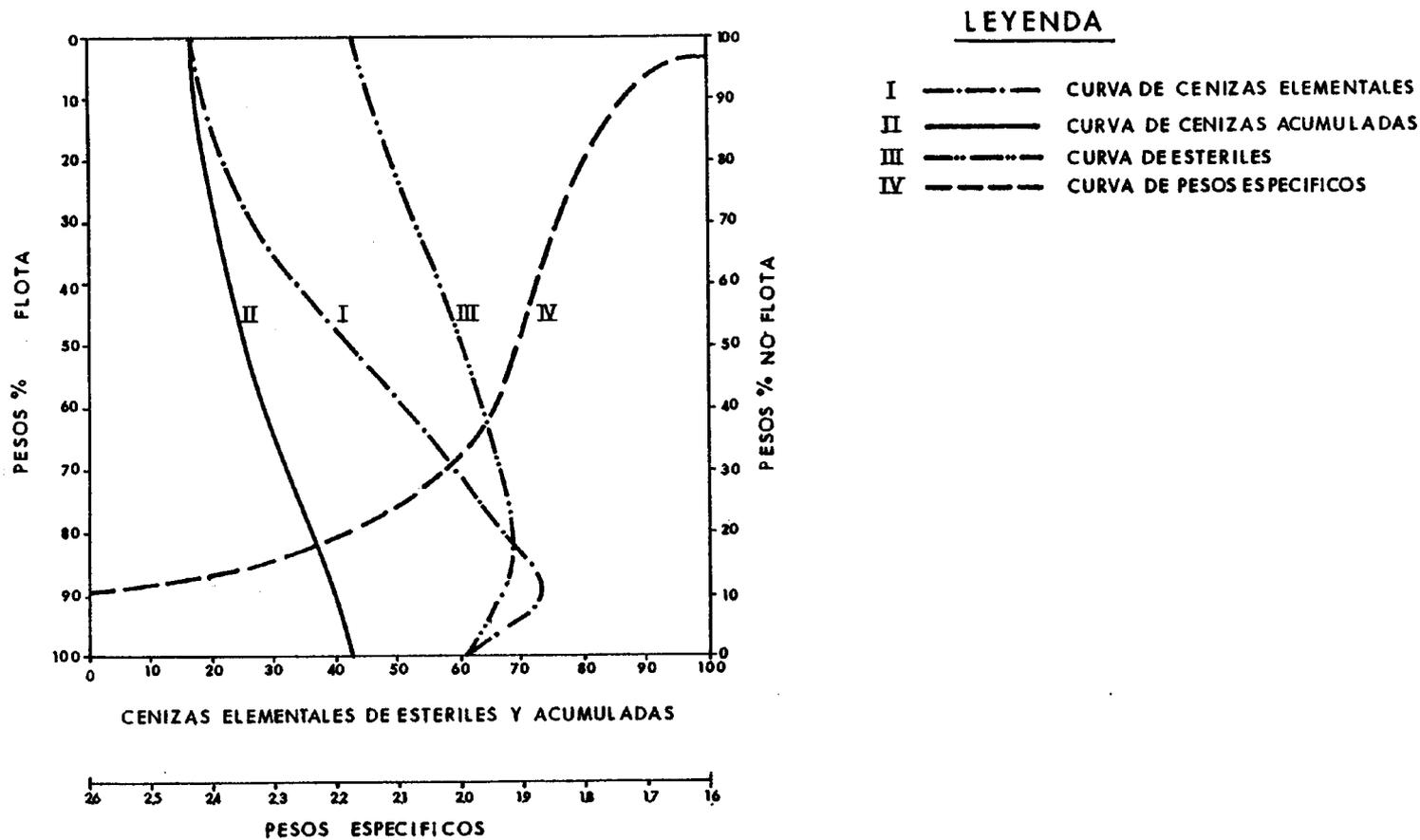


GRAFICO 19. Curvas de lavabilidad en cenizas

CUADRO XLVI. MINA OPORTUNA. Categoría granulométrica 0,208-0,104 mm.  
Datos representación Curvas de Lavabilidad en azufre total

<u>CURVA I</u>		<u>CURVA II</u>		<u>CURVA III</u>		<u>CURVA IV</u>	
<u>PESOS</u>	<u>S TOTAL</u>	<u>PESOS</u>	<u>S TOTAL</u>	<u>PESOS</u>	<u>S TOTAL</u>	<u>PESOS</u>	<u>DENSIDADES</u>
1,56	5,27	3,12	5,27	100,00	10,23	6,33	1,7
4,73	5,62	6,33	5,45	96,88	10,39	20,55	1,8
13,44	5,76	20,55	5,66	93,67	10,55	47,89	1,9
34,22	6,39	47,89	6,08	79,45	11,41	70,22	2,0
59,06	6,43	70,22	6,19	52,11	14,04	79,64	2,2
74,93	6,70	79,64	6,25	29,78	19,75	86,81	2,4
83,23	6,92	86,81	6,31	20,36	25,79	89,68	2,6
88,24	10,46	89,68	6,44	13,19	36,04		
94,85	43,19	100,00	10,23	10,31	43,19		

MINA OPORTUNA, C.G. 0,2-0,1mm.

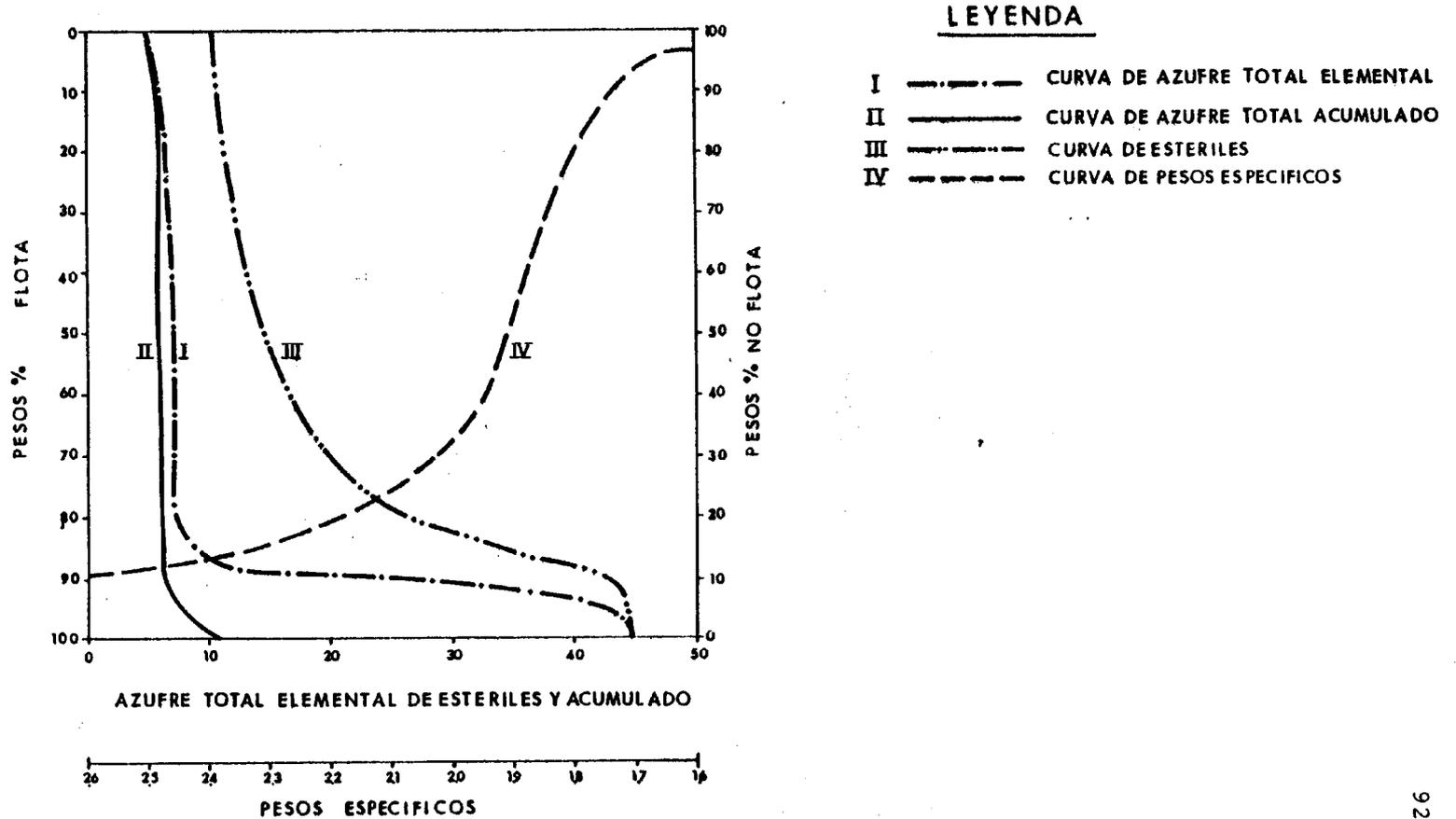


GRAFICO 20. Curvas de lavabilidad en cenizas

CUADRO XLVII. MINA OPORTUNA. Categoría granulométrica 0,208-0,104 mm.

Datos representación Curvas de Lavabilidad en azufre pirítico

CURVA I		CURVA II		CURVA III		CURVA IV	
PESOS	S PIRITICO	PESOS	S PIRITICO	PESOS	S PIRITICO	PESOS	DENSIDADES
1,56	2,07	3,12	2,07	100,00	7,21	6,33	1,7
4,73	2,23	6,33	2,15	96,88	7,37	20,55	1,8
13,44	2,55	20,55	2,43	93,67	7,55	47,89	1,9
34,22	2,87	47,89	2,68	79,45	8,44	70,22	2,0
59,06	3,67	70,22	2,99	52,11	11,37	79,64	2,2
74,93	3,83	79,64	3,09	29,78	17,14	86,81	2,4
83,23	4,31	86,81	3,19	20,36	23,30	89,68	2,6
88,24	6,70	89,68	3,31	13,19	33,63		
94,85	41,15	100,00	7,21	10,31	41,15		

MINA OPORTUNA, C.G. 0,2-0,1mm.

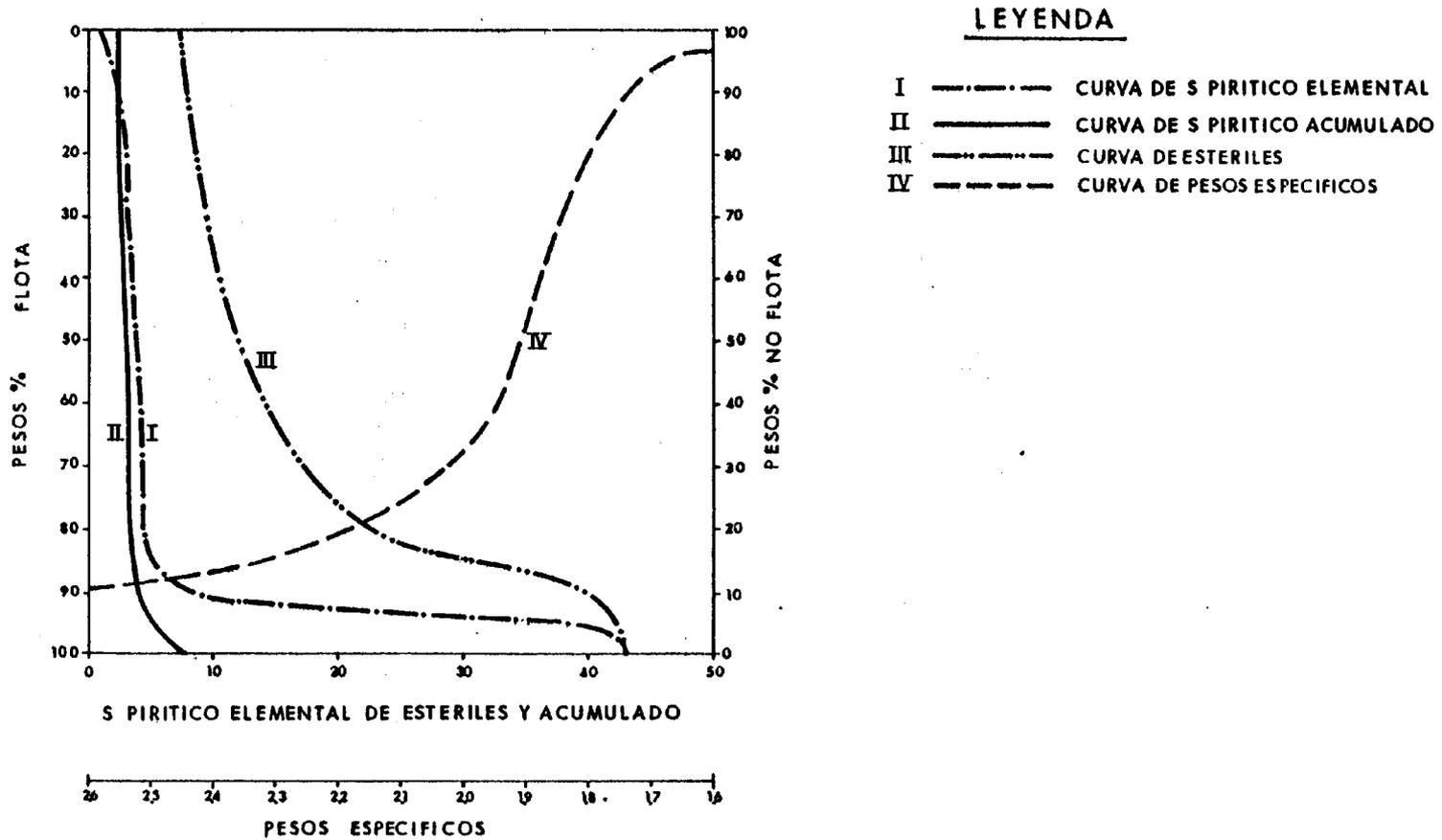


GRAFICO 21. Curvas de lavabilidad en S pirítico

6.5.3.- Conjunto categorías granulométricas  
5-0,104 mm

Los resultados de las separaciones densimétricas efectuadas con los lignitos de Mina Oportuna, triturados a 5 mm y clasificados en húmedo, se han combinado para obtener las curvas de lavabilidad en cenizas, azufre total y azufre pirítico del conjunto.

Los resultados de la separación densimétrica de este conjunto se indican en el Cuadro XLVIII.

En los Cuadros XLIX, L y LI se encuentran los datos para el cálculo de las curvas de lavabilidad en cenizas, azufre pirítico y azufre total.

En este caso hemos dibujado también las curvas de distribución de pesos específicos  $\pm 0,05$  y  $\pm 0,10$ , que se encuentran representadas en el gráfico 22.

En las curvas anteriormente indicadas, se observa que entre las densidades 1,9 y 2,2, se producen las mayores recuperaciones en peso de carbón, con una gran pendiente en este tramo, en la curva de pesos específicos (Curva IV), lo que indica que el lignito es muy sensible a cualquier variación en la densidad del medio. También en este tramo aumentan espectacularmente las cenizas, pasando de carbones lavados de 28% cenizas ( $d = 1,9$ ) a cenizas del 60% ( $d = 2,2$ ).

Las curvas de S total muestran que no existen eliminaciones de azufre proporcionales a la densidad de medio empleado, ya que a densidades altas encontramos menor cantidad de azufre total en el carbón lavado que a densidades de medio menores.

El azufre pirítico sigue una ley de eliminación proporcional a la densidad del medio. No obstante, en el carbón con densidad menor de 1,4 encontramos una cantidad considerable de azufre pirítico, próxima al 2%, lo que parece demostrar el tamaño extremadamente fino de los granos de pirita para poder flotar a esa densidad tan baja.

En los resultados del conjunto de categorías granulométricas entre 5-0,104 mm, encontramos que a densidad 2,2 se puede recuperar como carbón lavado el 88,34%, con cenizas máximas en el producto lavado del 68% y cenizas en el estéril del 73%, siendo las cenizas medias del carbón lavado del 32% frente a la totalidad de la muestra del 37%. La eliminación de cenizas para esta densidad es del 23%.

En el azufre total para la misma densidad, encontramos un carbón lavado con contenido medio de azufre total del 6% y un estéril con contenido máximo de azufre del 15%.

El azufre pirítico contenido en el carbón lavado a  $d=2,2$  es del 3,2%, mientras que el estéril contiene 15%.

La eliminación de azufre total y azufre pirítico empleando una densidad de medio de 2,2 y es del 24% y 36%, respectivamente.

