

**INFORMACION SOBRE
PROYECTOS EN CURSO
DISPONIBLE A
31 DE DICIEMBRE DE 1991**

AREA DE UTILIZACION

50477

O C I C A R B O N

PROYECTO: LECHO FLUIDO ELECTRICO - ESCATRON C-21-029
ENDESA



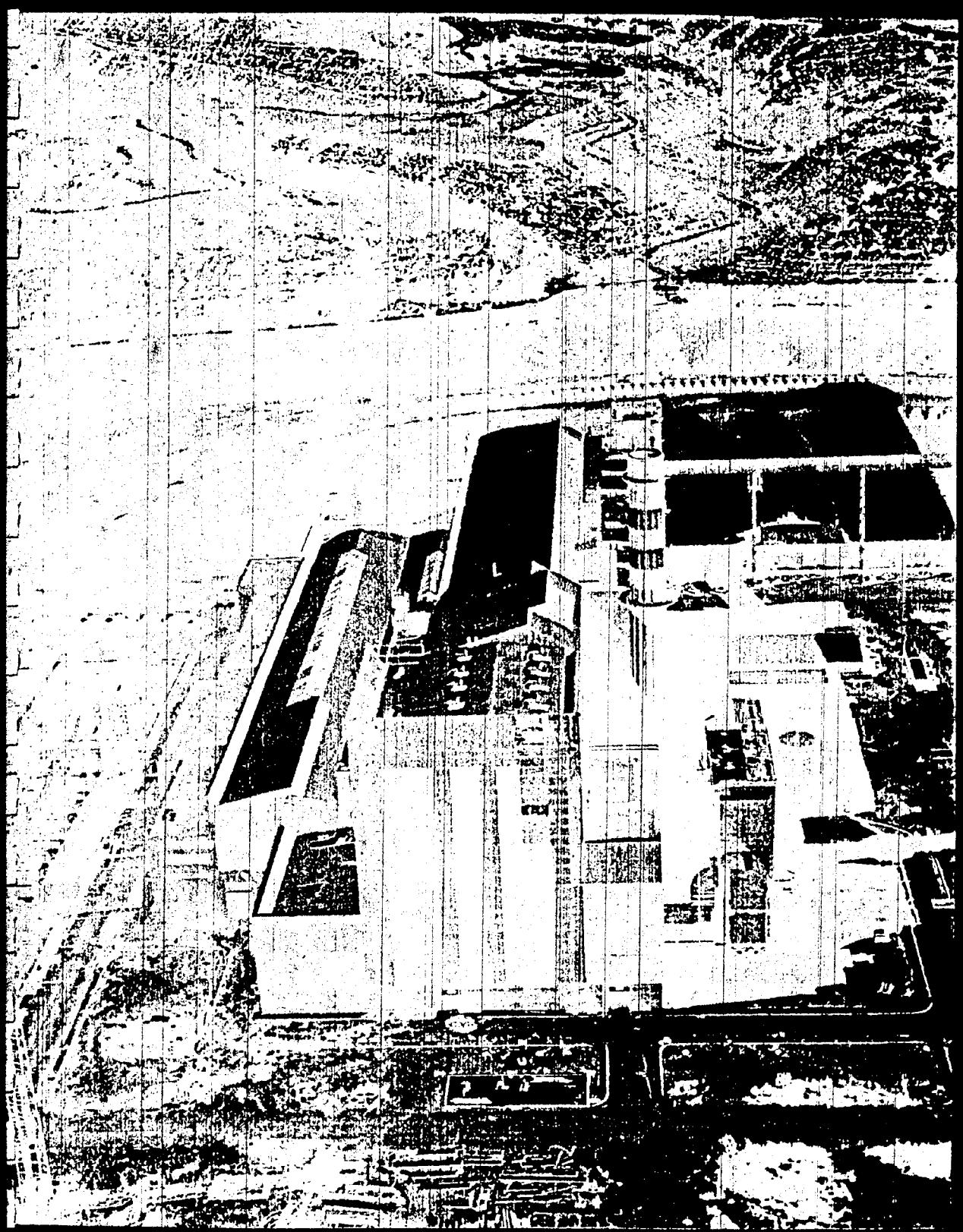
Empresa Nacional de Electricidad, S.A.

