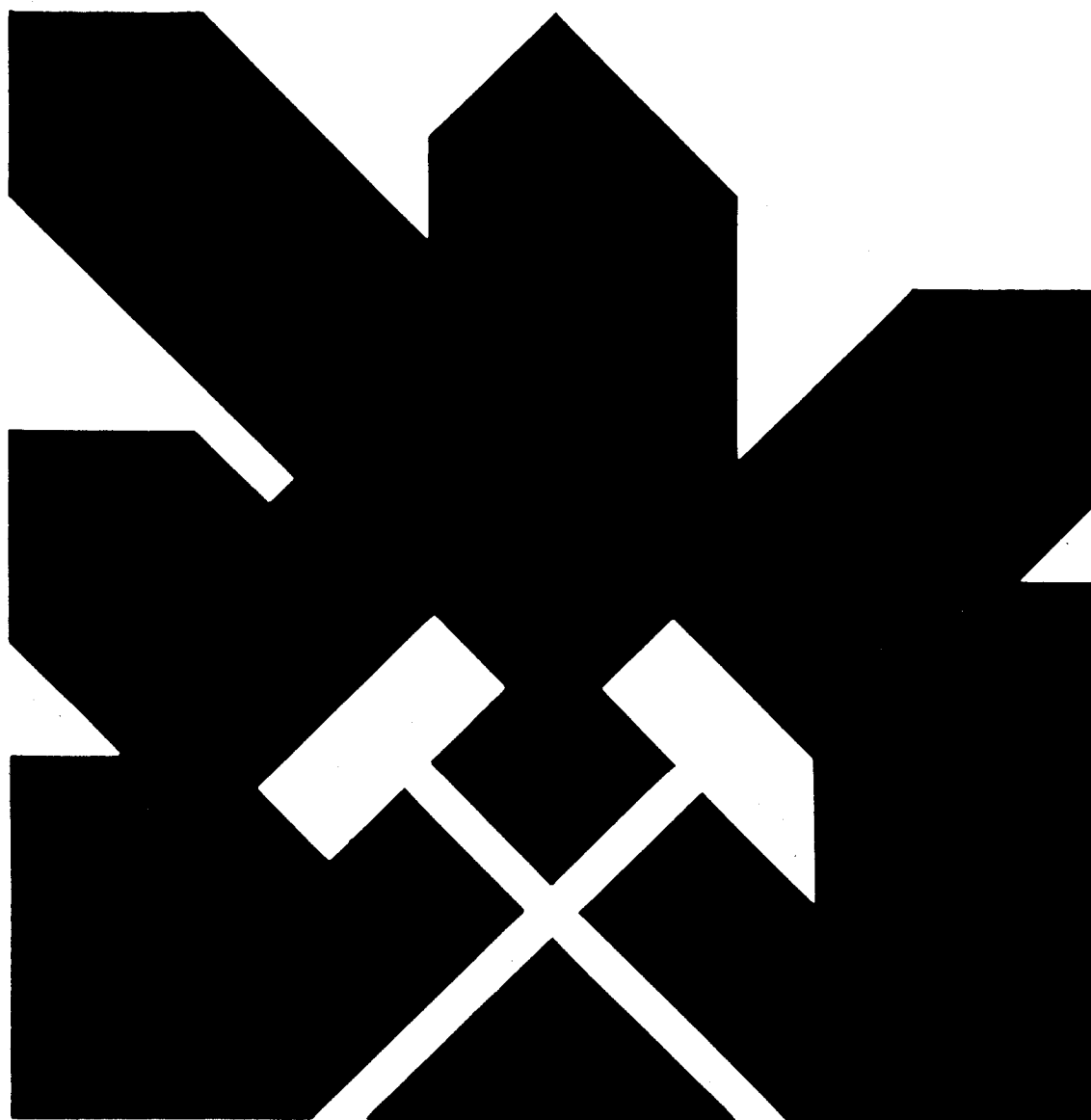


MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
SECRETARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

CARACTERIZACION TECNOLÓGICA DE
LOS CARBONES DE LA CUENCA DE
MATALLANA Y OTROS

Octubre 1983



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

10897

INFORME FINAL DEL PROYECTO:

"CARACTERIZACION TECNOLOGICA DE LOS CARBONES
DE LA CUENCA DE MATA LLANA Y OTROS"

Octubre - 1983

INFORME FINAL DEL PROYECTO "CARACTERIZACION TECNOLOGICA DE LOS
CARBONES DE LA CUENCA DE MATALLANA Y OTROS"

I N D I C E

	<u>Págs.</u>
0.- RESUMEN	1
1.- ANTECEDENTES	7
2.- OBJETO DEL PROYECTO	9
3.- EJECUCION DE LOS TRABAJOS	11
4.- RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ESTUDIOS	21
5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36

ANEXO Nº 1 - PRODUCCION NACIONAL, CONSUMO Y MOVIMIENTO DEL MERCADO DE AMONIACO EN ESPAÑA DURANTE 1981 Y ENERO - SEPTIEMBRE DE 1982

ANEXO Nº 2 - ANALISIS GRANULOMETRICO DE LAS MUESTRAS FINALES

ANEXO Nº 3 - CONTRATO SUSCRITO ENTRE ENADIMSA Y KRUPP-KOPPERS

ANEXO Nº 4 - INFORME DE ANALISIS DE SEIS MUESTRAS DE COMBUSTIBLES ESPAÑOLES PARA LA GASIFICACION SEGUN EL PROCESO KOPPERS-TOTZEK

ANEXO Nº 5 - ACTA DE REUNION ENTRE KRUPP-KOPPERS Y ENADIMSA

ANEXO Nº 6 - CUESTIONARIO SOBRE DATOS TECNICOS Y ECONOMICOS DE LAS HULLAS DE LA ROBLA Y LIGNITOS DE ANDORRA

ANEXO Nº 7 - CORRESPONDENCIA FINAL ENTRE ENADIMSA Y KRUPP-KOPPERS

ANEXO Nº 8 - INFORMES Y ESTUDIOS DE PLANTAS DE PRODUCCION DE AMONIACO A PARTIR DE HULLAS DE LA ROBLA (LEON) Y LIGNITOS DE ANDORRA (TERUEL)

0.- RESUMEN

Este proyecto tiene por objeto investigar y comprobar las posibilidades tecnico-económicas de ubicación de plantas de gasificación de carbón en España destinadas a la fabricación de productos de síntesis (amoníaco ó metanol) que actualmente se producen a partir de crudos de petróleo.

Como áreas objeto de estudio se han predeterminado las siguientes:

- . Zona Norte de León
- . Zona de Galicia
- . Zona de Teruel
- . Zona de Puertollano

Se ha comprobado que en las mencionadas zonas, existen recursos de carbón suficientes para atender las necesidades de las plantas de gasificación al menos durante un período de 20 años que se considera como vida probable de la planta objeto de estudio.

La producción nacional actual de amoníaco (en base a gasificación de naftas de importación) no cubre las necesidades de consumo, debiéndose importar anualmente alrededor de 500.000 t de este producto, básico en la industria de fertilizantes.

La tecnología de gasificación de carbón para la producción de amoníaco está totalmente desarrollada en otros países.

Mediante un contrato de cooperación técnica, suscrito con KRUPP-KOPPERS de Essen (Alemania) y KOPPERS ESPAÑOLA, S.A., se han estudiado mediante ensayos de laboratorio las posibilidades de gasificación de 6 muestras de carbones nacionales de diferentes zonas y calidades, determinando los parámetros básicos de dimensionado para la construcción de dos plantas de fabricación de amoniaco para una capacidad de producción de 1.000 t/día de NH_3 equivalentes a 333.000 t/año.

Los resultados de los análisis demostraron la aptitud para la gasificación de las muestras de hullas de La Robla (León) y de los Lignitos de Andorra (Teruel) si bien en ambos casos, sería conveniente antes de decidir la construcción de las plantas de gasificación, estudiar si una reducción del contenido de cenizas (por lavado previo) es técnica y económicamente interesante. En ambos casos, el comportamiento de las cenizas a la fusión es bueno y la capacidad de reacción para la gasificaciones muy alta.

Por todo ello, se decidió estudiar, en base a los datos obtenidos en los análisis, la construcción de dos plantas de amoniaco a ubicar en La Robla y en Andorra.

Los informes detallados de estas plantas figuran en el Anexo nº 8 del proyecto y se resumen a continuación:

	LA ROBLA	ANDORRA
Capacidad de producción (NH_3)	1.000 t/día	1.000 t/día
Capacidad de producción azufre	880 Kg/h	6.600 Kg/h
P.C.I. (base seca) del carbón	5.215 Kcal/kg	3.526 kcal/kg
Consumo de carbón:		
. Carbón bruto para síntesis	81 t/h	161 t/h
. Carbón bruto para energía	39 t/h	74 t/h
. Carbón bruto total horario	120 t/h	235 t/h
. Carbón bruto total anual	960.000 t/año	1.880.000 t/año
Consumo específico de carbón	2,878 t/t NH_3	5,635 t/t NH_3
Consumo de agua	547,6 m ³ /h	551,1 m ³ /h
Consumo de metanol	110 Kg/h	115 Kg/h
Consumo energético total	81.180 Kwh/h	85.560 Kwh/h
Personal requerido total	205 personas	205 personas
INVERSION	560 Millones D.M.	590 Millones D.M.
Costos de explotación (excluido costo del carbón)/t NH_3	108,85 D.M.	112,46 D.M.
Costos de capital/t NH_3	252,25 D.M.	265,77 D.M.
Costo total (sin carbón)/t NH_3	361,10 D.M.	378,23 D.M.

Es de notar que:

a) Se ha considerado que ambas plantas son energéticamente autónomas, habiéndose previsto que en ambas se instalaría una central térmica productora de energía que suministraría vapor para los accionamientos directos por turbinas y energía eléctrica para accionamientos menores, alumbrado y otras necesidades. El consumo de carbón y los costos de inversión de esta central de energía están incluidos en los datos aportados.

b) Caso de decidirse la construcción de estas plantas, al menos el 70% de los costes de inversión serían de procedencia nacional (suministro de bienes de equipo, ingeniería, trabajos de obra civil, montaje, puesta en marcha, etc.).

Se presentan en el informe, unos gráficos que relacionan el precio de coste de 1 t de amoniaco en función del coste de 1 t de hullas de La Robla y de 1 t de lignitos de Teruel.

No obstante, en función de P.C.I. de cada uno de los dos tipos de carbones considerados, teniendo en cuenta los respectivos consumos específicos y considerando un precio de 1,25 pesetas/termia los costos de producción totales de 1 t de amoniaco, una vez descontado el ingreso producido por la venta del azufre obtenido (a razón de 100 U.S.\$/t de azufre) resultan ser de 38.304,70 ptas para el caso de La Robla y 37.797,65 ptas para el caso de Andorra.

Teniendo en cuenta que el precio medio del amoniaco consumido en España (entre producción nacional e importación) es de 43.355 ptas/t se llega a la conclusión de que:

a) Es técnica y económicamente viable la construcción de plantas de producción de amoniaco en base a gasificación de los carbones de La Robla y Andorra.

b) La construcción de una o dos de estas plantas contribuirá a mejorar la balanza de pagos reduciendo los volúmenes actuales de importación de amoniaco y de azufre.

c) Se contribuiría a la creación de puestos de trabajo tanto de la minería del carbón, como de personal de explotación de la planta y mano de obra indirecta, además de la necesaria durante la construcción.

Por ello, se recomienda que se estudie en profundidad la construcción de una de estas plantas llegando a un nivel de anteproyecto tal que permita un cálculo de costes de inversión garantizados con desgloses que incluyan: Equipos mecánicos y eléctricos (nacionales y de importación) Obras civiles, Montajes , Servicios Auxiliares, Ingeniería, Patentes y Licencias, Puesta en marcha, etc.

Se recomienda la intervención y participación en este proyecto de empresas relacionadas con: Minería del Carbón, Producción de Energía y Fertilizantes, dado el volumen previsible de inversión (unos 35.000 millones de pesetas) y la necesidad de aunar esfuerzos.

1.- ANTECEDENTES

Con fecha 30 de abril de 1982, fue aprobado técnicamente por la Oficina Técnica del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME) el proyecto sobre "CARACTERIZACION TECNOLOGICA DE LOS CARBONES DE LA CUENCA DE MATALLANA Y OTROS" a realizar por el procedimiento de adjudicación directa, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 8º letra b) del Decreto 1.005/74, de 4 de abril.

El mencionado proyecto, fue informado favorablemente y aprobado el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares por el que se regiría el contrato, por la Asesoría Jurídica del mencionado Instituto con fecha 4 de junio de 1982.

Con fecha 28 de junio de 1982, el Excmo. Sr. Ministro de Industria y Energía, concedió la autorización previa del contrato de referencia; y con fecha 2 de julio de 1982, la Sociedad "EMPRESA NACIONAL ADARO DE INVESTIGACIONES MINERAS, S.A." (ENADIMSA) comunicó al Instituto, que se comprometía a ejecutarlo.

La Comisión Permanente del Instituto, con fecha 14 de julio de 1982, aprobó la celebración del contrato y la adjudicación a ENADIMSA para su ejecución.

Con fecha 27 de julio de 1982, se firmó, por los representantes legales, la escritura de Contratación del mencionado proyecto "CARACTERIZACION TECNOLOGICA DE LOS CARBONES DE LA CUENCA DE MATALLANA Y OTROS", de acuerdo al Pliego de Condiciones Técnicas.

2.- OBJETO DEL PROYECTO

Con la ejecución del proyecto, se pretende investigar y comprobar las posibilidades técnico-económicas de ubicación de plantas de gasificación de carbón en España, destinadas a la fabricación de productos de síntesis que actualmente se producen a partir de crudos de petróleo.

Con ello, se pretende reducir la dependencia del petróleo como fuente energética y al menos, liberar parte del volumen de importación actual destinado a fabricación de otros productos derivados del mismo.

Las áreas concretas de estudio se centran en las siguientes zonas:

- Zona Norte de León que constituye el área de influencia de la central térmica de La Robla.
- Zona de Galicia: lignitos de la cuenca de Puentes de García Rodríguez.
- Zona de Teruel: lignitos de la central térmica de Andorra.
- Zona de Puertollano: Pizarras Bituminosas.

3.- EJECUCION DE LOS TRABAJOS

Siguiendo el Plan de Trabajo establecido en el Proyecto elaborado por la Sección de Minería del IGME, se recopiló la información existente en cuanto a reservas de carbón en España.

El estudio exhaustivo de la abundante y diversa documentación existente sobre este tema dió como resultado las cifras expresadas en el cuadro nº 1 adjunto.

Separadas por provincias y zonas, estas reservas se agrupan del siguiente modo:

La Coruña	405 Mtec		
Oviedo	940 Mtec		
León	1.196 Mtec	Zona N.O.	2.661 Mtec
Palencia	120 Mtec		
Huesca	39 Mtec		
Zaragoza	128 Mtec		
Teruel	607 Mtec		
Lérida	76 Mtec	Zona N.E.	997 Mtec
Barcelona	129 Mtec		
Tarragona	18 Mtec		
Baleares	29 Mtec	Baleares	29 Mtec
Ciudad Real	20 Mtec		
Córdoba	21 Mtec	Zona Sur	72 Mtec
Granada	31 Mtec		
		Total	3.759 Mtec

En paralelo con estos trabajos, se recogió la informa—

CUADRO Nº 1 .— RECURSOS POR ZONAS SEGUN ECONOMICIDAD

Unidad: Mt.

ZONA	INDICE DE ECONOMICIDAD		
	1	2	3
ASTURIAS NORTE	352,0	36,8	—
ASTURIAS SUR	265,1	111,8	0,9
ASTURIAS OCCIDENTAL	—	8,2	70,4
EL BIERZO—VILLABLINO	—	854,2	96,1
NORTE DE LEON	—	70,3	171,0
GUARDO—BARRUELO	21,5	77,4	120,1
SUR DE ESPAÑA	29,2	—	11,8
TOTAL HULLA Y ANTRACITA	667,8	1.158,7	470,3
TERUEL SUR	15,6	264,9	19,8
TERUEL NORTE MEQUINENZA	267,4	—	300,2
PIRENAICA	—	129,0	—
BALEARES	2,7	0,9	25,4
TOTAL LIGNITO NEGRO	285,7	394,8	345,4
SUR DE ESPAÑA	30,4	—	—
OTRAS CUENCAS	—	—	405,3
TOTAL LIGNITO PARDOS	30,4	—	405,3
TOTAL CARBON	983,9	1.553,5	1.221,0

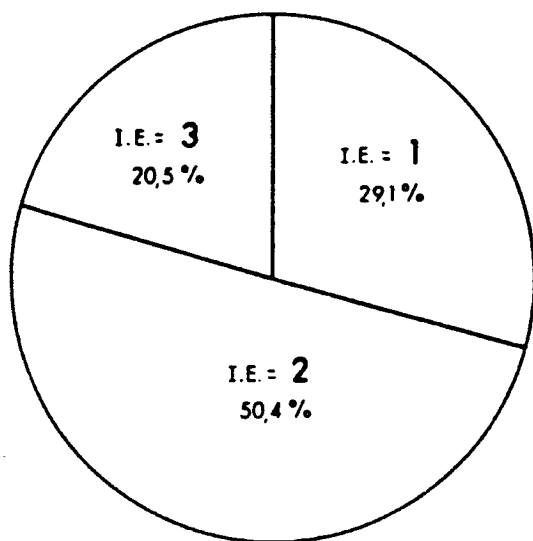


FIGURA Nº 18.1.— CLASIFICACION EN PORCENTAJE DE LOS RECURSOS DE HULLA Y ANTRACITA SEGUN ECONOMICIDAD.

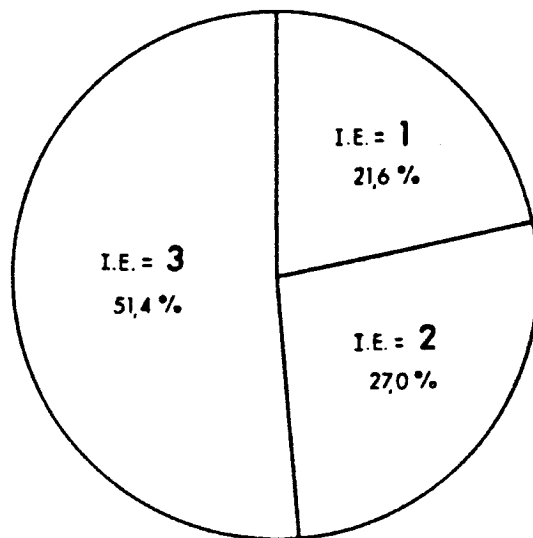


FIGURA Nº 18.2.— CLASIFICACION EN PORCENTAJE DE LOS RECURSOS DE LIGNITOS SEGUN ECONOMIA.

mación existente sobre el mercado del amoniaco en España obteniendo datos respecto a la producción nacional, importación y consumo de este producto. Estos datos se refieren a 1981 y los 9 primeros meses de 1982, presentándose en el Anexo No 1 los cuadros detallados de este mercado.

De acuerdo con estos datos, se observa que la producción nacional de amoniaco en 1981, fue de 923.265 t. y 501.678 t durante los 9 primeros meses de 1982. Se observa un descenso notable del ritmo de producción debido a la parada de las instalaciones de CINSA y E.R.T. en Huelva.

El consumo en 1981 fue de 1.291.018 t y 886.294 t en los 9 primeros meses de 1982 que supone por el contrario una cierta estabilidad.

Ello, evidentemente, se traduce en un importante aumento de las importaciones de amoniaco que en 1981 fueron de 437.152 t y que habían sido superadas en septiembre de 1982 con 437.286 t.

Se observa, por consiguiente, una dependencia cada vez mayor del suministro exterior de este producto básico con el consiguiente riesgo de inestabilidad de precios.

Por tanto, se justifica plenamente el estudio de ampliación de la producción nacional de amoniaco en base a la gasificación de carbón, teniendo además en cuenta que la mayor parte de la fabricación nacional del mismo, se realiza a partir de naftas que también son importadas.

Por otro lado, la tecnología de producción de amoniaco a partir de la gasificación de carbones está plenamente desarrollada y existen plantas industriales que aplican este método con pleno éxito.

También se tuvieron en cuenta las necesidades nacionales de metanol, pero estas son mucho menores debido a su uso restringido como producto de síntesis en la industria química. Es de notar que la producción nacional del mismo alcanza actualmente solamente a unas 10.000 t/año.

Sólamamente sería interesante estudiar la fabricación en gran escala de este producto si, como ya se intenta en otros países, se utilizase como aditivo en los combustibles de automoción (caso Brasil).

En este supuesto, siempre sería posible la modificación de las plantas de producción de amoníaco para su transformación a la síntesis de metanol.

Esta modificación supone ligeros cambios en la planta dado que las etapas de gasificación y depuración de gases, son idénticas y solamente varía la última etapa de síntesis.

Se decidió, por tanto, centrar el estudio para la eventual producción únicamente de amoníaco, contemplando la construcción de una o dos plantas con una capacidad de 100 t/día de NH_3 equivalentes a 333.000 t/año.

Esta capacidad, según experiencias obtenidas en otros países, es la mínima rentable, si bien es claro que por razones de economía de escala, podrían obtenerse beneficios económicos por aumento de capacidad.

Conocemos hoy que, un aumento de la capacidad de hasta 500.000 t/año (33% mayor que la estudiada) supondría solamente un incremento del 10% en la inversión y mejoraría el precio de producción del amoníaco en aproximadamente un 10%.

Siguiendo con el plan de trabajos, se tomaron 110 muestras en las diferentes zonas y tajos objeto de estudio que se resumen a continuación:

Z O N A S	Número de muestras	Peso total (Kg)	Nº de tomas parciales
Hullera Vasco-Leonesa	16	48.250	621
Lavadero de Vasco-Leonesa (entrada) ...	1	1.400	70
Central Térmica de La Robla (Parque) ...	2	680	340
Hullera de Sabero	15	44.700	556
Puentes de García Rodríguez	28	37.860	2.754
Andorra (Innominada) ENDESA	10	30.650	322
Andorra (La Oportuna) ENDESA	10	34.300	335
Andorra (Alloza) ENDESA	16	21.350	585
Andorra (SAMCA (Sta. María)	12	23.300	384
T O T A L E S .	110	242.490	5.967

Aplicando técnicas de desmuestre y mediante sucesivas operaciones de trituration y cuarteo, a fin de no alterar la representatividad de las muestras, se redujeron estas en sus lugares de origen a los valores que aparecen en el Anexo Nº 2 junto con los correspondientes análisis granulométricos.

El peso de las muestras quedó reducido a los siguientes valores:

Hullera Vasco Leonesa	3.559,4 Kg
Central Térmica La Robla	2.795,3 Kg
Hullera de Sabero	2.922,1 Kg
Lignitos de Puentes de García Rodríguez	33,0 Kg
Lignitos de Andorra	2.375,8 Kg
Pizarras Bituminosas Puertollano	4.913,1 Kg

Total 16.597,7 Kg

La muestra correspondiente a las Pizarras Bituminosas de Puertollano, fue obtenida de la extracción de mina realizada por ENADIMSA y retenida en nuestras instalaciones.

Posteriormente, en los laboratorios de ENADIMSA, se redujeron éstas (a excepción de la procedente de Puentes de García Rodríguez) por nuevas operaciones de trituración y cuarteo hasta obtener 30 Kg de cada una de ellas, cantidad que se estimó necesaria para realizar los análisis de laboratorio especiales a fin de conocer sus propiedades para su utilización en los procesos de gasificación.

Previamente, se habían mantenido contactos con firmas especializadas en procesos de gasificación, llegándose a un completo acuerdo con la empresa KRUPP-KOPPERS Gmh de Essen (Alemania) que contaba con la colaboración de la firma KOPPERS ESPAÑOLA.

Se adjunta como Anexo Nº 3, fotocopia del contrato suscrito entre ENADIMSA y KRUPP-KOPPERS para la ejecución de los análisis especiales de laboratorio tendentes a dictaminar la aptitud de gasificación de los carbones de las procedencias anteriormente mencionadas y posteriormente en vista de los resultados obtenidos, confeccionar dos estudios previos para la obtención de amoníaco o metanol utilizando los dos tipos de carbón que se determinen como más idóneos.

Enviadas las muestras representativas a Essen (Alemania), KRUPP-KOPPERS, realizó los análisis oportunos durante los meses de julio y agosto de 1982, redactándose un informe de los mismos que se adjunta como Anexo Nº 4.

Las conclusiones de este informe, ponen de manifiesto que:

- a) Las tres muestras de hullas analizadas (Hullera Vasco-Leonesa, Hulleras de Sabero y Central Térmica de La Robla) tienen una capacidad de reacción media y favorables propiedades de cenizas para su gasificación por corriente de arrastre.
- b) Que debería estudiarse si una reducción del contenido de cenizas en las hullas es técnica y económicamente interesante.
- c) Las pizarras bituminosas no es un material apropiado para la gasificación por corriente de arrastre debido a su alto contenido en cenizas (70,7%) a pesar de presentar un contenido elevado de volátiles.
- d) Los lignitos (Andorra y Puentes) presentan capacidades de reacción muy buenas dado que la relación Vol. CO/100 Vol CO₂ alcanza a 173 y 195,6 respectivamente. No obstante, ambas tienen también un contenido alto en cenizas y la primera un contenido alto en azufre (10,5% en seco y sin cenizas) que sin embargo no afecta a su gasificación por el procedimiento KOPPERS TOTZEK.
- e) Se recomienda también un estudio de si una reducción del contenido de cenizas en los lignitos de Andorra podría ser ventajosa.
- f) Los lignitos de Puentes de García Rodríguez, son desde el punto de vista de su capacidad de reacción y de su contenido en cenizas, un combustible de partida muy favorable para la gasificación. Sin embargo, este lignito presenta una composición de cenizas realmente extrema con una relación base/ácido de 8,3 y un contenido de Fe₂O₃ de 38,6% (después de eliminar el contenido en SO₃) esperándose que estas cenizas puedan causar problemas en la gasificación.

Como consecuencia de estas conclusiones y según estaba previsto, se mantuvo una reunión en Madrid entre los representan -

tes de KRUPP-KOPPERS y ENADIMSA, donde se llegó al acuerdo (ver Acta de esta reunión en Anexo Nº 5) de realizar dos estudios previos de plantas de producción de amoniaco en base a los análisis obtenidos de las muestras procedentes de hullas (Térmica de La Robla) y lignitos negros (Andorra).

ENADIMSA, se comprometió a facilitar los datos solicitados por KRUPP-KOPPERS en un cuestionario remitido por esta firma y relativos a: Características de los terrenos, condiciones climáticas, aguas y precios unitarios de carbones, energía eléctrica y agua.

Al objeto de cumplimentar los cuestionarios, ENADIMSA se dirigió a Hullera Vasco-Leonesa y a ENDESA de quien obtuvo los datos oportunos y que quedan reflejados en el Anexo Nº 6, siendo remitidos seguidamente a KRUPP-KOPPERS para su inclusión y tratamiento técnico-económico de los estudios a realizar.

KRUPP-KOPPERS, realizó los dos estudios previos de las dos plantas de producción de amoniaco a ubicar en La Robla y Andorra para una producción de 1.000 t de NH_3 /día equivalentes a 333.000 t/año.

Después de un análisis por parte de ENADIMSA de estos estudios, se solicitó de KRUPP-KOPPERS, algunas aclaraciones relativas al consumo previsto de carbones, consumos de agua y vapor, etc., así como, correcciones en los costos calculados para el amoniaco, en función de los costos de los carbones.

Se adjunta en el Anexo Nº 7 copia de la correspondencia final entre ENADIMSA y KRUPP-KOPPERS donde se detallan las correcciones introducidas en el estudio.

Por último, se adjunta el Anexo Nº 8, que comprende los informes y estudios finales de las dos plantas de gasificación

con producción de amoniaco para las hullas de La Robla y los lignitos de Andorra.

Cada uno de estos informes, estan compuestos de los si guientes capítulos:

- 0.- Introducción
- 1.- Base del estudio previo
- 2.- Descripción de la planta de amoniaco
- 3.- Datos de servicio
- 4.- Personal de servicio
- 5.- Estimación de los costes de inversión
- 6.- Ejemplo de cálculo de los costes de producción
- 7.- Esquemas y planos
- 8.- Lista de equipos principales
- 9.- Descripción y esquemas de procesos
- 10.- Información general.

4.- RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN
LOS ESTUDIOS

4.1.- CONSIDERACIONES PREVIAS

La ubicación de las plantas de producción de amoniaco en La Robla (León) y Andorra (Teruel) fué decidida teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Según los resultados de los análisis previos de los carbones, tanto las hullas de La Robla como los lignitos de Andorra son aptos para la gasificación.
- b) Tratándose de dos tipos de carbones muy diferentes, se puede establecer una comparación de resultados que puede ser interesante.
- c) En ambas cuencas existen reservas suficientes para los consumos previstos a lo largo de la vida de las plantas.
- d) El alto contenido de azufre en los lignitos de Andorra y la facilidad de desulfuración por el proceso CLAUS, hacen que la gasificación de los mismos sea hoy el método de utilización más limpio además de que la recuperación de este azufre contribuye a reducir en gran medida el volumen de importación de este elemento.