CUADRO XLVIII. MINA OPORTUNA. Conjunto categorías granulométrica 5-0,1 mm  
Estudio densimétrico

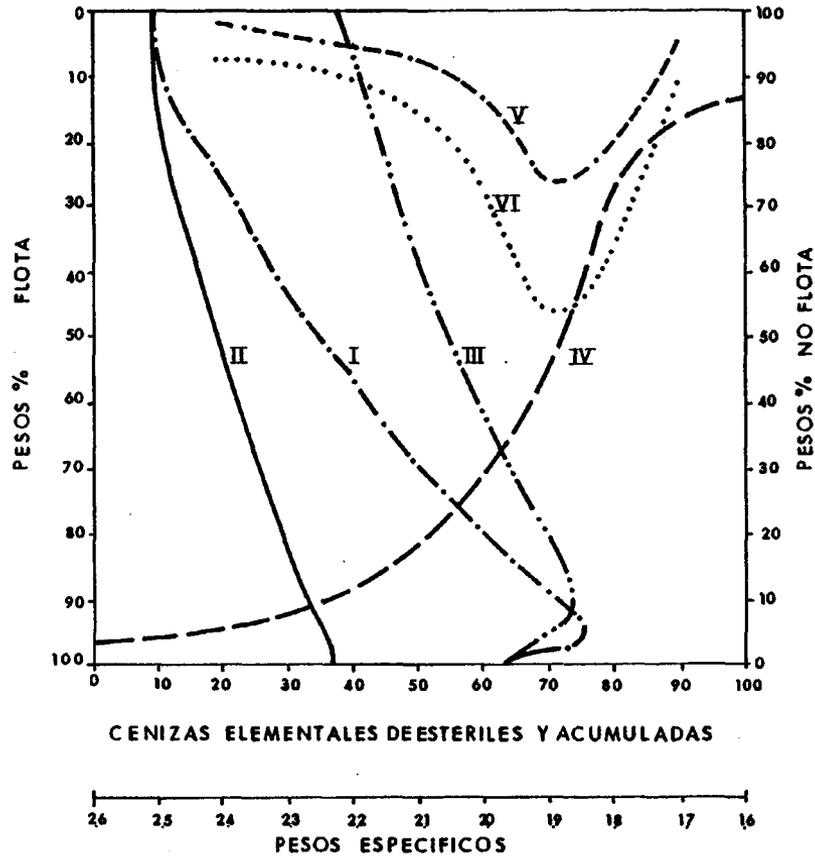
<u>DENSIDAD</u>	<u>PESO (%)</u>	<u>PESO AC. (%)</u>	<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>S PIRITICO (%)</u>	<u>DISTRIBUCION</u>		
						<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>S PIRITICO (%)</u>
-1,4	12,36	12,36	9,48	5,83	1,93	3,18	10,14	5,38
1,4-1,7	5,82	18,18	11,92	6,20	2,56	1,88	5,08	3,36
1,7-1,8	9,36	27,54	17,35	6,43	3,03	4,41	8,47	6,39
1,8-1,9	27,35	54,89	27,85	6,81	3,45	20,66	26,21	21,26
1,9-2,0	17,85	72,74	44,57	5,89	3,68	21,58	14,79	14,80
2,0-2,2	15,60	88,34	59,62	5,08	3,66	25,23	11,15	12,87
2,2-2,4	6,84	95,18	74,19	5,30	4,31	13,77	5,10	6,64
2,4-2,6	1,52	96,70	75,96	10,82	8,25	3,13	2,32	2,83
+2,6	3,30	100,00	68,82	36,06	35,59	6,16	16,74	26,47
	100,00		36,86	7,11	4,44	100,00	100,00	100,00

CUADRO XLIX. MINA OPORTUNA. Conjunto categorías granulométricas 5-0,1 mm.  
Datos representación Curvas de Lavabilidad en cenizas

<u>CURVA I</u>		<u>CURVA II</u>		<u>CURVA III</u>		<u>CURVA IV</u>	
<u>PESOS</u>	<u>CENIZAS</u>	<u>PESOS</u>	<u>CENIZAS</u>	<u>PESOS</u>	<u>CENIZAS</u>	<u>PESOS</u>	<u>DENSIDADES</u>
6,18	9,48	12,36	9,48	100,00	36,86	18,18	1,7
15,27	11,92	18,18	10,26	87,64	40,73	27,54	1,8
22,86	17,35	27,54	12,67	81,82	42,79	54,89	1,9
41,22	27,85	54,89	20,23	72,46	46,06	72,74	2,0
63,82	44,57	72,74	26,21	45,11	57,10	88,34	2,2
80,54	59,62	88,34	32,11	27,26	65,30	95,18	2,4
91,76	74,19	95,18	35,13	11,66	72,90	96,70	2,6
95,84	75,96	96,70	35,77	4,82	71,07		
98,35	68,82	100,00	36,86	3,30	68,82		

MINA OPORTUNA, C.G. 5-0,1mm.

CURVA CONJUNTO



LEYENDA

- I ——— CURVA DE CENIZAS ELEMENTALES
- II ——— CURVA DE CENIZAS ACUMULADAS
- III ——— CURVA DE ESTERILES
- IV ——— CURVA DE PESOS ESPECIFICOS
- V ——— CURVA DE DISTRIBUCION PESOS ESPECIFICOS ± 0,05
- VI ..... CURVA DE DISTRIBUCION PESOS ESPECIFICOS ± 0,10

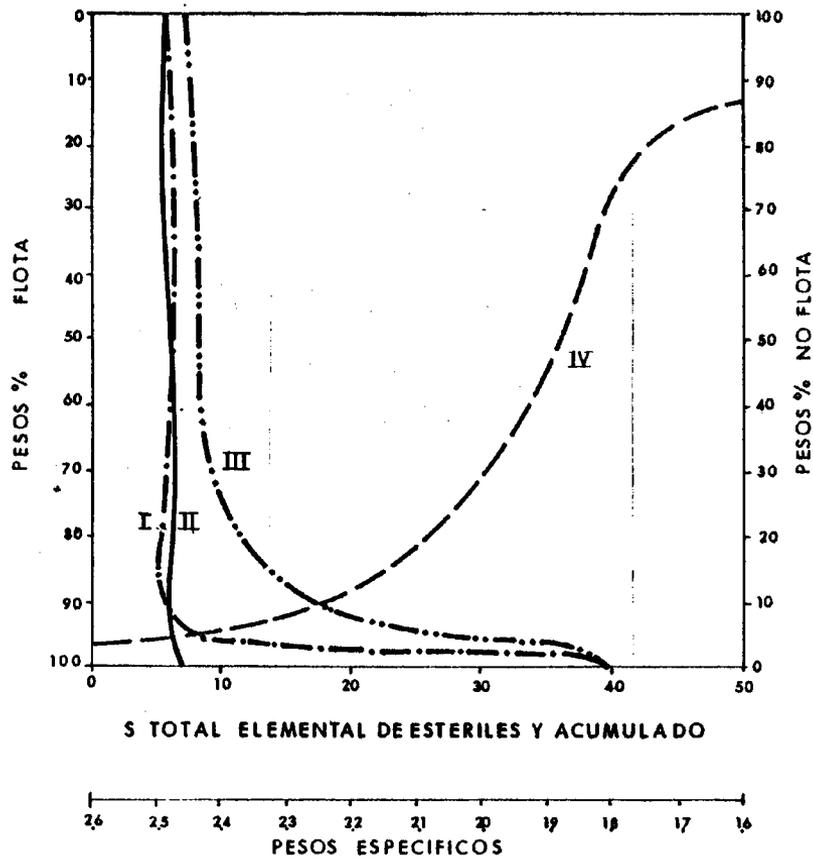
GRAFICO 22. Curvas de lavabilidad en cenizas

CUADRO L. MINA OPORTUNA. Conjunto categorías granulométricas 5-0,1 mm.  
Datos representación Curvas de Lavabilidad en azufre total

<u>CURVA I</u>		<u>CURVA II</u>		<u>CURVA III</u>		<u>CURVA IV</u>	
<u>PESOS</u>	<u>S TOTAL</u>	<u>PESOS</u>	<u>S TOTAL</u>	<u>PESOS</u>	<u>S TOTAL</u>	<u>PESOS</u>	<u>DENSIDADES</u>
6,18	5,83	12,36	5,83	100,00	7,11	18,18	1,7
15,27	6,20	18,18	5,95	87,64	7,29	27,54	1,8
22,86	6,43	27,54	6,11	81,82	7,36	54,89	1,9
41,22	6,81	54,89	6,46	72,46	7,48	72,74	2,0
63,82	5,89	72,74	6,32	45,11	7,89	88,34	2,2
80,54	5,08	88,34	6,10	27,26	9,21	95,18	2,4
91,76	5,30	95,18	6,04	11,66	14,80	96,70	2,6
95,84	10,82	96,70	6,12	4,82	28,10		
98,35	36,06	100,00	7,11	3,30	36,06		

MINA OPORTUNA, C.G. 5-0,1mm.

CURVA CONJUNTO



LEYENDA

- I -.-.- CURVA DE S TOTAL ELEMENTAL
- II ——— CURVA DE S TOTAL ACUMULADO
- III ····· CURVA DE ESTERILES
- IV - - - CURVA DE PESOS ESPECIFICOS

GRAFICO 23. Curvas de lavabilidad en S total

CUADRO LI. MINA OPORTUNA. Conjunto de categorías granulométricas 5-0,1 mm.  
Datos representación Curvas de Lavabilidad en azufre pirítico

<u>CURVA I</u>		<u>CURVA II</u>		<u>CURVA III</u>		<u>CURVA IV</u>	
<u>PESOS</u>	<u>S PIRITICO</u>	<u>PESOS</u>	<u>S PIRITICO</u>	<u>PESOS</u>	<u>S PIRITICO</u>	<u>PESOS</u>	<u>DENSIDADES</u>
1,18	1,93	12,36	1,93	100,00	4,44	18,18	1,7
15,27	2,56	18,18	2,13	86,74	4,79	27,54	1,8
22,86	3,03	27,54	2,44	81,82	4,95	54,89	1,9
41,22	3,45	54,89	2,94	72,46	5,20	72,74	1,0
63,82	3,68	72,74	3,12	45,11	6,26	88,34	2,2
80,54	3,66	88,34	3,22	27,26	7,94	95,18	2,4
91,76	4,31	95,18	3,30	11,66	13,68	96,70	2,6
95,84	8,25	96,70	3,37	4,82	26,97		
98,35	35,59	100,00	4,44	3,30	35,59		

MINA OPORTUNA, C.G.5-0,1mm.

CURVA CONJUNTO

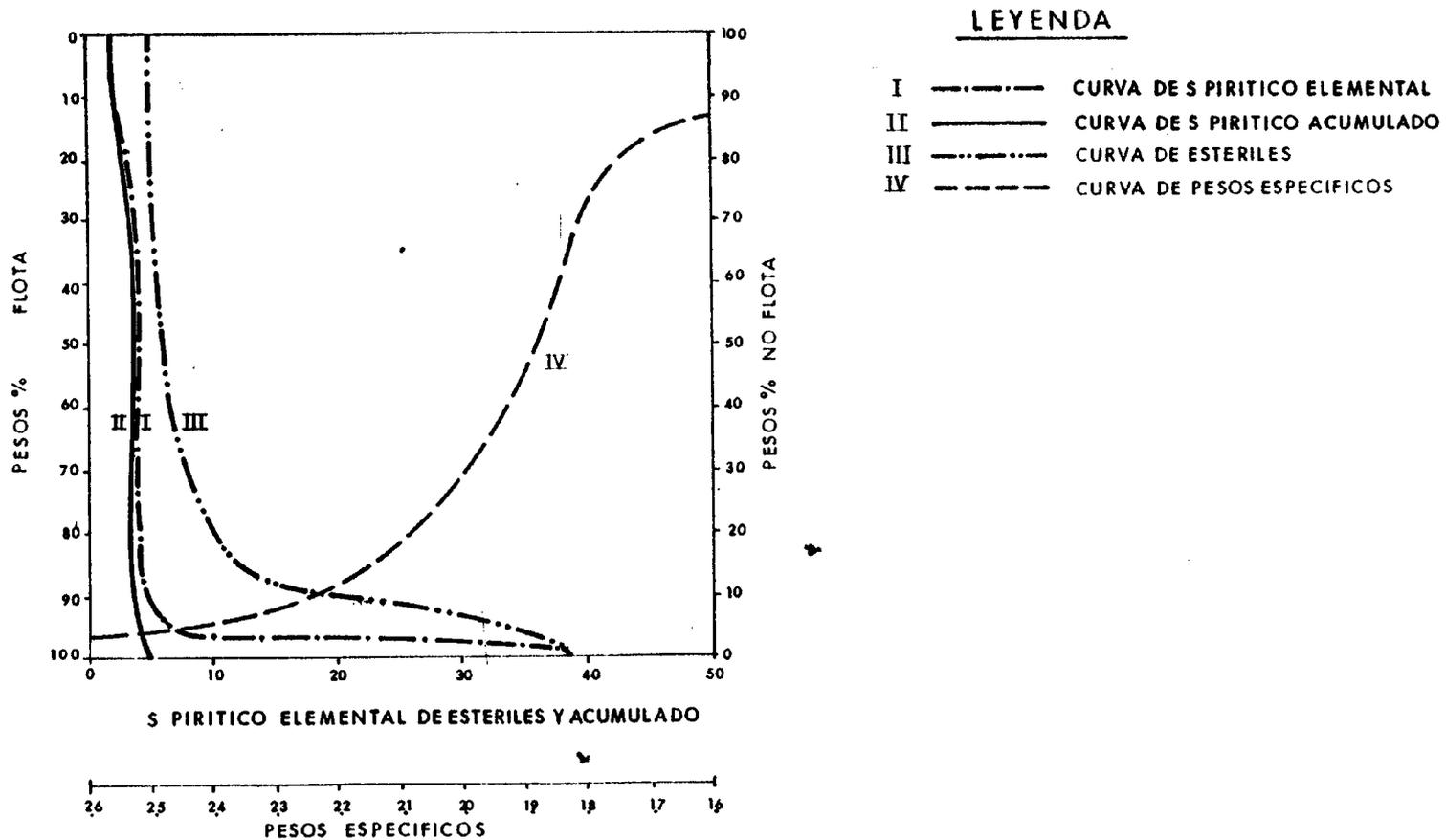


GRAFICO 24. Curvas de lavabilidad en S piritico

## 6.6.- SEPARACION DENSIMETRICA. COMENTARIOS

En los casos de los lignitos de Corta Alloza y Mina Innominada se partió de un lote representativo del todo-uno triturado a 10 mm en Corta Alloza y a 5 mm en Mina Innominada.

En ambos casos, se clasificó en húmedo a diferentes granulometrías y se efectuaron separaciones densimétricas en bromoformo a densidad 2,89 de las categorías inferiores a 5 mm hasta la inferior a 0,104 mm, que no se separó.

En el caso de Corta Alloza, encontramos que se puede eliminar en peso a la densidad indicada, desde 5,5% hasta 9,5%, con contenidos en el producto hundido desde el 26 al 46% de azufre total y 41% al 62% del azufre pirítico, según la categoría granulométrica estudiada.

No obstante y a pesar de la elevada densidad empleada, los productos flotados aún contienen cantidades considerables de azufre total y azufre pirítico, lo que prueba que el azufre pirítico no está liberado totalmente, pues en ese caso se habría eliminado con el producto hundido.

En el caso de Mina Innominada, los resultados obtenidos en los ensayos de separación densimétrica, son muy similares a los obtenidos con Corta Alloza.

Las eliminaciones en peso con los productos hundidos varían desde el 4% hasta el 8%.

El azufre total contenido en el producto hundido varía desde el 22% hasta el 45%, según la categoría granulométrica tratada, y el azufre pirítico en esas categorías varía desde el 35 al 59%.

Al igual que en el caso anterior, los productos flotados a  $d = 2,89$  aún contienen cantidades importantes de azufre total, 6,6 a 4,3% y 3,4 a 2,4%, respectivamente, indicando que el azufre pirítico no está totalmente liberado.

Los lignitos de Mina Oportuna se ensayaron desde densidad 1,4 hasta densidad 2,6 para calcular y representar las curvas de lavabilidad correspondientes en cenizas, S total y S pirítico.

En las curvas de conjunto de las categorías granulométricas 5-0,104 mm, encontramos que el lignito a densidad inferior a 1,4 aún contienen una cantidad considerable de azufre pirítico, lo que nuevamente viene a demostrar que el azufre pirítico contenido en el carbón flotado a  $d = 1,4$  no está liberado y no se puede eliminar con el producto hundido.

Las curvas de distribución de pesos específicos  $\pm 0,05$  y  $\pm 0,10$  muestran la dificultad de lavado por medios densos de los lignitos de Mina Oportuna, triturados a 5 mm.

Tomando una densidad próxima a 2,1, encontramos que hay muy poca diferencia entre las curvas de cenizas de carbón lavado y de estéril, siendo, por tanto, la diferenciación entre los productos de carbón lavado y de estériles mínima.

A densidades próximas a 1,9 la diferenciación es mejor y se pueden separar dos productos, carbón lavado y estériles netamente diferenciados en cenizas. No obstante, el entorno próximo a  $d = 1,9$  en la curva de pesos específicos (Curva IV), muestra una pendiente muy fuerte, por lo que una pequeña variación del medio denso tiene gran influencia en el rendimiento ponderal del carbón lavado.

Además de las características del lignito puestas de ma  
nifiesto por las curvas de lavabilidad, ha de tenerse en cu  
enta su carácter arcilloso y su alta fragilidad, que influyen ne  
gativamente en un proceso de separación por medios densos, da  
do que con estas características la contaminación del medio es  
muy difícil de evitar.

## 7.- ENSAYOS EN ESPIRALES

### 7.1.- GENERAL

#### 7.1.1.- Preparación de muestras

Para efectuar los ensayos en espirales se partió de una muestra representativa del todo-uno de unos 1.200 kg, aproximadamente.

El todo-uno sin clasificar se sometió a una automolienda en un trómel con rejilla de salida a 25 mm. El producto mayor de 25 mm se volvió a pasar por el trómel a fin de darle más tiempo de molienda y romper los trozos de carbón contenidos. No obstante, este producto se clasificó por 40 mm en algunos casos, en otros se consideró el conjunto después de la segunda pasada del trómel como estéril acabado. El producto 40-25 mm se añadió al producto -25 mm producido en la automolienda del trómel.

El producto de salida del trómel se tamizó en seco a 2,5 mm. El lignito + 2,5 mm se trituró en un molino de martillos con rejilla a 10 mm. Este producto se clasificó nuevamente a 2,5 mm. El resto, es decir, 10-2,5 mm, se trituró en un molino de cilindros hasta conseguir que todo el carbón pasara por el tamíz de 2,5 mm.

El producto triturado a 2,5 mm se deslamó en un equipo Panneau Tamiseur para eliminar la fracción -0,038 mm, que distorsionaría el funcionamiento de la espiral.

Por tanto, el producto tratado en espiral es T.U., categoría 2,5-0,038 mm.

#### 7.1.2.- Descripción del equipo

El tratamiento de finos de carbón se efectuó en una espiral, tipo Mark X, de Mineral Deposits Ltd. de Australia, especialmente concebida para tratamiento de finos de carbón con alto contenido en impurezas.