Endesa

**LA PLANTA DE DEMOSTRACION DE COMBUSTION EN LECHO FLUIDO A
PRESION DE ESCATRON**

**INFORME DE PROYECTO Y RESULTADOS
PRELIMINARES DE LA PUESTA EN MARCHA**

Septiembre 1991



INDICE

Presentación.

- 1.- MARCO DE DESARROLLO DE TECNOLOGIAS DE USO LIMPIO DEL CARBON.
- 2.- LA TECNOLOGIA DE COMBUSTION EN LECHO FLUIDIZADO A PRESION.
 - 2.1.- La Combustión del Carbón en Lecho Fluidizado.
 - 2.2.- Descripción de la Planta de Demostración CLFP de Escatrón.
 - 2.3.- Aspectos Ambientales.
 - 2.4.- Cuestiones de Desarrollo Tecnológico.
- 3.- LOCALIZACION DEL PROYECTO.
- 4.- OBJETIVOS DEL PROYECTO ESCATRON.
- 5.- DESARROLLO DEL PROYECTO.
 - 5.1.- Ingeniería y Diseño.
 - 5.2.- Fabricación y Montaje.
 - 5.3.- Puesta en Marcha.
 - 5.4.- Resultados Medioambientales.
- 6.- PROGRAMA DE PRUEBAS.
 - 6.1.- Objetivos del Programa de Pruebas.
 - 6.2.- Carbonos y absorbentes de ensayo.
 - 6.3.- El Programa de Pruebas.

- 7.- EXTENSION E INTEGRACION DEL PROYECTO.
 - 7.1.- Adecuación y Escalación Industrial.
 - 7.2.- Empresas participantes en el Programa.
 - 7.3.- Organismos colaboradores.

- 8.- ASPECTOS ECONOMICOS.
 - 8.1.- El Proyecto Escatrón.
 - 8.2.- Tecnología de Combustión en Lecho Fluidizado a Presión.

Figuras.

- Fig. nº 1.1.- ESTRUCTURA DE GENERACION ELECTRICA EN ESPAÑA.
- Fig. nº 1.2.- ESTRUCTURA DE COSTES DE GENERACION EN UNA CENTRAL DE CARBON DE NUEVA CONSTRUCCION.
- Fig. nº 2.2.1.- DIAGRAMA GENERAL DE LA PLANTA DE ESCATRON.
- Fig. nº 2.2.2.- SISTEMA DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE.
- Fig. nº 2.2.2. (bis).- VISTA DE LOS TANQUES T2, T3 Y T4 DE COMBUSTIBLE PREPARADO.
- Fig. nº 2.2.3.- ESQUEMA DEL COMBUSTOR.
- Fig. nº 2.2.4.- VISTA PARCIAL DE LA CALDERA: GENERADOR DE VAPOR Y SOBRECALENTADORES.
- Fig. nº 2.2.5.- CONOS DE RECUPERACIÓN DE CALOR Y EVACUACIÓN DE LAS CENIZAS DEL FONDO DEL LECHO.
- Fig. nº 2.2.6.- ESQUEMA DE LA TURBINA DE GAS.
- Fig. nº 2.2.7.- VISTA PARCIAL DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CALOR DE LAS CENIZAS DE LOS CICLONES.
- Fig. nº 2.2.8.- SISTEMAS DE EXTRACCION DE CENIZAS.
- Fig. nº 2.2.9.- ECONOMIZADOR EXTERNO Y PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO.
- Fig. nº 2.2.10.- SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO.
- Fig. nº 2.3.1.- RELACION ENTRE LA FIJACION DE AZUFRE Y EL RATIO Ca/S.
- Fig. nº 2.3.2.- RELACIÓN DE LA FIJACIÓN DE AZUFRE CON LA TEMPERATURA.
- Fig. nº 2.3.3.- EMISIÓN DE NO_x EN FUNCIÓN DE LA PRESIÓN Y CONTENIDO EN OXÍGENO EN LOS GASES.
- Fig. nº 2.3.4.- EMISIONES DE SO₂ EN HULLAS DE PODER CALORIFICO ELEVADO.
- Fig. nº 2.3.5.- EMISION DE CO₂ SEGUN TIPO DE COMBUSTION Y