4.2.- BASES DE LOS ESTUDIOS

- a) Se ha considerado que las dos plantas sean totalmente autónomas energéticamente. Por ello se ha previsto en ambas una Central de Energía que producirá vapor que por una parte será utilizado directamente en turbinas de accionamientos de compresores con potencias superiores a 2.500 Kw y por otro lado en un turbo-generador que producirá energía eléctrica para pequeños accionamientos, alumbrado y otras necesidades.
- b) Las plantas se han diseñado para una producción de 1.000 - t/día de amoníaco.

c) Especificaciones de los carbones a utilizar

	LA ROBLA		ANDORRA	
Tipo de carbón :	HULLA		LIGNITO	
Granulometría :	> de 16 mm ...	5,1%	> de 16 mm ...	0%
	> de 8 mm ...	10,5%	> de 8 mm ...	16,2%
	> de 4 mm ...	8,0%	> de 4 mm ...	18,3%
	> de 2 mm ...	9,0%	> de 2 mm ...	16,6%
	> de 1 mm ...	13,4%	> de 1 mm ...	14,8%
	> de 0,5 mm ..	17,6%	> de 0,5 mm ..	11,2%
	< de 0,5 mm ..	36,4%	< de 0,5 mm ..	22,9%
	TOTAL	100,0%	TOTAL	100,0%
Análisis inmediato:				
	Humedad	9,2%	.....	8,6%
	Cenizas (carbón seco)	35,1%	.....	42,8%
	Volátiles (carbón seco)	12,3%	.....	26,4%
	Coque en crisol (carbón seco)	87,7%	.....	73,6%
			NOTA: Este análisis está basado en lignito secado al aire. Para el estudio se ha tenido en cuenta un lignito húmedo de la explotación - con 22% de agua.	
PCI (Carbón seco)...	21.822 KJ/kg	≈ 5.215 Kcal/kg	... 14.754 KJ/kg	≈ 3.526 Kcal/kg
Análisis elemental:				
	Cenizas	35,1%	.....	42,8%
	C	56,6%	.....	37,1%
	H	2,5%	.....	2,7%
	S	1,3%	.....	6,0%
	N	1,2%	.....	0,4%
	O	3,3%	.....	11,0%
	TOTAL	100,0%	TOTAL	100,0%
Molturabilidad Hardgrove	78,5º		.....	78,5º
Reactividad	Buena		.....	Muy buena

d) Especificación de los medios auxiliares

	LA ROBLA	ANDORRA
Energía eléctrica ..	Trifásica 6,6 KV, 50 Hz	Trifásica, 6,6 KV, 50 Hz
Agua:		
Indice pH	7,8	8,1
Conductividad eléctrica	199	770
Partículas sólidos disueltas	157 mg/l	25 mg/l
Temperatura	+3°C invierno	+ 4°C invierno
	+18°C verano	+22°C verano
Condiciones climatológicas:		
Temperatura del aire ...	máx. 37° C	..... máx. 38° C
	min. -17,4° C	..... min. -15° C
Humedad relativa .. en invierno:	76%	..... en invierno: 78%
	en verano : 55%	..... en verano : 53%
	Media anual: 67%	..... Media anual: 66%
	máxima : 100%	..... máxima : 100%
	mínima : 18%	..... mínima : 20%
Velocidad del viento: máxima	: 33 m/sg	..... máxima : 32 m/sg
Presión barométrica media	: 685 mbar	..... : 707 mbar
Terreno:		
Altura sobre nivel del mar	913 m	..... 640 m
Resistencia del suelo	2 kg/cm ²	..... 5 Kg/cm ²
Riesgo movimientos sísmicos ...	NO	..... NO
Riesgo de heladas	SI	..... SI

4.3.- ETAPAS Y UNIDADES DE PROCESO

Las etapas de tratamiento y las características generales de cada una de ellas para las dos plantas consideradas, son - las siguientes:

	LA ROBLA	ANDORRA
Molienda de carbón	2 unid. de 45 t/h c/una	3 unid. de 60 t/h c/una
Gasificación de carbón	4 gasificadores 4 cabezas (uno de reserva)	4 gasificadores 4 cabezas (uno de reserva)
Compresión de gas bruto	2 compresores 60.000 Nm ³ /h cada uno	2 compresores 60.000 Nm ³ /h cada uno
Desulfuración gas bruto	1 unid. para 120.000 Nm ³ /h	1 unid. para 120.000 Nm ³ /h
Conversión de CO	2 unid. de 55.000 Nm ³ /h c/u de gas desulfurado	2 unid. de 55.000 Nm ³ /h c/u de gas desulfurado
Lavado de CO ₂	1 unid. de 160.000 Nm ³ /h de gas convertido	1 unid. de 160.000 Nm ³ /h de gas convertido
Depuración fina	1 unid. de 92.000 Nm ³ /h de gas depurado de CO ₂	1 unid. de 92.000 Nm ³ /h de gas depurado de CO ₂
Compresión nitrógeno	1 compresor de 30.000 Nm ³ /h de nitrógeno puro	1 compresor de 30.000 Nm ³ /h de nitrógeno puro
Compresión gas de síntesis	1 compresor para 110.000 Nm ³ /h de gas de síntesis y reciclado	1 compresor de 111.000 Nm ³ /h de gas de síntesis y reciclado
Síntesis de amoniaco	1 unid. de síntesis para 1000 t/día de NH ₃	1 unid. de síntesis para 1000 t/día de NH ₃
Fraccionamiento aire	1 unid. para 35.000 Nm ³ /h de oxígeno de 98%	1 unid. para 40.000 Nm ³ /h de oxígeno de 98%
Central de energía	2 calderas de vapor de 150 t/h c/u y 1 generador de 20 MW	2 calderas de vapor de 155 t/h c/u y 1 generador de 22 MW

4.4.- DATOS DE SERVICIO

Los datos de servicio generales para las dos plantas consideradas son los siguientes:

4.4.1.- <u>Consumos</u>	LA ROBLA	ANDORRA
Carbón bruto para síntesis	81 t/h	161 t/h
Carbón bruto para energía	39 t/h	74 t/h
Carbón bruto total horario	120 t/h	235 t/h
Carbón bruto total anual	960.000 t/año	1.880.000 t/año
Agua de reposición	547,6 m ³ /h	551,1 m ³ /h
Metanol	110 Kg/h	115 Kg/h
4.4.2.- <u>Producción</u>		
Amoniaco (horario)	41,7 t/h	41,7 t/año
Amoniaco (anual)	333.000 t	333.000 t
Azufre (horario)	880 Kg/h	6.600 Kg/h
Azufre (anual)	7.040 t	53.000 t
4.4.3.- <u>Balance del gas</u>		
Gas bruto	102.085 Nm ³ /h	109.015 Nm ³ /h
Gas desulfurado (antes de conversión)	98.225 Nm ³ /h	94.915 Nm ³ /h
Gas convertido (antes de lavado)	154.300 Nm ³ /h	155.310 Nm ³ /h
Gas depurado de CO ₂	90.930 Nm ³ /h	90.845 Nm ³ /h
Gas de síntesis	110.900 Nm ³ /h	110.900 Nm ³ /h
Gas residual del lavado	7.750 Nm ³ /h	7.685 Nm ³ /h
4.4.4.- <u>Consumo energético</u>		
Molienda de carbón	2.500 Kwh/h	5.000 Kwh/h
Gasificación de carbón	3.500 Kwh/h	3.500 Kwh/h
Tratamiento de agua de lavado ..	2.700 Kwh/h	2.700 Kwh/h
Compresión de gas bruto	18.200 Kwh/h	19.000 Kwh/h
Desulfuración de gas bruto	1.250 Kwh/h	1.300 Kwh/h
Conversión de CO	270 Kwh/h	280 Kwh/h
Compresión de N ₂	5.900 Kwh/h	5.900 Kwh/h
Compresión de gas de síntesis ..	15.400 kwh/h	15.400 kwh/h
Síntesis de amoniaco con compresor de frío	2.880 Kwh/h	2.880 Kwh/h
Fraccionamiento de aire	17.000 Kwh/h	19.000 Kwh/h
Tratamiento de agua de refrigeración	5.800 Kwh/h	5.800 Kwh/h
Tratamiento de agua de calderas.	2.400 Kwh/h	400 Kwh/h

	LA ROBLA	ANDORRA
Generación de vapor y energía eléctrica	1.200 Kwh/h	2.000 Kwh/h
Obtención de azufre	180 Kwh/h	400 Kwh/h
Alumbrado y consumos diversos	2.000 Kwh/h	2.000 Kwh/h
 Total consumo energético	 81.180 Kwh/h	 85.560 Kwh/h
Accionamientos directos con turbinas de vapor:		
. Compresores de gas bruto	18.200 Kw	19.000 Kw
. Compresores de aire	17.700 Kw	19.000 Kw
. Compresor de nitrógeno	5.900 Kw	5.900 Kw
. Compresor de gas de síntesis ...	15.400 Kw	15.400 Kw
. Compresor de frío	2.700 Kw	2.700 Kw
. Bomba de agua para calderas	2.300 Kw	2.500 Kw
 Total	 62.200 Kw	 64.500 Kw
Potencia de turbo-generador	20.000 Kw	22.000 Kw

4.5.- PERSONAL DE SERVICIO

Las necesidades de personal para ambas plantas, son idénticas puesto que el régimen de funcionamiento y las unidades de proceso de que constan son las mismas.

Para cada una de las plantas se requiere el siguiente personal:

. Dirección de Fábrica	7 personas
. Personal de Fábrica	88 personas
. Personal de Laboratorio	10 personas
. Personal de Mantenimiento	36 personas
. Personal de Administración	24 personas
. Personal Diverso (contra incendios, seguridad, primeras ayudas, etc.).	40 personas
Total	205 personas

En este número, se encuentran incluidas las necesidades de corretornos, vacaciones, previsión de absentismo, etc.

4.6.- ESTIMACION DE LOS COSTOS DE INVERSION

Se consideran los costos de inversión para ambas plantas, teniendo en cuenta las inversiones a realizar dentro de los límites de batería, sin incluir costos de terreno, gastos de aduana para material de importación y con los factores de costo conocidos a final de 1982. Se ha incluido una previsión del 5% para los costos de puesta en marcha de cada unidad de proceso.

El desglose de la estimación de costos es el siguiente:

INVERSION (En millones de DM)

UNIDADES DE PROCESO	LA ROBLA			ANDORRA		
	Ingeniería y Construc- ción	Obra Ci- vil y mon- taje	TOTAL	Ingeniería y Construc- ción	Obra Ci- vil y mon- taje	TOTAL
Molienda de carbón	28	19	47	37	25	62
Gasificación de carbón.	115	37	152	115	37	152
Tratamiento de agua la- vado	6	4	10	6	4	10
Compresión de gas bruto	29	8	37	29	8	37
Desulfuración de gas bru- to	39	10	49	40	10	50
Conversión de CO	15	4	19	15	4	19
Depuración fina	7,5	2	9,5	7,5	2	9,5
Compresión de N ₂	7	2	9	7	2	9
Copresión de gas de sín- tesis y síntesis de NH ₃	26,5	13	39,5	26,5	13	39,5
Fraccionamiento de aire	49,5	15	64,5	53	15	68
Tratamiento agua refriger.	9	5	14	9	5	14
Tratamiento agua calder.	9	4	13	9,5	4	13,5
Generación de vapor y energía	48	17	65	50	18	68
Obtención de azufre ...	5	3	8	11	4	15
Tanques de gas y tube- rías de unión.....	13,5	10	23,5	13,5	10	23,5
TOTAL	407,-	153	560,-	429,-	161	590,-

Las inversiones previstas en millones de D.M. para montaje y obra civil se desglosan de la siguiente forma:

	LA ROBLA	ANDORRA
Materiales	57,5	61,-
Mano de obra	95,5	100,-
TOTAL	153,0	161,-

Debe tenerse en cuenta que, según estimaciones previstas de KRUPP-KOPPERS (ver carta del 26-8-83, párrafo 4º en el Anexo Nº 7), se puede prever que del total de las inversiones estimadas para cada planta, un 70% correspondería a suministros y prestaciones nacionales.

4.7.- CALCULO DE LOS COSTOS DE PRODUCCION

En base a los índices de precios de 1983, se establece a continuación un cálculo aproximado de los costes de producción del amoniaco para cada una de las dos plantas objeto de estudio:

4.7.1.- Parámetros de cálculo

	LA ROBLA	ANDORRA
Capacidad	1000 t/24h	1000 t/24h
Horas de funcionamiento/año.	8.000	8.000
P.C.I. del carbón	19.590KJ/Kg 4.680Kcal	14.754KJ/Kg 3.525Kcal /Kg
Costos de reparación y mantenimiento	3% inversión /año	3% inversión/año
Costos de seguros	1% inversión/año	1% inversión/año
Costos capital(amortización+intereses)	15% inversión/año	15% inversión/año
Costos de administración ...	1.500.000 DM/año	1.500.000 DM/año
Costos de capital circulante	8%/año de 15 M.DM	8%/año de 15 M.DM
Costo de personal	50.000 DM/persona/año	50.000 DM/persona/año
Costos de aditivos y cataliz	1,5 DM/t NH ₃	1,5 DM/t NH ₃
Costos de agua	1,2 DM/t NH ₃	1,2 DM/t NH ₃
Consumo de carbón	2,878 t/t NH ₃	5,635 t/t NH ₃
Consumo carbón para 8000 h .	960.000 t/año	1.880.000 t/año
Inversiones	560 M.DM	590 M.DM
Personal	205 personas	205 personas

4.7.2.- Cálculo de costos anuales de explotación

	Costes en D.M.	
	LA ROBLA	ANDORRA
Costos de reparación y mantenimiento (3% sobre Inversión) ..	16.800.000	17.700.000
Costos de seguros (1% sobre inversión)	5.600.000	5.900.000
Costos de administración	1.500.000	1.500.000
Costos de capital circulante (8% sobre 15 M. DM)	1.200.000	1.200.000
Costos de personal (205 por 50.000)	10.250.000	10.250.000
Costos de aditivos y catalizadores (1,5 x 333.000)	499.500	499.500
Costos de agua de aportación .	399.600	399.600
Total costos anuales de explotación	36.249.100 DM	37.449.100 DM
Costos de explotación/t de NH_3	108,85 DM	112,46 DM

4.7.3.- Costos anuales de capital

	LA ROBLA	ANDORRA
15% anual sobre inversión	84.000.000 DM	88.500.000 DM
Costos de capital/t de NH_3	252,25 DM	265,77 DM

4.7.4.- Costos del carbón

Dadas las variaciones de precios que pueden producirse para esta materia prima, fundamental por otra parte en el costo de producción de amoniaco, consideramos una posible banda de

fluctuación y en función de ello, estableceremos los diagramas que presentaremos como resumen final de costos de producción.

Así para las hullas de La Robla establecemos los dos extremos siguientes:

- . Precio del carbón comprendido entre 80DM/t y 120DM/t
- . Hulla necesaria para producir 1t/NH₃: 2.878 t
- . Costo de hulla (a 80 DM/t) para producir 1t/NH₃ ...
..... 230,24 DM
- . Costo de hulla (a 120 DM/t) para producir 1t/NH₃ ..
..... 345,36 DM

Para los lignitos de Andorra establecemos una banda comprendida entre 20 DM/t y 40 DM/t.

- . Lignito necesario para producir 1t/NH₃ ... 5,635 t
- . Costo del lignito (a 20 DM/t) para producir 1t/NH₃.
..... 112,7 DM
- . Costo del lignito (a 40 DM/t) para producir 1t NH₃.
..... 225,4 DM

4.7.5.- Costos de producción

Como resumen de los apartados anteriores, resulta lo siguiente:

a) Costo de 1 t/NH₃ a partir de hulla de La Robla

Para un precio de 80 DM/t de hulla 591,34 DM/t de NH₃
 Para un precio de 120 DM/t de hulla 706,46 DM/t de NH₃

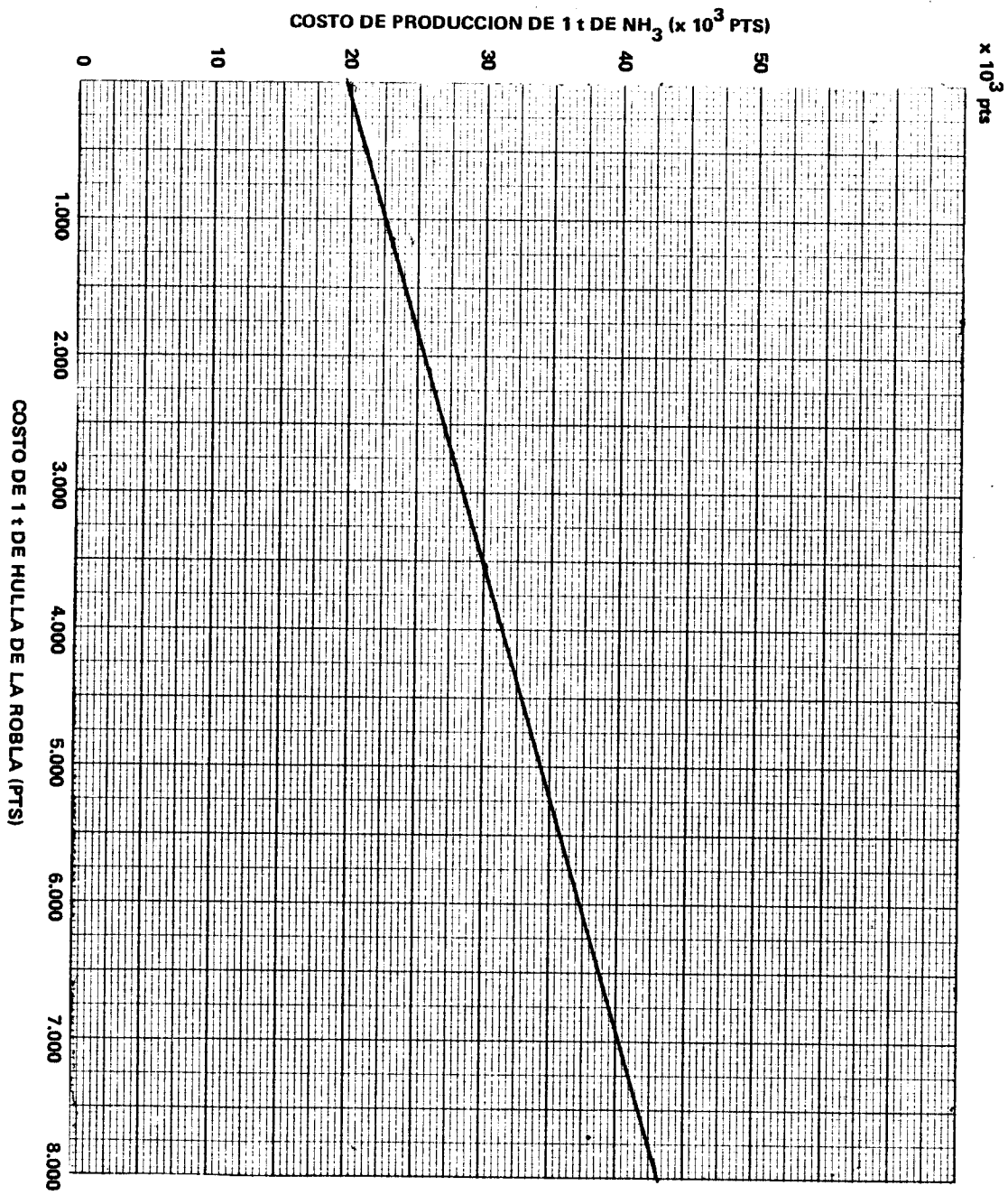
b) Costo de 1 t de NH_3 a partir de lignito de Andorra.

Para un precio de 20 DM/t de lignito 490,93 DM/t de NH_3
Para un precio de 40 DM/t de lignito 603,63 DM/t de NH_3

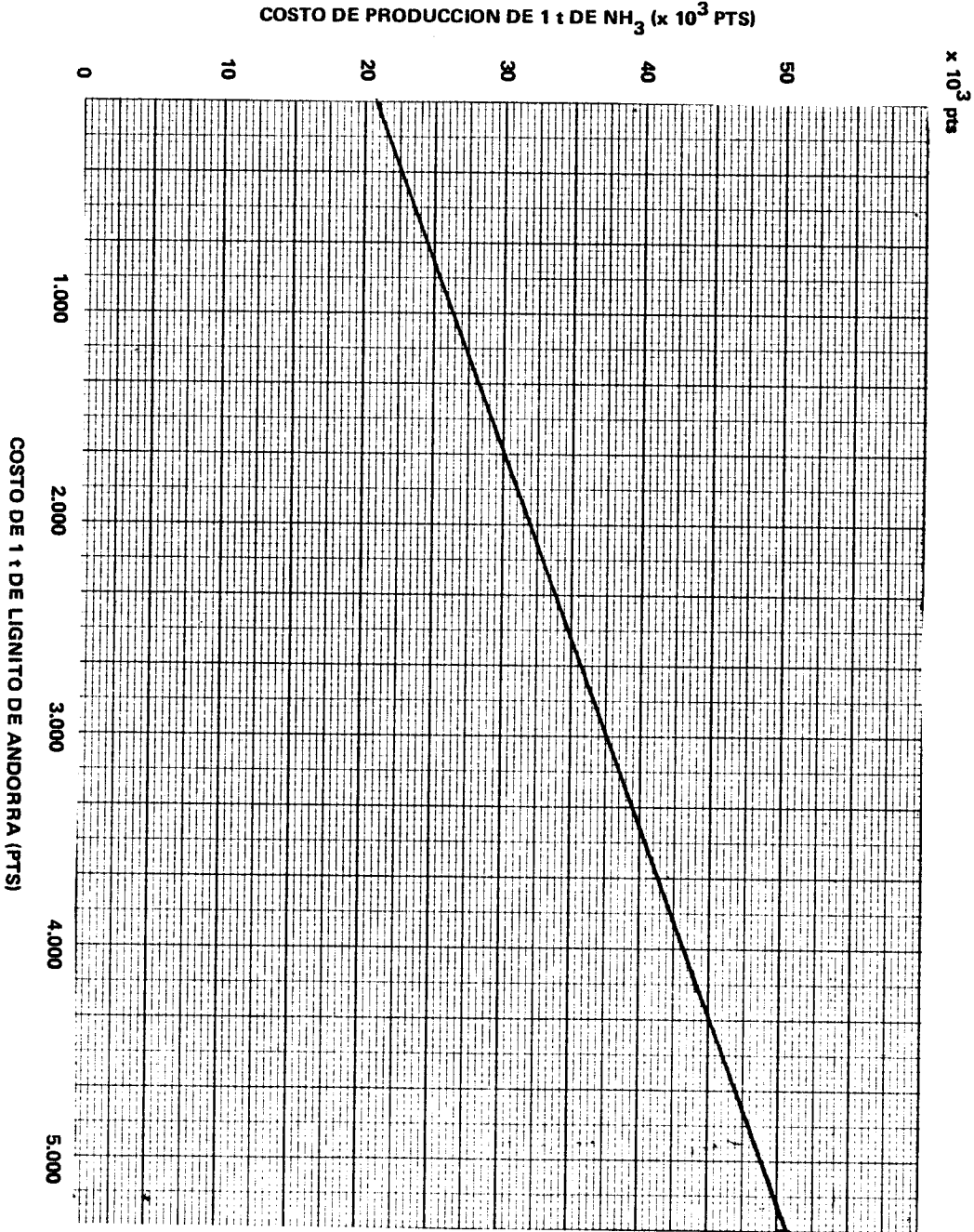
Es de notar que en ambos casos no se ha tenido en cuenta el abono a obtener por la venta del azufre producido.

Estos precios, transformados a pesetas al cambio de 1DM / 55 pesetas nos llevan a establecer las gráficas que relacionan el precio del carbón (en ptas/t) y el precio del amoniaco producido (en ptas/t) y que se exponen a continuación:

COSTO DE PRODUCCION DE AMONIACO EN FUNCION
DEL PRECIO DE LA HULLA DE LA ROBLA



**COSTO DE PRODUCCION DE AMONIACO EN FUNCION
DEL PRECIO DEL LIGNITO DE ANDORRA**



5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- CONCLUSIONES TECNICAS

La viabilidad técnica de producción de amoniaco a partir tanto de las hullas de La Robla, como de los lignitos de Andorra, ha quedado demostrada en base a los análisis de laboratorio realizados.

Por otra parte, también está demostrada por otros estudios la existencia de recursos en ambas zonas, que garantizan el suministro de materia prima al menos durante los 20 años que se consideran como vida probable de la explotación.

Es de notar, la ventaja que supondría utilizar carbones con alto contenido de azufre (caso de los lignitos de Andorra) para su utilización en procesos de gasificación, dado que el gas bruto producido únicamente contiene el azufre en forma de SH_2 y éste es fácilmente depurado mediante el proceso Claus, con lo que se reducen considerablemente los problemas de contaminación ambiental.

Por otra parte, en España se importa actualmente la casi totalidad del azufre elemental necesario (del orden de 100.000 t/año) y en la planta estudiada de Andorra se producirían alrededor de 52.800 t/año.

No obstante, caso de decidir la construcción de una de estas plantas, será necesario previamente, realizar estudios con mayor profundidad, especialmente en lo que se refiere al punto de ubicación dado que pueden existir problemas, en lo que se refiere al suministro de agua.

Las necesidades de agua, para ambas plantas, es del orden de $13 \text{ m}^3/\text{t NH}_3$ que supondría un consumo anual de $4.330.000 \text{ m}^3/\text{año}$.

En el caso de La Robla, el caudal del río Bernesga está prácticamente utilizado con las necesidades de la Central Térmica y la ampliación actualmente en construcción, por lo que sería necesario trasvasar aguas del río Torio, con una longitud de conducción del orden de 20 Km.

En el caso de Andorra, el problema se agrava al considerar que no existe agua disponible en la zona y únicamente sería posible realizar un trasvase desde el río Ebro, situado a unos 40 Km.

El consumo de agua, podría reducirse en ambas plantas utilizando enfriadores de aire que supondrían un menor volumen de agua reciclada y por tanto menores pérdidas. Esta reducción sería del orden de $200 \text{ m}^3/\text{h}$ equivalentes a $1.600.000 \text{ m}^3/\text{año}$ pero por el contrario se incrementaría la inversión en unos 200 millones de pesetas que encarecerían los costos de producción.

5.2.- CONCLUSIONES ECONOMICAS

Se ha demostrado la necesidad de complementar la producción nacional de amoníaco (en base a gasificación de naftas) con importaciones a razón de unas 500.000 t/año .

La construcción de una o dos plantas de fabricación de amoníaco en base a gasificación de carbón, contribuiría a una mejora de nuestra balanza de pagos por reducción de importaciones, una independencia del exterior por utilización de materias primas nacionales y una creación de puestos de trabajo tanto durante la construcción de la misma (Industria de Bienes de Equipo y

de la Construcción) como durante la explotación (Personal de Fábrica, Personal de Minería del carbón, Personal por actividades indirectas, etc.).

Según una publicación del "World Fertilizers News Summary" de principios del año actual, en el años 1982, España importó 469.000 t de amoniaco y produjo 731.000 t (éstas siempre en base a gasificación de naftas importadas).

El costo medio del amoniaco de importación fue de 167 U.S \$/t \simeq 25.000 ptas/t de NH_3 en tanto que el coste del amoniaco de fabricación nacional fue de 328 U.S.\$/t \simeq 49.200 ptas/t.

El cómputo de los costes medios del amoniaco consumido resulta ser de:

$$\text{Costo medio} = \frac{469.000 \times 25.000 + 731.000 \times 49.200}{469.000 + 731.000} = 43.355 \text{ pe}$$

setas/tonelada de NH_3 .

Considrando un precio medio para los carbones considerados en este estudio de 1,25 ptas/termia resultan los siguientes costes para el amoniaco:

a) Con hullas de La Robla:

$$\text{P.C.I.} = 21.822 \text{ KJ/Kg} \simeq 5.215 \text{ Kcal/Kg}$$

$$\text{Precio de 1 t de carbón} = 5.215 \times 1,25 = 6.518,75 \text{ ₧}$$

$$\text{Consumo de carbón para 1 t de } \text{NH}_3: 2.878 \text{ t}$$

Precio de coste del carbón para		
1 t de NH_3 = $6.518,75 \times 2,878$	=	18.761,-- Ptas.
Costos de explotación calcula -		
dos: 108,85 DM/t NH_3	=	5.986,75 Ptas.
Costo de capital calculados:		
252,25 DM/t NH_3	=	13.873,75 Ptas.
Total costes brutos/t NH_3	=	<u>38.621,50 Ptas.</u>

Azufre producido:

$$880 \text{ kg/h} \simeq 21,12 \text{ Kg/t } \text{NH}_3$$

Precio del azufre:

$$100 \text{ US } \$/\text{t} = 15.000 \text{ pts/t}$$

Abono por venta de azufre:

$$21,12 \times 15 = - 316,80 \text{ Ptas.}$$

$$\text{Total costo neto/t } \text{NH}_3 = 38.304,70 \text{ Ptas.}$$

b) Con lignitos de Andorra:

$$\text{P.C.I.} = 14754 \text{ KJ/Kg}$$

$$\text{Precio de 1 t de lignito: } 3.526 \times 1,25 = 4.407,5 \text{ Ptas.}$$

Consumo de lignito para 1 t de NH_3 :

$$5.635 \times 0,78 \text{ (Descontando 22\% de humedad)} = 4.395$$

Precio de coste del carbón para		
1 t de NH_3 = $4.407,5 \times 4.395$	=	19.371,0 Ptas.
Costos de explotación calcula -		
dos: 112,46 D.M./t NH_3	=	6.185,3 Ptas.
Costos de capital calculados:		
265,77 D.M./t NH_3	=	14.617,35 Ptas.
Total costos brutos/t NH_3	=	<u>40.173,65 Ptas.</u>

Axufre producido:

6.600 kg/h 158,4 Kg/t NH_3

Precio del azufre:

100 U.S.\$/t = 15.000 ptas/t

Abono por venta de azufre:

158,4 x 15

- 2.376,00 Ptas.