Además de la espiral, el conjunto consta de un tanque con agitador para homogeneización de la muestra, una bomba de lodos y un ciclón de fondo plano para espesar las pulpas, de manera que la espiral tenga un funcionamiento óptimo. El conjunto también incorpora un sistema de recogida de muestras que permite determinar caudales y balances de productos separados.

#### 7.1.3.- Método de operación

Con la espiral se puede funcionar de diferentes maneras, según se varíe el contenido de sólidos en las pulpas, la superficie de recogida de producto y las capacidades de tratamiento.

En nuestro caso, el lavado de lignitos, hemos optado por funcionar la mayoría de las veces con contenido de sólidos en las pulpas del orden del 45%, ya que los productos separados, verificados después de varios ensayos, muestran unos resultados muy similares a cuando se tratan pulpas con menores contenidos de sólidos (35%). No obstante, en algunos casos, como

el relavado de mixtos, al tener mayor densidad los productos a depurar en la espiral, hemos rebajado el contenido en sólidos de las pulpas hasta un 25% de sólidos en peso para tener mayor velocidad de arrastre y conseguir unos productos mejor lavados.

En cuanto a la capacidad de tratamiento de la espiral, hemos efectuado varios ensayos con diferentes capacidades para ver el comportamiento de los lignitos frente a esta variable. Los mejores resultados se obtienen con capacidades de tratamiento del orden de 2,5-2,8 t/h de carbón seco. Quizá esta capacidad pueda aumentarse hasta 3 t/h en algunos casos, dependiendo de la calidad del producto a tratar y la granulometría del mismo. Capacidades superiores a 3 t/h no son aconsejables, ya que no hay buena diferenciación de calidades entre los productos separados.

Una vez fijados los parámetros condicionantes del ensayo, se procede a la toma de muestras. Las tres muestras de concentrados, mixtos y estériles se tomaron al mismo tiempo. Los productos separados se filtraron, secaron y pesaron. Dado que conocemos el tiempo de toma de muestras, se puede determinar la capacidad de tratamiento de la espiral, referido a peso seco de bruto tratado.

Tenemos que mencionar que, a pesar de tratar en la espiral lignitos previamente deslamados, por el propio funcionamiento del equipo en sí, al trabajar en circuito cerrado con los productos, agitación de la pulpa, bombeo y ciclonado, se están generando finos continuamente que son separados por el ciclón y no entran en la espiral, aunque retornan al tanque. Estos finos distorsionan los resultados, ya que no es posible cerrar los balances al desconocer los caudales horarios de finos generados.

Hemos recogido muestras y determinado analíticamente los contenidos de cenizas, azufre total y poder calorífico superior de estos finos, aunque no hemos podido determinar su peso correctamente para poder cerrar los balances.

Confiamos que en marcha industrial, al no trabajar en circuito cerrado, estos finos no se produzcan o, al menos, en cantidades mucho menores, pudiendo ser recuperados en una instalación de decantación, pues por sus contenidos en carbón hace que sean susceptibles de ser aprovechados.

Con los productos separados y secos se procede a la preparación de muestras para análisis químico, determinándose cenizas, azufre total y poder calorífico superior en diferentes equipos LECO. Los resultados que se indican están referidos a peso seco de producto separado.

## 7.2.- CORTA ALLOZA

El lignito ensayado es un todo-uno tratado en trómel, del que se eliminó la fracción +40 mm. El conjunto se trituró a 2,5 mm y se deslamó a 0,038 mm.

### 7.2.1.- Resultados del tratamiento en trómel

Se efectuaron dos ensayos con dos fracciones del todo-uno que se habían separado en ensayos anteriores.

	Categoría mm	Peso (%)	Cenizas (%)	S total (%)
1 <sup>er</sup> ensayo	+ 40	2,12	51,98	23,48
2 <sup>o</sup> ensayo	+ 40	1,47	52,39	24,25

Los resultados de los azufres son bastante buenos, su-

peran al contenido del todo-uno en más de 12 unidades. Sin embargo, las cenizas no son tan altas como para eliminar este producto como estéril. Los rendimientos en peso son también muy bajos (1,8% como promedio).

Combinando estos resultados con los datos del T.U. tenemos que el ensayo del trómel nos proporciona los resultados siguientes:

	<u>Peso, %</u>	<u>Cenizas, %</u>	<u>S total, %</u>
Trómel	1,8	52,15	23,80
Resto	98,2	42,84	10,94
T.U.	100,00	43,01	11,17

Con la operación del trómel hemos conseguido rebajar el contenido en cenizas en 0,17 unidades y el azufre en 0,23 unidades, resultados no muy favorables debido al poco peso del producto rechazado por el trómel. Además, como antes hemos indicado, por el contenido en cenizas, este producto aún es susceptible de ser tratado para recuperar el carbón contenido.

#### 7.2.2.- Análisis granulométrico

El bruto triturado a 2,5 mm después de eliminar el rechazo del trómel, se clasificó en húmedo para determinar su análisis granulométrico y contenidos en cenizas y azufre total de cada fracción.

Los resultados del análisis granulométrico, referidos a peso seco de carbón, se indican en el Cuadro LII.

CUADRO LII. CORTA LLOZA. Análisis granulométrico T.U. triturado a 2,5 mm en seco. Clasificación en húmedo

CATEGORIA mm	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
						CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
2,5-1,5	22,57	22,57	31,44	11,61	4,170	17,52	26,14	27,10
1,5-0,5	30,71	53,28	33,97	10,26	3.875	25,76	31,44	34,27
0,5-0,208	13,03	66,31	37,83	10,87	3.749	12,17	14,13	14,07
0,208-0,104	6,23	72,54	38,63	10,97	3.726	5,94	6,82	6,68
0,104-0,074	2,66	75,20	44,81	10,88	3.385	2,95	2,89	2,59
0,074-0,038	4,77	79,97	46,09	9,48	3.231	5,43	4,51	4,44
-0,038	20,03	100,00	61,12	7,04	1.881	30,23	14,07	10,85
TOTALES	100,00	-	40,50	-	3.473	100,00	100,00	100,00

Según dicho cuadro, el producto a depurar representa el 80% del bruto triturado a 2,5 mm, con un contenido en cenizas del 35,33% y en azufre total del 10,77%.

Los finos -38 micras contienen el 61,12% de cenizas y un azufre total del 7,04%.

Los contenidos en cenizas de las fracciones granulométricas van aumentando a medida que disminuye el tamaño de la partícula, siendo bastante elevados en la fracción -38 micras.

Los azufres totales son bastante uniformes en su contenido en todas las fracciones granulométricas a excepción de la más fina donde son sensiblemente más bajos.

#### 7.2.3.- Ensayos de depuración en espirales

La superficie de recogida se definirá en % respecto a la posible total para el estéril y el concentrado, quedandolos mixtos como la intermedia entre las dos cuchillas de regulación de la espiral. Así, en un caso de recogida de 100% estéril y 100% concentrado, los mixtos a recoger serían 0.

A continuación se irán indicando para cada ensayo las variaciones que se vayan produciendo y los resultados obtenidos en cada caso.

Todos los ensayos referidos al tratamiento del todo-uno de Corta Alloza se han realizado con pulpas de 45% de sólidos en peso. En base a ésto, el contenido en % de sólidos en los productos separados es:

<u>Producto</u>	<u>% Sólidos en peso</u>
Concentrado	35-40
Mixtos	50-55
Estériles	70-75

7.2.3.1.- Corta Alloza. Tratamiento del todo-uno  
en Espirales. Ensayo 19

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: 50% estéril  
50% concen-  
trado.

Capacidad de tratamiento: 1,8 t/h.

Presión entrada ciclón: 1,8 kg/cm<sup>2</sup>.

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LIII.

7.2.3.2.- Ensayo 20

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: 75% estéril  
25% concen-  
trado.

Capacidad de tratamiento: 1,86 t/h.

Presión entrada ciclón: 1,8 kg/cm<sup>2</sup>.

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LIV.

Los finos separados en el rebose del ciclón durante es-  
tos ensayos fueron evaluados y posteriormente analizados dando  
los siguientes resultados:

CUADRO LIII. CORTA ALLOZA. 1<sup>er</sup> ensayo de espirales

PRODUCTOS	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. AC. (%)	S TOTAL (%)	S T. AC. (%)	DISTRIBUCION	
							CENIZAS (%)	S TOTAL (%)
Concentrados	79,16	79,16	19,89	19,89	7,78	7,78	55,03	45,96
Mixtos	4,25	83,41	51,06	21,48	19,08	8,36	7,58	6,05
Estériles	16,59	100,00	64,49	28,61	38,76	13,40	37,39	47,99
TOTALES	100,00	-	28,61	-	13,40	-	100,00	100,00

CUADRO LIV. 2<sup>o</sup> Ensayo

PRODUCTOS	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. AC. (%)	S TOTAL (%)	S T. AC. (%)	DISTRIBUCION	
							CENIZAS (%)	S TOTAL (%)
Concentrados	78,92	78,92	18,66	18,66	7,28	7,28	53,60	45,09
Mixtos	3,60	82,52	43,15	19,73	15,90	7,66	5,65	4,49
Estériles	17,48	100,00	64,03	27,47	36,75	12,74	40,75	50,42
TOTALES	100,00	-	27,47	-	12,74	-	100,00	100,00

- Contenido en g/l .....	58
- % Cenizas .....	35,33
- % S total .....	6,73

Estos ensayos descritos fueron preliminares para ver las posibilidades de tratamiento del lignito de Corta Alloza y, en consecuencia, orientar mejor los resultados posteriores.

Entre ambos la única variación está en la regulación de las cuchillas del estéril y el concentrado. En el 2º ensayo se tendió a recoger menos concentrado para obtener un producto más limpio y más estéril para ver la posible diferencia con el primer ensayo.

En ambos casos los resultados conseguidos son similares, consiguiéndose eliminar en el estéril unas cenizas próximas al 40% y un azufre total próximo al 50%.

#### 7.2.3.3.- Ensayo 3º

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: 50% estéril  
25% concentrado.

Capacidad de tratamiento: 2,78 t/h.

Presión entrada ciclón: 2,0 t/cm<sup>2</sup>.

Los resultados del ensayo 3º se indican en el Cuadro LV, en el que se han determinado los P.C.S. de los productos y su distribución en los mismos.

#### 7.2.3.4.- Ensayo 4º

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: 25% estéril  
50% concentrado.

Capacidad de tratamiento: 2,7 t/h

Presión entrada ciclón: 2,0 kg/cm<sup>2</sup>

Los resultados del 4º ensayo se indican en el Cuadro LVI.

#### 7.2.3.5.- Ensayo 5º

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: 25% estéril  
75% concentrado.

Capacidad de tratamiento: 3,0 t/h.

Presión entrada ciclón: 2,0 kg/cm<sup>2</sup>.

Los resultados del 5º ensayo se indican en el Cuadro LVII.

#### 7.2.3.6.- Ensayos en espirales 3, 4 y 5.

##### Comentarios

A pesar de las variaciones introducidas en las cuchillas de regulación de toma de productos, las variaciones en peso de concentrados no son significativas. La ley en cenizas de los concentrados no es ciertamente muy importante -una diferencia de 3 unidades entre el mejor y el peor concentrado-. El reparto de cenizas entre los tres concentrados tampoco es significativo, debido a la gran influencia que ejerce el peso del producto. Los poderes caloríficos son altos y las recuperaciones superiores al 92% del P.C.S. total. En cuanto al azufre total tampoco hay grandes variaciones entre los tres ensayos y su distribución en los concentrados es similar.

En los mixtos, la recuperación en peso no es muy grande, pero sí lo es la ley de cenizas, variando 9 unidades entre los ensayos 3º y 5º. Lo mismo ocurre al azufre total y al poder ca

CUADRO LV. CORTA ALLOZA. 3<sup>er</sup> ensayo en espirales

PRODUCTOS	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. AC. (%)	S TOTAL (%)	S T AC (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
Concentrados	83,19	83,19	25,91	25,91	8,65	8,65	4.703	4.703	67,77	54,63	93,32
Mixtos	4,12	87,31	52,06	27,14	20,06	9,19	2.579	4.603	6,74	6,27	2,51
• Estériles	12,69	100,00	63,87	31,80	40,58	13,17	1.727	4.238	25,49	39,10	5,17 •
TOTALES	100,00	-	31,80	-	13,17	-	4.238	-	100,00	100,00	100,00

Rebose ciclón:

- Concentración (g/l) ... 85
- Cenizas (%) ..... 48,17
- S total (%) ..... 7,35
- P.C.S. (Kcal/kg) ..... 2.674

CUADRO LVI. CORTA ALLOZA. 4º ensayo en espirales

PRODUCTOS	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. AC. (%)	S TOTAL (%)	S T. AC. (%)	P.C.S... Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
Concentrados	84,43	84,43	22,55	22,55	8,51	8,51	4.413	4.413	66,59	57,70	92,95
Mixtos	7,52	91,95	59,78	25,59	25,17	9,57	1.921	4.209	15,72	15,20	3,60
Estériles	8,05	100,00	62,80	28,59	41,92	12,45	1.715	4.008	17,69	27,10	3,45
TOTALES	100,00	-	28,59	-	12,45	-	4.008	-	100,00	100,00	100,00

CUADRO VII. CORTA ALLOZA. 5º ensayo en espirales

PRODUCTOS	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. AC. (%)	S TOTAL (%)	S T.AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
Concentrados	85,17	85,17	23,98	23,98	8,45	8,45	4.276	4.276	68,93	56,98	93,21
Mixtos	6,93	92,10	61,44	26,80	28,91	9,99	1.821	4.091	14,37	15,86	3,23
Estériles	7,90	100,00	62,62	29,63	43,43	12,63	1.760	3.907	16,70	27,16	3,56
TOTALES	100,00	-	29,63	-	12,63	-	3.907	-	100,00	100,00	100,00

Finos ciclón:

- Concentración (g/l) .....	140,00
- Cenizas (%) .....	47,42
- S total (%) .....	7,51
- P.C.S. (Kcal/kg) .....	2.717

lorífico superior. La distribución de cenizas y S total en los mixtos es del orden del 15%, aunque sensiblemente más inferior en el ensayo 3 $\Omega$ .

Los estériles producidos en estos ensayos representan el 8% del peso total, excepto en el ensayo 3 $\Omega$  que alcanza el 13%. Respecto a las cenizas y P.C.S. son similares -63% y 1.740 kcal/kg, respectivamente-, por lo que no pueden considerarse como estériles acabados, sobre todo teniendo en cuenta que el todo-uno contiene 43% cenizas y 3.402 kcal/kg.

En cuanto a los finos de carbón separados en el rebose del ciclón son productos susceptibles de ser aprovechados (47-48% de cenizas, 2.600-2.700 kcal/kg y bajo contenido en S total, 7,5% frente al todo-uno superior a 11%).

Su concentración en sólidos aumenta desde el 2 $\Omega$  ensayo al 5 $\Omega$ , debido a la agitación y bombeo de los lignitos en circuito cerrado y que los finos producidos por la degradación del carbón no son separados.

La granulometría de estos productos llega al 95% inferior a 38 micras (400 mallas Tyler).

#### 7.2.3.7.- Ensayo 6 $\Omega$

Las condiciones de trabajo de este ensayo son las siguientes:

- Cuchillas de regulación: 25% estéril.  
25% concentrado.
- Presión entrada ciclón: 2,0 kg/cm<sup>2</sup>.
- Capacidad de tratamiento: 2,5 t/h.

Se trató con este ensayo de obtener un concentrado limpio y unos estériles con alto contenido en cenizas y azufre total, a la vez que mayor proporción de mixtos que se irían acumulando para, posteriormente, ser tratados en otros ensayos con la misma espiral.

Los resultados de este ensayo así como los finos producidos por la degradación del carbón, se indican en el Cuadro LVIII.

Las muestras para análisis químico se fueron tomando a lo largo de todo el ensayo y acumulando para obtener una muestra única.

#### 7.2.3.8.- Ensayo 6a. Comentarios

En este ensayo se recupera el 82% del producto tratado como concentrado, con ley en cenizas del 26% y recuperación de P.C.S. del 90% y azufre total contenido inferior al 8%.

Los mixtos representan un 11% del peso total, aunque ya lo habíamos previsto así para poder tratarlos en un ensayo posterior.

La eliminación del estéril es del 7% en peso con ley en cenizas del 62% y azufre total superior al 41%, que representa el 26% del azufre total del producto tratado. Resultados bastante aceptables, aunque debe pensarse en volver a tratar el estéril para conseguir recuperar parte del carbón contenido.

En general los resultados de estos ensayos no son tan buenos como los producidos en los ensayos 1 y 2, donde conseguimos en el estéril eliminaciones de azufre total del orden del 40% y cenizas del 50%.

CUADRO LVIII. CORTA ALLOZA. 6º ensayo en espirales

PRODUCTOS	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. AC. (%)	S TOTAL (%)	S T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
Concentrados	82,11	82,11	26,10	26,10	7,81	7,81	4.585	4.585	68,25	56,62	90,12
Mixtos	10,75	92,86	51,34	29,02	18,20	9,01	2.624	4.358	17,58	17,28	6,75
Estériles	7,14	100,00	62,32	31,40	41,39	11,32	1.833	4.178	14,17	26,10	3,13
TOTALES	100,00	-	31,40	-	11,32	-	4.178	-	100,00	100,00	100,00

Finos rebose ciclón

- Concentración (g/l) ..... 184
- Cenizas (%) ..... 49,76
- S total (%) ..... 7,29
- P.C.S. (Kcal/kg) ..... 2.453

La única diferencia fundamental entre los dos primeros ensayos y el resto es la cantidad de producto tratado, t/h. Mientras en los primeros es de 1,8 t/h en los restantes está muy cerca de 3 t/h.

#### 7.2.4.- Ensayos de depuración de mixtos

Los mixtos obtenidos en el ensayo nº 6, descrito en el apartado anterior, se fueron acumulando para ser tratados separadamente y conocer sus posibilidades de depuración en espirales.

Dado que la densidad de los mixtos es mayor que la del carbón bruto, los ensayos de espirales se orientaron desde el principio con mayores diluciones de pulpa y, consecuentemente, menor capacidad de tratamiento.