Total costo neto/t de NH_3

37.797,65 Ptas.

Por tanto, se obtienen las siguientes conclusiones:

- a) Los precios de costo del amoniaco calculados para las dos plantas estudiadas, son similares (507 ptas/t NH_3 menos con relación al producido en La Robla).
- b) Ambos precios de costo, son superiores al precio actual de compra del amoniaco importado, pero este precio está sujeto a la inestabilidad propia de los mercados internacionales especialmente a largo plazo.
- c) Los precios de costo calculados, son muy inferiores al precio de costo actual del amoniaco de fabricación nacional producido en base a gasificación de naftas de importación.
- d) Es evidente la ventaja que supondría para España la utilización de los recursos propios para la fabricación de este producto básico en la industria de fertilizantes.
- e) La liberación de pagos en divisas que supondría para España la construcción de una planta de producción de amoniaco, podría ser del orden de 60 millones de U.S.\$ anuales.
- f) Se contribuiría durante un período de 3 a 4 años que se estima como plazo necesario para la construcción, a paliar el pa

ro existente en: Empresas de Ingeniería, Industria de Bienes de Equipo, Empresas de Construcción y Montaje, etc.

g) Se crearían puestos de trabajo fijos al menos durante 20 años que se estima como vida probable de la explotación, tanto para el personal de operación de la planta (205 personas) como para la extracción y transporte del carbón (1 ó 2 millones de toneladas/año).

En base a estas conclusiones técnicas y económicas, como resultado final del estudio:

RECOMENDAMOS:

Estudiar en profundidad la construcción de una planta de gasificación de carbones nacionales para la producción de amoníaco, llegando a un nivel de anteproyecto tal que permita un cálculo garantizado de costos de inversión detallados incluyendo: Equipos mecánicos y eléctricos (nacionales e importados) Obra Civil, Estructuras, Montajes, Puesta en Marcha, Ingeniería, Patentes y Licencias, etc.

Dado el volumen de inversiones previsible (del orden de 35.000 millones de pesetas) sería necesario aunar esfuerzos y hacer participar en este proyecto a empresas relacionadas con: Minería del Carbón, Producción de Energía y Fertilizantes.

Si bien por razones de orden superior, no se consideró en este estudio la utilización para estos fines de los lignitos de Arenas del Rey, estimamos que las reservas allí existentes (Unos 35 millones de t) son suficientes para tener en cuenta este yacimiento en ulteriores trabajos.

Madrid, octubre de 1983

ANEXO Nº 1

PRODUCCION NACIONAL, CONSUMO Y MOVIMIENTO
DEL MERCADO DE AMONIACO EN ESPAÑA DURANTE
1981 Y ENERO-SEPTIEMBRE DE 1982

PRODUCCION MENSUAL

DURANTE LOS ...12... PRIMEROS MESES DE 19.81.-

AMONIACO

PRODUCCION

Unidad: Tm. de NH₃

EMPRESAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septre.	Octubre	Novbre.	Dicbre.
ARAGONESAS (Sabiñánigo)	736	645	754	740	747	616	644	624	563	638	690	596
CINSA	2.854	2.383	3.052	2.938	2.903	2.830	2.930	2.987	1.888	-	-	-
CROS (Elviña)	9.441	7.868	9.311	8.857	8.890	8.117	-	-	4.628	6.798	5.171	-
CROS (Málaga)	9.440	8.280	3.005	8.550	9.050	9.000	9.850	10.510	9.310	7.670	6.700	5.795
CROS (Tarragona)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL CROS	18.881	10.148	12.376	17.407	18.540	17.717	9.850	10.510	13.938	4.468	11.871	5.795
ENFERSA (Avilés)	3.601	3.688	4.992	7.584	5.404	3.881	6.078	5.665	5.755	5.094	5.241	4.579
ENFERSA (Escombreras)	5.635	6.027	12.598	19.042	12.342	14.145	15.306	11.945	6.131	11.612	11.131	23.943
ENFERSA (Puerollano)	15.190	12.005	16.073	16.409	16.334	13.530	14.554	14.571	14.243	15.063	14.457	18.075
TOTAL ENFERSA	24.432	21.700	33.663	43.035	34.140	31.556	35.938	32.181	23.129	31.769	30.829	47.197
E.R.T. (Huelva-1)	1.480	5.010	4.710	5.630	6.840	5.545	5.170	-	-	-	-	-
E.R.T. (Huelva-2)	26.660	17.550	607	23.197	27.859	25.832	3.980	28.404	28.026	25.051	26.001	19.560
TOTAL E.R.T.	28.140	22.560	5.817	28.827	34.699	31.377	9.150	28.404	28.026	25.051	26.001	19.560
NICAS	5.994	6.467	5.284	0.343	6.133	5.540	5.301	2.162	-	-	-	-

TOTAL... 12 Prim. meses
7.092
24.861
69.087
98.420
-
167.507
61.602
149.857
181.110
392.569
34.385
252.727
287.112
43.224

TOTAL	81.037	69.903	60.446	99.290	97.258	89.041	63.813	76.868	70.544	71.926	69.391	73.148
-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

923.265

AMONIACO

CONSUMO

Unidad: Tm. de NH_3

[illegible]

CONSUMO PROPIO (CONTINUACION)

DURANTE LOS...12.... PRIMEROS MESES DE 19.81.-

AMONIACO

CONSUMO

Unidad: Tm. de NH₃

EMPRESAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sepbre.	Octubre	Novbre.	Dicbre.
E.R.T. (Castellón)	7.732	7.013	5.946	6.939	5.673	3.981	6.800	7.709	6.105	6.206	5.026	1.054
E.R.T. (La Felguera)	4.330	4.166	3.356	3.909	6.024	3.589	36	3.352	2.047	4.540	4.110	3.810
E.R.T. (Huelva I)	2.770	5.324	2.702	4.380	10.776	5.052	5.447	-	8.430	1.643	1.791	1.943
E.R.T. (Huelva II)	10.049	7.190	290	8.970	4.373	9.038	5.335	2.020	3.456	9.422	8.550	9.379
E.R.T. (Luchana)	187	151	45	30	301	252	223	-	292	189	249	195
E.R.T. (Mongat)	120	171	122	50	-	240	295	39	175	64	123	113
E.R.T. (Sevilla)	6.045	4.529	2.732	6.643	6.134	5.724	195	4.618	5.483	5.267	5.454	4.556
FESA	2.841	2.110	3.263	1.353	1.674	2.892	3.360	2.950	2.691	2.118	3.372	3.406
INABONOS (Lodosa)	250	237	246	218	137	122	60	134	279	347	105	245
INDUCA (Valencia)	180	401	234	271	320	360	368	4	272	300	172	87
INDUCA (Zorroza)	276	385	334	401	532	502	-	409	268	352	345	525
MIRAT	51	234	202	222	413	392	501	435	552	561	232	175
NICAS	6.488	6.412	6.904	7.261	6.211	5.673	6.633	3.282	5.090	5.405	5.911	5.462
PROQUIMED	4.044	3.757	4.573	3.732	4.134	3.254	3.054	3.947	4.030	3.944	4.439	4.350
SEFANITRO	9.958	7.675	9.854	7.847	8.583	7.704	9.614	9.624	9.434	8.773	9.842	9.816

TOTAL. 12...
Prim. meses

70.274

43.878

51.156

78.081

2.204

1.512

57.380

32.030

2.380

2.981

4.329

3.970

70.741

47.858

108.814

TOTAL

111.242

98.958

101.922

115.967

117.451

112.501

100.616

98.154

103.943

112.509

110.696

107.059

1.291.018

Unidad : Tm. de NH₃

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sepbre.	Octubre	Novbre.	Dicbre.	TOTAL...12 Prim. mes
EXISTENCIAS INICIALES	38.508	43.678	46.887	45.100	44.056	47.078	51.607	44.880	68.701	66.955	71.834	66.388	39.50

a) ENTRADAS

a.1 PRODUCCION	81.037	69.903	60.446	99.200	97.258	80.041	63.813	76.808	70.544	71.926	69.391	73.148	923.26
a.2 IMPORTACION	33.507	40.300	42.355	23.667	22.305	20.300	31.036	30.950	31.910	57.155	45.302	42.538	437.15
a.3 SALDO MOVIM. INTERIOR	5.685	-2.726	3.160	-1.862	3.104	2.204	2.540	1.060	2.670	-6.308	-1.066	7.656	16.22
a.4 CORRECCIONES	- 126	- 207	- 88	- 67	- 104	- 65	- 31	8.240	- 66	- 152	- 62	- 7	7.27
TOTAL ENTRADAS	120.164	107.270	105.873	121.028	122.713	121.170	97.960	123.145	105.088	122.621	113.565	123.335	1.383.31
TOTAL DISPONIBILIDADES	158.672	150.948	152.760	166.128	166.760	168.257	140.663	168.025	173.840	189.576	185.399	189.723	1.422.425

b) SALIDAS

b.1 CONSUMO	111.242	98.958	101.922	115.967	117.451	112.501	100.616	98.154	103.943	112.509	119.696	107.069	1.291.018
b.2 VENTAS OTROS USOS	3.752	5.103	5.738	6.105	2.240	4.050	4.167	1.080	2.951	5.233	8.315	11.344	60.085
b.3 EXPORTACION	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL SALIDAS	114.994	104.061	107.660	122.072	119.691	116.550	104.783	99.234	106.894	117.742	119.011	118.403	1.351.105

c) RESUMEN Y EXISTENCIAS FINALES

TOTAL DISPONIBILIDADES	158.672	150.948	152.760	166.128	166.760	168.257	140.663	168.025	173.840	189.576	185.399	189.723	1.422.425
TOTAL SALIDAS	114.994	104.061	107.660	122.072	119.691	116.550	104.783	99.234	106.894	117.742	119.011	118.403	1.351.105
EXISTENCIAS FINALES	43.678	46.887	45.100	44.056	47.078	51.607	44.880	68.701	66.955	71.834	66.388	71.320	71.320

PRODUCCION MENSUAL

DURANTE LOS ... 9 PRIMEROS MESES DE 19.82.--

AMONIACO

PRODUCCION

Unidad: Tm. de NH₃

EMPRESAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sepbre.	Octubre	Novbre.	Dicbre.
ARAGONESAS (Sabiñánigo)	761	603	743	732	760	705	762	556	695			
CINSA	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
CROS (Elviña)	5.037	5.038	5.429	6.007	6.242	5.880	2.403	--	3.254			
CROS (Málaga)	9.480	7.135	6.250	8.950	2.000	10.205	8.197	8.365	8.720			
CROS (Tarragona)	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
TOTAL CROS	14.497	12.773	11.679	15.017	8.242	16.085	10.600	8.365	11.983			
ENFERSA (Avilés)	6.154	4.472	6.400	6.420	5.762	4.106	4.336	4.610	4.280			
ENFERSA (Escombreras)	4.904	--	2.058	19.027	16.540	14.904	6.877	11.956	10.639			
ENFERSA (Puertollano)	10.081	14.113	15.125	15.175	15.580	14.348	15.099	14.646	9.734			
TOTAL ENFERSA	21.139	18.585	23.652	40.631	37.822	33.358	26.314	31.221	24.653			
E.R.T. (Huelva-1)	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
E.R.T. (Huelva-2)	--	--	24.163	28.443	23.532	27.008	24.273	1.246	--			
TOTAL E.R.T.	--	--	24.163	28.443	23.532	27.008	24.273	1.246	--			
NICAS	--	--	--	--	--	--	--	--	--			

TOTAL... 9 Primeros meses
6.397
--
39.950
69.291
--
109.241
46.585
86.805
123.901
257.375
--
132.665
123.665
--

TOTAL	30.387	32.051	60.237	84.823	70.366	77.156	61.049	41.388	37.331			
-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--

501.678

DURANTE LOS....9....PRIMEROS MESES DE 19.82.-

AMONIACO

CONSUMO

Unidad: Tm. de NH₃

EMPRESAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sepbre.	Octubre	Novbre.	Dicbre.	TOTAL....9. Prim. meses
ARAGONESAS (Sabiñánigo)	138	114	243	160	149	163	129	340	166				1.580
ASUR	8.178	7.077	10.763	7.319	10.117	-	4.048	5.230	5.171				58.498
CARRILLO	108	136	296	298	114	-	-	-	(1) 580				1.528
CINSA	4.282	2.641	4.102	3.408	3.208	3.041	2.802	2.079	2.627				29.238
CROS (El Burgo)	197	310	463	363	140	17	-	-	119				1.569
CROS (Lérida)	100	307	126	240	9	166	6	394	305				1.711
CROS (Madrid)	200	262	367	307	-	209	313	-	363				2.071
CROS (Málaga)	10.211	10.799	9.289	12.476	9.326	12.470	11.319	11.639	10.509				97.957
CROS (Mérida)	103	-	-	106	344	288	67	364	442				1.794
CROS (Quincasa)	64	109	283	243	316	340	284	-	250				1.888
CROS (Santander)	222	87	3	6	307	298	16	325	352				1.616
CROS (Sevilla)	6	-	31	965	329	980	-	1.151	896				4.357
CROS (Tarragona)	320	476	582	524	358	371	418	126	359				3.534
CROS (Valencia)	224	530	432	479	716	262	502	469	376				3.995
CROS (Zaragoza)	-	170	239	266	300	606	415	212	347				2.509
ENFERSA (Avilés)	9.890	9.074	9.648	10.303	11.216	9.414	8.695	9.502	9.377				87.019
ENFERSA (Escombreras)	9.211	3.476	5.743	13.410	16.203	11.830	5.560	8.043	6.843				80.319
ENFERSA (Puentes)	3.141	3.108	3.483	3.303	3.232	-	603	2.999	2.975				22.849
ENFERSA (Puertollano)	11.614	13.196	14.426	13.146	14.763	13.633	13.581	14.017	11.151				119.316

CONSUMO

Unidad: Tm. de NH₃

EMPRESAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sepbre.	Octubre	Novbre.	Dicbre.
E.R.T. (Castellón)	4.306	4.121	7.424	6.526	5.800	5.194	6.211	6.760	4.190			
E.R.T. (La Felguera)	4.043	4.330	4.493	4.530	4.216	3.819	2.844	95	3.834			
E.R.T. (Huelva I)	1.679	1.733	2.360	1.327	1.801	1.778	2.088	3.547	-			
E.R.T. (Huelva II)	-	2.267	7.493	10.072	7.713	10.244	7.510	1.590	2.689			
E.R.T. (Luchana)	177	104	230	90	95	184	-	290	237			
E.R.T. (Mongat)	32	247	116	184	63	257	248	-	196			
E.R.T. (Sevilla)	-	1.057	6.104	5.804	5.581	4.694	1.077	3.355	5.958			
FESA	2.114	-	2.218	2.654	1.811	448	1.068	1.792	2.292			
INABONOS (Lodosa)	109	211	43	81	79	20	196	136	252			
INDUCA (Valencia)	136	186	39	7	61	62	94	1	194			
INDUCA (Zorroza)	308	415	231	222	447	273	44	245	475			
MIRAT	84	292	361	473	362	241	509	444	457			
NICAS	5.473	5.247	5.350	4.723	2.884	-	5.688	6.475	5.468			
PROQUIMED	3.944	3.620	3.528	3.605	3.509	3.253	3.516	3.777	2.007			
SEFANITRO	9.754	8.937	9.907	9.095	10.042	9.350	6.650	9.304	9.664			

TOTAL...9...
Prim. meses

50.531

32.204

16.313

49.573

1.497

1.345

33.630

14.997

1.127

730

2.660

3.223

41.308

30.939

82.763

TOTAL

90.323

84.730

110.475

116.920

115.608

93.854

87.005

95.551

91.120

886.294

DURANTE LOS...9... PRIMEROS MESES DE 19.82.-

Unidad : Tm. de NH₃

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sepbre.	Octubre	Novbre.	Dicbre.
-------	---------	-------	-------	------	-------	-------	--------	---------	---------	---------	---------

TOTAL 9...
Prim. mes

EXISTENCIAS INICIALES	71.320	66.411	60.601	51.558	60.600	60.120	69.071	73.953	63.949			
-----------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--	--

71.320

a) ENTRADAS

a.1 PRODUCCION	36.387	32.051	60.237	84.823	70.356	77.156	61.949	41.398	37.331			
a.2 IMPORTACION	58.610	53.427	54.627	48.710	53.867	29.890	44.471	48.753	44.905			
a.3 SALDO MOVIM. INTERIOR	4.408	2.426	2.028	- 1.020	- 5.423	340	- 4.689	645	9.096			
a.4 CORRECCIONES	- 120	- 21	-	- 34	- 7	- 20	- 34	- 77	- 14			
TOTAL ENTRADAS	99.283	87.983	116.892	131.881	118.703	107.375	101.697	90.709	91.318			

501.678

437.286

7.203

- 336

945.831

TOTAL DISPONIBILIDADES	170.603	154.204	170.553	183.430	170.399	167.495	170.768	164.667	155.267			
------------------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	--	--	--

1.017.151

b) SALIDAS

b.1 CONSUMO	90.323	84.739	110.475	116.929	115.098	93.854	87.605	95.551	91.120			
b.2 VENTAS OTROS USOS	13.800	7.209	14.520	5.904	3.581	4.570	9.205	5.167	7.196			
b.3 EXPORTACION	-	2.685	-	-	-	-	-	-	-			
TOTAL SALIDAS	104.102	94.633	124.995	122.833	118.279	98.424	96.810	100.718	98.316			

886.294

71.221

2.685

960.200

c) RESUMEN Y EXISTENCIAS FINALES

TOTAL DISPONIBILIDADES	170.603	154.294	170.553	183.430	170.399	167.495	170.768	164.667	155.267			
TOTAL SALIDAS	104.102	94.633	124.995	122.833	118.279	98.424	96.810	100.718	98.316			
EXISTENCIAS FINALES	66.411	60.601	51.558	60.600	60.120	69.071	73.958	63.949	56.951			

1.017.151

960.200

56.951

ANEXO N^o 2

ANALISIS GRANULOMETRICO DE LAS MUESTRAS
FINALES

EMPRESA NACIONAL ADARO

LABORATORIO DE
 PREPARACION DE MENAS

ANALISIS GRANULOMETRICO

Núm.

Fecha

Mineral
 HULLERA VASCO-LEONESA (LA ROBLA)

Peso
 Kgs.
 Densidad

CONDICIONES DE MOLIENDA

Aparato utilizado
 Tipo

Velocidad
 r.p.m.
 Diluición
 cc

bolas de
 de
 mm. Ø
 Carga
 Kgs.

barras de
 de
 mm. Ø
 Carga
 Kgs.

Tiempo
 m.

RESULTADOS

CATEGORIAS mm	P E S O S			L E Y E S		DISTRIBUCION %	
	de la fracción		Acumulado	de la fracción	Acumulado	de la fracción	Acumulado
	gs.	%	%				
> 10	484,1	13,60	13,60				
10 - 5	713,6	20,05	33,65				
2 - 2,5	443,2	12,45	46,10				
2,5- 1,0	654,1	18,38	64,48				
1,0- 0,5	200,2	5,62	70,10				
< - 0,5	1064,2	29,90	100,00				
Totales	3.559,4	100,00	--				

Observaciones:

EMPRESA NACIONAL ADARO

LABORATORIO DE
PREPARACION DE MENAS

ANALISIS GRANULOMETRICO

Núm. _____

Fecha _____

Mineral HULLERAS DE SABERO (LEON)

Peso _____ Kgs. Densidad _____

CONDICIONES DE MOLIENDA

Aparato utilizado _____ Tipo _____

Velocidad _____ r.p.m. Dilución _____ cc

_____ bolas de _____ de _____ mm. Ø Carga _____ Kgs.

_____ barras de _____ de _____ mm. Ø Carga _____ Kgs.

Tiempo _____ m.

RESULTADOS

CATEGORIAS mm	P E S O S			L E Y E S		DISTRIBUCION %	
	de la fracción		Acumulado	de la fracción	Acumulado	de la fracción	Acumulado
	gs.	%	%				
> - 10	448,6	15,35	15,35				
10 - 5	194,2	6,65	22,00				
5 - 2,5	310,8	10,64	32,64				
2,5 - 1,0	612,8	20,97	53,61				
1,0 - 0,5	222,5	7,61	61,22				
< - 0,5	1133,2	38,78	100,00				
Totales.....	2922,1	100,00	-				

Observaciones: _____

EMPRESA NACIONAL ADARO

LABORATORIO DE
PREPARACION DE MENAS

ANALISIS GRANULOMETRICO

Núm. _____

Fecha _____

Mineral TERMICA "LA ROBLA"

Peso _____ Kgs. Densidad _____

CONDICIONES DE MOLIENDA

Aparato utilizado _____ Tipo _____

Velocidad _____ r.p.m. Diluccion _____ cc

_____ bolas de _____ de _____ mm. Ø Carga _____ Kgs.

_____ barras de _____ de _____ mm. Ø Carga _____ Kgs

Tiempo _____ m.

RESULTADOS

CATEGORIAS mm	P E S O S			L E Y E S		DISTRIBUCION %	
	de la fracción		Acumulado	de la fracción	Acumulado	de la fracción	Acumulado
	gs.	%	%				
> 10	101,0	3,61	3,61				
10 - 5	247,0	8,84	12,45				
5 - 2,5	224,9	8,05	20,50				
2,5 - 1,0	520,2	18,61	39,11				
1,0 - 0,5	246,0	8,80	47,91				
< 0,5	1456,2	52,09	100,00				
Totales.....	2795,3	100,00	-				

Observaciones: _____

EMPRESA NACIONAL ADARO

LABORATORIO DE
PREPARACION DE MENAS

ANALISIS GRANULOMETRICO

Núm. _____

Fecha _____

Mineral LIGNITOS DE ENDESA (ANDORRA)

Peso _____ Kgs. Densidad _____

CONDICIONES DE MOLIENDA

Aparato utilizado _____ Tipo _____

Velocidad _____ r.p.m. Dilución _____ cc

bolas de _____ de _____ mm. Ø Carga _____ Kgs.

barras de _____ de _____ mm. Ø Carga _____ Kgs

Tiempo _____ m.

RESULTADOS

CATEGORIAS mm	P E S O S			L E Y E S		DISTRIBUCION %	
	de la fracción		Acumulado %	de la fracción	Acumulado	de la fracción	Acumulado
	gs.	%					
> - 10	50,5	2,12	2,12				
10 - 5	195,0	8,21	10,33				
5 - 2,5	306,0	12,88	23,21				
2,5 - 1,0	572,1	24,08	47,29				
1,0 - 0,5	132,3	5,57	52,86				
< - 0,5	1119,9	47,14	100,00				
Totales.....	2375,8	100,00	-				

Observaciones: _____

EMPRESA NACIONAL ADARO

LABORATORIO DE
PREPARACION DE MENAS

ANALISIS GRANULOMETRICO

Núm. _____
Fecha _____

Mineral _____ PIZARRAS BITUMINOSAS DE PUERTOLLANO
Peso _____ Kgs. Densidad _____

CONDICIONES DE MOLIENDA

Aparato utilizado _____ Tipo _____
Velocidad _____ r.p.m. Diluición _____ cc
bolas de _____ de _____ mm. Ø Carga _____ Kgs.
barras de _____ de _____ mm. Ø Carga _____ Kgs.
Tiempo _____ m.

RESULTADOS

CATEGORIAS mm	P E S O S			L E Y E S		DISTRIBUCION %	
	de la fracción		Acumulado	de la fracción	Acumulado	de la fracción	Acumulado
	gs.	%	%				
> - 5	1481,21	30,15	30,15				
5 - 2,5	978,9	19,92	50,07				
2,5 - 1,0	816,2	16,61	66,68				
1,0 - 0,5	170,3	3,47	70,17				
< - 0,5	1466,5	29,85	100,00				
Totales.....	4913,1	100,00					

Observaciones: _____

EMPRESA NACIONAL ADARO

LABORATORIO DE
PREPARACION DE MENAS

ANALISIS GRANULOMETRICO

Núm. _____

Fecha _____

Mineral LIGNITOS DE PUENTES DE GARCIA RODRIGUEZ

Peso _____ Kgs. Densidad _____

CONDICIONES DE MOLIENDA

Aparato utilizado _____ Tipo _____

Velocidad _____ r.p.m. Dilución _____ cc

_____ bolas de _____ de _____ mm. Ø Carga _____ Kgs.

_____ barras de _____ de _____ mm. Ø Carga _____ Kgs.

Tiempo _____ m.

RESULTADOS

CATEGORIAS mm	P E S O S			L E Y E S		DISTRIBUCION %	
	de la fracción		Acumulado	de la fracción	Acumulado	de la fracción	Acumulado
	gs.	%	%				
> - 10	7,885	23,9	23,9				
10 - 5	10,288	31,1	55,0				
5 - 2,5	4,811	14,6	69,6				
2,5 - 1,0	4,387	13,3	82,9				
1,0 - 0,5	1,460	4,4	87,3				
< - 0,5	4,192	12,7	100,0				
Totales.....	33,023	100,00	-				

Observaciones: _____

ANEXO N° 3

CONTRATO SUSCRITO ENTRE ENADIMSA Y
KRUPP-KOPPERS

En Madrid, a 30 de enero de mil novecientos ochenta y dos.

REUNIDOS:

DE UNA PARTE LA EMPRESA NACIONAL ADARO DE INVESTIGACIONES MINE
RAS, S.A. (en lo sucesivo denominada ENADIMSA) con domicilio so
cial en Madrid-6, calle de Serrano, 116 y en su nombre y repre
sentación Don Jesús Sáenz de Santa María y Olavarria, Director
General de la misma, representación que acredita según escritura
de poder autorizada por el Notario de Madrid Sr. Aguado Zarago
za, el día 22 de noviembre de 1979, bajo el n° 4.210 de su pro
toloco.

Y DE OTRA PARTE KRUPP-KÖPPERS GmbH (en lo sucesivo denominada
KK) con domicilio en Moltkestrasse 29 -D-4300 Essen 1, y en su
nombre Don Peter Grieshammer y Don Eberhard Goeke.

Y KOPPERS ESPAÑOLA, S.A., con domicilio en Madrid-20, Pl. Ma
nuel Gómez Moreno, s/n°, Edificio Bronce, 6ª Pl., en lo sucesi
vo denominada KE, y en su nombre D. Luis Basadre Bonilla, Inge
niero Jefe de Proyectos.

Las partes contratantes, según intervienen se reconocen recípro
camente plena capacidad de contratar y obligarse y a tal fin

EXPONEN:

- 1.) Que ENADIMSA está ocupada con ensayos referentes a la utili
zación de carbón español en plantas de gasificación de car
bón, en las cuales se puedan obtener diversos productos, es
pecialmente amoníaco y metanol. Para este objetivo es nece
sario efectuar análisis especiales de carbón en laboratorio.
A la vista de los resultados de los análisis de laboratorio
se podrán hacer pronósticos sobre la aptitud de gasificación
del carbón según el proceso Koppers-Totzek.

- 2.) Que KK está dispuesta y se encuentra en condiciones de realizar análisis de carbón en laboratorio, así como la confección de estudios.
- 3.) Que, las partes, después de ampliar conversaciones sobre el particular, han alcanzado un completo acuerdo, el cual de sean formalizar mediante el presente documento contractual de asistencia técnica con arreglo a las siguientes

ESTIPULACIONES



1. OBJETO DEL CONTRATO

El objeto del contrato es la prestación de asistencia - técnica mediante la realización de análisis de laboratorio de carbones españoles así como la confección de estudios previos a realizar por KK y KE, a favor de ENADIMSA, con el alcance que se describe en los apartados 1.1. y 1.2., así como en el anexo 1.

1.1. Prestaciones de KK y KE

1.1.1. KK realizará análisis de laboratorio de hasta 6 clases de carbones españoles y 1 de pizarras bituminosas según se especifica en el anexo 1.

1.1.2. KK y KE confeccionarán 2 estudios previos en total para la obtención de amoníaco y/o metanol en base del proceso Koppers-Totzek, utilizando como máximo dos clases de carbones diferentes, de las muestras de carbón analizadas en el laboratorio por KK. El alcance de los estudios previos se determina en el anexo 1. Se sobreentiende que - los estudios previos se refieren a:

- 2 estudios previos exclusivamente para la fabricación de amoníaco o
- 2 estudios previos exclusivamente para la obtención de metanol o
- 1 estudio previo para la fabricación de amoníaco y 1 estudio previo para la fabricación de metanol respectivamente.

El objeto de los 2 estudios previos en total (amoníaco - y/o metanol) así como la clase de carbón a tomar como base para cada estudio previo, serán fijados conjuntamente

por ambas partes en base al informe final de laboratorio, dentro de un plazo máximo de 30 días después de la entrega de dicho informe, y serán fijados en un acta a firmar por ambas partes.

1.2. Prestaciones de ENADIMSA

- 1.2.1. ENADIMSA enviará las muestras de carbón conforme al anexo 2 libre de gastos a la dirección en ESSEN/Alemania Federal que le será indicada por KK.
- 1.2.2. ENADIMSA entregará a KK o KE y a petición de estas los datos necesarios para la confección de los estudios preliminares.

✓
↓

Handwritten marks and signatures at the bottom left of the page.

2. PRECIOS

2.1. Análisis de carbón

El precio del análisis de cada una de las clases de carbón según los apartados 1.1.1 y 1.2 así como anexo 1, - punto 2 y anexo 2 es de:

DM 13.500,-

(en letra: trece mil quinientos Marcos alemanes)

2.2. Estudios previos

El precio para la elaboración de los dos estudios previos según 1.1.2 y anexo 1, punto 3, es de:

DM 135.000,-

(en letra: ciento treinta y cinco mil Marcos alemanes)
más

Ptas. 4.300.000,-

(en letra: cuatro millones trescientas mil Pesetas)

2.3. Prestaciones extraordinarias

El precio de prestaciones extraordinarias según 6 es:

2.3.1. Para prestaciones en España

DM 945,- /día natural

(en letra: novecientas cuarenta y cinco Marcos alemanes)
más asignaciones DM 60,- /día natural a pagar en pesetas
así como gastos de vuelo en clase turística y el alojamiento en hotel que se abonará aparte, según comprobantes.

2.3.2. Para prestaciones en las oficinas centrales de KK

DM 130,- /hora. (en letra: ciento treinta Marcos alemanes)

2.4. Prestación extranjera

El importe total en divisas se estima en 240.000 DM.

3. BASES DE LOS PRECIOS

3.1. Los precios en DM y en Pesetas que se indican en 2.1., - 2.2. y 2.3. son precios fijos globales, no sujetos a revisión para todos los servicios que se realicen hasta el 31 de diciembre de 1982.

3.2. En el caso de que el desarrollo de los trabajos se prolongase más allá del 31 de Diciembre del 82, por causas no imputables a KK, el precio de los trabajos pendientes de efectuar quedaría sujeto a la cláusula de revisión de precios, anexo 3.

Para la determinación en este caso del importe de los - trabajos pendientes se supondrá que el desarrollo de estos trabajos se realiza proporcionalmente al tiempo transcurrido desde su inicio hasta el final de los mismos.

3.3. En los precios indicados no están incluidos los impuestos para este tipo de trabajos vigente en España tanto - para la parte española como alemana y por tanto serán a cargo de ENADIMSA.

3.4. En el precio de los estudios previos según 2.2. están incluidos los costos de 3 viajes en avión ida y vuelta a Madrid con 3 días de estancia por viaje.

y
✓

4. CONDICIONES DE PAGO

4.1. Análisis de carbón y estudios previos.

4.1.1. Pago en DM (marcos alemanes)

4.1.1.1. 30 % del precio en DM según 2.1. y 2.2. como pago inicial dentro de un plazo de 30 días después de la factura correspondiente.

4.1.1.2. 70 % del precio en DM según 2.1. en el momento de la entrega del informe final del laboratorio a ENADIMSA contra presentación de factura y "Airway - Bill" o recibo de entrega por medio de una carta de crédito irrevocable, que deberá quedar abierta a favor de KK lo más tardar dentro de un plazo de 30 días a partir de la firma del contrato y por una duración de al menos 6 meses. Esta carta de crédito se abrirá y será pagable en el Dresdner Bank de Essen y su período de validez tendrá que ser prorrogado oportunamente por ENADIMSA a petición de KK.

4.1.1.3. 70 % del precio en DM según 2.2. en el momento de la entrega de los dos estudios previos contra presentación de factura y "Airway Bill" o recibo de entrega por medio de una carta de crédito irrevocable, que deberá quedar abierto a favor de KK lo más tardar dentro de un plazo de 30 días a partir de la firma del contrato y por una duración de al menos 9 meses. Esta carta de crédito se abrirá y será pagable en el Dresdner Bank de Essen y su período de validez tendrá que ser prorrogado oportunamente por ENADIMSA a petición de KK.

4.1.2. Pago en Pesetas

4.1.2.1. 30 % del precio en Pts según 2.2 como pago inicial dentro de un plazo de 30 días después de la firma - del contrato y presentación de la correspondiente factura.

4.1.2.2. 30 % del precio en Pts. según 2.2. seis semanas después de la determinación de los estudios a realizar según 1.1.2. contra presentación de factura.

4.1.2.3. 40 % del precio en Pts según 2.2. en el momento de la presentación del estudio previo a ENADIMSA, contra presentación de factura.

4.2. Prestaciones extraordinarias según 2.3.

Mensualmente dentro de un plazo de 30 días después de la facturación, para

- prestaciones en España
- prestaciones en las oficinas centrales de KK

4.3. El pago de los precios en DM, a realizar en DM según - 2.1., 2.2., 2.3.1. y 2.3.2., se hará a KK en su cuenta en el Dresdner Bank de Essen y se considerará como realizado cuando el importe sea acreditado en dicha cuenta.

El pago de los precios en Pts, así como de los precios en DM a pagar en Pts según 2.3.1., se hará a KE en su cuenta en el Banco Hispano Americano de Madrid contra - presentación de factura y de los comprobantes de costos de vuelos y hoteles.

5. PROGRAMA DE TIEMPOS

5.1. Análisis de carbón

Se presentará el informe final de laboratorio en un plazo aproximado de 10 semanas y como máximo de 14 semanas bien a partir de la fecha de recepción de las muestras en Essen, siempre que éstas estén en dicha ciudad antes del día 15 de Mayo, ó bien después de haberse recibido el pago inicial, según 4.1.1. y 4.1.2. (lo más tarde en cada caso).

5.2. Estudios previos

Los estudios previos serán entregados a ENADIMSA en un plazo de aproximadamente 10 semanas que como máximo no deberá ser superior a 14 semanas a partir de la fecha del acta sobre la determinación conjunta según 1.1.2.

6. PRESTACIONES EXTRAORDINARIAS

En el caso de que ENADIMSA desee, durante el desarrollo del contrato, la realización de prestaciones adicionales, que sobrepasen el alcance de las prestaciones según anexo 1, ENADIMSA abonará los importes facturados por KK por estas prestaciones extraordinarias, según 2.3.

ENADIMSA podrá participar por su cuenta y riesgo y tras previo acuerdo con KK en la realización de los análisis de carbón.

7. SECRETO

- 7.1. Los resultados de los análisis e informes de laboratorio así como los estudios previos, no contendrán informaciones secretas ni confidenciales.

Sin embargo, en el caso de que ENADIMSA por una parte y KK o KE por la otra se suministraren esta clase de información durante la ejecución del contrato y que sean designadas expresamente como confidenciales, se obligarán a tratar las mismas de forma estrictamente confidencial y secreta, así como a no dar acceso a las mismas total o parcialmente a Terceros, utilizándolas exclusivamente para el objeto de este contrato.

- 7.2. Nada deberá ser considerado en base de este contrato y de su desarrollo como la concesión a ENADIMSA de la licencia o un derecho cualquiera de utilización sobre el proceso Koppers-Totzek y cualquier know-how técnico de KK.

- 7.3. El secreto y la forma confidencial especificados en este contrato estarán en vigor por un período de diez años a partir de la fecha de entrada en vigor del contrato.
- ✓
- ✓

8. GARANTIA Y RESPONSABILIDAD DE KK

- 8.1. KK garantiza la correcta realización de sus trabajos y cálculos correspondientes de acuerdo con el alcance de la técnica y conocimientos actuales de KK.

Caso de detectarse algún error posterior a la entrega de los estudios éste deberá ser subsanado por KK sin costo adicional para ENADIMSA.

La responsabilidad arriba indicada de los trabajos objeto de este contrato estará limitada a un tiempo no superior a 12 meses a partir de la fecha de entrega de los - dos estudios previos.

- 8.2. KK será responsable ante ENADIMSA, el personal de ENADIMSA y ante Terceros de lesiones, muerte y daño causados a ENADIMSA, al personal de ENADIMSA y a tales TERCEROS por KK o por personal de KK en relación con la ejecución del contrato, siempre en concordancia con y en la extensión del seguro obligatorio de responsabilidad civil que tiene contraído KK.

La suma asegurada por este seguro de responsabilidad civil es generalmente de DM 10.000.000,- para cada caso de siniestro, siendo el máximo de DM 20.000.000,- en cada año de seguro.

El seguro de responsabilidad civil de KK está basado en "Las condiciones generales para seguros de responsabilidad" (AHB) en la República Federal de Alemania.

Más allá de esta responsabilidad de KK, ENADIMSA dispen
sará a KK y al personal de KK de toda otra clase de res
ponsabilidad y eximirá a KK y al personal de KK de cua
lesquiera reclamaciones de terceras partes y/o pondrá a
KK y al personal de KK en consecuencia en paz y a salvo.

- 8.3. Una responsabilidad más amplia de KK o de KE, cualquiera
que sea su origen jurídico está excluida.

✓

✓

9. VARIOS

9.1. El idioma contractual será el español.

9.2. El intercambio de todas las comunicaciones e informaciones entre ENADIMSA y KK tendrá lugar preferentemente a través de KOPPERS ESPAÑOLA, S.A., Madrid, y en todo caso enviando siempre copia a ésta.

10. ANEXOS

Los siguientes documentos son parte integrante del contrato:

Anexo 1: Prestaciones de KK y KE

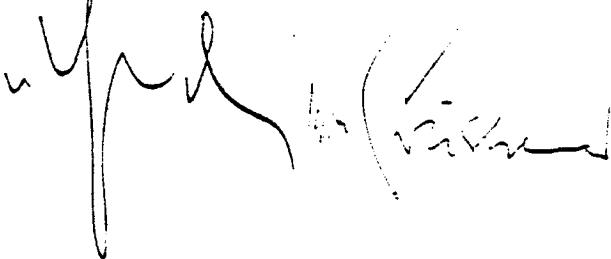
Anexo 2: Relación de los carbones a analizar

Anexo 3: Cláusula de revisión de precios

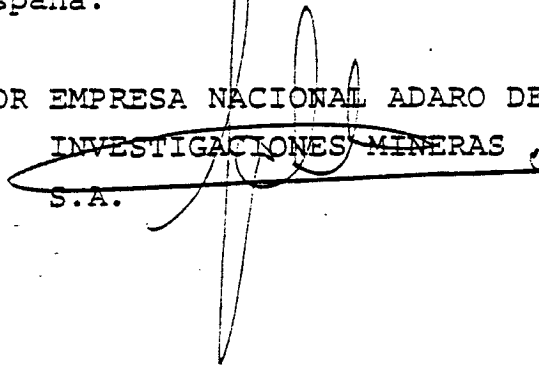
11. ENTRADA EN VIGOR DEL CONTRATO

Este contrato entrará en vigor, una vez firmado, a partir de la fecha de recepción por parte de KK y KE de los pagos iniciales según 4.1.1.1. y 4.1.2.1., cuya efectividad quedará condicionada a la autorización de este contrato así como del pago en marcos por los órganos correspondientes de los Ministerios de Industria y Energía y de Economía y Comercio de España.

POR KRUPP-KOPPERS GMBH



POR EMPRESA NACIONAL ADARO DE
INVESTIGACIONES MINERAS
S.A.





POR KOPPERS ESPAÑOLA, S.A



A N E X O 1

PRESTACIONES DE KK Y KE

INDICE

1. Introducción
 2. Análisis de carbones
 3. Estudios previos
- 
- 

1. INTRODUCCION

KK realizará las prestaciones descritas en este anexo 1, apartado 2, para los análisis de laboratorio de hasta 6 clases de carbones españoles, y uno de pizarras bituminosas.

Asimismo KK confeccionará 2 estudios previos, cuyo alcance se describe en el apartado 3 de este anexo 1. Los estudios previos tienen como objeto la obtención de amoníaco y/o metanol a partir del carbón, aplicando el proceso Koppers-Totzek y en base de dos muestras de los carbones analizados por KK conforme al anexo 1, apartado 2.

2. ANALISIS DE CARBONES

2.1. KK llevará a cabo en sus laboratorios y en el marco de los análisis de carbones los siguientes análisis de 10 - kg por muestra de carbones españoles que ENADIMSA pondrá libre de gastos a disposición de KK:

2.1.1. Análisis granulométricos DIN 51 704

2.1.2. Humedad absorbida DIN 51 718

2.1.3. Humedad higroscópica DIN 51 718

2.1.4. Contenido en cenizas DIN 51 719

2.1.5. Contenido en volátiles y coque en crisol
(Análisis inmediato) DIN 51 720

2.1.6. Molturabilidad según Hardgrove ASTM D-409-51

2.1.7. Capacidad de reacción según Koppers-Jenkner

2.1.8. Potencia calorífica inferior y superior DIN 51 900

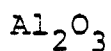
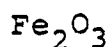
2.1.9. Análisis de

carbono; hidrogeno DIN 51 721

nitrogeno DIN 51 722

4

- 2.1.10. Balance de azufre DIN 51 724
- 2.1.11. Anhídrido carbónico en el carbón DIN 51 726
- 2.1.12. Comportamiento de las cenizas en la fusión DIN 51 730
- 2.1.13. Análisis de las cenizas DIN 51 729



- 2.1.14. Contenido de cloro en el carbón DIN 51 727
- 2.1.15. Viscosidad de las cenizas DIN 52 312

Preparación de las muestras DIN 51 701

Muestras de laboratorio DIN 51 702

- 2.2. En base de los resultados de los análisis KK preparará un informe de laboratorio final para ser entregado a ENA DIMSA, cuyo contenido consistirá esencialmente en:

- 2.2.1. - Determinación de los criterios a tener en cuenta para la gasificación de carbones.
- Resultados de los análisis.

- Dictamen sobre la aplicación del carbón para la gasificación según el proceso Koppers-Totzek.
- Recomendación de los carbones apropiados para la gasificación según el proceso Koppers-Totzek.

y

Handwritten signature or initials in the bottom left corner.

3. ESTUDIOS PREVIOS

Después de la presentación del informe final del laboratorio y de la decisión según 1.1.2. respecto a la clase o clases de carbón que se deberán seguir considerando, KK confeccionará 2 estudios previos, a saber:

- 2 estudios previos exclusivamente para la fabricación de amoníaco o
- 2 estudios previos exclusivamente para la obtención de metanol o
- 1 estudio previo para la obtención de amoníaco y respectivamente
- 1 estudio previo para la obtención de metanol.

Los estudios previos incluyen los siguientes datos:

3.1. Determinación de las bases de diseño.

- Cantidad y calidad de los productos obtenidos
- Cantidad y calidad del carbón de partida
- Cantidad y calidad de los medios energéticos
- Cantidad y calidad de los medios de servicio auxiliares y aditivos químicos

3.2. Determinación de los límites de la planta

- Límites de la planta para materiales de partida y productos
- Límites de la planta para medios energéticos
- Límites de la planta para medios auxiliares y de servicio.

3.3. Esquema de bloques de la planta

- Etapas del proceso
- Disposición del bucle de proceso
- Instalaciones secundarias y auxiliares
- Cantidad de los medios de partida
- Cantidad de los medios de salida

3.4. Esquemas de flujo de las diferentes unidades de proceso

- Equipos principales
- Flujos principales (tuberías, líneas de transporte) entre los diferentes equipos principales

3.5. Descripción del proceso

- Descripción del transcurso del proceso
- Descripción general de la función de los equipos específicos para la gasificación del carbón
- fases esenciales físicas y químicas en el transcurso - del proceso.

3.6. Datos estimados de consumo y producción

- Consumo de carbón
- Consumo de energía eléctrica
- Consumo de agua de refrigeración
- Producción de vapor de alta presión
- Producción de vapor de baja presión
- Consumo de aditivos químicos

3.7. Plano de situación

- Disposición de las diferentes unidades de proceso

- viales
- Puentes de tuberías y cintas transportadoras
- Determinación de los puntos de entrada y salida de los diferentes medios de servicios (p.e. carbón, energía eléctrica, agua, amoníaco, metanol)

3.8 Lista de equipos

- Relación de los equipos principales

3.9 Estimación de los costos de inversión

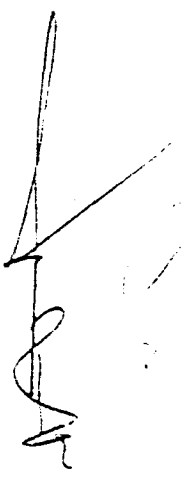
- Estimación de los costos de inversión dentro de los -
Límites de la planta

3.10. Estimación del personal necesario para el servicio y el mantenimiento

3.11. Datos complementarios para la determinación de los cos
tos de producción

- Costos anuales de mantenimiento
- Costos anuales para catalizadores y aditivos químicos
- Tiempo de servicio por año
- Ejemplo de determinación de los costos de producción

3.12. Planning de fechas para la erección de la planta.



A N E X O I I

RELACION TENTATIVA DE ALGUNOS DE LOS TIPOS Y PROCEDENCIA DE CARBONES QUE PODRIAN CONSIDERARSE PARA REALIZAR LOS ANALISIS Y ESTUDIOS OBJETO DEL CONTRATO

- | | | |
|---------------------------|--------------------------------|----------------------|
| 1) <u>LEON</u> | La Robla | Hullas
Antracitas |
| 2) <u>GALICIA</u> | Puentes de García
Rodríguez | Lignitos |
| 3) <u>ARAGON</u> (Teruel) | Andorra | Lignitos negros |

A N E X O III

1. Conforme al punto 3.2. del contrato los precios indica
dos en 2.1., 2.2. y 2.3. son revisables a partir del 1
de Enero de 1983..

Para la determinación de la variación de dichos precios
regirán los siguientes acuerdos:

- 1.1. Precios alemanes, según 2.1., 2.2. y 2.3.

La variación de los precios alemanes se obtendrá aplican
do la siguiente fórmula de revisión:

$$P = P_0 \left(0,1 + \frac{-G}{G_0} 0,9 \right)$$

en la cual significa:

P = Precio definitivo después de la aplicación de la -
formula de revisión

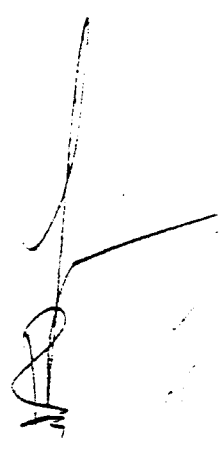

P₀ = Precio contractual

G₀ = Sueldo base de un ingeniero del grupo de tarifas -
T 6, en vigor el día de la firma del contrato, con
forme al acuerdo sobre aumentos del sueldo base en
la Industria del Metal, del Hierro, Eléctrica y de
Calefacción central en la Renania del Norte - West
falia, entre el "Verband der Metallindustrie Nor
drhein-Westfalen e.V." (Unión de la industria Meta
lúrgica de la Renania -Westfalia) y el "Industrie -
Gewerkschaft Metall für die BRD - Bezirksleitungen
Essen, Hagen, Köln und Münster" (Sindicato del Me
tal para las Direcciones de los distritos Essen, Ha
gen, Köln y Münster).

G = Sueldo base conforme a lo indicado bajo G_0 , pero en vigor el día de la aplicación de la fórmula de revisión.

1.2. Precios españoles, según 2.2.

La variación de los precios españoles se obtendrá aplicando el precio contractual de acuerdo con el punto 3.2. del contrato, el índice de variación del costo de la vida que se fije o recomiende por el Gobierno oficialmente a partir del 1 de Enero de 1983.



ANEXO No 4

INFORME DE ANALISIS DE SEIS MUESTRAS DE
COMBUSTIBLES ESPAÑOLES PARA LA GASIFI-
CACION SEGUN EL PROCESO KOPPERS-TOTZEK.

Análisis de seis muestras de combustibles
españoles para la gasificación según el
proceso KOPPERS-TOTZEK

Cliente: Empresa Nacional Adaro de Investi-
gaciones Mineras, S.A., Madrid

Proyecto nº: H 2 4915

Dirección del
Proyecto: Koppers Española

Redacción: Dr. B. Firnhaber

Contenido:

12 páginas de texto

1 tabla

17 gráficos

R e s u m e n

Se han analizado seis combustibles españoles respecto a sus propiedades para su utilización en la gasificación de carbón según el proceso Koppers-Totzek.

Los trabajos se han realizado por encargo de la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras S.A., de Madrid, la cual va a hacer llevar a cabo un estudio sobre la aplicación de combustibles españoles para la producción de gas de síntesis o de gas combustible.

De los seis combustibles hay tres hullas, dos lignitos y unas pizarras. Cinco de estos combustibles tienen un contenido muy elevado de cenizas y el sexto una composición de cenizas extremadamente básica.

De las hullas, la más apropiada para su utilización en la gasificación por corriente de arrastre, es la muestra nº 3, que tiene un contenido de cenizas del 35,1%, un contenido de volátiles del 19% referido a carbón seco y libre de cenizas y una reactividad del coque de 102 Vol. CO/100 Vol. CO₂, así como buenas propiedades para la fusión de cenizas. Los dos lignitos pueden, igualmente, ser aplicados en la gasificación por corriente de arrastre.

Respecto a las muestras Nos. 1 hasta la 4 incl., deberían estudiarse, sin embargo, la posibilidad técnica así como las ventajas económicas de una reducción de su contenido de cenizas.

ContenidoPágina

1. Introducción	1
2. Criterios para el enjuiciamiento de carbones para su gasificación con el proceso Koppers-Totzek	2
3. Resultados de los análisis	5
4. Valoración de los resultados	6
5. Conclusiones	11

Tabla 1

Gráficos 1 a 17

1. Introducción

Seis muestras de combustibles españoles, de aprox. 30 kg. cada una, fueron enviadas a Krupp-Koppers con un embalaje protector contra el aire y la humedad.

Las muestras venían marcadas con números correlativos del 1 al 6 y sin otro tipo de identificación y fueron registradas con el número de Diario de Krupp-Koppers nº 14 249. Las primeras cinco muestras fueron recibidas el 16.07.82, en tanto que la sexta se recibió unas semanas más tarde.

Conforme al contrato existente entre ENADIMSA (Adaro) y Krupp-Koppers estos combustibles debían ser analizados en sus propiedades para su utilización en la gasificación según Koppers-Totzek. Adaro está estudiando las posibilidades de aplicación de carbones españoles en plantas de gasificación de carbón para la obtención, especialmente, de gas de síntesis para la producción de amoníaco y de metanol.

En el informe que sigue se discuten los criterios para el enjuiciamiento de carbones para su gasificación según Koppers-Totzek, así como los resultados de los análisis; asimismo se representan y valoran los resultados de los análisis, que fueron llevados a cabo durante los meses de Julio y Agosto de 1982, en el Laboratorio de Krupp-Koppers, en Essen.

2. Criterios para el enjuiciamiento de carbones para su gasificación con el proceso Koppers-Totzek

- 2.1 La gasificación de carbón por medio de oxidación parcial, es decir la transformación del carbón por dosificación de oxígeno, exige unas características del carbón, conforme al proceso de gasificación que se vaya a aplicar.

De las numerosas propiedades físicas, mineralógicas y químicas que se presentan en diferentes combinaciones, dependiendo del origen de los carbones, para el proyecto de una planta de gasificación, habrán de ser analizadas especialmente aquellas, de las cuales depende, en primer lugar, un desarrollo sin problemas del proceso de gasificación dentro del gasificador.

- 2.2 El proceso Koppers-Totzek se caracteriza principalmente porque el carbón, en forma de polvo fino, es transformado en corriente de arrastre conjuntamente con oxígeno a tan altas temperaturas que, por lo menos una parte de la ceniza del carbón es fundida y abandona el recinto del gasificador en forma líquida.

- 2.3 El enjuiciamiento de carbones para su utilización en el proceso Koppers-Totzek habrá de ser llevado a cabo siempre, por ello, desde el punto de vista esencial, de que una gasificación por corriente de arrastre con oxígeno pueda tener lugar con la salida de ceniza líquida.

De aquí se desprenden los siguientes criterios:

- 2.3.1 Carbón de partida, humedad: no es crítica, ya que el carbón en cualquier caso es secado hasta una humedad final, que por motivos técnicos y económicos es óptima para
- 1 - 2% en las hullas
 - 8 - 10% en los lignitos
- 2.3.2 Carbón de partida, granulometría: no es crítica, ya que el carbón en cualquier caso es molido hasta por debajo de 0,1 mm.

2.3.3 Carbón de partida,
molturabilidad:

no es crítica; todos los carbones conocidos admiten una molienda fina, en caso necesario conjuntamente con un se cado.

2.3.4 Carbón de partida,
apelmazamiento:

no es crítico; ya que en la gasificación por corriente de arrastre no se produce ningún contacto constante de las partículas del carbón entre si, no es esencial el que el carbón presente una tendencia natural menor o mayor al apelmazamiento.

2.3.5 Contenido de ceniza:

no es crítico; los contenidos de cenizas hasta aprox. 40%, referidos al carbón seco, son permisibles normalmente. En el caso de contenidos de ceniza superiores los criterios económicos son determinantes.

2.3.6 Contenido de azufre:

no es crítico; los contenidos de azufre hasta 8% en peso y superiores son permisibles.

2.3.7 Análisis elemental:

Este análisis es un factor determinante en la composición del gas producido.

2.3.8 Capacidad de reacción:

Este factor es una medida cualitativa de la tendencia del carbón a transformarse con los reactivos gaseosos. La capacidad de reacción determina la temperatura de gasificación y el grado de gasificación del carbono.

2.3.9 Análisis de cenizas:

no es crítico para el enjuiciamiento de la capacidad de gasificación del carbón

2.3.10 Comportamiento a la
fusión de las cenizas:

Las temperaturas para los estados más importantes de la fusión en atmósfera reductora (punto de reblandecimiento, punto de fusión y punto de fluidez) son parámetros esenciales para el funcionamiento del gasificador. La determinación de estos valores en el laboratorio da una posibilidad de valoración de la fase líquida de las cenizas y de las escorias.

2.3.11 Viscosidad de las
cenizas en fase
líquida:

La medida de la viscosidad de las cenizas en fase líquida en el campo de temperaturas de la gasificación complementa los conocimientos obtenidos bajo el punto 2.3.10. En su defecto puede calcularse, con una aproximación grosera, basándose en el análisis de las cenizas, la temperatura de las mismas en fase líquida para una viscosidad de 250 poise (= d pas).

3. Resultados de los análisis

Los resultados de los análisis llevados a cabo con las seis muestras de combustibles españoles están resumidos claramente en la tabla 1, páginas 1 y 2.

Los análisis realizados están relacionados en la columna de la izquierda, en tanto que los resultados para cada una de las seis muestras están contenidos en las columnas b á f.

Algunos resultados, más importantes, están representados además en diagramas.

Se muestran:

- Diagramas 1 á 6 Capacidad de reacción de los carbones según Koppers-Jenkner,
- Diagramas 7 á 12 comportamiento a la fusión de las cenizas de los carbones, en atmósfera reductora,
- Diagramas 13 á 17 comportamiento viscosidad/temperatura de las cenizas reducidas de los carbones.

4. Valoración de los resultados

4.1 Tipo de combustible, análisis inmediato y capacidad de reacción

Se trata aquí de seis muestras de combustibles muy distintos.

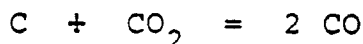
Las muestras nº 1 a 3 son hullas con componentes volátiles de 25,2, 33,2 y 19,0% en peso (seco y sin cenizas). Los contenidos de ceniza se elevan a 54,0%, 63,9% y 35,1% en peso (seco) y son por consiguiente muy altos para hullas.

Las muestras nº 4 y 6 son lignitos con componentes volátiles de 46,2% y 52,2% en peso (seco y sin cenizas) y contenidos de cenizas de 42,8% y 14,2% en peso (seco) respectivamente.

La muestra nº 5 es una pizarra bituminosa con 72,7% en peso (seco y sin cenizas) de componentes volátiles y 70,7% en peso (seco) de cenizas.

Los resultados de las mediciones de la capacidad de reacción están representados gráficamente en los diagramas 1 a 6 y comparados con las capacidades de otros carbones típicos.

En la determinación de la capacidad de reacción de un combustible sólido según Koppers-Jenkner, primeramente, se destila una muestra del material a 800°C. El coque es tratado entonces con dióxido de carbono a 950°C. De la cantidad de monóxido de carbono obtenido según la reacción



se determina la capacidad de reacción del combustible. Para la determinación de un valor medio, se utilizan en cada caso cinco puntos de medida. El método proporciona valores de enjuiciamiento para el comportamiento probable de la reacción del combustible en la gasificación según Koppers-Totzek.

Las hullas, muestras nº 1 a 3, han dado capacidades de reacción según Koppers-Jenkner de 111, 65 y 102 Vol. CO/100 Vol. CO₂ y han sido clasificadas con una capacidad de reacción media a buena.

Los lignitos, muestras 4 y 6, tienen una capacidad de reacción elevada de 172,8 y 195,6 Vol. CO/100 Vol. CO₂.

La pizarra bituminosa, muestra 5, presenta la capacidad de reacción más baja con 64 Vol. CO/100 Vol. CO₂. Ya que la pizarra bituminosa, sin embargo, tiene un alto contenido en volátiles, el influjo en los resultados de la gasificación de la baja capacidad de reacción del coque es relativamente poco importante.

Los contenidos de cenizas de las hullas son muy altos. Sobre todo las muestras nº 1 y 2 presentan un contenido demasiado elevado. La muestra nº 3 con 35,1% de cenizas podría ser muy apropiada para la gasificación. Debería estudiarse si una reducción del contenido de cenizas, anterior a la gasificación, podría ser económicamente ventajosa.

La pizarra bituminosa, debido a su contenido de cenizas del 70,7%, no parece muy apropiada como combustible para la gasificación según Koppers-Totzek, ya que el alto contenido de estéril influiría negativamente en la rentabilidad.

Ambos lignitos pueden ser considerados como muy apropiados para la gasificación según Koppers-Totzek a causa de su alta capacidad de reacción. En la muestra 4, sin embargo, se presenta la cuestión de si una reducción del contenido de cenizas sería fácilmente realizable y económicamente ventajosa. Esta cuestión debería ser estudiada más a fondo.