Como en el caso del tratamiento del todo-uno, se fueron variando las cuchillas de regulación para conocer la calidad de los productos separados.

##### 7.2.4.1.- Ensayo 1

- Condiciones de trabajo: cuchillas de regulación: 25% estéril  
25% concentrado.

sólidos en pulpa: 30% en peso.

presión entrada ciclón: 2,3 kg/cm<sup>2</sup>.

capacidad de tratamiento: 1,28 t/h.

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LIX.

CUADRO LIX.. CORTA ALLOZA. Depuración de mixtos en espirales. Ensayo 1

<u>PRODUCTOS</u>	<u>PESO (%)</u>	<u>PESO AC. (%)</u>	<u>CENIZAS (%)</u>	<u>CEN. AC. (%)</u>	<u>S. TOTAL (%)</u>	<u>S T. AC. (%)</u>	<u>DISTRIBUCION</u>	
							<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>
Concentrados	60,06	60,06	35,36	35,36	12,35	12,35	43,95	38,91
Mixtos	24,10	84,16	68,01	44,71	22,72	15,32	33,92	28,72
Estériles	15,84	100,00	67,51	48,32	38,96	19,06	22,13	32,37
<b>TOTALES</b>	100,00	-	48,32	-	19,06	-	100,00	100,00

## 7.2.4.2.- Ensayo 2

- Condiciones de trabajo: cuchillas de regulación: 50% estéril  
25% concen-  
trado.

sólidos en pulpa: 25% en peso.

presión entrada ciclón: 2,3 kg/cm<sup>2</sup>.

capacidad de tratamiento: 1,45 t/h.

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LX.

## 7.2.4.3.- Ensayo 3

- Condiciones de trabajo: cuchillas de regulación: 75% estéril  
50% concen-  
trado.

sólidos en pulpa: 20% en peso.

presión entrada ciclón: 3,2 kg/cm<sup>2</sup>.

capacidad de tratamiento: 1,2 t/h.

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro XLI.

Los finos de rebose del ciclón tienen las siguientes ca-  
racterísticas:

- Concentración (g/l) .....	40
- Cenizas (%) .....	53,13
- S total (%) .....	7,49
- P.C.S. (Kcal/kg) .....	2.482

CUADRO LX . CORTA ALLOZA. Depuración de mixtos en espirales. Ensayo 2

PRODUCTOS	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. AC. (%)	S TOTAL (%)	S T AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
Concentrados	70,69	70,69	38,58	38,58	12,99	12,99	3.710	3.710	57,62	49,01	87,63
Mixtos	6,75	77,44	63,62	40,76	23,21	13,88	1.709	3.536	9,07	8,36	3,85
Estériles	22,56	100,00	69,87	47,33	35,40	18,74	1.129	2.993	33,31	42,63	8,52
TOTALES	100,00	-	47,33	-	18,74	-	2.993	-	100,00	100,00	100,00

CUADRO LXI. CORTA ALLOZA. Depuración de mixtos en espirales. Ensayo 3

PRODUCTOS	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. AC. (%)	S TOTAL (%)	S T AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
Concentrados	67,35	67,35	39,08	39,08	13,96	13,96	3.765	3.765	53,84	49,94	86,14
Mixtos	3,51	70,86	53,23	39,78	19,51	14,23	2.370	3.696	3,82	3,42	2,83
Estériles	29,14	100,00	71,02	48,88	34,12	20,03	1.115	2.944	42,34	49,64	11,03
TOTALES	100,00	-	48,88	-	20,03	-	2.944	-	100,00	100,00	100,00

#### 7.2.4.4.- Comentarios a los ensayos de depuración de mixtos en espirales

En general los resultados son satisfactorios, pues es posible separar de los mixtos estériles acabados con 70% de cenizas y pérdidas en poder calorífico del orden del 10%. La eliminación de S total es del orden del 45% y de cenizas del 35%.

Considerando como producto final el concentrado y los mixtos de estos ensayos, nos encontramos con lignitos del orden del 40% cenizas, 14% S total y P.C.S. de 3.600 kcal/kg. La recuperación en poder calorífico es aceptable, pues se aproxima al 90%.

#### 7.3.- MINA INNOMINADA

El lignito ensayado es una porción representativa del todo-uno tratado en trómel del que se eliminó la fracción +25 mm. El producto inferior a 25 mm se trituró a 2,5 mm y se deslamó en Pnneau Tamiseur a 38 micras.

##### 7.3.1.- Resultados del tratamiento en trómel

Debido a que el contenido en cenizas del rechazo del trómel se encontró muy alto, no se consideró el clasificar el producto a 40 mm, como se hizo en el caso de Corta Alloza.

Se efectuó un ensayo único, con los resultados siguientes:

	<u>Categoría</u> <u>mm</u>	<u>Peso</u> <u>%</u>	<u>Cenizas</u> <u>%</u>	<u>S total</u> <u>%</u>
PRODUCTO	+ 25 mm	1,44	81,44	11,38

Los resultados son bastante aceptables en cuanto a contenido en cenizas y azufre total, aunque el peso eliminado es bajo, inferior al 1,5%.

Combinando estos resultados con los datos del análisis del T.U., tenemos que el ensayo del trómel proporcional los resultados siguientes:

	<u>Peso, %</u>	<u>Cenizas, %</u>	<u>S Total, %</u>
Trómel	1,44	81,44	11,38
Resto	<u>98,56</u>	<u>36,22</u>	<u>8,54</u>
TODO-UNO	100,00	36,87	8,58

Según lo anterior, con la operación de automolienda del trómel, rebajamos las cenizas en 0,65 unidades y el azufre total en 0,04 unidades. Los resultados no son importantes debido al poco peso de la fracción +25 mm, aunque por la calidad del mismo permite eliminarlo directamente como estéril.

### 7.3.2.- Análisis granulométrico

El todo-uno inferior a 25 mm procedente del trómel se trituró a 2,5 mm. El producto molido se deslamó en húmedo en un Panneau Tamiseur, eliminando la fracción - 38 micras.

El análisis granulométrico del producto triturado a -2,5 mm y los contenidos de cenizas, S. total y P.C.S. se indican en el Cuadro LXII. Todos los resultados están referidos a peso seco de muestra.

Según dicho Cuadro, el producto a depurar en espirales representa el 78% en peso del bruto, con un contenido en cenizas del 27,05% y azufre total del 7,84%.

CUADRO LXII. MINA INNOMINADA. Análisis granulométrico T.U. triturado a 2,5 mm en seco. Clasificación en húmedo

CATEGORIA (mm)	PESO %	P AC. %	CENIZAS %	S TOTAL %	P.C.S. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
						Cenizas %	S total %	P.C.S. Kcal/kg
2,5-1	34,48	-	18,68	8,16	4.892	18,79	39,52	43,53
1-0,5	15,60	50,08	17,16	8,44	5.125	7,81	18,50	20,63
0,5-0,208	14,77	64,85	34,01	7,79	3.947	14,65	16,16	15,05
0,208-0,104	6,27	71,12	56,80	6,22	2.517	10,39	5,48	4,07
0,104-0,074	3,63	74,75	53,24	6,19	2.854	5,64	3,16	2,68
0,074-0,038	2,74	77,49	48,46	6,52	3.230	3,87	2,51	2,28
-0,038	22,51	100,00	59,18	4,64	2.024	38,85	14,67	11,76
			34,28	7,12	3.875	100,00	100,00	100,00

Los finos de granulometría inferior a 38 micras, representan el 22% con contenidos en cenizas del 59% y azufre total del 3,6%. El poder calorífico de esta fracción es de 2.024 Kcal/kg.

Las fracciones granulométricas más gruesas contienen pocas cenizas, aunque sus contenidos en azufre total son bastante elevados, representando casi un 60% del azufre total contenido.

### 7.3.3.- Ensayos de depuración en espirales

Se han realizado diferentes ensayos con los lignitos de Mina Innominada, variando los contenidos en sólidos de la alimentación a la espiral, los tonelajes horarios y la regulación en las cuchillas de recogida de productos. En cada ensayo se indican dichas variables.

El contenido en sólidos del producto de alimentación a la espiral varía entre 40 y 50% de sólidos en peso en los diferentes ensayos.

El contenido en sólidos de los productos separados en la espiral es el siguiente:

<u>Producto</u>	<u>% sól. en peso</u>
Concentrado	40-50
Mixtos	45-55
Estériles	65-70

#### 7.3.3.1.- Mina Innominada. Tratamiento del T.U. en espirales. Ensayo 12

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: 25% estéril  
25% concentra  
do.

Sólidos en la pulpa: 50%  
Presión entrada ciclón: 2 kg/cm<sup>2</sup>  
Capacidad de tratamiento: 2,69 t/h

Los resultados de este ensayo se indican en el Cuadro LXIII.

7.3.3.2.- Ensayo 29

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: 25% estéril  
50% concentrado

Sólidos en la pulpa: 45%  
Presión entrada ciclón: 2 kg/cm<sup>2</sup>  
Capacidad de tratamiento: 2,41 t/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LXIV.

7.3.3.3.- Ensayo 30

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: 25% estéril  
25% concentrado

Sólidos en la pulpa: 40%  
Presión entrada ciclón: 2 kg/cm<sup>2</sup>  
Capacidad de tratamiento: 2,5 t/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LXV.

7.3.3.4.- Ensayo 40

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: 50% estéril  
25% concentrado

Sólidos en la pulpa: 45%

CUADRO LXIII. MINA INNOMINADA. 1<sup>er</sup> ensayo en espirales

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S. T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
Concentrado.	85,93	85,93	16,70	16,70	5,71	5,71	4.953	4.953	57,94	70,09	95,46
Mixtos	7,19	93,12	70,51	20,85	6,99	5,81	1.705	4.702	20,47	7,18	2,75
Estériles	6,88	100,00	77,72	24,77	23,13	7,00	1.163	4.459	21,59	22,73	1,79
	100,00		24,77		7,00		4.459		100,00	100,00	100,00

Rebose ciclón:

- Concentración (g/l) ..... 72
- Cenizas (%) ..... 44,00
- S Total (%) ..... 6,16
- P.C.S. (Kcal/kg) ..... 2.764

CUADRO LXIV. MINA INNOMINADA. 2º ensayo en espirales

PRODUCTO	PESO %	PESO AC. %	CENIZAS %	CEN. AC. %	S TOTAL %	S T. AC. %	DISTRIBUCION	
							Cenizas %	S total %
Concentrado	86,55	86,55	16,86	16,86	5,81	5,81	58,11	72,09
Mixtos	6,26	92,81	77,67	20,96	5,79	5,81	19,36	5,20
Estériles	<u>7,19</u>	100,00	<u>78,71</u>	25,11	<u>22,03</u>	6,97	<u>22,53</u>	<u>22,71</u>
	100,00		25,11		6,97		100,00	100,00

CUADRO LXV. MINA INNOMINADA. 3<sup>er</sup> ensayo en espirales

PRODUCTO	PESO %	PESO AC. %	CENIZAS %	CEN. AC. %	S TOTAL %	S T. AC. %	DISTRIBUCION	
							Cenizas %	S total %
Concentrado	87,61	87,61	15,79	15,79	5,95	5,95	58,97	74,64
Mixtos	5,71	93,32	75,30	19,43	5,38	5,92	18,33	4,40
Estériles	<u>6,68</u>	100,00	<u>79,71</u>	23,46	<u>21,92</u>	6,98	<u>22,70</u>	<u>20,96</u>
	100,00		23,46		6,98		100,00	100,00

Presión entrada ciclón:  $2 \text{ kg/cm}^2$   
Capacidad de tratamiento: 3,91 t/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LXVI.

#### 7.3.3.5.- Ensayo 59

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: 50% estéril  
50% concentrado

Sólidos en la pulpa: 43%  
Presión entrada ciclón:  $2 \text{ kg/cm}^2$   
Capacidad de tratamiento: 3,22 t/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LXVII.

#### 7.3.3.6.- Comentarios a los ensayos preliminares

Las cantidades de concentrado separado varían muy poco en todos los ensayos, desde el 85% al 87%, aunque los ajustes de las cuchillas sean diferentes. La eliminación de azufre total en mixtos y estériles no es muy elevada, desde un 25% hasta un 35%. Las recuperaciones de poder calorífico son excelentes, un 96%, y los concentrados, al tener pocas cenizas (16-20%), tienen unos poderes caloríficos bastantes elevados, próximos a 5.000 Kcal/kg.

Los finos de rebose ciclón, 90% inferior a 400 mallas Tyler (38 micras), son susceptibles de ser aprovechados, pues su ley en cenizas no es muy elevada, 44%, su contenido en azufre total es igual al del todo-uno tratado y su poder calorífico 2.700 Kcal/kg.

CUADRO LXVI. MINA INNOMINADA. 4º ensayo en espirales

<u>PRODUCTO</u>	<u>PESO (%)</u>	<u>PESO AC. (%)</u>	<u>CENIZAS (%)</u>	<u>CEN. ACUM. (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>S. T. AC. (%)</u>	<u>P.C.S. Kcal/kg</u>	<u>P.C.S. AC. Kcal/kg</u>	<u>DISTRIBUCION</u>		
									<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>P.C.S. (%)</u>
Concentrado	87,32	87,32	19,16	19,16	5,95	5,95	4.659	4.659	63,15	67,73	96,22
Mixtos	1,88	89,20	62,75	20,08	7,09	5,97	2.152	4.606	4,45	1,74	0,96
Estériles	10,80	100,00	79,48	26,49	21,68	7,67	1.106	4.228	32,40	30,53	2,82
	100,00		26,49		7,67		4.228		100,00	100,00	100,00

CUADRO LXVII. MINA INNOMINADA. 5º ensayo en espirales

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S. T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
Concentrado	86,97	86,97	18,46	18,46	6,11	6,11	4.823	4.823	61,42	69,19	96,22
Mixtos	1,91	88,88	59,73	19,35	6,11	6,11	2,393	4.771	4,37	1,52	1,05
Estéril	11,12	100,00	80,42	26,14	20,23	7,68	1.070	4.359	34,21	29,29	2,73
	100,00		26,14		7,68		4.359		100,00	100,00	100,00

## 7.3.3.7.- Ensayo 62

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: 25% estéril  
25% concentrado  
Sólidos en la pulpa: 45%  
Presión entrada ciclón: 2,5 kg/cm<sup>2</sup>  
Capacidad de tratamiento: 2,8 t/h

En este ensayo se pretendió obtener estériles y concentrados acabados y una proporción aceptable de mixtos para ser tratados en la espiral separadamente y en otras condiciones de ensayo.

Los resultados de este ensayo, así como los finos producidos por la degradación del carbón en la espiral se indican en el Cuadro LXVIII.

## 7.3.3.8.- Comentarios al ensayo 62

La recuperación en peso de concentrado es alta, un 88%, con leyes en cenizas de 23% y azufre total de 6%. Sin embargo, las eliminaciones de cenizas y azufre en mixtos y estériles no son muy altas, ya que el concentrado contiene un 70% del total de ambos productos. La recuperación en poder calorífico es buena, superior al 95%, y el P.C.S. del concentrado es de 4.800 Kcal/kg.

Los mixtos representan una proporción importante, 6% , del peso para poder tratarlos en otro ensayo posterior. El estéril obtenido representa un 6% en peso con leyes en cenizas del 75% y azufre total 26%. Su poder calorífico es de 1.300 Kcal/kg, representando únicamente un 1,8% del poder calorífico total de la muestra.

CUADRO LXVIII. MINA INNOMINADA. 6º ensayo en espirales

PRODUCTO	PESO %	PESO AC. %	CENIZAS %	CEN. ACUM. %	S TOTAL %	S T. AC. %	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									Cenizas %	S Total %	P.C.S. %
Concentrado	87,65	87,65	23,20	23,20	5,97	5,97	4.813	4.813	70,72	70,11	95,15
Mixtos	6,11	93,76	61,14	25,67	9,55	6,20	2.203	4.643	12,99	7,82	3,04
Estériles	6,24	100,00	75,07	28,75	26,40	7,46	1.287	4.434	16,29	22,07	1,81
	100,00		28,75		7,46		4.434		100,00	100,00	100,00

Rebose ciclón:

- Concentración (g/l) .... 135
- Cenizas (%) ..... 40,75
- S Total (%) ..... 7,52
- P.C.S. (Kcal/kg) ..... 2.941

#### 7.3.4.- Ensayos de depuración de mixtos

Con los mixtos separados en el ensayo 69 descrito anteriormente, se procedió a efectuar otros ensayos en espirales, variando fundamentalmente las diluciones para ver las posibilidades de recuperar el carbón contenido en ellos.

Las diluciones se rebajaron respecto a los otros ensayos del todo-uno y, consecuentemente, los tonelajes a tratar.

##### 7.3.4.1.- Ensayo 79

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: 50% estéril  
50% concentrado

Sólidos en la pulpa: 35%

Presión entrada ciclón: 1,5 kg/cm<sup>2</sup>

Capacidad de tratamiento: 1,7 t/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LXIX.

##### 7.3.4.2.- Ensayo 89

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: 75% estéril  
50% concentrado

Sólidos en la pulpa: 30%

Presión entrada ciclón: 1,5 kg/cm<sup>2</sup>

Capacidad de tratamiento: 1,5 t/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LXX.

##### 7.3.4.3.- Ensayo 99

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: 50% estéril  
75% concentrado

CUADRO LXIX. MINA INNOMINADA. Relavado de Mixtos. Ensayo 7g

<u>PRODUCTO</u>	<u>PESO</u> %	<u>PESO AC.</u> %	<u>CENIZAS</u> %	<u>CEN. AC.</u> %	<u>S TOTAL</u> %	<u>S T. AC.</u> %	<u>DISTRIBUCION</u>	
							<u>Cenizas</u> %	<u>S Total</u> %
Concentrado	51,54	51,54	31,12	31,12	6,93	6,93	27,03	41,99
Mixtos	9,44	60,98	87,83	39,90	7,84	7,07	13,98	8,70
Estéril	39,02	100,00	89,70	59,33	10,75	8,51	58,99	49,31
	100,00		59,33		8,51		100,00	100,00

CUADRO LXX. MINA INNOMINADA. Relavado de mixtos. Ensayo 8g

PRODUCTO	PESO %	PESO AC. %	CENIZAS %	CEN. AC. %	S TOTAL %	S T. AC. %	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									Cenizas %	S Total %	P.C.S. %
Concentrado	54,75	54,75	31,16	31,16	7,00	7,00	4.124	4.124	30,05	42,84	86,99
Mixtos	2,59	57,34	67,42	32,80	8,04	7,05	1.868	4.022	3,07	2,33	1,86
Estériles	42,66	100,00	89,00	56,77	11,50	8,95	678	2.596	66,88	54,83	11,15
	100,00		56,77		8,95		2.596		100,00	100,00	100,00

Sólidos en la pulpa: 25%  
Presión entrada ciclón: 1,5 kg/cm<sup>2</sup>  
Capacidad de tratamiento: 1,4 t/h

Los resultados del ensayo así como los finos producidos durante estos ensayos de relavado de mixtos se indican en el Cuadro LXXI.

#### 7.3.4.4.- Relavado de mixtos. Comentarios

Se intentó con estos ensayos, la posibilidad de mejorar la calidad de los mixtos producidos en una primera etapa de tratamiento en espirales. Para ello se variaron las diluciones de las pulpas a tratar así como la regulación de las cuchillas de recogida de productos.

Los ensayos efectuados muestran que tanto los mixtos como los estériles se pueden considerar como productos acabados por sus altos contenidos en cenizas y azufre total.

Los concentrados representan de 50-60% del peso total, con leyes en cenizas 30-37%, S total 7-8%, y poderes caloríficos aceptables llegando hasta 4.100 Kcal/kg. La recuperación en poder calorífico es buena, alcanzando 88% del total contenido. Las cenizas son del orden del 30-36%, que representan en el concentrado el 30-35% del total. El azufre total en el concentrado es del 7%, estando en el concentrado el 30-35% del total de la muestra.

En cuando a los finos producidos durante el ensayo, si bien su concentración no es muy elevada, pueden aprovecharse, pues sus contenidos en cenizas y azufre total no son muy elevados.

CUADRO LXXI. MINA INNOMINADA. Relavado de mixtos. Ensayo 90

PRODUCTO	PESO %	PESO AC. %	CENIZAS %	CEN. AC. %	S TOTAL %	S T. AC. %	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									Cenizas %	S Total %	P.C.S. %
Concentrado	59,08	59,08	36,60	36,60	8,46	8,46	3.746	3.746	37,63	55,89	87,76
Mixtos	8,51	67,59	78,11	41,83	8,53	8,47	1.308	3.439	11,57	8,12	4,41
Estériles	<u>32,41</u>	100,00	<u>90,09</u>	57,47	<u>9,93</u>	8,94	<u>609</u>	2.522	<u>50,80</u>	<u>35,99</u>	<u>7,83</u>
	100,00		57,47		8,94		2.522		100,00	100,00	100,00

Rebose ciclón:

- Concentración (g/l) .....	15
- Cenizas (%) .....	44,88
- S Total (%) .....	6,36

#### 7.4.- MINA OPORTUNA

Con los lignitos de Mina Oportuna se hicieron varios en sayos con dos muestras diferentes de todo-uno, tomadas en fechas distintas.

Los primeros ensayos se realizaron con la muestra recibida al principio y con la que se efectuó el resto de los ensayos que componen el presente trabajo. Posteriormente se hicieron otros ensayos con otra muestra de Mina Oportuna que se recibió en E.N. ADARO en el mes de julio del presente año.

##### 7.4.1.- Primeros ensayos de separación en espirales

Se partió de un lote representativo del todo-uno que se trituró a 5 mm. Mediante clasificación en seco a 2,5 mm y deslamado posterior de la fracción -2,5 mm, se obtuvo la muestra para los ensayos en espirales.

##### 7.4.1.1.- Ensayo I

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: Estéril 50%  
 Concentrado  
 50%.  
 Presión entrada ciclón: 0,7 kg/cm<sup>2</sup>  
 Sólidos en la pulpa: 45%  
 Capacidad de tratamiento: 1,07 t/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LXXII.

##### 7.4.1.2.- Ensayo II

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: Estéril 100%  
 Concentrado  
 50%.

CUADRO LXXII . MINA OPORTUNA. Ensayo I, Separación en espirales

<u>PRODUCTO</u>	<u>PESO (%)</u>	<u>PESO AC. (%)</u>	<u>CENIZAS (%)</u>	<u>CEN. ACUM. (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>S.T. AC. (%)</u>	<u>P.C.S. Kcal/kg</u>	<u>P.C.S. AC. Kcal/kg</u>	<u>DISTRIBUCION</u>		
									<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>P.C.S. (%)</u>
Concentr.	67,45	67,45	33,77	33,77	7,37	7,37	4.494	4.494	51,60	43,76	83,77
Mixtos	11,63	79,08	52,93	36,59	9,91	7,74	2.804	4.245	13,94	10,15	9,01
Estériles	20,92	100,00	72,71	44,14	25,03	11,36	1.249	3.619	34,46	46,09	7,22
	100,00		44,14		11,36		3.619		100,00	100,00	100,00

Presión entrada ciclón: 0,7 kg/cm<sup>2</sup>  
Sólidos en la pulpa: 45%  
Capacidad de tratamiento: 1,1 t/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LXXIII.

#### 7.4.1.3.- Ensayo III

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: Estéril 50%  
concentrado  
50%

Presión entrada ciclón: 1,6 kg/cm<sup>2</sup>  
Sólidos en la pulpa: 45%  
Capacidad de tratamiento: 1,35 t/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LXXIV.

#### 7.4.1.4.- Ensayo IV

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: Estéril 100%  
Concentrado  
50%

Presión entrada ciclón: 1,6 kg/cm<sup>2</sup>  
Sólidos en la pulpa: 45%  
Capacidad de tratamiento: 1,31 t/h.

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LXXV.

CUADRO LXXIII. MINA OPORTUNA. Ensayo II, Separación en espirales

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S.T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
Concentr.	69,79	69,79	32,63	32,63	7,78	7,78	4.551	4,551	53,78	47,92	84,83
Mixtos	6,89	76,68	46,83	33,91	9,22	7,91	3.305	4.439	7,62	5,61	6,08
Estéril	23,32	100,00	70,10	42,35	22,58	11,33	1.459	3.744	38,60	46,47	9,09
	100,00		42,35		11,33		3.744		100,00	100,00	100,00

CUADRO LXXIV: MINA OPORTUNA. Ensayo III, separación en espirales

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S.T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
Concent.	72,07	72,07	32,06	32,06	7,86	7,86	4.720	4.720	56,17	46,67	86,14
Mixtos	10,19	82,26	52,25	34,56	10,60	8,20	2.990	4.506	12,94	8,90	7,72
Estériles	17,74	100,00	71,61	41,13	30,40	12,14	1.368	3.949	30,89	44,43	6,14
	100,00		41,13		12,14		3.949		100,00	100,00	100,00

CUADRO LXXV. · MINA OPORTUNA. Ensayo IV, separación en espirales

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S.T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
Concent.	72,81	72,81	31,49	31,49	8,09	8,09	4.665	4.665	56,71	47,70	86,51
Mixtos	5,75	78,56	46,15	32,56	9,51	8,19	3.419	4.574	6,56	4,43	5,01
Estériles	21,44	100,00	69,27	40,43	27,57	12,35	1.554	3.926	36,73	47,87	8,48
	100,00		40,43		12,35		3.926		100,00	100,00	100,00

## 7.4.1.5.- Ensayo V

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: Estéril 50%  
Concentrado  
50%  
Presión entrada ciclón: 1,6 kg/cm<sup>2</sup>  
Sólidos en la pulpa: 35%  
Capacidad de tratamiento: 1,18 t/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LXXVI

## 7.4.1.6.- Ensayo VI

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: Estéril 100%  
Concentrado  
50%  
Presión entrada ciclón: 1,6 kg/cm<sup>2</sup>  
Sólidos en la pulpa: 35%  
Capacidad de tratamiento: 1,13 t/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LXXVII.

## 7.4.1.7.- Ensayo VII

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: Estéril 50%  
Concentrado  
50%  
Presión entrada ciclón: 0,7 kg/cm<sup>2</sup>  
Sólidos en la pulpa: 35%  
Capacidad de tratamiento: 0,87 t/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LXXVIII.

CUADRO LXXVI. MINA OPORTUNA. Ensayo V. Separación en espirales

<u>PRODUCTO</u>	<u>PESO (%)</u>	<u>PESO AC. (%)</u>	<u>CENIZAS (%)</u>	<u>CEN. ACUM. (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>S.T. AC. (%)</u>	<u>P.C.S. Kcal/kg</u>	<u>P.C.S. AC. Kcal/kg</u>	<u>DISTRIBUCION</u>		
									<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>P.C.S. (%)</u>
Concent.	73,80	73,80	31,12	31,12	8,01	8,01	4.671	4.671	57,84	51,34	86,59
Mixtos	8,81	82,61	48,07	32,93	10,33	8,26	3.333	4.528	10,66	7,90	77,38
Estériles	17,39	100,00	71,92	39,71	26,98	11,51	1.381	3.981	31,50	40,76	6,03
	100,00		39,71		11,51		3.981		100,00	100,00	100,00

CUADRO LXXVII. MINA OPORTUNA. Ensayo VI. Separación en espirales

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S. T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
Concent.	70,95	70,95	32,23	32,23	8,05	8,05	4.683	4.683	55,33	45,68	85,05
Mixtos	5,97	76,92	46,32	33,32	10,09	8,21	3.421	4.585	6,69	4,82	5,23
Estériles	23,08	100,00	68,01	41,33	26,82	12,50	1.645	3.906	37,98	49,50	9,72
	100,00		41,33		12,50		3.906		100,00	100,00	100,00

CUADRO LXXVIII. MINA OPORTUNA. Ensayo VII. Separación en espirales

<u>PRODUCTO</u>	<u>PESO (%)</u>	<u>PESO AC. (%)</u>	<u>CENIZAS (%)</u>	<u>CEN. ACUM. (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>S. T. AC. (%)</u>	<u>P.C.S. Kcal/kg</u>	<u>P.C.S. AC. Kcal/kg</u>	<u>DISTRIBUCION</u>		
									<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>P.C.S. (%)</u>
Concent.	71,57	71,57	32,78	32,78	6,83	6,83	4.544	4.544	56,89	46,74	84,49
Mixtos	10,08	81,65	47,66	34,62	10,25	7,25	3.305	4.391	11,65	9,88	8,65
Estéril	18,35	100,00	70,70	41,24	24,73	10,46	1.438	3.849	31,46	43,38	6,86
	100,00		41,24		10,46		3.849		100,00	100,00	100,00

## 7.4.1.8.- Ensayo VIII

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: Estéril 100%  
Concentrado 50%  
Presión entrada ciclón: 0,7 kg/cm<sup>2</sup>  
Sólidos en la pulpa: 35%  
Capacidad de tratamiento: 0,8 t/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LXXIX.

## 7.4.1.9.- Comentarios a los ensayos de depuración en espirales

Como se ha mencionado anteriormente, los ensayos descritos fueron realizados para conocer el posible comportamiento del lignito de Mina Oportuna frente a esta técnica de depuración.

Las capacidades de tratamiento son bastante bajas, ya que en ningún caso superan 1,3 tm/h y las concentraciones de sólidos en la espiral son 45% y 35% de sólidos en peso. La regulación de las cuchillas, con tomas de 50% y 100% de estéril manteniendo fija la de concentrado en 50%.

Los resultados de los diferentes ensayos son bastante parecidos, aunque ligeramente superiores los correspondientes a mayor capacidad de tratamiento y 45% de sólidos en la pulpa de entrada a la espiral.

Según los cuadros de resultados, podemos eliminar como estéril en torno al 20% en peso, con cenizas del 70% y azufre total del 30%. Esta eliminación de estéril significa una pérdida del 7-8% del poder calorífico total de la muestra ensayada.

CUADRO LXXIX. MINA OPORTUNA. Ensayo VIII. Separación en espirales

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S. T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
Concent.	71,29	71,29	33,99	33,99	8,23	8,23	4.538	4.538	48,36	50,02	83,08
Mixtos	7,17	78,46	43,70	34,88	9,70	8,53	3.774	4.468	18,15	6,23	6,95
Estéril	21,54	100,00	67,03	41,80	21,15	11,26	1.803	3.894	33,49	43,75	9,97
	100,00		41,80		11,26		3.894		100,00	100,00	100,00

Los concentrados recuperados contienen unas cenizas del 32% con un contenido en azufre total del 8%, frente al 41% y 12% respectivamente en la muestra. La eliminación de cenizas es superior al 40% y la de azufre en torno al 45%, ambos referidos a contenidos totales de la muestra. La recuperación en peso de concentrados es superior al 70% y su poder calorífico superior representa el 86% del total.

Los mixtos producidos varían del 7 al 10% en peso con cenizas del 45-50% y azufre total del 10%. Estos mixtos añadidos al concentrado nos daría un producto con un contenido en cenizas del 32%, 8% de azufre total, P.C.S. de 4.500 kcal/kg con una recuperación energética del lignito del 93%.

#### 7.4.2.- Ensayos de separación en espirales

Los ensayos de separación en espirales que describiremos a continuación se efectuaron con un lote de todo-uno de aproximadamente 1.200 kg que se trituró a 2,5 mm y se deslamó posteriormente en Paneau tamiseur a 38 micras. Previamente a la trituración a 2,5 mm, el todo-uno se trató en un trómel con taladros a 25 mm, para proceder a su automolienda. El rechazo del trómel se clasificó a 40 mm eliminando la fracción mayor por su alto contenido en cenizas y azufre.

El producto de rechazo del trómel, 40-25 mm, con un contenido de 61,10% de cenizas y 7,44% de azufre total, se añadió a la fracción -25 mm del trómel.

#### 7.4.3.- Resultados del tratamiento en trómel

El producto de rechazo del trómel, superior a 40 mm, clasificado en seco, dió el análisis siguiente:

<u>Producto</u>	<u>Peso (%)</u>	<u>Cenizas (%)</u>	<u>S.Total (%)</u>
+40 mm	1,85	75,75	12,13

Aplicando estos resultados al todo uno tratado en este ensayo con leyes en cenizas y azufre total de 47,30% y 7,05% - respectivamente, tendremos el resultado siguiente:

<u>Producto</u>	<u>Peso (%)</u>	<u>Cenizas (%)</u>	<u>S.Total(%)</u>
T.U.	100	47,35	7,05
Tromel +40 mm	1,85	75,75	12,13
RESTO	98,15	46,81	6,95

La aplicación de la automolienda permite una eliminación en peso muy baja, inferior al 2%, con leyes en cenizas - elevadas más del 75% y en azufre total del orden del 12%. El producto restante, es decir, inferior a 40 mm, contiene 0,5 % menos de cenizas y 0,1% de azufre total.

#### 7.4.4.- Análisis granulométrico

El Cuadro LXXX detalla el análisis granulométrico del todo-uno de Mina Oportuna triturado a 2,5 mm y clasificado en húmedo.

En el Cuadro LXXX se nota un aumento en cenizas a medida que la granulometría disminuye, siendo importantes en la fracción inferior a 38 micras con un elevado contenido del orden del 65%. El azufre total tiene su mayor concentración en las fracciones comprendidas entre 0,5 y 0,038 mm para descender bruscamente en la fracción fina. El poder calorífico superior es importante en la fracción fina, representando el 12% del P.C.S. total.

CUADRO LXXX. MINA OPORTUNA. Todo-uno triturado a 2,5 mm. Clasificación en húmedo

CATEGORIAS mm.	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (Kcal/kg)	DISTRIBUCION		
						CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
2,5-1	27,67	27,67	35,57	7,74	4.036	21,05	30,87	35,54
1-0,5	15,23	42,90	38,49	7,21	3.840	12,54	15,83	18,61
0,5-0,208	25,12	68,02	46,96	7,20	3.099	25,23	26,07	24,78
0,208-0,104	2,89	70,91	44,75	8,59	3.235	2,77	3,57	2,98
0,104-0,074	1,99	72,90	45,79	8,92	3.215	1,94	2,56	2,03
0,074-0,038	4,44	77,34	51,56	8,11	2.829	4,90	5,19	4,00
-0,038	22,66	100,00	65,15	4,87	1.672	31,57	15,91	12,06
	100,00		46,76	6,94	3.142	100,00	100,00	100,00

#### 7.4.5.- Ensayos en espirales

Como se ha mencionado anteriormente, en espirales se ensaya la franja granulométrica 2,5-0,038 mm, eliminando la fracción -0,038 mm mediante una clasificación en húmedo en Paneau tamiseur.

Los ensayos de depuración en espirales se efectuaron con distintas concentraciones de sólidos en las pulpas de alimentación, variando del 35 al 45% de sólidos en peso. Con estas diluciones los productos separados por la espiral contienen las concentraciones siguientes:

<u>Producto</u>	<u>% Sólidos en peso</u>
Concentrado	30-40
Mixtos	40-45
Estériles	65-70

##### 7.4.5.1.- Mina Oportuna. Tratamiento del todo-uno en espirales. Ensayo 1°

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: Estéril 25%  
 Concentrado 25%  
 Sólidos entrada: 45%  
 Presión ciclón: 1,3 kg/cm<sup>2</sup>  
 Capacidad de tratamiento: 2,35 t/h

Los resultados del ensayo se detallan en el Cuadro LXXXI.