4.2 Preparación del carbón, molturabilidad

Alguno de los valores relacionados en la tabla 1 son importantes para el diseño de la unidad de preparación del carbón. Estos valores comprenden el análisis de granulometría, el peso a granel y las humedades y molturabilidad de los carbones.

La molturabilidad determinada según Hardgrove es muy favorable para las hullas y los lignitos, con valores entre 65 y 93° Hardgrove. Valores superiores muestran una molturabilidad mayor. La pizarra bituminosa con 32,0° Hardgrove presenta la molturabilidad peor, aunque, sin embargo, incluso con este valor podría ser posible una molienda acorde con las especificaciones.

El comportamiento al desgaste en los molinos no puede ser determinado en la molienda de laboratorio, por lo que serían necesarios, en caso dado, ensayos de molienda con mayores cantidades de las muestras.

4.3 Poderes caloríficos superior e inferior y análisis elemental

El análisis elemental indica los contenidos en H, C, S, N y O (por diferencia) en el combustible. Estos valores, así como los correspondientes a los poderes caloríficos superior e inferior, son importantes para la determinación de un número de parámetros de proceso, así como para la determinación de los balances de material y energéticos de la gasificación.

En la comparación de los análisis elementales llama la atención el alto contenido en hidrógeno de las pizarras, 9,2% en peso (seco y sin cenizas), lo que conduce a una relación H/C más elevada que la de los carbones.

La muestra 4 tiene, con 6,0% en peso (seco) y 10,5% en peso (seco y sin cenizas) un contenido extremadamente alto en azufre combustible. El balance de azufre muestra, que además existe una parte de azufre incombustible, lo que eleva el contenido total de azufre a 6,5% en peso (seco) y que, referido a la sustancia combustible libre de cenizas es un valor muy elevado. También el segundo lignito, muestra 6, tiene un contenido relativamente alto de azufre con 5,1% en peso (seco) de contenido total de azufre.

El contenido de azufre no causa problemas en la gasificación según KOPPERS-TCTZEK y sólo es determinante para el diseño del tratamiento del gas y de la planta Claus.

El contenido de cloro en las seis muestras es muy reducido.

4.4 Composición química y comportamiento a la fusión de las cenizas de los combustibles

Para caracterizar el comportamiento de las cenizas de los combustibles, así como de las escorias, en el gasificador se tienen en cuenta, además de la composición química, el comporta-

miento a la fusión con el microscopio de calentamiento y la relación viscosidad/temperatura.

La composición química de las cenizas es muy similar en las tres hullas (muestras 1 a 3). Los contenidos de Fe_2O_3 de las cenizas se encuentran entre 8,4 y 10,8% en peso.

Las relaciones base/ácido son 0,28, 0,22 y 0,29 respectivamente. Esta relación base/ácido está definida como

$$\frac{\text{Base}}{\text{Ácido}} = \frac{\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2} \quad (\text{en \% de peso})$$

Tanto el lignito, muestra 4, como la pizarra, muestra 5, tienen composiciones de cenizas similares a las de las hullas. Los contenidos de Fe_2O_3 son: 14,1 y 8,2% en peso y las relaciones base/ácido 0,26 y 0,17 respectivamente. Con ello la composición de todos estos combustibles está en el marco de los combustibles utilizados hasta ahora en plantas comerciales según el proceso KOPPERS-TOTZEK. El lignito, muestra 6, tiene, por el contrario, una composición de cenizas esencialmente distinta, con un contenido de Fe_2O_3 de 24,2% en peso y un contenido de SO_3 de 37,3% en peso. La relación base/ácido con 8,3 tiene esencialmente carácter básico. Este valor no es corriente y su influencia en la gasificación debería ser estudiada más en detalle.

Los diagramas 7 a 12 representan la curva del comportamiento a la fusión de las cenizas de los combustibles en atmósfera reductora. En las ordenadas está representada la altura de la muestra de ensayo, mientras, en las abscisas están representadas las temperaturas. Además del desarrollo de la curva se determinan las temperaturas características, punto de reblandecimiento, punto de fusión y punto de fluidez de acuerdo con la norma DIN 51 730. Los valores obtenidos para las tres hullas corresponden al campo de temperaturas normal. Tanto para las pizarras, muestra 5, como para los lignitos, muestras 4 y 5, se obtienen temperaturas algo más elevadas en el campo de fusión de las cenizas.

En los diagramas 13 á 17 se ha representado la dependencia de la viscosidad de las cenizas de los combustibles respecto a la temperatura. En los casos de contenidos elevados de Fe, muestras 4 y 6, las cenizas fueron reducidas con CO antes de la medición. Las curvas para las hullas, muestras 1 á 3, tienen un desarrollo relativamente plano, lo cual es favorable para la marcha de la gasificación, ya que unas variaciones pequeñas en la temperatura no producen, al mismo tiempo, grandes modificaciones en la viscosidad de la escoria. Asimismo son favorables las temperaturas correspondientes al campo de viscosidad de 100 hasta 500 poise, interesante para la gasificación por corriente de arrastre; en el caso de las hullas, p.e. para la muestra 3, se encuentra entre 1520 y 1380°C.

Las cenizas del lignito, muestra 4, presentan un desarrollo de la curva algo más pendiente y con temperaturas más elevadas. Para las pizarras de obtienen temperaturas realmente elevadas, 1655 y 1525°C, para 100 y 500 poise respectivamente.

La relación viscosidad/temperatura de las cenizas de lignito, muestra 5,⁶ no pudo ser medida. Las cenizas fundidas son tan agresivas químicamente, que los crisoles, tanto de platino como cerámicos, fueron rápidamente destruidos.

En el caso que este lignito fuera seleccionado se deberían llevar a cabo análisis más detallados sobre el comportamiento de las cenizas. Posiblemente serían necesarios aditivos para modificar el comportamiento de las cenizas. Asimismo la gasificación con una mezcla de carbón de cenizas ácidas podría ser ventajosa.

5. Conclusiones

Las seis muestras de combustibles españoles consisten en tres hullas, dos lignitos y una pizarra bituminosa.

Las tres hullas tienen una capacidad de reacción media y propiedades de las cenizas favorables para la gasificación por corriente de arrastre. Los contenidos de cenizas son muy altos (35 hasta 64% en peso seco).

La muestra 3 se puede utilizar en la gasificación por corriente de arrastre. Presenta un contenido de cenizas de 35,1% en peso, un contenido de volátiles de 19% en peso seco y sin cenizas y una capacidad de reacción de coque de 102 Vol. CO/100 Vol. CO₂. Debería estudiarse si una reducción del contenido de cenizas en las hullas es posible y económicamente interesante.

La pizarra no es un material apropiado para la gasificación por corriente de arrastre debido a su alto contenido en cenizas, a pesar de presentar un contenido elevado de volátiles.

Los dos lignitos presentan capacidades de reacción de coque muy buenas de 173 y 195,6 Vol. CO/100 Vol. CO₂ respectivamente. Los contenidos de ceniza son de 42,8% para la muestra 4 y de 14,2% para la muestra 6. Aparte del contenido elevado de cenizas, la primera muestra tiene también un contenido elevado de azufre, de 10,5% seco y sin cenizas, que, sin embargo, no afecta en su gasificación con el gasificador KOPPERS TOTZEK. Las propiedades de las cenizas no son asimismo muy favorables, ya que para el campo de viscosidad entre 100 y 500 poise existe una gran dependencia de la temperatura y las temperaturas para el lignito son relativamente altas. También para esta muestra debería estudiarse si una reducción del contenido de cenizas puede ser ventajosa. Asimismo sería posible, por ello, una mejora de las propiedades de las cenizas.

El lignito, muestra 6, es desde el punto de vista de su capacidad de reacción y de su contenido en cenizas un combustible de partida muy favorable para la gasificación según KOPPERS-TOTZEK. Sin embargo, este lignito presenta una composición de cenizas realmente extrema con una relación base/ácido de 8,3 y un contenido de Fe_2O_3 de 38,6% (después de eliminar el contenido de SO_3). Es de esperar que las propiedades de las cenizas puedan causar problemas en la gasificación.

Este lignito podría ser, sin embargo, mezclado con un combustible con cenizas ácidas, un material de partida apropiado para la gasificación con KOPPERS-TOTZEK. De lo contrario debería mejorarse el comportamiento de las cenizas, por medio de aditivos apropiados, para lo cual serían necesarios nuevos ensayos.

Muestra Análisis		a	b	c	d	e	f
		Unidad	HULLA 1 HULLERA VASCO LEONESA	HULLA 2 HULLERA DE SIBERO	HULLA 3 TERMICA LA ROBLA	LIGNITO 4 LIGNITOS DE AMORAN	PIZARRA 5 PIZARRA DE PUERTO LLA
1	Granulometría mayor de 16 mm 8 mm 4 mm 2 mm 1 mm 0,5 mm menor de 0,5 mm	Peso %		Trozos hasta 130x50x40mm			
			2,9	29,1	5,1	0,0	0,0
			23,8	8,3	10,5	16,2	2,1
			16,7	8,5	8,0	18,3	36,3
			15,2	11,8	9,0	16,6	22,7
			13,9	11,8	13,4	14,8	17,4
			10,7	10,4	17,6	11,2	11,1
			16,8	20,1	36,4	22,9	10,4
2	Peso a granel	g/l wf	1113	1114	1009	955	981
3	Peso compactado	g/l wf	1309	1393	1121	1038	1154
4	Densidad	g/l wf	1908	2026	1689	1832	1902
5	Humedad ambiente	Peso %	3,5	2,9	6,8	0,0	0,0
	" higroscópica	Peso %	1,4	1,3	2,4	8,6	3,2
	Humedad total	Peso %	4,9	4,2	9,2	8,6	3,2
6	Contenido cenizas	Peso % wf	54,0	63,9	35,1	42,8	70,7
7	Coque en crisol	Peso % wf	88,4	88,0	87,7	73,6	78,7
		Peso %waf	74,8	66,8	81,0	53,8	27,3
8	Componentes volátiles	Peso % wf	11,6	12,0	12,3	26,4	21,3
		Peso %waf	25,2	33,2	19,0	46,2	72,7
9	Molturabilidad	Hardgrove	68,0	93,0	78,5	78,5	32,0
	con %H2O		1,4	1,3	2,4	8,6	3,2
10	Reactividad	RF-nº	2064	2064a	2064b	2064c	2064d
	Vol CO/100VolCO2		111,4	64,7	102,2	172,8	64,1
			buena	media	buena	muy buena	media
11	Poder calorífico superior	MJ/kg wf	14,641	11,166	22,374	15,349	9,730
		MJ/kg waf	31,828	30,928	34,478	26,833	33,214
12	Poder calorífico inferior	MJ/kg wf	14,290	10,789	21,822	14,754	9,136
		MJ/kg waf	31,066	29,890	33,624	25,795	31,179
13	Análisis elemental						
	H	Peso% wf	1,6	1,7	2,5	2,7	2,7
		waf	3,5	4,7	3,9	4,7	9,2
	C	Peso% wf	38,4	28,6	56,6	37,1	20,9
		waf	83,5	79,3	87,2	64,9	71,4
	S-combustible	Peso% wf	0,8	0,8	1,3	6,0	1,3
		waf	1,7	2,2	2,0	10,5	4,4
	N	Peso% wf	1,1	0,8	1,2	0,4	0,6
		waf	2,4	2,2	1,8	0,7	2,0
	Cenizas	Peso% wf	54,0	63,9	35,1	42,8	70,7
	O (Diferencia)	Peso% wf	4,1	11,6	5,1	19,2	13,8
		waf	8,9				
14	Contenido en Cl	Peso% wf	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
15	Contenido de S						
	S-combustible	Peso% wf	0,80	0,76	1,34	6,01	1,33
	S-incombustible	Peso% wf	0,59	0,41	0,34	0,45	0,30
	S-total	Peso% wf	1,39	1,17	1,68	6,46	1,63
16	Comport. fusión cenizas	AS-Nº	1336	1336a	1336b	1336c	1336d
	Punto de reblandecimiento	OC	1125	1170	1175	1375	1275
	Punto de fusión	OC	1230	1330	1265	1400	1365
	Punto de fluidez	OC	1270	1375	1315	1420	1455
17	Análisis de cenizas						
	SiO2	Peso %	10,8	8,4	10,6	14,1	8,2
	Al2O3	Peso %	50,9	53,5	47,4	48,2	59,2
	CaO	Peso %	23,7	26,0	26,7	28,4	23,9
	MgO	Peso %	5,5	3,7	5,8	2,8	1,2
	Na2O	Peso %	1,8	1,6	1,7	1,1	1,4
	K2O	Peso %	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3
	TiO2	Peso %	2,9	3,2	3,2	1,6	3,3
	P2O5	Peso %	0,9	1,0	1,0	0,8	0,8
	SO3	Peso %	0,3	0,5	0,4	0,1	0,5
		Peso %	2,7	1,6	2,4	2,6	1,9
18	Viscosidad cenizas	Nº visc.	252	253	254	255	256
	T100d Pas(Poise)	OC	1525	1560	1520	1505	1655
	T250d Pas(Poise)	OC	1435	1495	1430	1465	1570
	T500d Pas(Poise)	OC	1385	1440	1380	1445	1525
19	Contenido en CO2	Peso% wf	4,19	2,91	1,85	0,34	0,65

wf = seco

waf =

seco y sin cenizas

	Muestra Análisis	a	b	c	d	e	f
		Unidad	LIGNITO 6 LIGNITOS PUENTE				
1	Granulometría mayor de 16 mm 8 mm 4 mm 2 mm 1 mm 0,5 mm menor de 0,5 mm	Peso %	0,0 34,1 25,9 15,0 9,4 5,6 10,0				
2	Peso a granel	g/l wf	601				
3	Peso compactado	g/l wf	668				
4	Densidad	g/l wf	1539				
5	Humedad ambiente	Peso %	0,0				
	" higroscópica	Peso %	37,0				
	Humedad total	Peso %	37,0				
6	Contenido cenizas	Peso % wf	14,2				
7	Coque en crisol	Peso % wf	55,2				
		Peso % waf	47,8				
8	Componentes volátiles	Peso % wf	44,8				
		Peso % waf	52,2				
9	Molturabilidad	Hardgrove con %H ₂ O	65,0 4,4				
10	Reactividad	RF-nº Vol CO/ 100VolCO ₂	2064e 195,6 muy buena				
11	Poder calorífico superior	MJ/kg wf MJ/kg waf	23,053 26,871				
12	Poder calorífico inferior	MJ/kg wf MJ/kg waf	22,211 25,887				
13	Análisis elemental						
	H	Peso% wf waf	3,8 4,4				
	C	Peso% wf waf	58,8 68,5				
	S-combustible	Peso% wf waf	3,0 3,5				
	N	Peso% wf waf	1,0 1,2				
	Cenizas	Peso% wf	14,2				
	O (Diferencia)	Peso% wf waf	19,2 22,4				
14	Contenido en Cl	Peso% wf	0,03				
15	Contenido de S						
	S-combustible	Peso% wf	2,97				
	S-incombustible	Peso% wf	2,14				
	S-total	Peso% wf	5,11				
16	Comport. fusión cenizas	AS-Nº	1336e				
	Punto de reblandecimiento	°C	1255				
	Punto de fusión	°C	1280				
	Punto de fluidez	°C	1310				
17	Análisis de cenizas						
	Fe ₂ O ₃	Peso %	24,2				
	SiO ₂	Peso %	2,6				
	Al ₂ O ₃	Peso %	3,9				
	CaO	Peso %	23,3				
	MgO	Peso %	6,6				
	Na ₂ O	Peso %	0,3				
	K ₂ O	Peso %	0,1				
	TiO ₂	Peso %	0,1				
	P ₂ O ₅	Peso %	<0,1				
	SO ₃	Peso %	37,3				
18	Viscosidad cenizas	Nº visc.	No pudo ser medida a causa de la agresividad de las cenizas del crisol				
	T100d Pas(Poise)	°C					
	T250d Pas(Poise)	°C					
	T500d Pas(Poise)	°C					
19	Contenido en CO ₂	Peso% wf	0,45				

wf = seco

$$w_{\text{af}} =$$

seco y sin cenizas

Bezeichnung der Probe: Adaro, Probe 1
sample:

Journal-Nr.: 14 249

R. F.-Nr.: 2064

Im Labor entgast: 20 - 800°C
coked in laboratory:Mittelwert: 111,4 Vol. CO
average value: 100 Vol. CO₂schränkung
Zusammensetzung
wie benutzt, nach
Dritten zugänglich
gemacht werden

1. 78

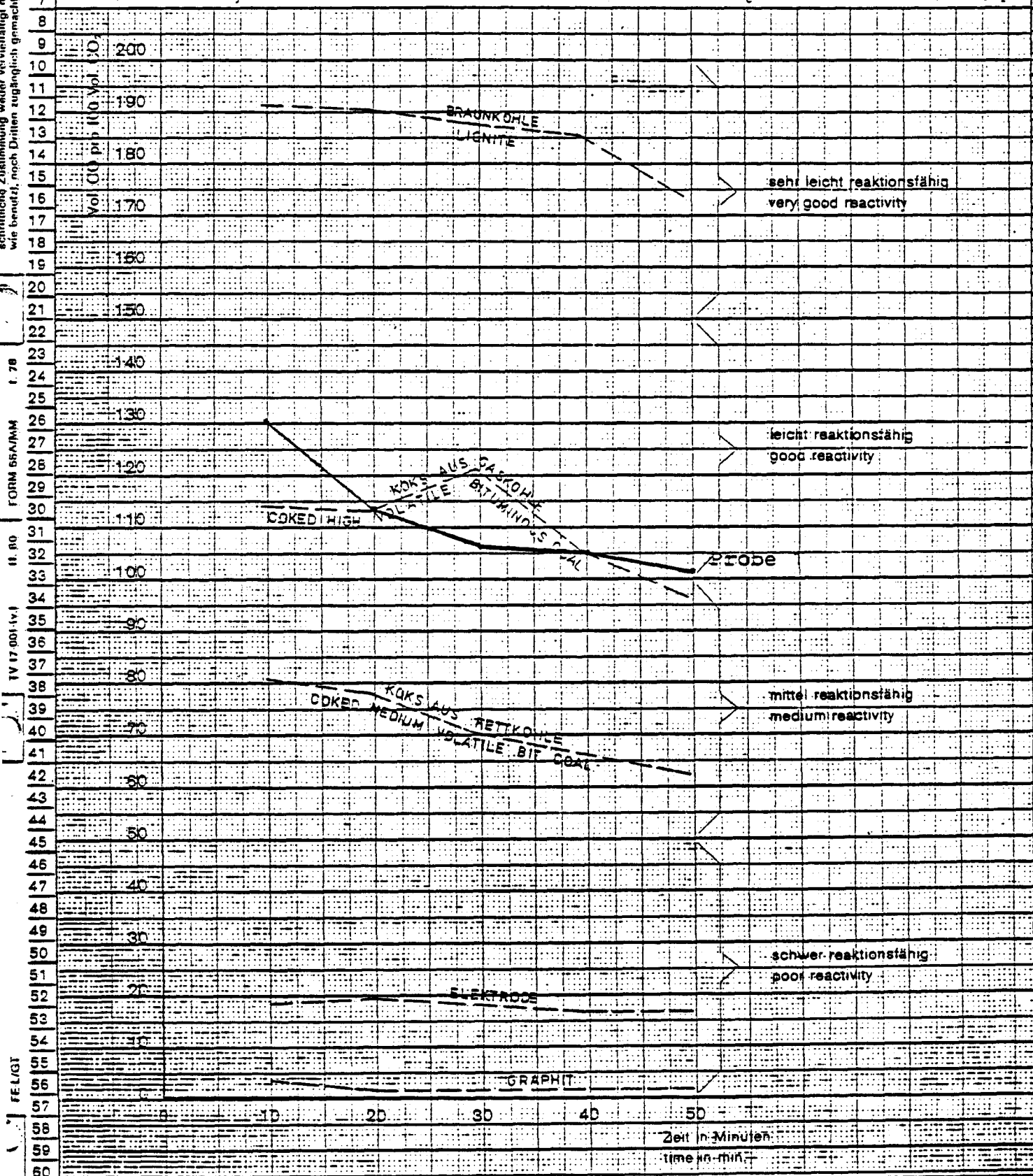
FORM 55A/MM

II. 80

TV 17 901 (v.)

FE/LGT

1



NAME	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ALTER STAND	NEUER STAND
Müller								
DATUM	FE-L	11.8.82						

Bezeichnung der Probe: Adaro, Probe 2
sample:

Journal-Nr.: 14 249

R. F.-Nr.: 2064a

Im Labor entgast: 20 - 800°C
coked in laboratory:Mittelwert: 64,7 Vol. CO
average value: 100 Vol. CO₂soweit eine Zählung wieder vorzunehmen ist, so ist
wie benutzt, noch Dittlen zugänglich gemacht werden

1.78

FORM 55A/MM

II. R0

TV 17.001 (v.)

FE LAGE

FE LAGE

FE LAGE

FE LAGE

FE LAGE

FE LAGE

ABT. BEARB. GEPRÜFT ABT. BEARB. GEPRÜFT ALTER STAND NEUER STAND

NAME

DATUM

FE-L

Sch

Krupp-Koppers GmbH, D-4300 Essen 1

Bezeichnung der Probe: Adaro, Probe 3
sample:

Journal-Nr.: 14 249

R. F.-Nr.: 2064b

Im Labor entgast: 20 - 800°C
coked in laboratory:Mittelwert: 102,2 Vol. CO
average value: 100 Vol. CO₂schrittliche Zustimmung weder vervielfältigt noch sonst
wie benutzt, noch Dritten zugänglich gemacht werden.

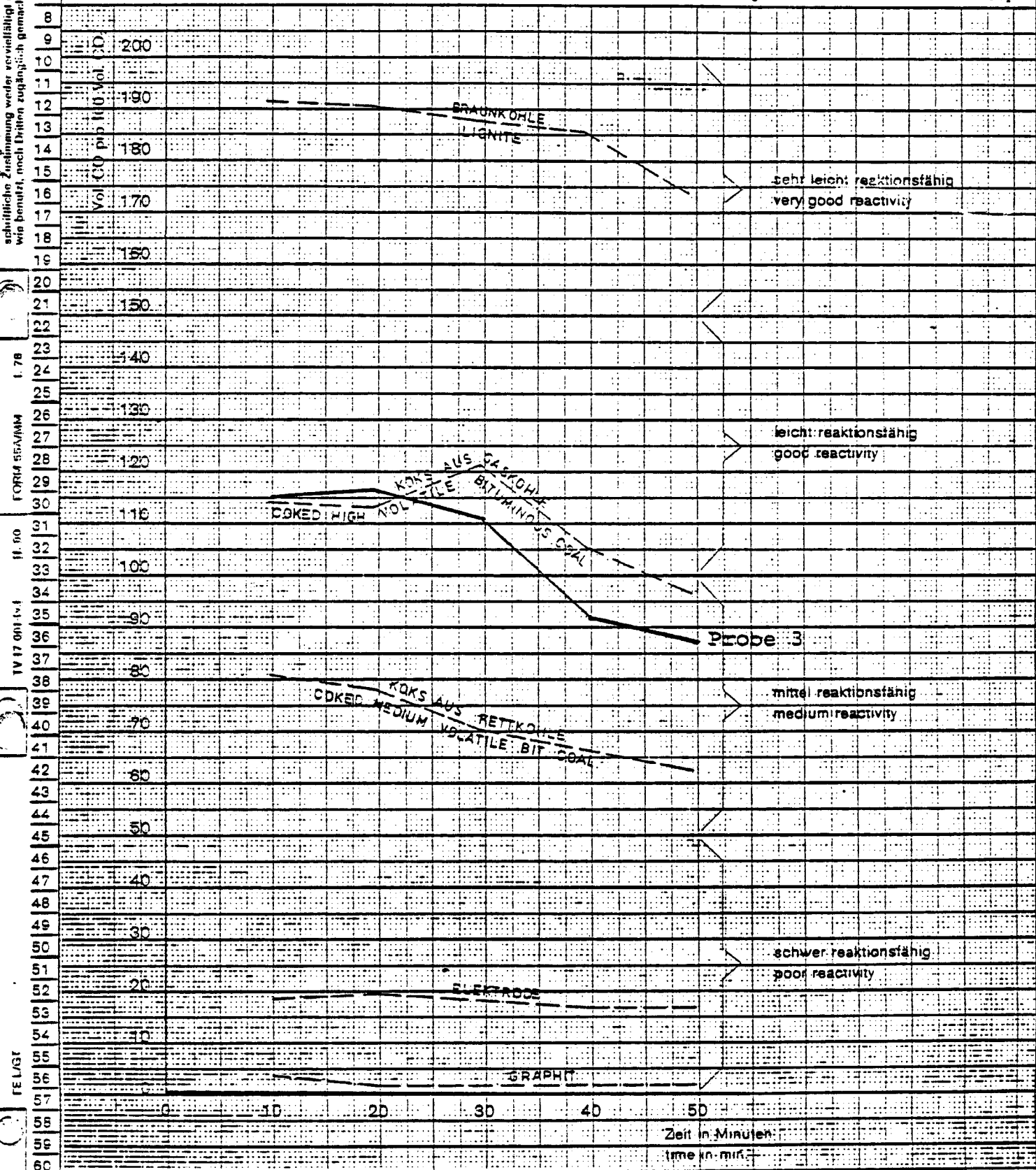
I. 78

FORM 55A/MM

TV 17 Gnt Iv 1

FE/LGT

C



NAME	FE-L	Müller	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ALTER STAND	NEUER STAND
DATUM		11.8.82					

Bezeichnung der Probe: Adaro, Probe 4
sample:

Journal-Nr.: 14 249

R. F.-Nr.: 2064c

Im Labor entgast: 20 - 800°C
coked in laboratory:

Mittelwert: 172,8 Vol. CO
average value: 100 Vol. CO₂

musteintragung. Sie darf ohne unsere vorherige schriftliche Zustimmung weder vervielfältigt noch sonst wie benutzt, noch Dritten zugänglich gemacht werden.



I. 78

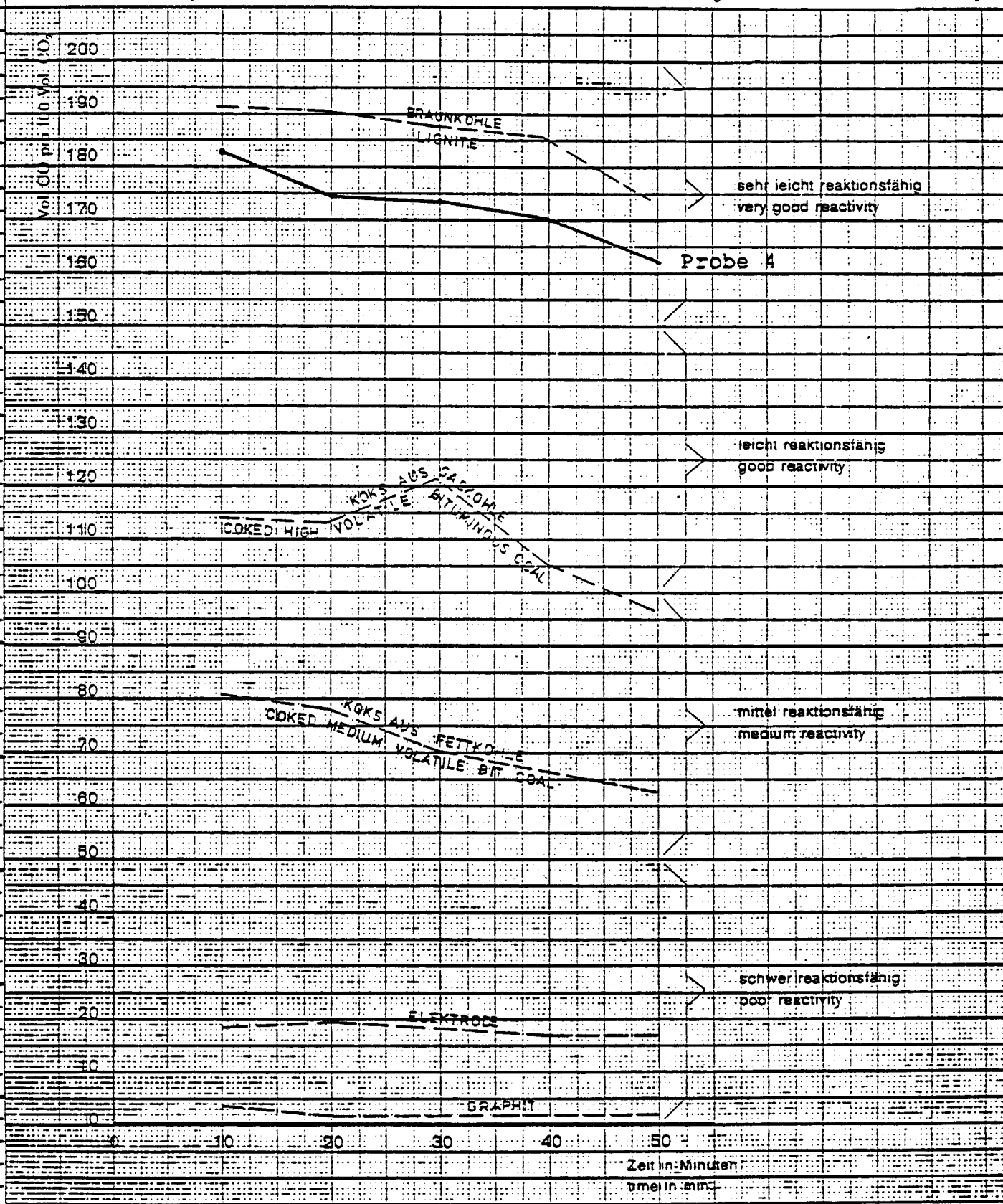
FORM 66A/66A

II. 80

TV 17.001 (v.)



FE LOST



NAME	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ALTER STAND	NEUER STAND
DATUM	FE-L	11.8.82			

KRUPP-KOPPERS

ASCHIE-SCHMELZVERHALTEN NACH
FUSIBILITY OF ASH ACCORDING TO
DIN 51730

PROJ.-NR. II 2 4915

BLATT VON

PROJEKT Spanien

IDENT-NR.

Bezeichnung der Probe:
sample:

Adaro, Probe 5

Analyse:
composition:

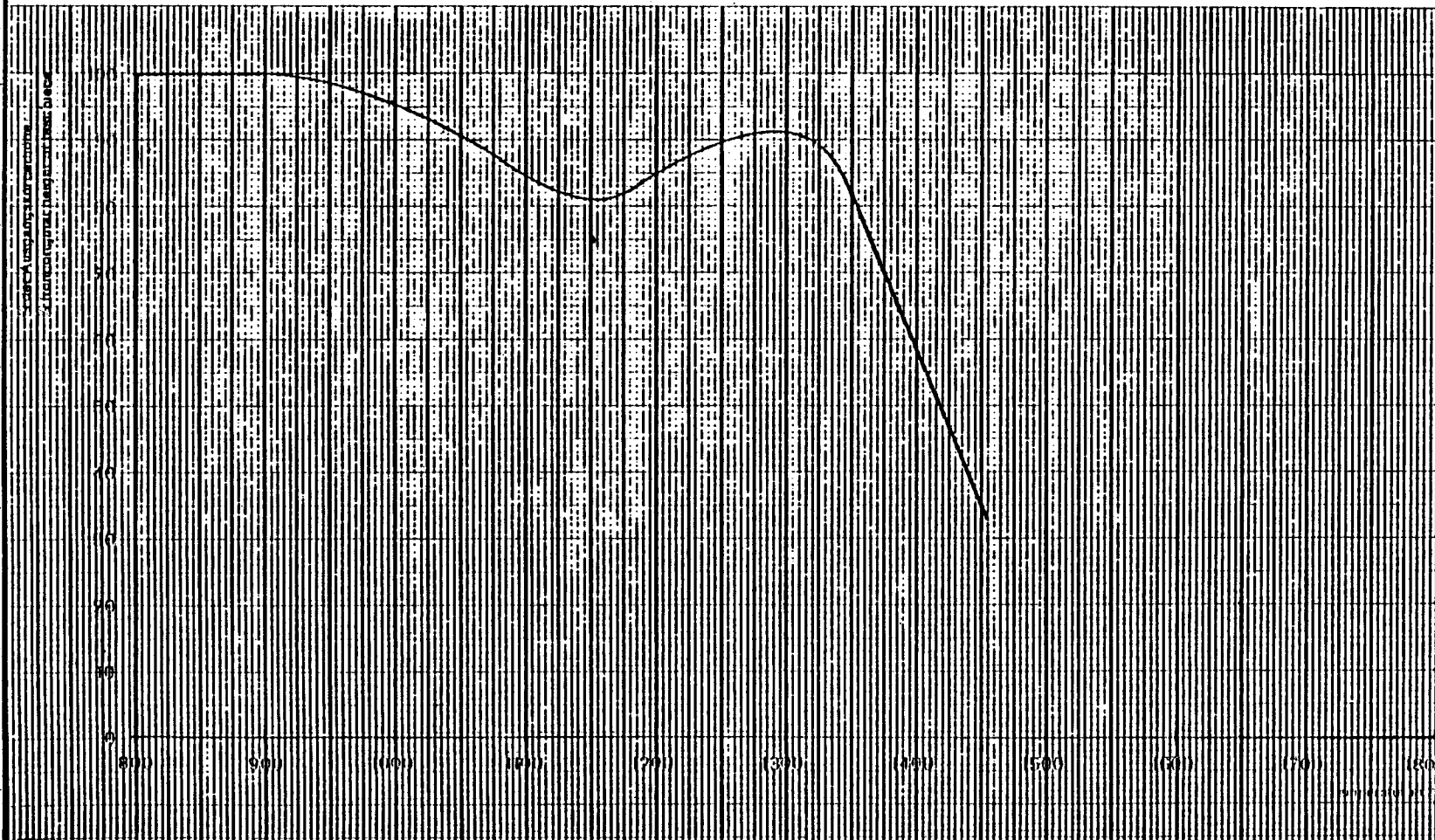
FeO:		%
Fe ₂ O ₃ :	8,2	%
SiO ₂ :	59,2	%
Al ₂ O ₃ :	23,9	%
CaO:	1,2	%
MgO:	1,4	%
Na ₂ O:	0,3	%
K ₂ O:	3,3	%
TiO ₂ :	0,8	%
P ₂ O ₅ :	0,5	%
SO ₃ :	1,0	%

Erweichungspunkt:		°C
deformation point:	1275	
Schmelzpunkt:		°C
hemisphere point:	1365	
Fließpunkt:		°C
flow point:	1455	
gemessen in:	CO-, CO ₂ -	
measured in:	Atmosphäre	

DIAGRAM 11

Journal-Nr.: 14 249

A. S.-Nr.: 1336d



	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ALTER STAND	NEUER STAND
38								
39	NAME	FE-L	Borowski					
40	DATUM		11.08.02					

Bezeichnung der Probe: Adaro, Probe 5
sample:

Journal-Nr.: 14 249

R. F.-Nr.: 2064d

Im Labor entgast:
coked in laboratory: 20 - 800°CMittelwert: average value: 64,1
Vol. CO
100 Vol. CO₂andienung. Sie darf ohne unsere vorherige
schriftliche Zustimmung weder vervielfältigt noch sonst-
wie benutzt, noch Dritten zugänglich gemacht werden.

I. 78

FORM 55A/WM

II. 80

TV 17-901 (v.)

FE/LGT

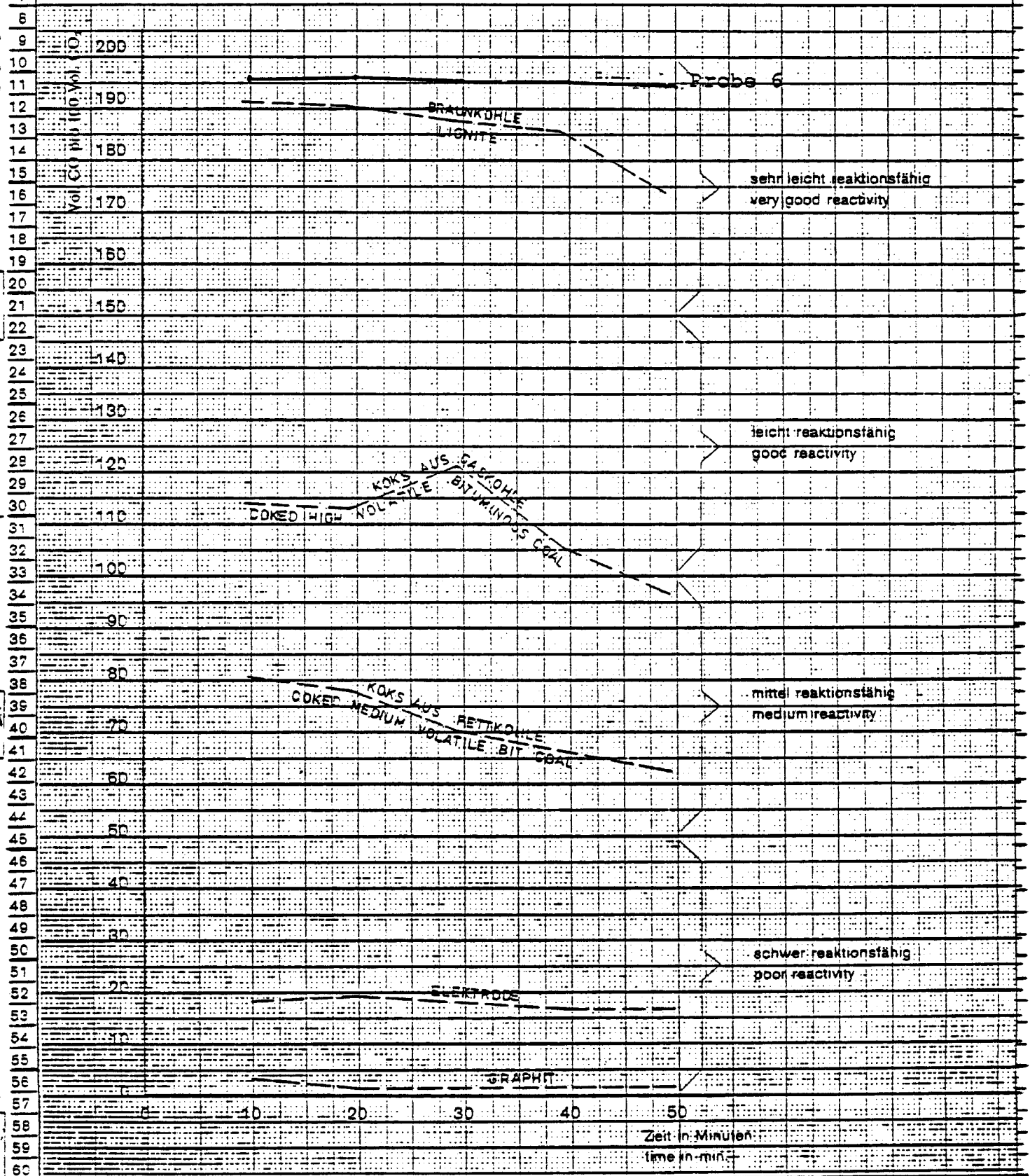
NAME	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ALTER STAND	NEUER STAND
FE-L	Müller							
DATUM	11.8.82							

Sch

Krupp-Koppers GmbH, D-4300 Essen 1

R. F.-Nr.: 2064e

Mittelwert: 195,6 $\frac{\text{Vol. CO}}{100 \text{ Vol. CO}_2}$
average value:



Krupp-Koppers GmbH, D-4300 Essen 1

KRUPP-KOPPERS

ASCHE-SCHMELZVERHALTEN NACH

FUSIBILITY OF ASH ACCORDING TO

DIN 51730

PROJ.-NR. II24915

BLATT VON

PROJEKT Spanien

IDENT-NR.

Bezeichnung der Probe:

sample:

Adaro, Probe 1

Analyse:

composition:

FeO:		%
Fe ₂ O ₃ :	10,8	%
SiO ₂ :	50,9	%
Al ₂ O ₃ :	23,7	%
CaO:	5,5	%
MgO:	1,8	%
Na ₂ O:	0,3	%
K ₂ O:	2,9	%
TiO ₂ :	0,9	%
P ₂ O ₅ :	0,3	%
SO ₃ :	2,7	%

Erweichungspunkt: 1125 °C

deformation point:

Schmelzpunkt: 1230 °C

hemisphere point:

Fließpunkt: 1270 °C

flow point:

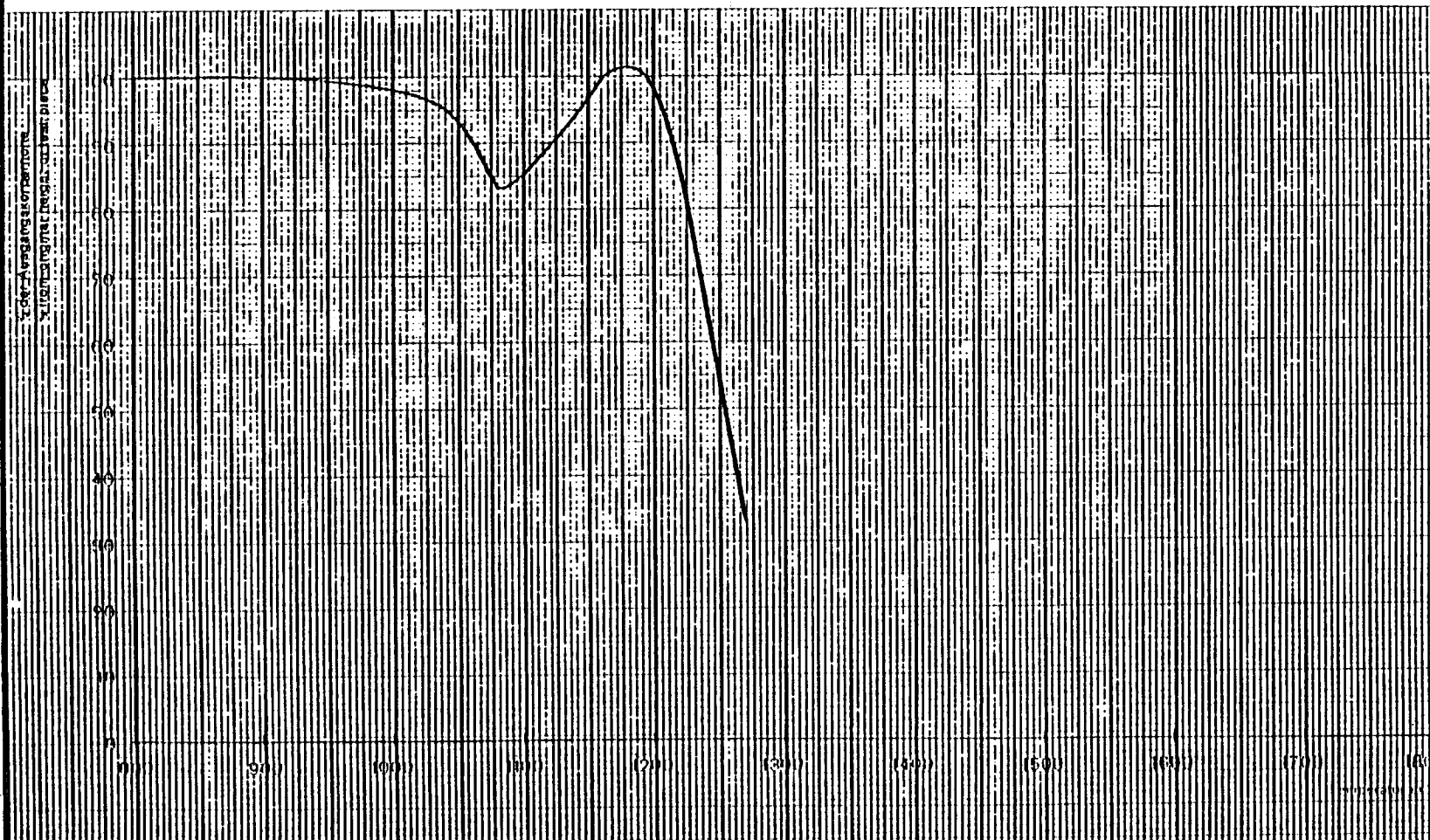
gemessen in: CO-, CO₂-

measured in: Atmosphäre

Journal-Nr.: 14 249

A. S.-Nr.: 1336

DIAGRAMA 7



ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ALTER STAND	NEUER STAND
NAME	FE-L	Borowski					
DATUM		11.08.82					

KRUPP-KOPPERS

ASCHE-SCHMELZVERHALTEN NACH
FUSIBILITY OF ASH ACCORDING TO
DIN 51730

PROJ.-NR. H 2 4915

BLATT VON

PROJEKT Spanien

IDENT NR.

Bezeichnung der Probe:
sample:

Adaro, Probe 2

Analyse:

composition:

FeO:		%
Fe ₂ O ₃ :	8,4	%
SiO ₂ :	53,5	%
Al ₂ O ₃ :	26,0	%
CaO:	3,7	%
MgO:	1,6	%
Na ₂ O:	0,4	%
K ₂ O:	3,2	%
TiO ₂ :	1,0	%
P ₂ O ₅ :	0,5	%
SO ₃ :	1,6	%

Erweichungspunkt: 1170 °C

deformation point:

Schmelzpunkt: 1330 °C

hemisphere point:

Fließpunkt: 1370 °C

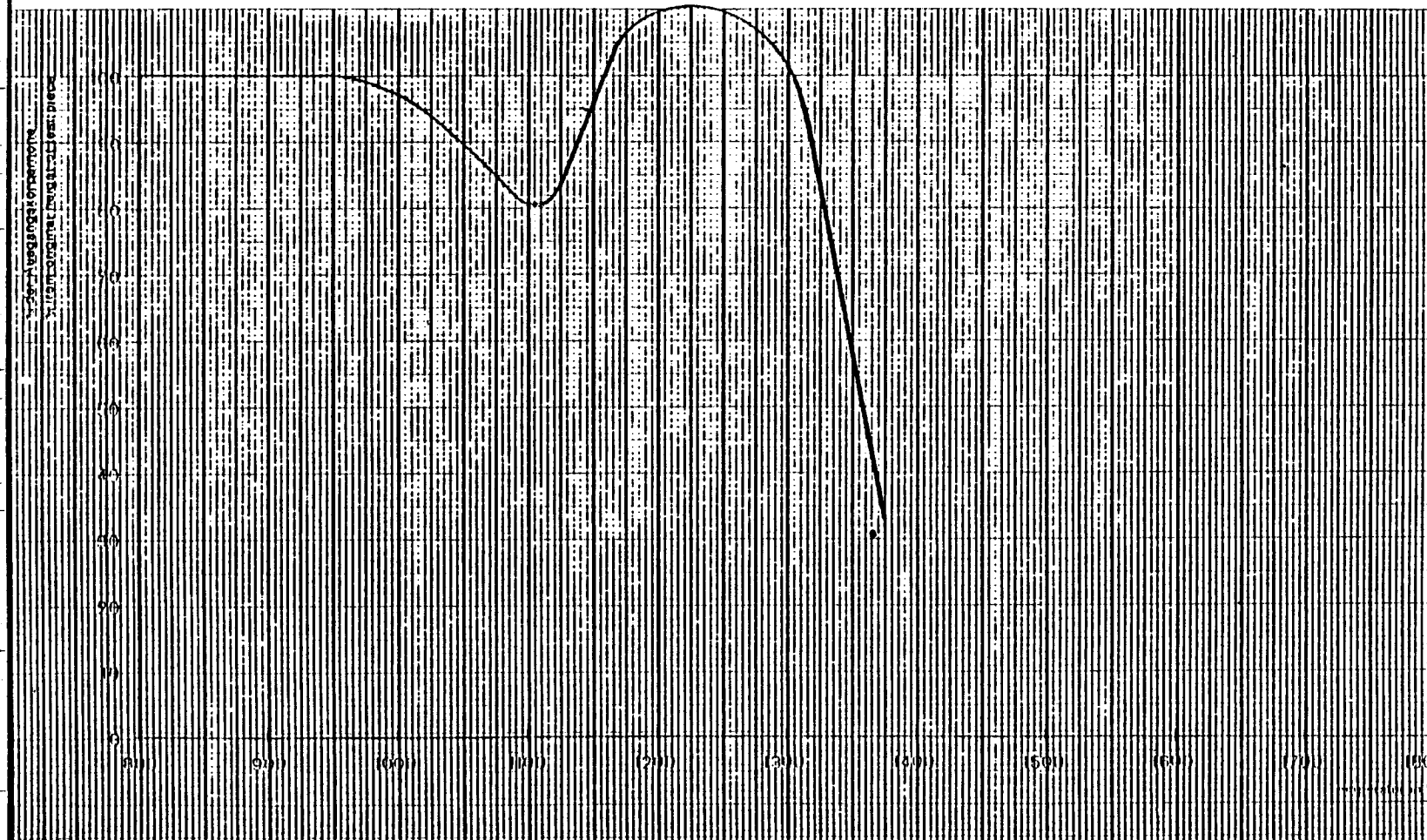
flow point:

gemessen in: CO-, CO₂-
measured in: Atmosphäre

DIAGRAM 8

Journal-Nr.: 14 249

A. S.-Nr.: 1336a



	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ALTER STAND	NEUER STAND
NAME	FE-L	Borowski						
DATUM		11.08.82						

KRUPP-KOPPERS

ASCHE-SCHMELZVERHALTEN NACH

FUSIBILITY OF ASH ACCORDING TO
DIN 51730

PROJ.-NR. II24915

BLATT VON

PROJEKT Spanien

IDENT-NR.

Bezeichnung der Probe:
sample:

Adaro, Probe 3

Analyse:

composition:

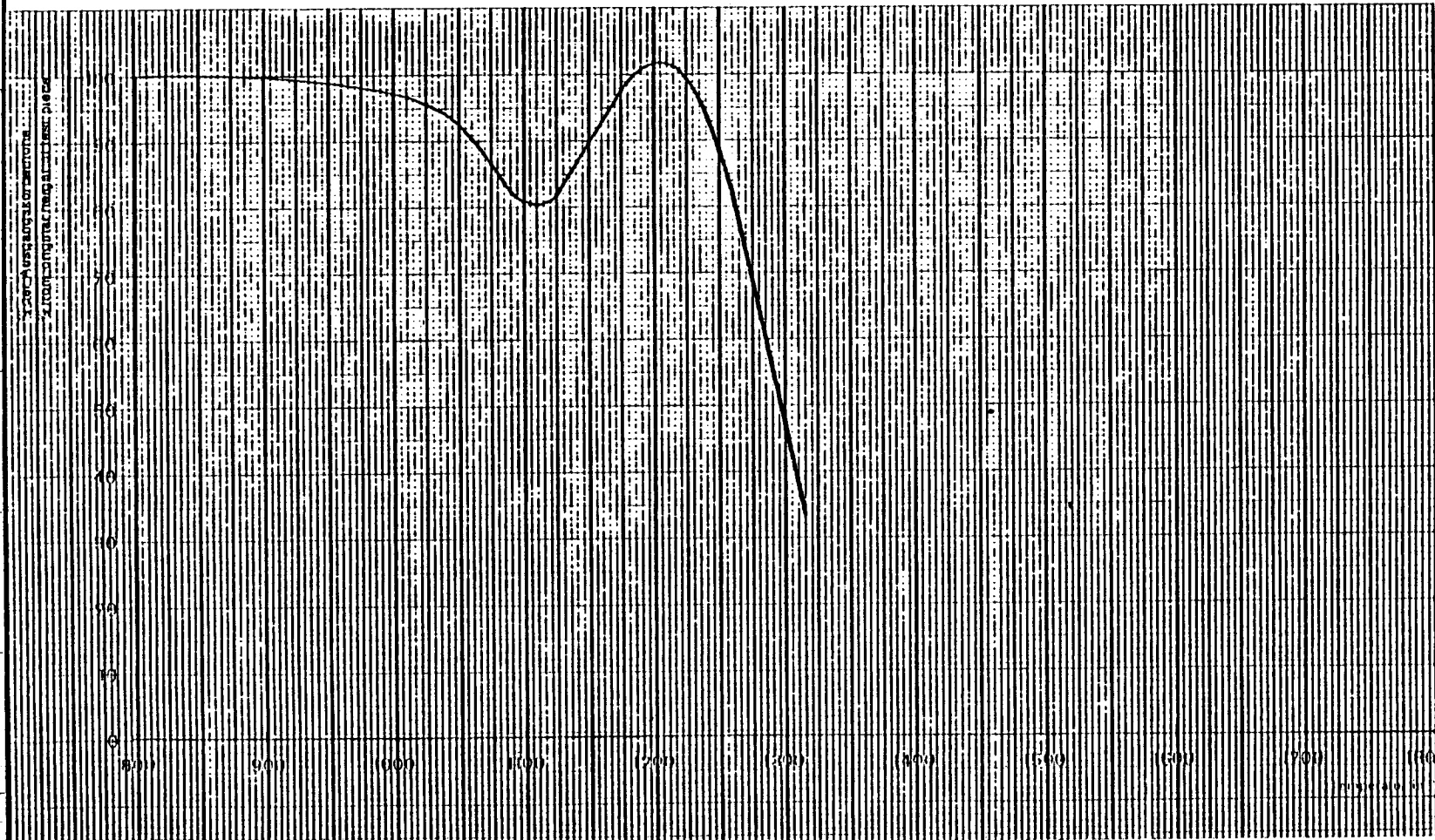
FeO:		%
Fe ₂ O ₃ :	10,6	%
SiO ₂ :	47,4	%
Al ₂ O ₃ :	26,7	%
CaO:	5,8	%
MgO:	1,7	%
Na ₂ O:	0,3	%
K ₂ O:	3,2	%
TiO ₂ :	1,0	%
P ₂ O ₅ :	0,4	%
SO ₃ :	2,4	%

Erweichungspunkt: 1175 °C
deformation point:
Schmelzpunkt: 1265 °C
hemisphere point:
Fließpunkt: 1315 °C
flow point:
gemessen in: CO-, CO₂-
measured in: Atmosphäre

Journal-Nr.: 14 249

A. S.-Nr.: 1336b

DIAGRAMA 9



	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ALTER STAND	NEUER STAND
38								
39	NAME	FE-L	Borowski					
40	DATUM		11.08.82					

KRUPP-KOPPERS

ASCHE-SCHMELZVERHALTEN NACH

FUSIBILITY OF ASH ACCORDING TO
DIN 51730

PROJ.-NR. II 2 4915

BLATT VON

PROJEKT Spanien

IDENT-NR.

Bezeichnung der Probe:
sample:

Adaro, Probe 4

Analyse:
composition:

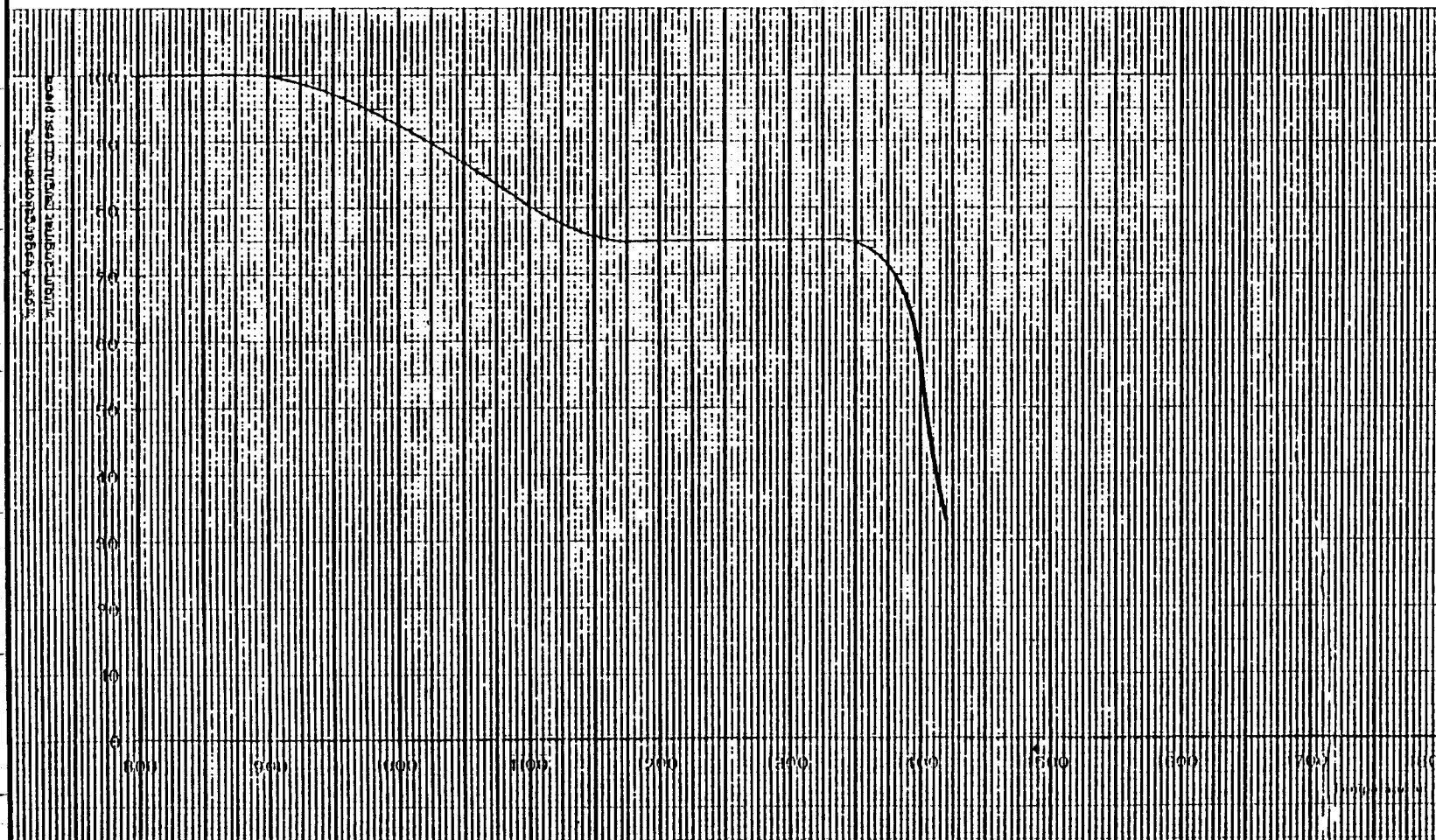
FeO:		%
Fe ₂ O ₃ :	14,1	%
SiO ₂ :	48,2	%
Al ₂ O ₃ :	28,4	%
CaO:	2,8	%
MgO:	1,1	%
Na ₂ O:	0,2	%
K ₂ O:	1,6	%
TiO ₂ :	0,8	%
P ₂ O ₅ :	0,1	%
SO ₃ :	2,6	%

Erweichungspunkt: 1375 °C
deformation point:
Schmelzpunkt: 1400 °C
hemisphere point:
Fließpunkt: 1420 °C
flow point:
gemessen in: CO-, CO₂-
measured in: Atmosphäre

Journal-Nr.: 14 249

A. S.-Nr.: 1336c

DIAGRAM 10



	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ALTER STAND	NEUER STAND
NAME	FE-I	Borowski						
DATUM		11.08.82						

KRUPP-KOPPERS

ASCHE-SCHMELZVERHALTEN NACH
FUSIBILITY OF ASH ACCORDING TO
DIN 51730

PROJ.-NR. II 2 4915

BLATT VON

PROJEKT Spanien

IDENT-NR.