CUADRO LXXXI: MINA OPORTUNA. 1<sup>er</sup> ensayo de espirales

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S.T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
Concent.	88,35	88,35	30,84	30,84	7,37	7,37	4.084	4.084	79,84	73,70	93,57
Mixtos	5,60	93,95	53,34	32,18	11,16	7,60	2.572	3.994	8,75	7,08	3,73
Estéril	6,05	100,00	64,33	34,13	28,07	8,83	1.721	3.856	11,41	19,22	2,70
	100,00		34,13		8,83		3.856		100,00	100,00	100,00

## 7.4.5.2.- Ensayo 2°

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: Estéril 50%  
 Concentrado 25%
- Sólidos entrada: 40%
- Presión ciclón: 1,2 kg/cm<sup>2</sup>
- Capacidad de tratamiento: 2,09 t/h

Los resultados del ensayo se detallan en el Cuadro LXXXII.

## 7.4.5.3.- Ensayo 3°

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: Estéril 25%  
 Concentrado 50%
- Sólidos entrada: 35%
- Presión ciclón: 1,5 kg/cm<sup>2</sup>
- Capacidad de tratamiento: 2,04 t/h

Los resultados del ensayo se detallan en el Cuadro LXXXIII.

## 7.4.5.4.- Ensayo 4°

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: Estéril 50%  
 Concentrado 50%
- Sólidos entrada: 40%
- Presión ciclón: 1,4 kg/cm<sup>2</sup>
- Capacidad de tratamiento: 2,61 t/h

Los resultados del ensayo se detallan en el Cuadro LXXXIV.

CUADRO LXXXII. MINA OPORTUNA. 2º ensayo en espirales

<u>PRODUCTO</u>	<u>PESO (%)</u>	<u>PESO AC. (%)</u>	<u>CENIZAS (%)</u>	<u>CEN.AC. (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>S T. AC. (%)</u>	<u>DISTRIBUCION</u>	
							<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>
Concentrados	87,55	87,55	31,28	31,28	7,22	7,22	78,62	69,88
Mixtos	4,39	91,94	52,69	32,30	11,23	7,41	6,64	5,45
Estériles	8,06	100,00	63,71	34,83	27,68	9,05	14,74	24,67
	100,00		34,83		9,05		100,00	100,00

CUADRO LXXXIII. MINA OPORTUNA. 3<sup>er</sup> ensayo en espirales

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S.T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
Concent.	87,28	87,28	30,15	30,15	7,33	7,33	4.158	4.158	78,72	70,33	92,37
Mixtos	6,35	93,63	47,85	31,35	11,57	7,62	3.004	4.080	9,09	8,07	4,86
Estéril	6,37	100,00	63,95	33,43	30,84	9,10	1.711	3.929	12,19	21,60	2,77
	100,00		33,43		9,10		3.929		100,00	100,00	100,00

Rebose ciclón:

- Concentración (g/l) .. 75
- Cenizas (%) ..... 59,48
- S total (%) ..... 5,46
- P.C.S. (Kcal/kg) .... 2.038

CUADRO LXXXIV. . MINA OPORTUNA. 4º ensayo en espirales

<u>PRODUCTO</u>	<u>PESO (%)</u>	<u>PESO AC. (%)</u>	<u>CENIZAS (%)</u>	<u>CEN.AC. (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>S T. AC. (%)</u>	<u>DISTRIBUCION</u>	
							<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>
Concentrados	88,45	88,45	29,94	29,94	7,25	7,25	80,32	71,54
Mixtos	4,47	92,92	45,23	30,68	9,89	7,38	6,13	4,93
Estériles	7,08	100,00	63,11	32,97	29,79	8,96	13,55	23,53
	100,00		32,97		8,96		100,00	100,00

## 7.4.5.5.- Ensayo 5a

- Condiciones de trabajo: cuchillas de regulación: Estéril 25%

	Concentrado
	25%
Sólidos entrada:	35%
Presión ciclón:	1,5 kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad de tratamiento:	2,5 t/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LXXXV.

## 7.4.5.6.- Comentarios a los ensayos en espirales

Los cinco ensayos anteriores se efectuaron para conocer las calidades de los productos obtenidos al variar las condiciones de trabajo de la espiral. Se han hecho diferentes combinaciones de ajuste de las cuchillas de regulación, concentraciones de sólidos en pulpas del 35 al 45% y diferentes caudales horarios.

En los cuadros de resultados de los ensayos descritos, se aprecia que la recuperación en peso de concentrados es buena y existe muy poca variación de unos ensayos a otros, desde el 86% al 88%.

El peso de estéril eliminado oscila del 6 al 8% y la variación en peso de los mixtos es mínima.

La calidad de los concentrados, en cuanto a cenizas, es de, aproximadamente, un 30%, lo que significa 78-80% del contenido total de cenizas en el conjunto de la muestra. Los estériles con 64% de cenizas, representando 11-14% del total contenido. Los mixtos producidos con 50% de cenizas, representan el 6-8% del contenido total.

CUADRO LXXXV. . MINA OPORTUNA. 5º ensayo en espirales

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
Concent.	87,76	87,76	32,85	32,85	7,55	7,55	3.995	3.995	80,71	72,76	92,75
Mixtos	6,28	94,04	48,96	33,93	10,89	7,77	2.820	3.917	10,67	9,61	4,68
Estéril	5,96	100,00	64,84	35,77	35,14	9,40	1.627	3.780	8,62	17,63	2,57
	100,00		35,77		9,40		3.780		100,00	100,00	100,00

El azufre total en el concentrado es del 7,3% frente a la muestra ensayada del 9%. Esto representa que el 79-80% del azufre contenido permanece en el concentrado. Los estériles - con azufre total en torno al 30%, eliminan el 20-25% del contenido total de azufre en la muestra. Los mixtos con azufre total del 10-11% representan 5-8% del contenido en la muestra.

En cuanto a los poderes caloríficos superiores, en los concentrados obtenidos, son del orden de 4.000 Kcal/kg que representan el 92,5% de la energía total. La pérdida en poder calorífico en el estéril es del 3% aproximadamente.

En general y según estos ensayos podemos eliminar del orden del 20% de cenizas y del 30% de azufre total entre mixtos y estériles. Los concentrados asimismo tienen poderes caloríficos altos, 4.000 Kcal/kg. La recuperación energética es - aceptable, superior al 92%, y la pérdida de poder calorífico en el estéril es inferior al 3%. Los mixtos, debido a su poca entidad en peso, pueden añadirse al concentrado, con lo que el aumento de azufre total y la disminución del poder calorífico son de escasa consideración.

#### 7.4.5.7.- Ensayo 6°

Este ensayo se efectuó con gran cantidad de muestra, - 1.000 kg aproximadamente, con el fin de recuperar los mixtos para poder tratarlos separadamente y en otras condiciones de trabajo diferentes, con el fin de conocer su comportamiento y eliminar parte de las cenizas y azufre que aun contienen.

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: Estéril 25%  
 Concentrado  
 25%  
 Sólidos entrada: 40%

Presión ciclón: 1,6 kg/cm<sup>2</sup>

Capacidad de tratamiento: 2,62 t/h

Se ensayan las condiciones más favorables, a fin de obtener unos concentrados limpios y una mínima eliminación de estéril, con alto contenido en cenizas, a la vez que se obtenía cantidad suficiente de mixto para efectuar otros ensayos de depuración.

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LXXXVI.

#### 7.4.5.8.- Comentarios al ensayo 6° en espirales

La recuperación en peso de carbón lavado es del 86,35%, con cenizas del 35,83% y S total del 7,49% que representan el 80,7% y 72,8% del total respectivamente, por lo que se han eliminado el 20% de cenizas y el 28% del azufre total. El poder calorífico es de 3.824 Kcal/kg que representa una recuperación superior al 90% del contenido energético.

Los estériles con cenizas del 62% y azufre total del 29% contienen 2,8% del poder calorífico total de la muestra, para un peso del 5,3%.

Los mixtos con cenizas del 49% y azufre total superior al 10% se trataron para mejorar el contenido de cenizas.

Los finos producidos por la atrición de bomba y agitador, contienen 57% de cenizas y un poder calorífico superior de 2.329 Kcal/kg. Su contenido en azufre total es del 5%, inferior incluso al concentrado separado en la espiral.

CUADRO LXXXVI . MINA OPORTUNA. 6º ensayo en espirales

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S T. AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
Concent.	86,35	86,35	35,83	35,83	7,49	7,49	3.824	3.824	80,71	72,76	90,46
Mixtos	8,33	94,68	49,11	37,00	10,26	7,73	2.958	3.748	10,67	9,61	6,75
Estéril	5,32	100,00	62,10	38,33	29,46	8,89	1.912	3.650	8,62	17,63	2,79
	100,00		38,33		8,89		3.650		100,00	100,00	100,00

Rebose ciclón:

- Concentración (g/l) ... 125
- Cenizas (%) ..... 57,29
- S total (%) ..... 5,00
- P. C.S. (Kcal/kg) ..... 2.329

#### 7.4.6.- Ensayos de depuración de mixtos en espirales

Los mixtos recuperados en el 6° ensayo se trataron en espirales, con diferentes condiciones de trabajo que en los casos anteriores, en que se ensayaba el todo-uno.

##### 7.4.6.1.- Ensayo 1°

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: Estéril 50%  
Concentrado 50%
- Sólidos alimentación: 35%
- Presión ciclón: 1,5 kg/cm<sup>2</sup>
- Capacidad de tratamiento: 1,19 t/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LXXXVII

##### 7.4.6.2.- Ensayo 2°

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: Estéril 75%  
Concentrado 50%
- Sólidos alimentación: 35%
- Presión ciclón: 2 kg/cm<sup>2</sup>
- Capacidad de tratamiento: 1,31 t/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LXXXVIII

##### 7.4.6.3.- Ensayo 3°

- Condiciones de trabajo: Cuchillas de regulación: Estéril 50%  
Concentrado 75%
- Sólidos alimentación: 30%

CUADRO LXXXVII. MINA OPORTUNA. Relavado de mixtos. Ensayo 19

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN.AC. (%)	S TOTAL (%)	S T. AC. (%)	DISTRIBUCION	
							CENIZAS (%)	S TOTAL (%)
Concentrados	71,47	71,47	38,05	38,05	8,58	8,58	61,21	51,24
Mixtos	10,87	82,34	55,56	40,32	12,27	9,07	13,52	11,15
Estériles	17,66	100,00	63,57	44,43	25,49	11,97	25,27	37,61
	<u>100,00</u>		<u>44,43</u>		<u>11,97</u>		<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

CUADRO LXXXVIII. MINA OPORTUNA. Relavado de mixtos. Ensayo 2º

<u>PRODUCTO</u>	<u>PESO (%)</u>	<u>PESO AC. (%)</u>	<u>CENIZAS (%)</u>	<u>CEN.AC. (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>S T. AC. (%)</u>	<u>DISTRIBUCION</u>	
							<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>
Concentrados	80,10	80,10	37,98	37,98	9,58	9,58	72,57	63,73
Mixtos	4,69	84,79	47,66	38,52	10,74	9,64	5,33	4,18
Estériles	15,21	100,00	60,91	41,92	25,41	12,04	22,10	32,09
	100,00		41,92		12,04		100,00	100,00

Presión ciclón: 2,1 kg/cm<sup>2</sup>  
Capacidad de tratamiento: 1,0 t/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro LXXXIX.

#### 7.4.6.4.- Comentarios. Ensayos depuración de mixtos en espirales

Los concentrados producidos representan el 75% en peso, con cenizas del 35-38% y azufre total del 8,5-9,5%, lo que significa una eliminación del 30-40% en cenizas y 40% del azufre total en el conjunto de mixtos y estériles.

Los mixtos separados representan poca proporción en peso, 5-10%, aunque su contenido en cenizas no es excesivo, 42-55%. El azufre total ya es importante, del orden del 12%, que representa un 10% sobre el azufre total contenido en la muestra.

Los estériles con contenidos en cenizas superiores al 61% y azufre total elevado, más del 25%, representan eliminaciones importantes de ambos, más del 20% de las cenizas totales y del 30% del azufre total contenidos.

El poder calorífico del concentrado es de casi 4.000 Kcal/kg que significan una recuperación del 85%, con pérdida de energía en el estéril, del 8%. Los mixtos tienen un poder calorífico próximo al del todo-uno original.

CUADRO LXXXIX. MINA OPORTUNA. Relavado de mixtos. Ensayo 3º

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	CEN. ACUM. (%)	S TOTAL (%)	S T, AC. (%)	P.C.S. Kcal/kg	P.C.S. AC. Kcal/kg	DISTRIBUCION		
									CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	P.C.S. (%)
Concent.	77,22	77,22	35,07	35,07	9,40	9,40	3.975	3.975	67,77	59,04	85,02
Mixtos	8,91	86,13	48,71	36,48	13,06	9,78	2.972	3.871	10,86	9,46	7,33
Estéril	13,87	100,00	61,56	39,96	27,92	12,29	1.990	3.610	21,37	31,50	7,65
	100,00		39,96		12,29		3.610		100,00	100,00	100,00

Rebose ciclón:

- Concentración (g/l) ...	40
- Cenizas (%) .....	58,10
- S total (%) .....	3,97
- P.C.S. (Kcal/kg) .....	2.230

#### 7.5.- ENSAYOS DE SEPARACION EN ESPIRALES. COMENTARIOS

Se ha ensayado el todo-uno de las tres minas, Alloza, - Innominada y Oportuna, separadamente.

En todos los casos se trataron granulometrías comprendidas entre 2,5 y 0,038 mm.

Según los análisis granulométricos de cada uno de los lignitos ensayados, la categoría -0,038 mm producida al moler el todo-uno a 2,5 mm sobrepasa el 20% en peso del todo-uno. Esta categoría es alta en cenizas, en torno al 60%, llegando en el caso de Mina Oportuna hasta el 65%. Su poder calorífico es de 2.000 Kcal/kg en Mina Innominada, siendo inferior en las otras dos. Debido a su proporción en peso a pesar de su bajo poder calorífico el aporte energético de esta fracción al conjunto significa un 12% aproximadamente. El contenido en azufre total de esta categoría es el más bajo de la gama granulométrica ensayada, inferior al 5% en Minas Oportuna e Innominada y 7% en Corta Alloza, ya que su conjunto tiene el porcentaje mayor de azufre total.

El producto tratado en espirales, 2,5-0,038, tiene un contenido alto en cenizas, 41%, en Mina Oportuna, 35% en Corta Alloza y 27% en Mina Innominada.

El contenido en azufre total de este conjunto es elevado, desde 10,8% al 8%, Corta Alloza y Mina Innominada respectivamente.

Analizando por fracciones el conjunto, 2,5-0,038 mm encontramos que la fracción 2,5-1 mm es la más baja en cenizas, con poderes caloríficos superiores a 4.000 Kcal/kg, llegando a

4.900 Kcal/kg en Mina Innominada. No obstante esta categoría - contiene gran cantidad de azufre total, más alta que la media del conjunto.

El resto de las categorías son más altas en cenizas, a medida que la granulometría es más pequeña, manteniendo un contenido en azufre total muy similar.

Los ensayos en espirales se han efectuado variando los diferentes parámetros condicionantes del ensayo para tratar de encontrar las mejores condiciones de recuperación. Los mejores resultados en cuanto a recuperación de carbón, están en torno a tratamiento de pulpas con 45% de sólidos en peso y capacidades del orden de 2,5 tm/h.

Durante la realización de estos ensayos se ha encontrado que se producen finos que al ser separados en el rebose del ciclón no entran en el proceso de la espiral. Esto es debido - al sistema de ensayo en sí, que al ser en circuito cerrado, el lignito se va degradando cada vez más, por el efecto de - atrición del agitador, bomba y ciclón. Estos productos, de granulometría inferior a 38 micras, contienen en cenizas el 57% en Mina Oportuna y 40% en Mina Innominada. Su contenido en azufre total, 5-7,5%, es inferior al del todo-uno y su poder calorífico en torno a 2.400 Kcal/kg, aunque en Mina Innominada alcanza 3.000 Kcal/kg. Por sus características este producto - podría utilizarse, aunque en marcha industrial al ser un proceso abierto, estos finos consecuencia de la degradación del lignito no se producirán o lo harán en pequeña cantidad.

Respecto a los ensayos en espirales, se puede recuperar como producto lavado del orden del 85% en peso, con cenizas - del 25-35% según el tipo de lignito ensayado. Ello significa

que se pueden eliminar el 25% de las cenizas totales contenidas en el carbón. Respecto al azufre total es del orden 6-8% en el lignito lavado, lo que significa una eliminación del 30% sobre el total contenido. La recuperación energética es superior al 90%, llegando en Mina Innominada al 95%, con poder calorífico superior en torno a 4.500 Kcal/kg.

Los estériles eliminados en la espiral, 5-7% en peso, son de alto contenido en cenizas, superior al 62%, llegando en Mina Innominada al 75%. Su contenido en azufre total es muy elevado, 30%, y su poder calorífico superior de 1.500-1.800 - Kcal/kg, que representa menos del 3% del contenido energético de la muestra.

Los mixtos producidos, 6-10% en peso con cenizas 50-60% se procesaron separadamente en otros ensayos, logrando depurar considerablemente en cenizas este producto, ya que se pueden eliminar más del 20% en Mina Oportuna y 42% en las de Mina Innominada y Corta Alloza. No obstante el concentrado separado en el ensayo de mixtos es elevado en azufre total, por lo que debería remolerse para liberar la pirita contenida y poder separarla en la espiral.

El poder calorífico superior de este concentrado es - aceptable y la recuperación en poder energético es superior al 85%.

Consideramos que los ensayos han producido unos resultados positivos, aunque para conocer mejor el proceso deberían continuarse a mayor escala y en proceso continuo.

## 8.- ENSAYOS DE CICLONADO

### 8.1.- PREPARACION DE MUESTRAS

Los finos -38 $\mu$ , separados en el Panneau Tamiseur para preparación del lignito ensayado en las espirales, se recogieron y prepararon para efectuar con ellos ensayos de clasificación en hidrociclones.

El objeto de estos ensayos es determinar los contenidos en cenizas y azufre de las fracciones clasificadas por los hidrociclones, para conocer si una categoría determinada estuviera enriquecida en cenizas y azufre y pudiera ser rechazada directamente como estéril.