Bezeichnung der Probe:
sample:

Adaro, Probe 6

Analyse:

composition:

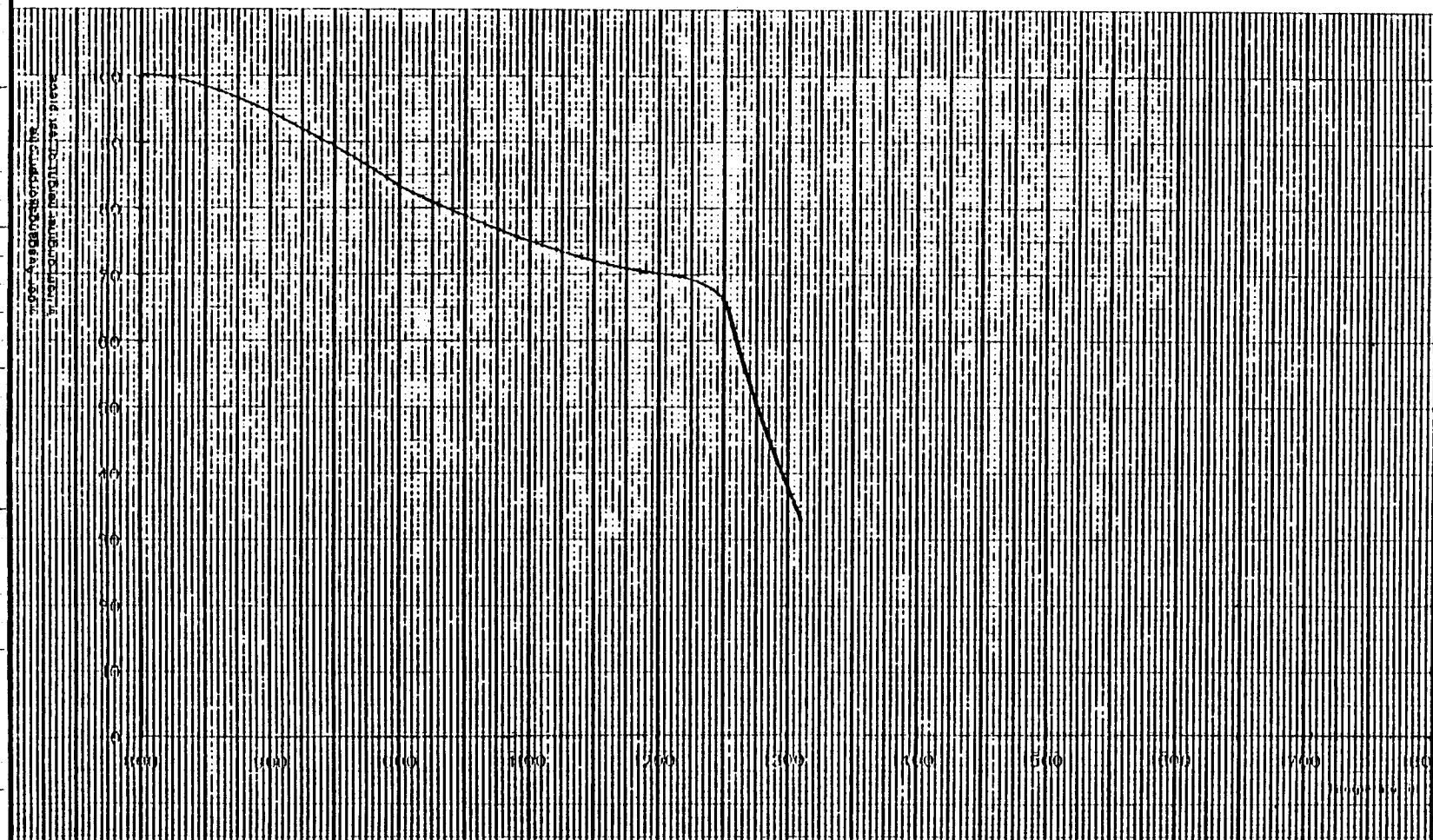
FeO:		%
Fe ₂ O ₃ :	24,2	%
SiO ₂ :	2,6	%
Al ₂ O ₃ :	3,9	%
CaO:	23,3	%
MgO:	6,6	%
Na ₂ O:	0,3	%
K ₂ O:	0,1	%
TiO ₂ :	0,1	%
P ₂ O ₅ :	0,1	%
SO ₃ :	37,7	%

Erweichungspunkt: 1255 °C
deformation point:
Schmelzpunkt: 1280 °C
hemisphere point:
Fließpunkt: 1310 °C
flow point:
gemessen in: CO-, CO₂-
measured in: Atmosphäre

DIAGRAMA 12

Journal-Nr.: 14 249

A. S.-Nr.: 1336e



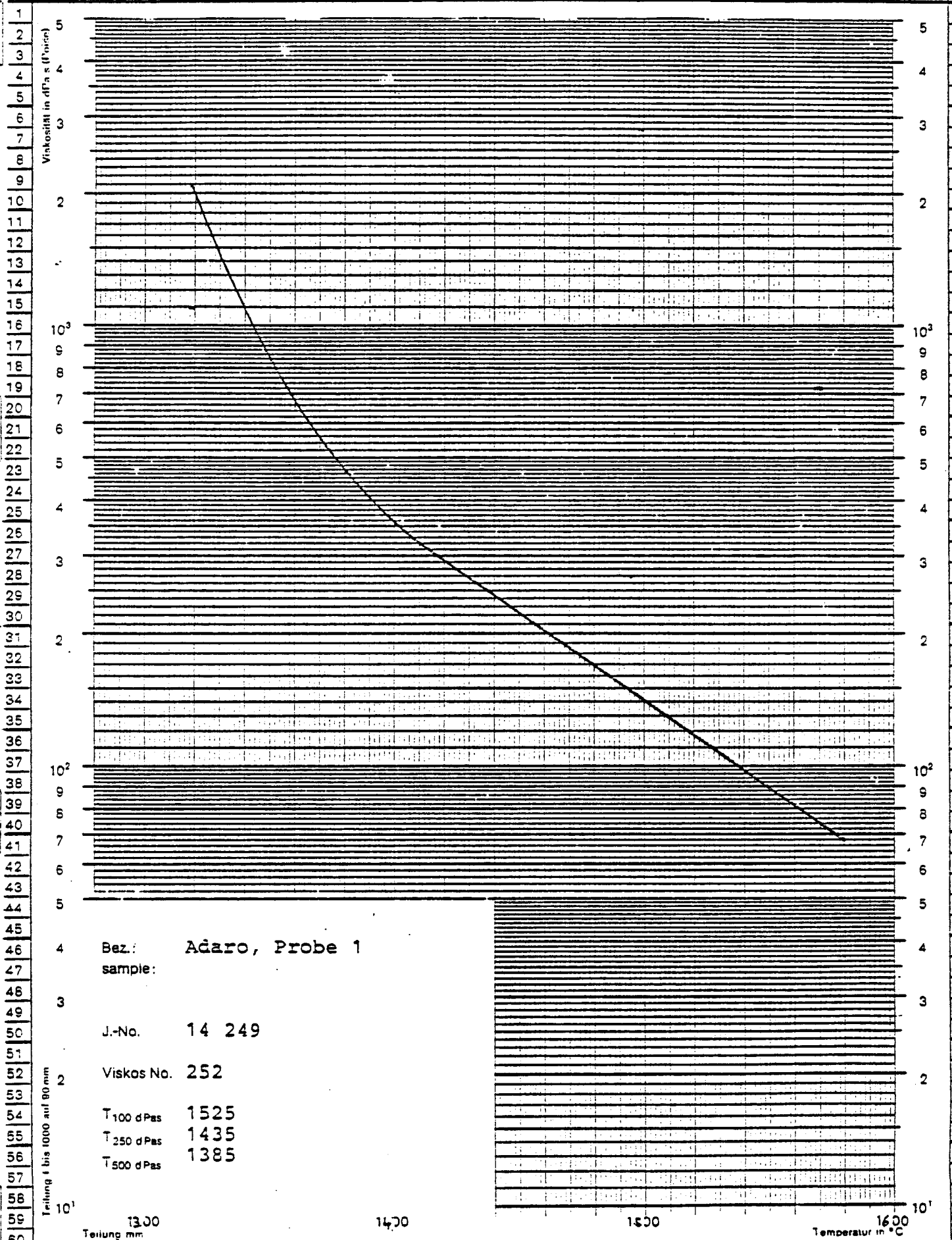
	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ALTER STAND	NEUER STAND
NAME	FE-L	Dorowski						
DATUM		11.08.82						

ausser Acht gelassen für die eine andere Vorgehensweise
schrittliche Zustimmung weder vorzuzufügen noch sonst
wie benutzt, noch Dritten zugänglich gemacht werden.

FORM 55A/L I
1.78

TV 17-012-1v1
9.81

FE-L/OT



Bez.: Adaro, Probe 1
sample:

J.-No. 14 249

Viskos No. 252

T_{100 dPas} 1525

T_{250 dPas} 1435

T_{500 dPas} 1385

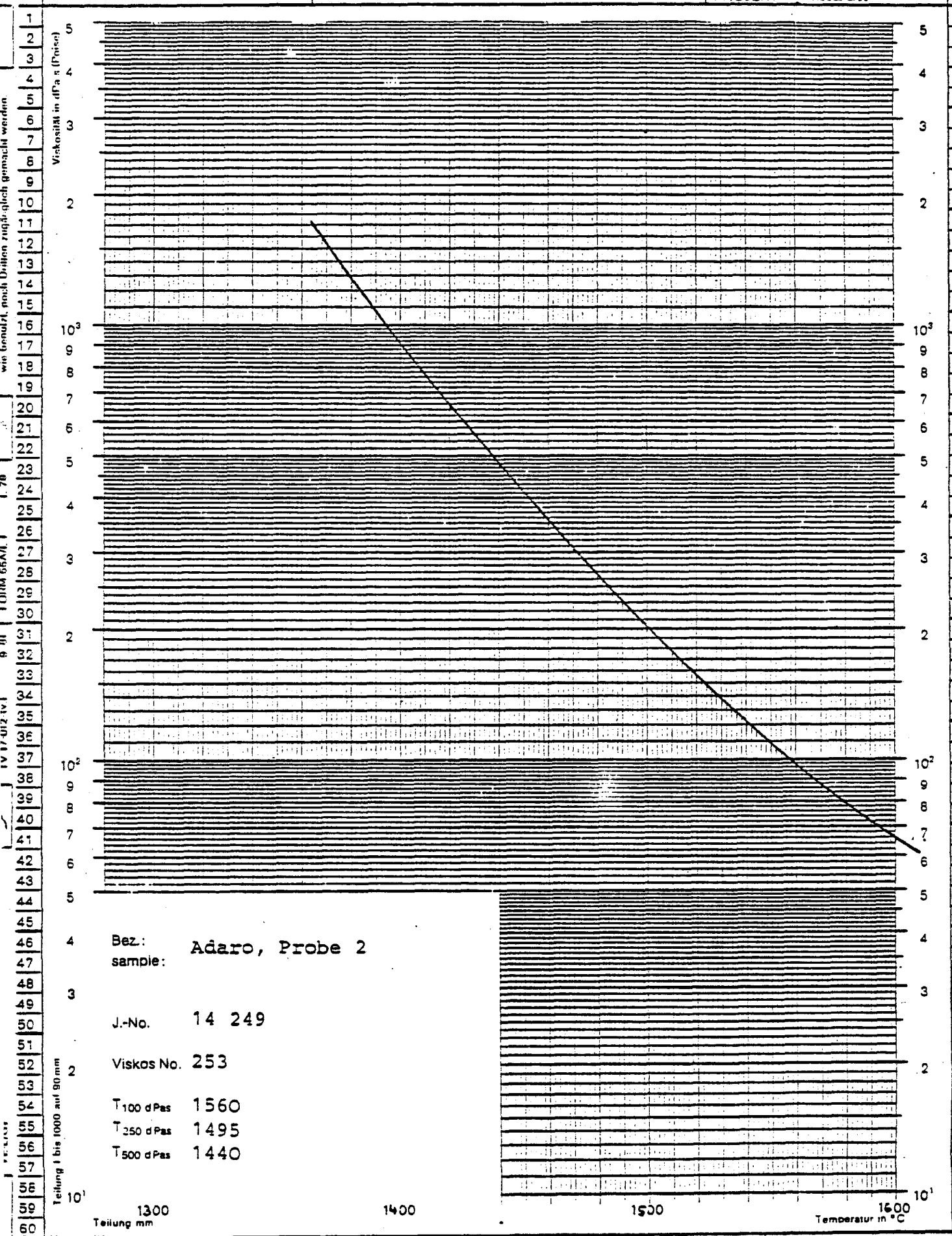
Teilung mm 1300

1400

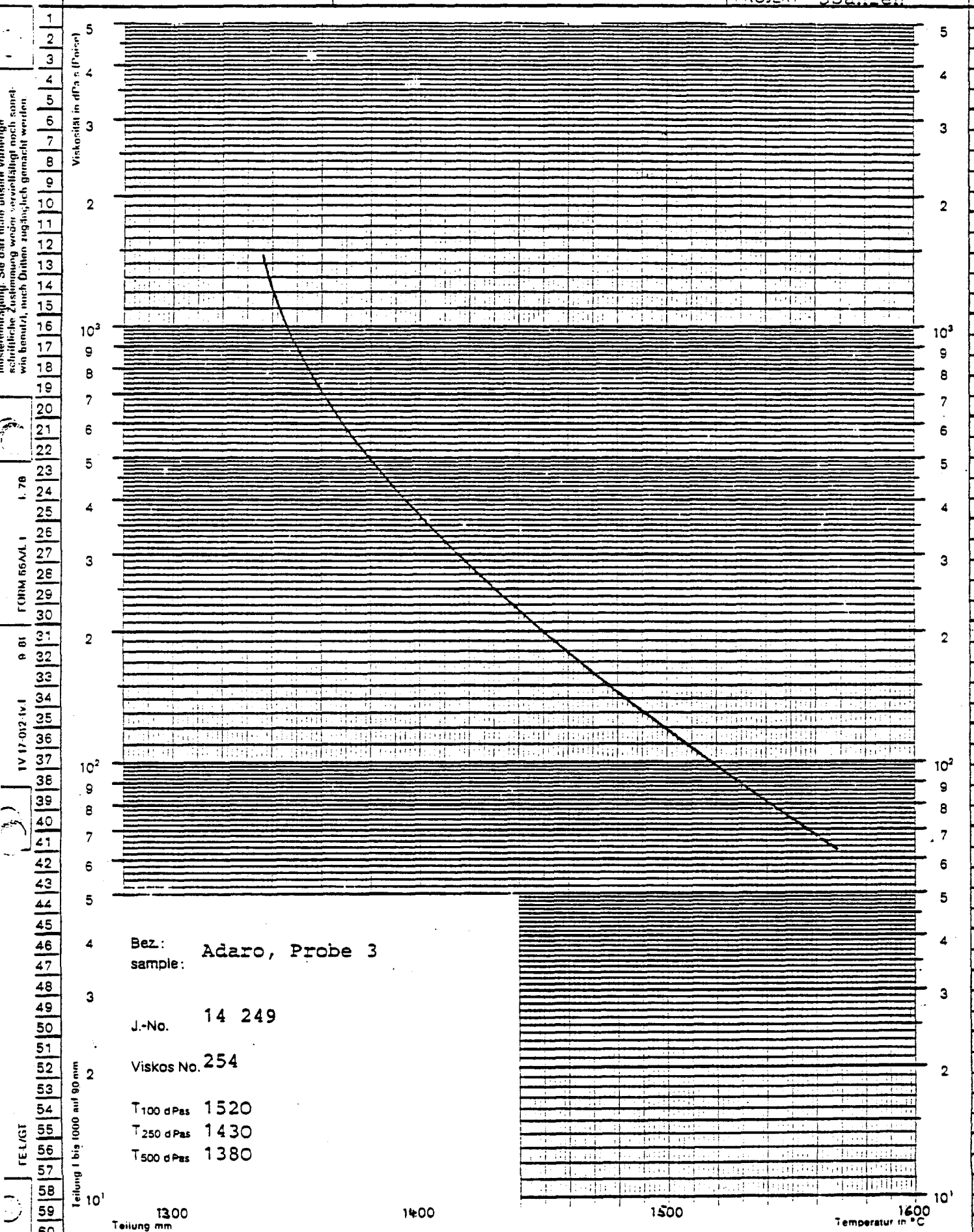
1500

1600 Temperatur in °C

NAME	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ALTER STAND	NEUER STAND
FE-L Brake								
DATUM	12	8	92					



	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ALTER STAND	NEUER STAND
NAME	FE-L	Bräke						
DATUM		13.8.82						



	ABT.	BEARS.	GEPRÜFT	ABT.	BEARS.	GEPRÜFT	ALTER STAND	NEUER STAND
NAME	FE-L	Brake						
DATUM		13.8.82						

mit Sicherheit. Sie darf ohne unsere vorherige
schriftliche Zustimmung weder vervielfältigt noch sonst
wie benutzt, noch Dritten zugänglich gemacht werden.



1.78

FORM 55/JUL 1

0.81

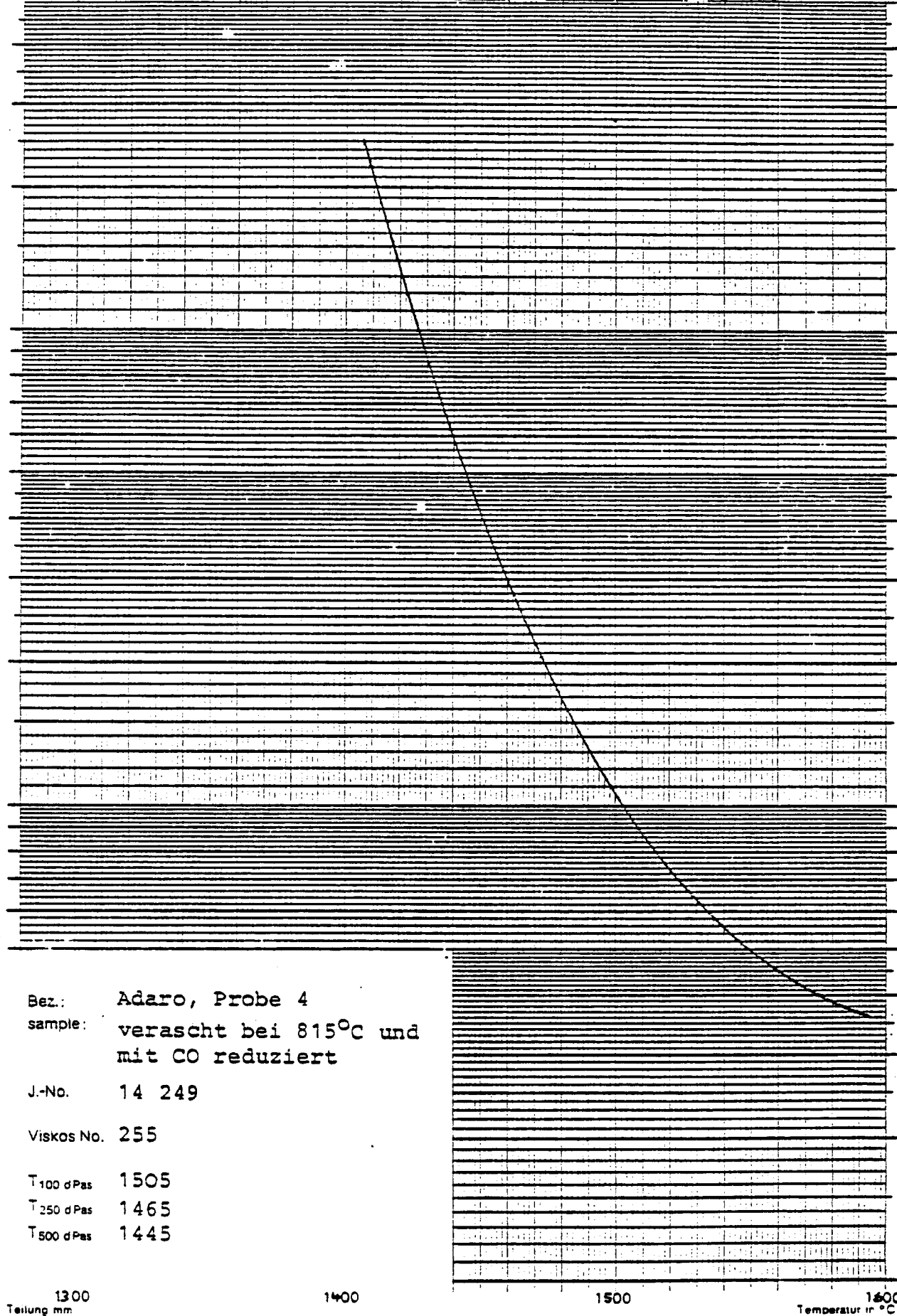
TV 17-612-1v-1



FE-LGT

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

Teilung 1 bis 1000 auf 90 mm



Bez.: Adaro, Probe 4
sample: verascht bei 815°C und
mit CO reduziert
J-No. 14 249
Viskos No. 255
T_{100 dPas} 1505
T_{250 dPas} 1465
T_{500 dPas} 1445

1300 1400 1500 1600
Teilung mm Temperatur in °C

	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ABT.	BEARB.	GEPRÜFT	ALTER STAND	NEUER STAND
NAME	FE-L	Brake						
DATUM		13.8.82						

nutzenentragung Sie darf ohne unsere vorherige
schriftliche Zustimmung weder vervielfältigt noch sonst
wie benutzt, noch Dritten zugänglich gemacht werden.



1:78

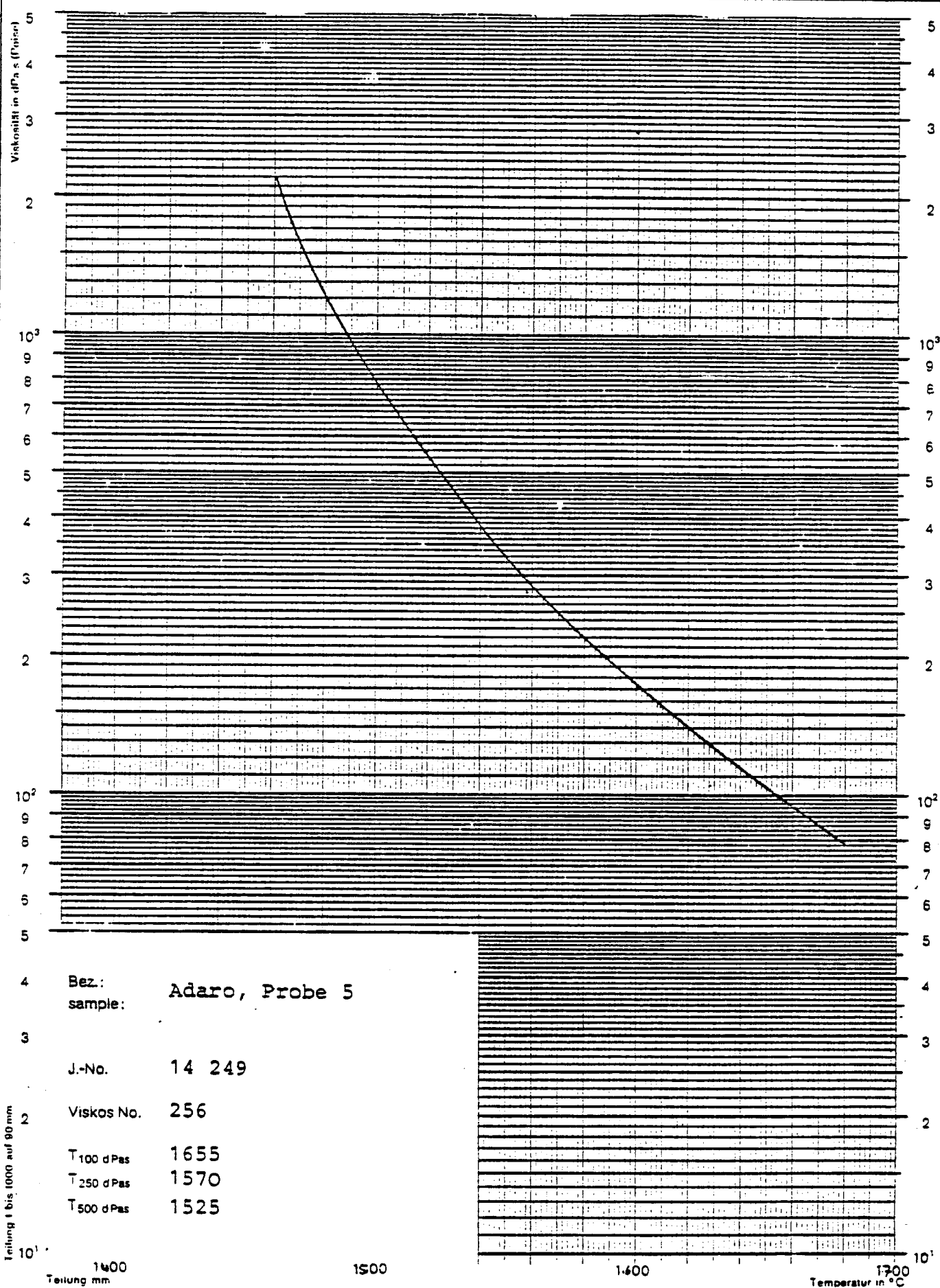
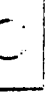
FORM 65A/L I

9 Bl

IV 17-012-IV 1



FE-L/G3



	AST.	BEARB.	GEPRÜFT	AST.	BEARB.	GEPRÜFT	ALTER STAND	NEUER STAND
NAME	FE-L	Blake						
DATUM		13.8.82						

RESUMEN DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

1 - HULLA - HULLERA VASCO LEONESA

- Contenido de cenizas muy alto, 54% (debería estudiarse económicamente su reducción)
- Capacidad de reacción buena - 111,4 Vol CO / 100 Vol CO₂
- Composición de cenizas base/ácido, apta para gasificación.
- Cenizas: Punto de reblandecimiento, fusión y fluidez, dentro del campo de temperatura normal
- Viscosidad de las cenizas: Buena, temperatura normal

2 - HULLA - HULLERAS DE SABERO

- Contenido de cenizas muy alto, 63,9% (debería estudiarse su reducción)
- Capacidad de reacción media - 64,7 Vol CO / 100 Vol CO₂
- Composición de cenizas base/ácido apta, para gasificación.
- Cenizas: Punto de reblandecimiento, fusión y fluidez, dentro del campo de temperatura normal.
- Viscosidad de las cenizas: Buena, temperatura normal.

3 - HULLA - TERMICA LA ROBLA

- Contenido de cenizas alto, 35,1% (debería estudiarse su reducción)
- Capacidad de reacción buena - 102,2 Vol CO / 100 Vol CO₂
- Composición de cenizas base/ácido, apta para gasificación.
- Cenizas: Punto de reblandecimiento, fusión y fluidez, dentro del campo de temperatura normal.

- Viscosidad de las cenizas: Buena, temperatura normal.

4 - LIGNITO - LIGNITOS DE ANDORRA

- Contenido en cenizas, 42,8% (una reducción de cenizas sería fácilmente realizable y económicamente ventajosa)
- Capacidad de reacción muy buena - 172,8 Vol CO / 100 Vol CO₂
- Contenido en azufre, alto, pero sin problemas para gasificación.
- Composición de las cenizas base/ácido, apta para gasificación.
- Cenizas: Punto de reblandecimiento, fusión y fluidez normal excepto en la temperatura de fusión un poco más elevada de la normal.
- Viscosidad de las cenizas: Buena, temperatura algo más elevada de la normal

5 - PIZARRAS - PUERTOLLANO

- No apta para gasificación, el alto contenido de estéril influiría negativamente en la rentabilidad.

6 - LIGNITO - LIGNITOS DE PUENTES

- Contenido en cenizas, 14,2%
- Capacidad de reacción muy buena - 195,6 Vol CO / 100 Vol CO₂
- Contenido en azufre, alto, pero sin problemas para gasificación.
- Composición de las cenizas base/ácido, no corriente y su influencia en la gasificación deberá estudiarse con más detalle.

- Cenizas: Punto de reblandecimiento, fusión y fluidez a temperatura más elevada de la normal.
- Viscosidad de las cenizas: Cenizas fundidas muy agresivas , sería necesario aditivos para modificar su comportamiento o mezclarlo con carbón de cenizas ácidas.

CONCLUSION: A la vista de los ensayos, nuestro criterio es que el estudio de la Planta debe hacerse en base a los carbones de HULLERA VASCO LEONESA y LIGNITOS DE ANDORRA.