### 8.2.- DESCRIPCION DEL EQUIPO

Se trata de un conjunto compuesto por una bomba de velocidad variable y varios tipos de hidrociclones conectados independientemente a la bomba. El conjunto incorpora varios tanques para recogida de productos.

### 8.3.- METODO DE OPERACION

Los finos -38 $\mu$ , clasificados en el Panneau Tamiseur de la muestra ensayada en las espirales, se alimentaron a la bomba del equipo de hidrociclonado en diluciones cercanas a 150 g/l.

Según el corte deseado en cada caso, se ajustó la velocidad de la bomba con el fin de tener una presión constante y fija de alimentación al ciclón en cada ensayo efectuado.

El método de operación empleado se explica gráficamente en cada caso, indicándose asimismo las condiciones de trabajo del ensayo. Básicamente consiste en clasificar los finos del primer ciclonado, en una segunda etapa, en los casos de Corta Alloza e Innominada. En Mina Oportuna los finos de la segunda etapa se clasificaron nuevamente en otro ciclón.

Los ciclones empleados son de 45 mm de diámetro para la primera etapa, y 40 mm de diámetro para la segunda. En la tercera etapa se utilizó un ciclón de 40 mm, pero de mayor longitud, a fin de obtener un corte más fino.

#### 8.4.- CORTA ALLOZA

El ensayo se realizó según se detalla en el gráfico 25.

Los productos separados se secaron, pesaron y analizaron por cenizas y azufre total en equipos LECO. Los balances correspondientes se han calculado sobre peso seco de muestra.

Con las presiones de alimentación  $P = 2,5 \text{ kg/cm}^2$  para la primera etapa y  $P = 3,5 \text{ kg/cm}^2$  para la segunda, con diluciones de pulpas de 156 g/l y 135 g/l, respectivamente, se han obtenido unos tamaños de corte en los ciclones de 12 y 8 micras, respectivamente.

Los resultados de la clasificación con los hidrociclones se detallan en el Cuadro XC.

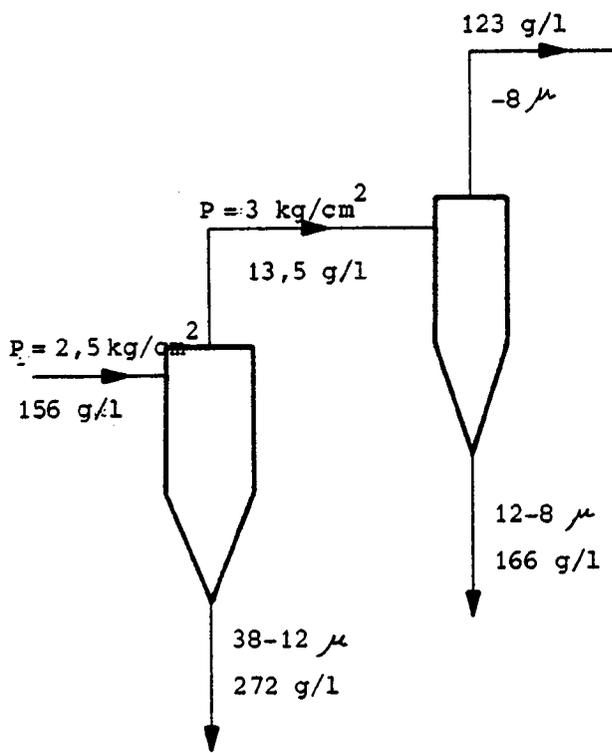


GRAFICO 25. CORTA ALLOZA. Ensayos de clasificación con hidrociclones

CUADRO XC. CORTA ALLOZA. Hidrociclizado

Fracción ensayada: Todo-uno triturado a -2,5 mm.

Categoría granulométrica: -38 micras.

PRODUCTO micras	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	DISTRIBUCION	
					CENIZAS (%)	S TOTAL (%)
38-12	26,73	26,73	60,52	13,50	27,22	48,35
12-8	48,43	75,16	57,85	5,80	47,15	37,64
-8	24,84	100,00	61,31	4,21	25,63	14,01
	100,00		59,42	7,46	100,00	100,00

## 8.5.- MINA INNOMINADA

El ensayo se efectuó con los productos menores de 38 micras, separados en el Panneau tamiseur en la muestra ensayada en las espirales.

El ensayo efectuado se detalla en el gráfico 26.

Con las condiciones de trabajo indicadas, se han obtenido clasificaciones de 12 y 8 micras.

Los resultados referidos a peso seco y los correspondientes balances en cenizas y azufre total de los productos clasificados se indican en el Cuadro XCI.

CUADRO XCI. MINA INNOMINADA. Hidrociclonado

Fracción ensayada: Todo-uno triturado a -1,5 mm.

Categoría granulométrica: -38 micras.

PRODUCTO micras	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	DISTRIBUCION	
					CENIZAS (%)	S TOTAL (%)
38-12	32,83	32,83	66,39	6,84	34,86	50,27
12-8	30,85	63,68	58,10	3,47	28,67	23,96
-8	36,32	100,00	62,78	3,17	36,47	25,77
	100,00		62,52	4,47	100,00	100,00

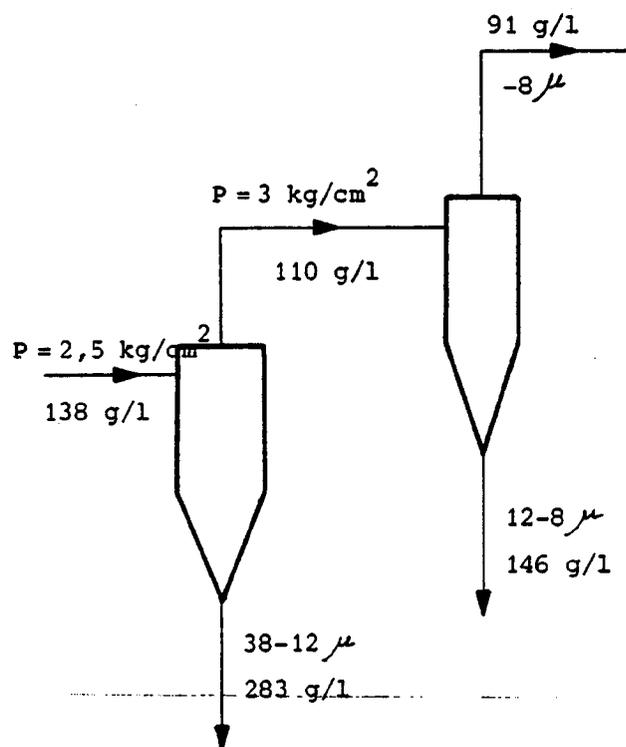


GRAFICO 26. MINA INNOMINADA. Ensayos de clasificación en hidrociclones

#### 8.6.- MINA OPORTUNA

Como en los casos anteriores, se procedió a clasificar en hidrociclones el producto -38 micras de la muestra que se ensayó en espirales.

En el caso de Mina Oportuna, se efectuó una tercera separación con la fracción fina, clasificada en la segunda etapa. Se empleó un ciclón de igual diámetro, pero de mayor longitud que en la segunda etapa, a fin de obtener un tamaño de corte inferior.

En este caso, se separaron las fracciones granulométricas 38-12, 12-8, 8-5 y -5 micras.

Las condiciones del ensayo se indican en el gráfico 27.

Los productos clasificados se secaron y los balances correspondientes en cenizas y azufre total se calcularon sobre peso seco de muestra.

En el Cuadro XCII se detallan los resultados de los ensayos de clasificación en hidrociclones.

CUADRO XCII. MINA OPORTUNA. Hidrociclonado

Fracción ensayada: Todo-uno -2,5 mm.

Categoría granulométrica: -38 micras.

PRODUCTO micras	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	DISTRIBUCION	
					CENIZAS (%)	S TOTAL (%)
38-12	26,66	27,66	63,81	7,66	27,59	42,33
12-8	22,54	50,20	60,70	6,19	21,38	27,87
8-5	27,91	78,11	62,80	3,32	27,39	18,51
-5	21,89	100,00	69,08	2,58	23,64	11,29
	100,00		63,98	5,01	100,00	100,00

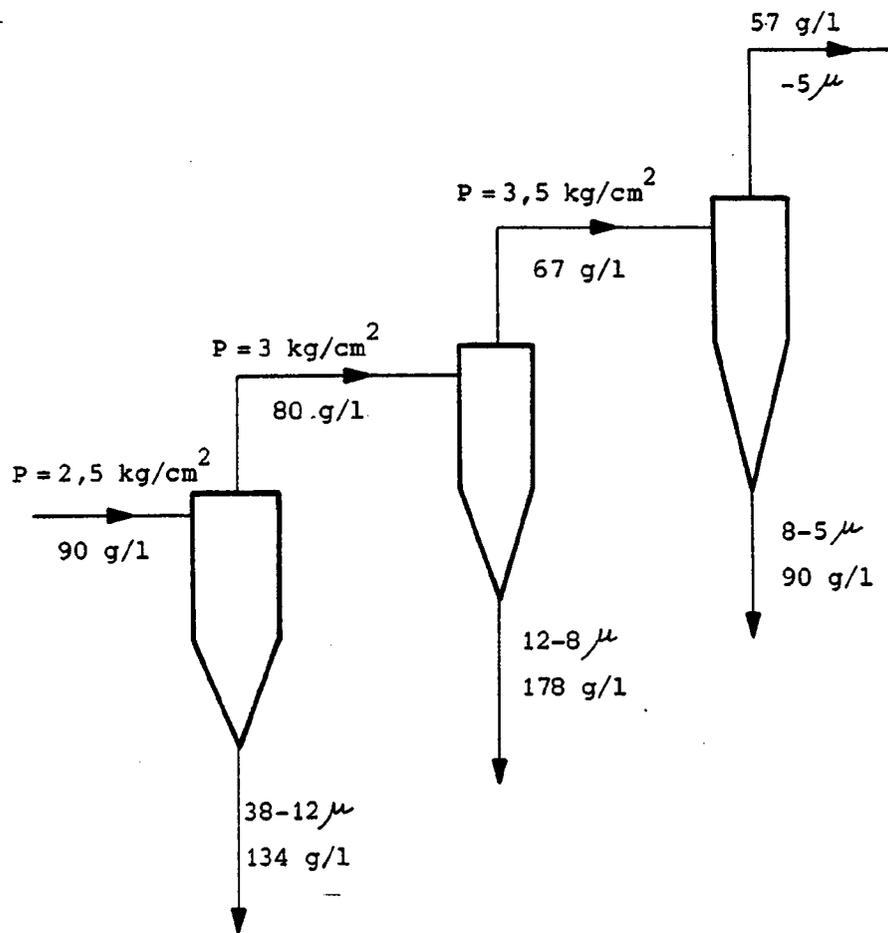


GRAFICO 27. MINA OPORTUNA. Ensayos de clasificación en hidrociclones

## 8.7.- ENSAYOS DE HIDROCICLONADO. COMENTARIOS

Los ensayos de hidrociclono efectuados con lignitos de Corta Alloza, Mina Innominada y Mina Oportuna sobre la categoría menor de  $-0,038$  mm, procedente del deslamado del carbón tratado en espirales, proporcionan los comentarios siguientes:

- La primera categoría clasificada,  $0,038-0,012$  mm, tiene un contenido de azufre superior a las otras facciones. Este contenido es elevado en Corta Alloza, donde alcanza el 13,5%. En las otras muestras, sin ser tan elevado, sigue siendo más alto que el conjunto de la muestra. En cualquier caso, el contenido de azufre de esta categoría granulométrica representa más del 40% del azufre contenido en el conjunto de la muestra.
- Las otras categorías granulométricas clasificadas contienen menores cantidades de azufre total, siendo la más fina la de menor contenido.
- El contenido en cenizas de las categorías granulométricas clasificadas es muy similar, si bien la más gruesa contiene ligeramente más cenizas que el conjunto de la muestra, aunque el mayor contenido en cenizas se encuentra en la categoría más fina.
- Los resultados obtenidos no permiten descartar ninguna categoría granulométrica, si bien la categoría más fina es ligeramente más alta en cenizas. El resto con contenidos en cenizas muy similares a la muestra en conjunto.

## 9.- SEPARACION NEUMATICA

### 9.1.- PREPARACION DE MUESTRAS

Las muestras de lignito estudiadas en los ensayos de separación neumática, se obtuvieron de una porción representativa del todo-uno bruto, que, por medio de diferentes clasificaciones en seco, se llegó a las fracciones granulométricas objeto de estudio.

En algunos casos las fracciones granulométricas ensayadas proceden del todo-uno bruto sin ninguna manipulación, mientras que en otros casos se obtuvieron de alguna molienda determinada a que se sometió la porción representativa del todo-uno de la muestra.

### 9.2.- DESCRIPCION DEL EQUIPO

El equipo en el que se efectuaron los ensayos es una mesa neumática, modelo MT-200, fabricada por Spiroll Kipp Kelly, Ltd., de Canadá.

Las dimensiones del equipo son: longitud 2.337 mm, anchura 1.219 mm y altura 1.372 mm.

La mesa consta, fundamentalmente, de un tablero de malla para permitir el paso de aire que fluidifica el lecho. El tablero va accionado por un motor eléctrico de 7,5 HP, a tra

vés de un mecanismo excéntrico regulable en velocidad y amplitud.

Las inclinaciones, longitudinal y transversal del tablero, son asimismo regulables e independientes.

El aire necesario para fluidificar el lecho se suministra por medio de un ventilador soplante, situado debajo del tablero y accionado por el mismo motor eléctrico que mueve al tablero a través del mecanismo excéntrico. La cantidad de aire a suministrar al tablero es, asimismo, regulable.

La alimentación se efectúa por un lateral de la mesa y los productos clasificados salen por el frente, siendo los más densos los más alejados del punto de alimentación. El equipo dispone de cinco salidas de productos, pudiendo existir una sexta para los productos más densos cuando se tratan granulometrías inferiores a 5 mm.

### 9.3.- METODO DE OPERACION

Los lignitos que se ensayaron en categorías granulométricas bastante cerradas, al objeto de evitar la clasificación por tamaños dentro del tablero y la distorsión de los resultados en lo referente a cenizas y azufre total.

No se dispuso de sistema de captación de polvo, aunque al estar secos los lignitos y eliminados los tamaños finos previamente al ensayo en la mesa neumática, los finos producidos por manipulación del carbón son mínimos y no deben afectar a los resultados obtenidos.

En todos los casos las categorías granulométricas en sayadas son 15-10 mm, 10-5 mm y 5-2,5 mm. Los productos se parados en la mesa neumática se secaron y analizaron por cenizas y azufre total en diferentes equipos LECO. Todos los resultados de análisis y balance de productos están referidos a peso seco de muestra.

#### 9.4.- MINA OPORTUNA

Se ensayaron en mesa neumática las categorías granulométricas 15-10 mm, 10-5 mm y 5-2,5 mm.

Las categorías 15-10 y 10-5 proceden de la clasificación granulométrica del bruto.

La categoría 5-2,5 mm procede del todo-uno, molido a 5 mm en un molino de rodillos y clasificado en seco.

En todos los ensayos se buscaron las condiciones más idóneas de funcionamiento de la mesa neumática en cuanto a amplitud, velocidad de desplazamiento e inclinación longitudinal y transversal, condiciones que se irán indicando en cada ensayo realizado.

9.4.1.- Mina Oportuna. C.G. 15-10 mm. Separación neumática

- Condiciones del ensayo: Amplitud	8
Velocidad	5
Inclinación longitudinal:	6
" transversal:	4,5
Capacidad, kg/h:	360

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro XCIII.

CUADRO XCIII. Separación neumática categoría granulométrica 15-10 mm. Mina Oportuna

<u>PRODUCTOS</u>	<u>PESO (%)</u>	<u>PESO AC. (%)</u>	<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>DISTRIBUCION</u>	
					<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>
1	6,85	6,85	50,75	7,87	6,31	7,21
2	28,82	35,67	56,29	7,49	29,44	28,87
3	33,17	68,84	54,79	7,58	32,99	33,63
4	23,89	92,73	54,95	7,16	23,83	22,88
5	<u>7,27</u>	100,00	<u>56,30</u>	<u>7,62</u>	<u>7,43</u>	<u>7,41</u>
	100,00		55,09	7,48	100,00	100,00

9.4.2.- Mina Oportuna. C.G. 10-5 mm. Separación neumática

- Condiciones del ensayo: Amplitud	8
Velocidad	4,5
Inclinación longitudinal:	5,5
" transversal:	4,5
Capacidad, kg/h:	300

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro XCIV.

CUADRO XCIV. Separación neumática categoría granulométrica 10-5 mm. Mina Oportuna

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	DISTRIBUCION	
					CENIZAS (%)	S TOTAL (%)
1	7,64	7,64	44,68	6,81	6,26	7,41
2	23,38	31,02	54,13	7,02	23,21	23,36
3	29,22	60,24	55,11	7,22	29,53	30,03
4	32,36	92,60	55,96	6,95	33,21	32,02
5	7,40	100,00	57,38	6,82	7,79	7,18
	100,00		54,53	7,02	100,00	100,00

9.4.3.- Mina Oportuna. C.G. 5-2,5 mm. Separación neumática

- Condiciones del ensayo: Amplitud	8
Velocidad	4,5
Inclinación longitudinal:	5
"          transversal:	4,5
Capacidad, kg/h:	250

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro XCV.

CUADRO XCV. Separación neumática categoría granulométrica 5-2,5 mm. Mina Oportuna

<u>PRODUCTOS</u>	<u>PESO (%)</u>	<u>PESO AC. (%)</u>	<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>DISTRIBUCION</u>	
					<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>
1	19,14	19,14	56,19	7,14	18,08	18,32
2	25,53	44,67	58,24	7,30	25,00	24,98
3	19,14	63,81	59,00	7,19	18,99	18,44
4	23,59	87,40	58,93	7,67	23,37	24,25
5	10,85	98,22	68,22	8,02	12,45	11,66
6	1,75	100,00	71,75	10,03	2,11	2,35
	<u>100,00</u>		<u>59,48</u>	<u>7,46</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

## 9.5.- CORTA ALLOZA

Se ensayó una fracción del todo-uno tratada en trómel para eliminar, mediante automolienda, los tamaños superiores a 40 mm con alto contenido en cenizas.

El producto obtenido del trómel se clasificó en seco, separando, para ensayo en mesa neumática, las fracciones granulométricas 15-10 mm, 10-5 mm y 5-2,5 mm.

9.5.1.- Corta Alloza. C.G. 15-10 mm. Separación neumática

- Condiciones de trabajo: Amplitud	8
Velocidad	5,5
Inclinación longitudinal:	6,5
" transversal:	4,5
Capacidad, kg/h:	375

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro XCVI.

CUADRO XCVI. Separación neumática categoría granulométrica 15-10 mm. Corta Alloza

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	DISTRIBUCION	
					CENIZAS (%)	S TOTAL (%)
1	4,83	4,83	40,72	10,35	4,52	4,22
2	30,71	35,54	42,88	11,28	30,27	29,22
3	32,42	67,96	43,02	11,98	32,06	32,76
4	23,56	91,52	44,80	12,42	24,26	24,68
5	8,48	100,00	45,61	12,75	8,89	9,12
	100,00		43,50	11,86	100,00	100,00

9.5.2.- Corta Alloza. C.G. 10-5 mm. Separación neumática

- Condiciones de trabajo: Amplitud	8
Velocidad	5
Inclinación longitudinal:	5,5
" transversal:	5
Capacidad, kg/h:	310

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro XCVII.

CUADRO XCVII. Separación neumática categoría granulométrica 10-5 mm. Corta Alloza

<u>PRODUCTO</u>	<u>PESO (%)</u>	<u>PESO AC. (%)</u>	<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>DISTRIBUCION</u>	
					<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>
1	6,80	6,80	35,08	8,32	5,76	5,17
2	21,79	28,29	40,02	9,67	21,08	19,27
3	31,07	59,66	41,15	11,06	30,89	31,42
4	29,30	88,96	42,88	12,00	30,36	32,15
5	11,04	100,00	44,65	11,88	11,91	11,99
	100,00		41,38	10,94	100,00	100,00

9.5.3.- Corta Alloza. C.G. 5-2,5 mm. Separación neumática

- Condiciones de trabajo: Excentricidad:	8
Velocidad	4,5
Inclinación longitudinal:	6
"          transversal:	4
Capacidad, kg/h:	275

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro XCVIII.

CUADRO XCVIII. Separación neumática categoría granulométrica 5-2,5 mm. Corta Alloza

<u>PRODUCTO</u>	<u>PESO (%)</u>	<u>PESO AC. (%)</u>	<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>DISTRIBUCION</u>	
					<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>
1	17,34	17,34	33,90	8,51	14,65	15,51
2	33,20	50,54	38,06	9,28	31,50	32,40
3	24,53	75,07	39,44	9,68	24,12	24,97
4	15,99	91,06	44,86	9,75	17,88	16,39
5	7,46	98,52	52,49	10,77	9,76	8,45
6	1,48	100,00	56,60	14,63	2,09	2,28
	100,00		40,12	9,51	100,00	100,00

## 9.6.- MINA INNOMINADA

Los ensayos de separación neumática con los lignitos de Mina Innominada, se efectuaron con un lote representativo del todo-uno tratado en trómel, para eliminar el carbón de tamaño superior a 25 mm de alto contenido en cenizas.

El producto inferior a 25 mm se clasificó en seco, ensayando en la mesa neumática las categorías granulométricas 15-10 mm, 10-5 mm y 5-2,5 mm.

9.6.1.- Mina Innominada. C.G. 15-10 mm. Separación neumática

- Condiciones de trabajo:	Excentricidad:	8
	Velocidad:	5,5
	Inclinación longitudinal:	6,5
	" transversal:	4,5
	Capacidad, kg/h:	375

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro XCIX.

CUADRO XCIX. Separación neumática categoría granulométrica 15-10 mm. Mina Innominada

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	DISTRIBUCION	
					CENIZAS (%)	S TOTAL (%)
1	12,06	12,06	33,04	7,09	10,73	10,42
2	38,49	50,55	36,57	7,91	37,92	37,09
3	27,10	77,65	37,83	8,61	27,62	28,42
4	14,99	92,64	38,62	8,79	15,59	16,05
5	7,36	100,00	41,04	8,95	8,14	8,02
	100,00		37,12	8,21	100,00	100,00

9.6.2.- Mina Innominada. C.G. 10-5 mm. Separación neumática

- Condiciones de trabajo: Excentricidad:	8
Velocidad:	4,5
Inclinación longitudinal:	6
" transversal:	4,5
Capacidad, kg/h:	300

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro C.

CUADRO C. Separación neumática categoría granulométrica 10-5 mm. Mina Innominada

<u>PRODUCTO</u>	<u>PESO (%)</u>	<u>PESO AC. (%)</u>	<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>	<u>DISTRIBUCION</u>	
					<u>CENIZAS (%)</u>	<u>S TOTAL (%)</u>
1	12,24	12,24	27,25	6,71	10,13	10,08
2	28,22	40,46	31,11	7,33	26,66	25,38
3	29,47	69,93	31,48	8,05	28,17	29,11
4	21,07	91,00	32,88	8,39	21,04	21,69
5	9,00	100,00	35,46	8,61	14,00	13,74
	<u>100,00</u>		<u>32,93</u>	<u>8,15</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

9.6.3.- Mina Innominada. C.G. 5-2,5 mm. Separación neumática

- Condiciones de trabajo: Excentricidad:	8
Velocidad:	4,5
Inclinación longitudinal:	5,5
" transversal:	4
Capacidad, kg/h:	260

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro CI.

CUADRO CI. Separación neumática categoría granulométrica 5-2,5 mm. Mina Innominada

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	DISTRIBUCION	
					CENIZAS (%)	S TOTAL (%)
1	24,20	24,20	24,48	6,94	22,12	23,39
2	27,10	51,30	26,80	7,09	27,12	26,76
3	20,46	71,76	24,45	7,17	18,68	20,44
4	19,57	91,33	25,73	7,25	18,80	19,76
5	7,53	98,86	40,87	7,90	11,49	8,29
6	1,14	100,00	41,98	8,58	1,79	1,36
	100,00		26,78	7,18	100,00	100,00

## 9.7.- ENSAYOS DE SEPARACION NEUMATICA.

## COMENTARIOS

- Se ensayaron en todos los casos las categorías granulométricas 15-10 mm, 10-5 mm y 5-2,5 mm.
- Los resultados obtenidos no son interesantes, pues existe muy poca diferenciación entre los productos separados por la mesa en cuanto a contenidos en cenizas y azufre total.
- Los productos más ligeros diferenciados por la mesa, contienen menos cenizas que la muestra de donde proceden, pero, por su poca proporción en peso, no son importantes. El azufre total contenido en ellos es ligeramente inferior al del conjunto, pero tampoco es significativo.
- Los productos más pesados, con contenidos en cenizas y azufre total superiores a la muestra, tampoco son importantes por su proporción en peso. No obstante, por sus contenidos en carbón, no pueden eliminarse como estériles.

## 10.- ENSAYOS DE SEPARACION MAGNETICA DE ALTA INTENSIDAD

Las muestras ensayadas de cada una de las minas objeto de estudio, consistieron en lotes representativos del todo-uno triturados a 2,5 mm.

Para alcanzar este tamaño se efectuaron diversos escalones de molienda. En trómel, para simular automolienda, hasta 25 mm; en molino de martillos, hasta 10 mm y, finalmente, en un molino de cilindros, se llegó a la granulometría del ensayo. Previamente a cada etapa de molienda se clasificó el producto con el fin de eliminar los tamaños inferiores para no remoler éstos, evitando una producción excesiva de finos.

En los ensayos de separación magnética de alta intensidad, la fracción a ensayar, -2,5 mm, se dividió en dos categorías granulométricas, 2,5-0,5 y -0,5 mm, mediante clasificación en seco.

### 10.2.- DESCRIPCION DEL EQUIPO

El equipo de separación magnética de alta intensidad en vía húmeda, es tipo JONES, modelo P-40, fabricado por Humboldt Wedag AG.

El equipo P-40 es un modelo de planta piloto con capacidad de hasta 500 kg/h y está diseñado para separación de tres

productos, no magnéticos, mixtos y magnéticos.

La intensidad de campo magnético es variable, aunque dependiente de la separación entre placas. Se pueden alcanzar intensidades de campo de 15.000 Gauss con separación de placas de 1 mm.

Los productos magnéticos y mixtos adheridos a las placas se separan mediante riego de agua.

#### 10.3.- METODO DE OPERACION

Se prepararon lotes de 50 kg, aproximadamente, de los productos a ensayar en cada una de las muestras.

Los productos a ensayar se diluyeron para conseguir pulpas de 20% sólidos en peso para las categorías granulométricas 2,5-0,5 mm y 25% de sólidos en las categorías inferiores a 0,5 mm.

Los caudales de alimentación al separador magnético fueron de 40-50 kg/h de producto seco.

#### 10.4.- MINA OPORTUNA

Se ensayaron las categorías granulométricas 2,5-0,5 mm y 0,5 mm, clasificadas en seco, de un lote del todo-uno triturado en molino de rodillos a 2,5 mm.

##### 10.4.1.- Categoría granulométrica 2,5-0,5 mm

Separación entre placas: 5 mm  
Intensidad de campo magnético: 8.000 Gauss

Presión de agua de lavado: 4 kg/cm<sup>2</sup>  
 Capacidad de tratamiento: 40 kg/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro CII.

CUADRO CII. Separación magnética. Categoría granulométrica  
2,5-0,5 mm. Mina Oportuna

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	DISTRIBUCION	
					CENIZAS (%)	S TOTAL (%)
Magnético	1,13	1,13	58,77	6,35	1,21	1,09
Mixtos	6,72	7,85	56,62	6,08	6,93	6,17
No magnético	92,15	100,00	54,71	6,66	91,86	92,74
	100,00		54,88	6,62	100,00	100,00

10.4.2.- Categoría granulométrica -0,5 mm

Separación entre placas: 1 mm  
 Intensidad de campo magnético: 15.000 Gauss  
 Presión de agua de lavado: 4 kg/cm<sup>2</sup>  
 Capacidad de tratamiento: 46 kg/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro CIII.

CUADRO CIII. Separación magnética. Categoría granulométrica -0,5 mm. Mina Oportuna

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	DISTRIBUCION	
					CENIZAS (%)	S TOTAL (%)
Magnético	2,57	2,57	62,98	9,12	2,81	2,89
Mixtos	10,24	12,81	59,43	8,16	10,57	10,32
No magnético	87,19	100,00	57,18	8,06	86,62	86,79
	100,00		57,56	8,10	100,00	100,00

## 10.5.- CORTA ALLOZA

Se ensayaron las categorías granulométricas 2,5-0,5 mm y -0,5 mm procedentes de un lote del todo-uno triturado a 2,5 mm, con automolienda previa para eliminar los tamaños superiores a 40 mm.

10.5.1.- Categoría granulométrica 2,5-0,5 mm

Separación entre placas: 5 mm  
 Intensidad de campo magnético: 8.000 Gauss  
 Presión de agua de lavado: 4 kg/cm<sup>2</sup>  
 Capacidad de tratamiento: 45 kg/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro CIV.

CUADRO CIV. Separación magnética. Categoría granulométrica 2,5-0,5 mm. Corta Alloza

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	DISTRIBUCION	
					CENIZAS (%)	S TOTAL (%)
Magnético	1,35	1,35	35,21	11,05	1,43	1,45
Mixtos	6,97	8,32	33,98	10,62	7,10	7,17
No magnético	91,68	100,00	33,26	10,29	91,47	91,38
	100,00		33,34	10,32	100,00	100,00

10.5.2.- Categoría granulométrica -0,5 mm

Separación entre placas: 1 mm  
 Intensidad de campo magnético: 15.000 Gauss  
 Presión de agua de lavado: 4 kg/cm<sup>2</sup>  
 Capacidad de tratamiento: 48 kg/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro CV.

CUADRO CV. Separación magnética. Categoría granulométrica -0,5 mm. Corta Alloza

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	DISTRIBUCION	
					CENIZAS (%)	S TOTAL (%)
Magnético	2,28	2,28	60,32	11,35	2,70	2,70
Mixtos	10,06	12,34	52,04	10,07	10,29	10,57
No magnético	87,66	100,00	50,51	9,48	87,01	86,73
	100,00		50,89	9,58	100,00	100,00

## 10.6.- MINA INNOMINADA

Se ensayaron las categorías granulométricas 2,5-0,5 mm y -0,5 mm procedentes de un lote del todo-uno tratado en trómel, eliminando la fracción +25 mm. Posteriormente, se trituró en molino de rodillos a 2,5 mm.

10.6.1.- Categoría granulométrica 2,5-0,5 mm

Separación entre placas: 5 mm  
 Intensidad de campo magnético: 8.000 Gauss  
 Presión de agua de lavado: 4 kg/cm<sup>2</sup>  
 Capacidad de tratamiento: 38 kg/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro CVI.

CUADRO CVI. Separación magnética. Categoría granulométrica 2,5-0,5 mm. Mina Innominada

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	DISTRIBUCION	
					CENIZAS (%)	S TOTAL (%)
Magnético	1,07	1,07	22,61	10,38	1,20	1,37
Mixtos	5,89	6,96	21,09	8,51	6,17	6,17
No magnéticos	93,04	100,00	20,04	8,07	92,63	92,46
	100,00		20,13	8,12	100,00	100,00

10.6.2.- Categoría granulométrica -0,5 mm

Separación entre placas:	1 mm
Intensidad de campo magnético:	15.000 Gauss
Presión de agua de lavado:	4 kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad de tratamiento:	45 kg/h

Los resultados del ensayo se indican en el Cuadro CVII.

CUADRO VII. Separación magnética. Categoría granulométrica -0,5 mm. Mina Innominada

PRODUCTO	PESO (%)	PESO AC. (%)	CENIZAS (%)	S TOTAL (%)	DISTRIBUCION	
					CENIZAS (%)	S TOTAL (%)
Magnético	1,96	1,96	56,13	7,45	2,23	2,38
Mixto	8,38	10,34	50,76	6,26	8,62	8,56
No magnético	89,66	100,00	49,08	6,09	89,15	89,06
	100,00		49,36	6,13	100,00	100,00

10.7.- ENSAYOS DE SEPARACION MAGNETICA DE ALTA  
INTENSIDAD EN VIA HUMEDA. COMENTARIOS

- Los ensayos de separación magnética realizados con los lignitos de Mina Oportuna, Corta Alloza y Mina Innominada, han separado unos productos en los que los contenidos de cenizas y azufre total son prácticamente idénticos.
  
- Los resultados de análisis de los los productos obtenidos en la separación no han sido positivos ni esclarecederes en cuanto a la posibilidad de eliminación del azufre pirítico de los lignitos mediante la aplicación de esta técnica.

## 11.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

Los lignitos procedentes de las explotaciones de ENDESA en Andorra (Teruel), Mina Oportuna, Corta Alloza y Mina Innominada, fueron ensayados en diferentes equipos para conocer el comportamiento frente a las técnicas empleadas y posibilidades de lavado, fundamentalmente, en cuanto a eliminar el azufre contenido.

Estos ensayos se limitan a la exploración de diferentes técnicas que permitan el continuar la investigación sobre aquellas que resulten más favorables.

Las muestras recibidas contienen cantidades elevadas de cenizas y azufre total. Dentro del azufre total, más del 50% corresponde al azufre pirítico.

La molienda a diferentes grados, seguida de clasificación en seco, no produce ningún resultado positivo, distribuye las cenizas y el azufre total en las categorías inferiores.

La clasificación en húmedo mejora un poco los contenidos en cenizas de las categorías gruesas, puesto que se concentran en la categoría inferior. Sin embargo, los contenidos en azufre total permanecen o incluso aumentan respecto a la clasificación en seco, pues las cenizas arrastradas por efecto del lavado son de bajo contenido en azufre, inferior a cualquier categoría estudiada.

Los estudios densimétricos efectuados con carbones molidos a 5 mm, ponen de manifiesto que aún en las categorías inferiores existen en el producto flotado cantidades considerables de azufre pirítico, indicando que la pirita aún no está totalmente liberada a tamaños de 0,1 mm.

Los lignitos de Mina Oportuna, se ensayaron a diferentes densidades para construir las curvas de lavabilidad por cenizas, azufre total y azufre pirítico. En dichas curvas se refleja la gran dificultad de lavado de estos lignitos en un proceso de medios densos, dificultad incrementada además por la continua degradación que experimentan los lignitos al contacto con el agua.

El lavado de tamaños finos en espirales ha proporcionado unos resultados aceptables. Se mejora la calidad del lignito lavado al eliminar cenizas y azufre total. No obstante, el producto lavado aún contiene cierta cantidad de azufre, del que una gran proporción corresponde al azufre pirítico que, al no estar totalmente liberado a los tamaños del ensayo, no es posible eliminarlo en el proceso de la espiral. Sin embargo, al obtener lignito lavado de superior calidad, la relación azufre total/poder calorífico superior se mejora notablemente.

Los ensayos de separación neumática en mesas no han producido diferenciaciones nítidas de cenizas y azufre total entre los productos separados. No obstante, quizás otros equipos de separación neumática, tratando diferentes franjas granulométricas, puedan producir resultados positivos en cuanto a rebajar el contenido de cenizas y azufre total de este tipo de lignitos.

Desde el punto de vista con que se ha desarrollado el presente estudio, los únicos procesos que ofrecen ciertas ga-

rantías para mejorar la calidad del lignito procesado y a desa  
rrollar con mayor detalle, son el tratamiento mediante la sepa  
ración neumática para tamaños gruesos y proceso gravimétrico en  
espirales para tamaños finos.