ANEXO Nº 5

ACTA DE REUNION ENTRE KRUPP-KOPERS
Y ENADIMSA

A C T A

entre

— Empresa Nacional Adaro de Investigaciones
Mineras, S.A.
Serrano, 116
Madrid 6 / España

y

Krupp-Koppers GmbH
Moltkestraße 29
4300 Essen 1 / República Federal de Alemania

y

Koppers Española, S.A.
Pl. Manuel Gómez Moreno
s/n, Edificio Bronce, 6ª Pl.
Madrid 20 / España

Conforme al punto 1.1.2 del contrato del 30/01/1982 suscrito entre Enadimsa, Krupp-Koppers y Koppers Española para el estudio de las posibilidades de gasificación de carbones españoles por el procedimiento Koppers-Totzek, se redactó por ambas partes de mutuo y común acuerdo el acta siguiente:

.../2

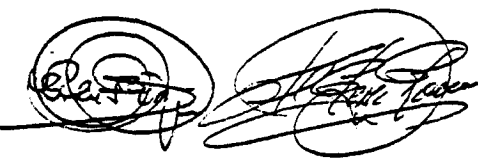
1. Los análisis de mercado llevados a cabo por Enadimsa han determinado que el mercado español de metanol está saturado por el momento así como a medio plazo, y que el aumento del consumo a esperar podría ser cubierto por la capacidad instalada existente. Por esta razón no se confeccionará un estudio previo sobre la producción de metanol en base de carbón. Por el contrario considera Enadimsa como muy interesante la producción de amoniaco en base de carbones nacionales por el procedimiento Koppers-Totzek.
2. De acuerdo con lo dicho en el apartado anterior y a la vista de las cantidades y propiedades de los carbones, previstos en el anexo 2 del contrato, se llega al siguiente acuerdo:
 - Se toman como base de los estudios previos para la confección de los mismos las muestras No. 3 (La Robla) y No. 4 (Teruel) de los análisis de carbones realizados por Krupp-Koppers (informe de laboratorio No. P 19/82) como muestras representativas respectivamente de las hullas y lignitos españoles.
 - Los 2 estudios previos serán confeccionados para plantas integrales con suministro propio de energía y capacidades de 1.000 t/día de amoníaco cada una.

Para el desarrollo de los trabajos Krupp-Koppers/Koppers Española enviarán a Enadimsa en un plazo de 2 semanas a partir de la fecha de este acta un cuestionario, que Enadimsa cumplimentará en un plazo de 3 semanas a partir de la recepción del mismo. En base de los datos recibidos Krupp-Koppers/Koppers Española confeccionarán ambos estudios previos para su entrega el 15 de mayo de 1.983.

A mediados de abril y de acuerdo por ambas partes se llevará a cabo una reunión conjunta para comentar el estado de los trabajos.

Madrid a uno de febrero de 1.983

ENADIMSA

A handwritten signature in dark ink, appearing to be a stylized name or set of initials, located below the ENADIMSA text.

KRUPP-KOPPERS GMBH

A handwritten signature in dark ink, consisting of a tall vertical stroke and a horizontal base, located below the KRUPP-KOPPERS GMBH text.

KOPPERS ESPANOLA, S.A.

A handwritten signature in dark ink, appearing to be a stylized name or set of initials, located below the KOPPERS ESPANOLA, S.A. text.

ANEXO Nº 6

CUESTIONARIOS SOBRE DATOS TECNICOS Y
ECONOMICOS DE LAS HULLAS DE LA ROBLA
Y LIGNITOS DE ANDORRA



CUESTIONARIO

Muestra Nº 3 (HULLA DE LA ROBLA)

1. Características del terreno

- ¿Cuál es la resistencia del terreno? 2 Kg/cm²
- ¿Es necesario el pilotaje para la cimentación? NO
- ¿Es el terreno rocoso? NO
- ¿Existen riesgos de movimientos sísmicos? NO

2. Condiciones climáticas

- ¿Cuáles son las temperaturas mínimas y máximas? -17,4º y +37,2ºC
- ¿Cuáles son las temperaturas medias en verano e invierno? 18,1ºC y 4,5ºC
- ¿Existen riesgos de heladas? SI
- ¿Cuál es la humedad relativa en invierno y en verano y la media anual y máxima y mínima? 76% y 55%; 67%; 100% y 18%
- ¿Cuál es la velocidad máxima del viento? 120 Km/h en Febrero 1941
- ¿Cuál es la presión atmosférica media normal? 684,51 mm.
- ¿A qué altura sobre el nivel del mar se encuentra el terreno? 913,6 m

3. Agua s

- ¿De qué tipo de agua se dispone como agua de aportación para los circuitos de agua de refrigeración y de agua de alimentación de calderas? Ver análisis adjunto.
- ¿Se dispone de análisis de las aguas? SI
- ¿De qué caudales de agua se dispone? 100 l/seg.
- ¿Cuáles son las temperaturas medias de las aguas de las que se dispone? 3ºC y 18ºC en invierno y verano

.../...

4. Precios unitarios

- ¿Cuánto cuesta la hulla? 6.105,4 Pts/t
- ¿Cuánto cuesta el lignito?
- ¿Cuánto cuesta la corriente eléctrica? 6,6 Pts/Kwh
- ¿Cuánto cuesta el agua? 20 Pts/m³

ANALISIS DE AGUAS

CaO	.....	75 p.p.m.
MgO	.....	19 "
Na ₂ O	.....	32 "
H CO ₃ ⁻	90 "
CO ₃ ⁼	0 "
Cl ⁻	14 "
SO ₄ ⁼	18,5 "
SiO ₂	.....	3,12 "
Dureza total	.....	94
Turbiedad	.....	130 (como SiO ₂)
Color	.....	30
pH	.....	7,8
Conductividad	.....	199
Sólidos totales	.....	334
Sólidos disueltos	.....	157



C U E S T I O N A R I O

MUESTRA Nº 4 (LIGNITO DE ANDORRA)

1. Características del terreno

- ¿Cuál es la resistencia del terreno? 5 Kg/cm²
- ¿Es necesario el pilotaje para la cimentación? NO
- ¿Es el terreno rocoso? NO
- ¿Existen riesgos de movimientos sísmicos? NO

2. Condiciones climáticas

- ¿Cuáles son las temperaturas mínimas y máximas? -15°C y +38°C
- ¿Cuáles son las temperaturas medias en verano e invierno? 20°C y 5°C
- ¿Existen riesgos de heladas? SI
- ¿Cuál es la humedad relativa en invierno y en verano y la media anual y máxima y mínima? 78% y 53%; 66%; 100% y 20%
- ¿Cuál es la velocidad máxima del viento? 118 Km/h
- ¿Cuál es la presión atmosférica media normal? 707 mm Hg
- ¿A qué altura sobre el nivel del mar se encuentra el terreno? 640 m

3. A g u a s

- ¿De qué tipo de agua se dispone como agua de aportación para los circuitos de agua de refrigeración y de agua de alimentación de calderas? Ver análisis adjunto.
- ¿Se dispone de análisis de las aguas? SI
- ¿De qué caudales de agua se dispone? 100 l/seg.
- ¿Cuáles son las temperaturas medias de las aguas de las que se dispone? 4°C y 22°C en invierno y verano

.../...

**4. Precios unitarios**

- ¿Cuánto cuesta la hulla?
- ¿Cuánto cuesta el lignito? 4.324 Pts/t
- ¿Cuánto cuesta la corriente eléctrica? 6,4 Pts/Kwh
- ¿Cuánto cuesta el agua? 28 Pts/m³

.-.-.-.-.-

ANALISIS DE AGUAS

SiO ₂	.....	8 mg/l
SO ₄ ⁼	272 p.p.m. (como O ₃ Ca)
Cl ⁻	23 "
CO ₃ H ⁻	160 "
Ca ⁺²	.....	326 "
Mg ⁺²	.....	114 "
Na ⁺	23 "
pH	.....	8,1
Sólidos en suspensión	...	10-25 mg/litro
Conductividad	.....	770 umho/cm

ANEXO Nº 7

CORRESPONDENCIA FINAL ENTRE ENADIMSA
Y KRUPP-KOPPERS

Madrid, 21 de junio de 1983

KRUPP KOPPERS ESEANOLA, S.A.
Plaza Manuel Gómez Moreno s/n
Edificio Bronce 6ª planta
MADRID-20

Asunto: Gasificación de carbones españoles

Muy Sres. nuestros:

Como continuación a la conversación mantenida el pasado día 20-6-83 con su Sr. Basadre, en relación con los estudios previos sobre gasificación de las hullas de La Robla y los lignitos de Andorra, deseamos confirmar nuestros deseos en el sentido de solicitar de ustedes las siguientes aclaraciones:

19.- Justificación más amplia de los consumos de hullas y lignitos indicados en sus estudios, que son como sigue:

	Hullas		Lignitos	
	t/h	t/año	t/h	t/año
Para gas	81	648.000	193	1.544.000
Para energía ..	36	288.000	84	672.000
Total	177	936.000	277	2.216.000

29.- Para los nuevos cálculos, la humedad del lignito a considerar, será del 22% en lugar del 30% que ustedes han previsto en el estudio.

39.- Justificación de los consumos de vapor en los generadores de producción de energía, que alcanzan a 20 MW para hulla y 23 MW para lignito.

49.- Aclaración más amplia sobre el consumo de agua de reposición que alcanza un total de 547,6 m³/h para hulla y 551,1 m³/h. para lignito.

59.- Hemos detectado error en el trazado de los gráficos que re--

lacionan los costos por tonelada de hullas y lignitos, y el costo de producción de la tonelada de amoniaco. Estos gráficos deberán ser rehechos en función de los nuevos cálculos que resulten según los puntos anteriores.

62.- Los diagramas de bloques de flujo, según planos H2/4915/ /Z11/001/001 y /002 deberán ser balanceados, al menos en sus líneas de flujo principal.

En cuanto al contenido general de los estudios, debemos mostrar ante ustedes nuestra satisfacción por el contenido de la información contenida en los mismos así como por su claridad de expresión.

Rogamos de ustedes la máxima urgencia en la respuesta a las aclaraciones solicitadas para poder dar por concluido este estudio en el más breve plazo.

Aprovechamos gustosos la ocasión para saludarles, muy atentamente,



Francisco Pérez Romero

EMPRESA NACIONAL	
"ADARZO"	
INVESTIGACIONES MINERAS, S. A.	
SALIDA	Nº 1854
Fecha	21/6/83

pr/yg



KOPPERS

Koppers Española, S. A. - Madrid

Koppers Española, S. A. - Plaza Manuel Gómez Moreno, s/n - Edificio Bronce, 6.ª Planta - Madrid-20

EMPRESA NACIONAL ADARO DE
INVESTIGACIONES MINERAS, S.A.
Serrano, 116

MADRID - 6

Atención Sr. Pérez Romero

n/sección	n/referencia	su carta	su referencia	fecha
Proyectos	BA/ad			20.08.1983

Asunto: Su Contrato del 30.01.1982
Gasificación de Carbones Españoles
Pedido Krupp-Koppers nº H 4915
Nuestro Pedido nº A-029

Muy Sres. nuestros,

Nos referimos a su escrito de fecha 21.06.83 y nos es grato a continuación, exponerles nuestras consideraciones a los puntos indicados en el mismo:

Respecto al punto 1:

1.1 Los consumos de carbón han sido determinados conforme a nuestros parámetros standard. Los rendimientos los hemos fijado relativamente bajos, ya que en los dos casos se trata de carbones con alto contenido en cenizas. Dichos rendimientos son para la hulla del 69% y para el lignito del 71%. La temperatura de gasificación en ambos casos es de 1500 °C.

1.2 En la relación que se da a continuación hemos tenido ya en cuenta un lignito con el 22% de humedad.

El consumo de carbón para la producción de energía en el caso de la hulla es de 39 t/h y no, como se indicaba, de 36 t/h.

.../...

Telex: 44305 Kibm e - Teléfono 456 12 58 - N. I. F. - A 48039135

Bancos: COMERCIAL TRANSATLANTICO, Madrid - CONDAL, Barcelona - EXTERIOR DE ESPAÑA, Madrid - FINANCIACION INDUSTRIAL, Madrid - HISPANO AMERICANO, Madrid y Bilbao - POPULAR ESPAÑOL, Bilbao - VIZCAYA, Bilbao.

Inscrita en el Registro Mercantil de la provincia de Vizcaya, tomo 317, libro 81 de la sección 3.ª de Sociedades, folio n.º 19, hoja n.º 1.091, inscripción 1.ª, de fecha Bilbao 28-9-1964



<u>Consumos de carbón</u>	<u>Hulla</u>	<u>Lignito</u>
Para producción de gas t/h	81	161
Para producción de energía t/h	39	74

1.3 Carbón para la producción de vapor

Vapor producido t/h	288,3	304,3
Cantidad de calor para 1 kg de vapor 105 bar, 500°C		
entálpia del vapor	= 806,6 kcal/kg	
<u>./.. entálpia agua alimentación = 190,0 kcal/kg</u>		
Consumo	= 616,6 kcal/kg	
Consumo total teórico de energía kcal/h	177,7	187,63
Consumo total de energía con 88% de rendimiento de caldera kcal/h	201,9	213,2
de ello, del gas residual kcal/h	18,8	20,8
de ello, del carbón kcal/h	183,1	192,4
Cantidad de carbón necesaria T/h	39,0	74,0

Respecto al punto 2:

El contenido de humedad del lignito de 22% en lugar de 30% presupone una cantidad de carbón bruto necesaria menor, que ya se indica en el punto 1. Las modificaciones que se derivan de esta variación han sido tenidas en cuenta en las páginas correspondientes del estudio que se acompañan a este escrito.

Respecto al punto 3: - Consumos de vapor

Los consumos de vapor indicados, aunque con un margen de aproximación al haber sido redondeados algunos resultados, son correctos. Como confirmación les indicamos aquí las relaciones y bases de cálculo para la variante de la hulla. Para el lignito se puede hacer el cálculo en la misma forma.

3.1 Base de partida: Unidad de producción de vapor

- Presión de vapor	105 bar
- Temperatura de vapor	500°C
- Entalpia	806,6 kcal/kg

3.2 En la expansión del vapor en las turbinas de contrapresión a una presión de 35 bar, se obtienen, como se indica a conti -



nuación, 73,6 kcal/kg de vapor.

Entalpia, vapor 105 bar, 500°C = 806,6 kcal/kg
Entalpia, vapor 35 bar = 733,0 kcal/kg

Energía utilizable = 73,6 kcal/kg

- 3.3 En la siguiente expansión del vapor desde 35 a 0,35 bar en las turbinas de condensación, se obtienen nuevamente 230 kcal/kg de vapor.

Entalpia, vapor 35 bar, 370°C = 753,0 kcal/kg
Entalpia, vapor 0,35 bar = 523,0 kcal/kg

Energía utilizable = 230,0 kcal/kg

3.4 Turbinas de condensación

- Consumo de vapor: Potencia accionamiento en kWh/h
Equivalencia energía calorífica: 860 kcal/kWh
Rendimiento de la turbina: 79%
Calor útil: 230 kcal/kg de vapor

- Compresores de gas bruto
$$= \frac{18\ 200 \cdot 860}{0,79 \cdot 230} \approx 86\ 140\ \text{kg/h}$$

- Compresores de aire
$$= \frac{17\ 000 \cdot 860}{0,79 \cdot 230} \approx 80\ 460\ \text{kg/h}$$

- Compresor de N₂
$$= \frac{5\ 900 \cdot 860}{0,79 \cdot 230} \approx 27\ 920\ \text{kg/h}$$

- Compresor de frío
$$= \frac{2\ 700 \cdot 860}{0,79 \cdot 230} \approx 12\ 780\ \text{kg/h}$$

- Bomba de agua de alimentación
$$= \frac{2\ 300 \cdot 860}{0,79 \cdot 230} \approx 10\ 890\ \text{kg/h}$$

.../...



$$\begin{array}{lcl} \text{- Calor de condensación} & = & \frac{15\ 860 \cdot 860}{0,79 \cdot 230} \approx 75\ 100 \text{ kg/h} \\ \text{para el generador} & & \end{array}$$

$$\text{SUMA:} \quad \approx 293\ 290 \text{ kg/h}$$

3.5 El caudal de vapor de 35 bar indicado más arriba procede de las turbinas de contrapresión y de la red de vapor de 40 bar de la unidad de gasificación de carbón, como sigue:

$$\begin{array}{lcl} \text{- Compresor de gas} & = & \frac{15\ 000 \cdot 860}{0,79 \cdot 73,6} \approx 224\ 700 \text{ kg/h} \\ \text{de síntesis} & & \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{- Caudal parcial de con} & = & \frac{4\ 300 \cdot 860}{0,79 \cdot 73,6} \approx 63\ 600 \text{ kg/h} \\ \text{trapresión para gene-} & & \\ \text{rador} & & \end{array}$$

$$\text{- Red de vapor de 40 bar} \quad \approx 4\ 990 \text{ kg/h}$$

$$\text{SUMA:} \quad \approx 293\ 290 \text{ kg/h}$$

Estos consumos están indicados en el esquema y en parte redondeados.

Respecto al punto 4:

4.1 Los caudales de agua de reposición se componen como sigue:

		<u>Hulla</u>	<u>Lignito</u>
Para agua de alimentación de calderas	m3/h	81,6	66,1
Para agua de refrigeración			
- pérdidas por salpicado y evaporación	m3/h	371,0	380,0
- caudal de agua de rechazo	m3/h	95,0	105,0
SUMA:	m3/h	547,6	551,1

Estos valores están referidos a un caudal de agua de refrigeración reciclada de

m3/h 24 760 26 710

para una elevación de temperatura de 12°C.

.../...

4.2 De los caudales de agua de reposición no pueden reducirse los correspondientes al:

- agua de alimentación de calderas
- agua de rechazo

Una reducción sólo sería posible en las pérdidas por salpicado y evaporación a través de:

- utilización en su mayor parte de enfriadores de aire y
- elevación del aumento de la temperatura de calentamiento de agua de refrigeración reciclada de 12 a 16°C.

4.3 Con la utilización en su mayor parte de enfriadores de aire, los caudales de agua de refrigeración reciclada pueden ser reducidos en aprox. 40%, p.e. en la variante de

- hulla aprox. a 10 000 m³/h
- lignito aprox. a 10 700 m³/h

Por esta razón las pérdidas por salpicado y evaporación se reducirían a

- variante hulla = 160 m³/h
- variante lignito = 170 m³/h

Los caudales totales de agua de reposición se reducirían correspondientemente a

- variante hulla = 336,1 m³/h
- variante lignito = 341,1 m³/h

Las inversiones aumentarían, sin embargo, con esta solución en aprox. 3 - 4 Mio. de marcos alemanes.

4.4 Con una elevación en el aumento del calentamiento del agua de refrigeración de 12 a 16°C se reducirían los caudales de agua reciclada en un 25% aprox., con lo cual la reducción de las pérdidas por salpicado y evaporación serían del orden de 70 m³/h para ambas variantes. Los caudales de agua de reposición serían entonces de:

- variante hulla = 477,6 m³/h
- variante lignito = 481,1 m³/h

.../...



a EMPRESA NACIONAL ADARO DE INVESTIGACIONES hoja -/ 6 -
MINERAS, S.A., Madrid.-

Respecto al punto 5:

Se han corregido los gráficos representando los costos por tonelada de hullas y lignitos y el costo de producción de la tonelada de amoníaco, teniendo en cuenta los parámetros indicados en las páginas anteriores. Se acompañan las nuevas hojas que sustituyen y anulan a las que les fueron entregadas, incluidas en el estudio correspondiente.

Respecto al punto 6:

Se acompañan los diagramas de flujo, revisados de acuerdo con los nuevos parámetros, resultados de los puntos anteriores.

Respecto a que los diagramas deban ser balanceados, consideramos que en dichos diagramas aparecen ya los flujos principales, así como una tabla con los datos correspondientes a dichos flujos. Teniendo en cuenta asimismo que con los datos de servicio se aportan los caudales más importantes, estimamos que no es necesario incluir más datos en dichos diagramas.

Confiamos con este escrito, haber cumplimentado a su satisfacción las cuestiones por Vds. expuestas, de forma que Vds. puedan dar por concluidos los estudios.

Sin otro particular, aprovechamos la ocasión para saludarles, muy atentamente,

KOPPERS ESPAÑOLA, S.A.

L. Basadre

Anexos: los mencionados

**A N E X O**

=====

Relación de páginas y planos que se adjuntan (2 ejemplares),
que anulan y sustituyen a las páginas y planos correspondien
tes incluidos en los estudios previos para La Robla y Teruel.

1.) Estudio previo: Hullas

<u>Página:</u>	<u>Fecha:</u>	<u>Sustituir por fecha:</u>
	04.83	06.83
0/2		
3/1		
3/7		
3/8		
6/1		
6/2		
6/3		
Plano:	H 24915 Z 11001 001 Rev. 00	
Sustituir por:	H 24915 Z 11001 001 Rev. 01	

2.) Estudio previo: Lignitos

<u>Página:</u>	<u>Fecha:</u>	<u>Sustituir por fecha:</u>
	05.83	07.83
0/2		
0/3		
1/1		
2/2		
2/7		
3/1		
3/3		
3/7		
3/8		
3/9		
5/1		
5/2		
6/1		
6/2		
6/3		
9/2		
Plano:	H 24915 Z 11001 002 Rev. 00	
Sustituir por:	H 24915 Z 11001 002 Rev. 01	



KOPPERS

Koppers Española, S. A. - Madrid

Koppers Española, S. A. - Plaza Manuel Gómez Moreno, s/n - Edificio Bronce, 6.ª Planta - Madrid-20

EMPRESA NACIONAL ADARO DE
INVESTIGACIONES MINERAS, S.A.
Serrano, 116

MADRID - 6

Atención Sr. Pérez Romero

n/sección	n/referencia	su carta	su referencia	fecha
Proyectos	BA/ad			26.08.1983

Asunto: Su Contrato del 30.01.1982
Gasificación de Carbones Españoles
Pedido Krupp-Koppers Nº H 4915
Nuestro Pedido Nº A-029

Muy Sres. nuestros:

Como continuación a la entrega de los estudios previos sobre el asunto arriba indicado, así como a nuestro escrito del 20 de agosto de 1983, nos es grato exponerles algunas consideraciones de tipo general sobre el resultado de dichos estudios previos.

- 1.) Conforme a los datos indicados en los cuestionarios que nos enviaron en su día, y de acuerdo con los resultados obtenidos, siempre en base alemana, el precio de costo del amoníaco sería:

Para La Robla = con un precio de 1,17 Ptas./th:

- Operación	5.986,75 Ptas./t NH ₃
- Inversión	13.873,75 " " "
- Carbón	17.571,34 " " "

37.431,84 Ptas./t NH₃

menos abono ven
ta de azufre ... 317,12 Ptas./t NH₃

Precio Total: .. 37.114,72 Ptas./t NH₃

=====

.../...

Telex: 44305 Kibm e - Teléfono 456 12 58 - N. I. F. - A 48039135

Bancos: COMERCIAL TRANSATLANTICO, Madrid - CONDAL, Barcelona - EXTERIOR DE ESPAÑA, Madrid - FINANCIACION INDUSTRIAL, Madrid - HISPANO AMERICANO, Madrid y Bilbao - POPULAR ESPAÑOL, Bilbao - VIZCAYA, Bilbao.

Inscrita en el Registro Mercantil de la provincia de Vizcaya, tomo 311, libro 81 de la sección 3.ª de Sociedades, folio n.º 19, hoja n.º 1.091, inscripción 1.ª, de fecha Bilbao 28-9-1964



Para Andorra = con un precio de 1,22 Ptas./th:

- Operación	6.185,30 Ptas./t NH ₃
- Inversión	14.617,35 " " "
- Carbón	24.365,74 " " "
	<hr/>
	45.168,39 Ptas./t NH ₃

menos abono ven
ta de azufre .. 2.378,38 Ptas./t NH₃

Precio total:... 42.790,01 Ptas./t NH₃
=====

- 2.) Para estos cálculos se ha considerado la paridad 1 DM = 55 Ptas., así como el precio del azufre que, actualmente importado en España para la totalidad del consumo, es de 15.000 Ptas./t (100 \$/t x 150 Ptas./\$).
- 3.) En el caso de Andorra habría que tener en cuenta que el consumo del carbón está en función del lignito bruto, en tanto que el precio por tonelada está referido al P.C.I. seco. Como el precio térmico es el correspondiente al lignito bruto, habría que disminuir dicho precio correspondientemente en lo que respecta al 22% del contenido de agua. Esta variación supondría unas 900 Ptas./t menos en el coste de la producción del amoníaco.
- 4.) Considerando que para el total de la inversión se podría prever un 70% de suministros y prestaciones nacionales y estimando que el costo de estas prestaciones y suministros sería como mínimo un 10% menor que en Alemania, tanto los costos de explotación como los de capital se reducirían correspondientemente. Estimamos que esta variación supondría del orden de 1.000 a 1.300 Ptas. menos en el costo por tonelada de amoníaco. Para el 30% restante para suministros y prestaciones extranjeras consideramos que pueden hacerse dentro de un régimen similar al de las acciones concertadas, por lo que los costos de importación no supondrían aumento alguno en la inversión.
- 5.) Conforme a estas consideraciones, se pueden estimar, para los precios térmicos de la hulla y del lignito estipulados, que el coste del amoníaco sería del orden de:

Para la hulla de La Robla = aprox. 36.000 Ptas./t de NH₃

Para el lignito de Andorra = aprox. 40.000 Ptas./t de NH₃

.../...



- 6.) Conforme a una publicación del "World Fertilizers News Summery" de principios del 83, en el año 1982 España importó 469.000 t y produjo 731.000 t de amoníaco. Las primeras costaron del orden de 167 \$/t \approx 25.000 Ptas./t, en tanto que las segundas costaron 328 \$/t = aprox. 49.000 Ptas./t. En estos precios no se especifica si las subvenciones (del orden de 9 - 14.000 Ptas./t de amoníaco) están incluidas o no.
- 7.) Es obvio que España no puede consumir al 100% del mercado spot, no solamente por la dependencia de un mercado tan crítico que esto supondría, sino además, como ya en su día exponía el anterior Director General de Industrias Químicas, por la falta de infraestructura, para la importación y distribución del total del consumo español de amoníaco. Partiendo de esta premisa la comparación de los resultados expuestos más arriba con el precio de producción del amoníaco (sobre todo en el caso de La Robla, aprox. 27% más barato que el precio de producción 1982) parece hacer aconsejable un estudio más en profundidad de las posibilidades de fabricación del amoníaco en base de carbones nacionales.
- 8.) Respecto a las posibilidades del lignito de Andorra, que conforme a los resultados representarían del orden de un 18% menos en los costes de producción del año 1982, habría de tenerse en cuenta, además, que la gasificación del carbón supondría eliminar los problemas de polución existentes en Andorra, aportando una producción de azufre que supondría al mismo tiempo reducir la importación actual anual del mismo en un 45%, a la par que aseguraría la utilización de las reservas del lignito al 100%.
- 9.) La posibilidad de fabricación de amoníaco en base de gas natural, además de la dependencia exterior que supone, tampoco sería aconsejable en nuestra opinión, ya que, en base de nuestras experiencias, la producción de amoníaco en base de carbón con precios térmicos del carbón oscilando del 1,03 Ptas./th al 1,45 Ptas./th puede competir con precios del gas natural entre 4 \$/millón BTU y 5 \$/ millón de BTU respectivamente.

Estimamos que estas consideraciones, más las inherentes a la posibilidad de una mejora en la balanza de pagos por reducción de importaciones, una independencia mayor del exterior por utilización de materias primas nacionales, así como la creación de una base tecnológica española para un futuro inmediato, que supondría una planta de gasificación de carbón, justificaría llevar a cabo un estudio

.../...



a EMPRESA NACIONAL ADARAO DE INVESTIGACIONES
MINERAS, S.A., Madrid.-

hoja - / 4 -

en profundidad en forma de anteproyecto para una planta de producción de amoníaco en base de uno o varios carbones nacionales, objetivo, que al fin y al cabo fue comentado con Vds. en su día como parte integrante de un estudio para el enjuiciamiento de las posibilidades de los carbones nacionales.

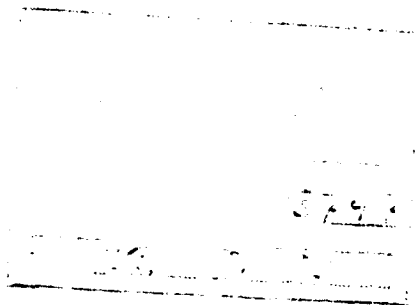
Con este estudio o anteproyecto, como les indicábamos, se determinarían tanto los consumos, calidades y costos de los productos, costos de inversión y plazo de entrega, en base española garantizados, lo cual sería una base inestimable para el dictamen definitivo de la conveniencia de la utilización de carbones nacionales para la fabricación de amoníaco, de la cual nosotros estamos convencidos. Este estudio aportaría asimismo consideraciones sobre los carbones a utilizar, ubicación de una planta, así como su capacidad más idónea, ya que, p.e. una planta de 500.000 t, es decir, 33% mayor que la determinada en los estudios previos, representaría solamente aproximadamente un 10% de aumento de la inversión pero mejoraría el precio de producción del amoníaco en aproximadamente un 10%.

Confiamos que estas consideraciones sean de su interés y quedamos a su disposición para cualquier cuestión que estimen conveniente y aprovechamos la ocasión para saludarles,

muy atentamente,

KOPPERS ESPAÑOLA, S.A.

L. Basadre



ANEXO Nº 8

INFORMES Y ESTUDIOS DE PLANTAS DE PRODUCCION
DE AMONIACO A PARTIR DE HULLAS DE LA ROBLA
(LEON) Y LIGNITOS DE ANDORRA (TERUEL).