- CONTENIDO DE AZUFRE DE LOS LIGNITOS NEGROS.
- Fig. nº 3.1.- CUENCAS MINERAS PENINSULA IBERICA.
- Fig. nº 3.2.- CUENCAS DE TERUEL ZONA SUR Y TERUEL NORTE - MEQUINENZA.
- Fig. nº 5.1.- INGENIERIA Y DISEÑO - COORDINACION DE ACTIVIDADES.
- Fig. nº 5.2.- PLANTA DE DEMOSTRACION CLFP DE ESCATRON.
CRONOGRAMA.
- Fig. nº 5.1.1.- SISTEMAS DE ALIMENTACION CLFP.
- Fig. nº 5.2.1.- VISTA GENERAL DEL MONTAJE.
- Fig. nº 5.2.2.- FACTORIA BWE: BANCOS DE TUBOS DE SOBRECALENTADORES.
- Fig. nº 5.2.3.- COLOCACIÓN DEL FONDO SUPERIOR DE LA VASJA A PRESIÓN.
- Fig. nº 5.2.4.- MONTAJE DE LA VASJA A PRESIÓN.
- Fig. nº 5.2.5.- RECUBRIMIENTO EXTERIOR DE LOS TUBOS DEL EVAPORADOR.
- Fig. nº 5.4.1.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RETENCION DE AZUFRE.
- Fig. nº 6.2.1.- REACTIVIDAD DE LA CALIZA MARIA EN FUNCION DE LA PRESION.
- Fig. nº 6.3.1.- CRONOGRAMA.
- Fig. nº 7.1.1.- PROGRAMA DE ESCALACION PROYECTO CLFP.
- Fig. nº 7.1.2.- DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA DE 375 MW CLFP.
- Fig. nº 7.1.2. (bis).- DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA DE 375 MW CLFP.
- Fig. nº 7.1.3.- UNIDAD DE 350 MWe. DISPOSICION DEL COMBUSTOR.
- Fig. nº 7.3.1.- AYUDAS AL PROYECTO ESCATRON.
- Fig. nº 8.1.1.- ESTRUCTURA DE INVERSIONES DEL PROYECTO ESCATRON.
- Fig. nº 8.2.1.- DESGLOSE ESTIMADO DE LAS INVERSIONES DE UNA PLANTA CLFP DE NUEVO DISEÑO.
- Fig. nº 8.2.2.- COSTES DE GENERACION ELECTRICA EN PLANTAS DE NUEVO DISEÑO.

Cuadros.

- Cuadro nº 1.1.- PROGRAMA ESPAÑOL DE REDUCCION DE EMISIONES DIRECTIVA 88/609/CE
- Cuadro nº 1.2.- LIMITES DE EMISION PARA PLANTAS DE NUEVA POTENCIA > 500 MWt. DIRECTIVA 88/609/CE.
- Cuadro nº 1.3.- CARACTERISTICAS DE LOS CARBONES ESPAÑOLES.
- Cuadro nº 1.4.- CARBONES DE TERUEL - MEQUINENZA.
- Cuadro nº 2.2.1.- PROYECTOS DE CLFP. CARBONES DE DISEÑO.
- Cuadro nº 2.4.1.- OBJETIVOS DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE Y ABSORBENTE.
- Cuadro nº 2.4.2.- ASPECTOS QUE DEPENDEN DE LA CALIDAD DE LA FLUIDIZACION EN EL LECHO.
- Cuadro nº 2.4.3.- FACTORES QUE PUEDEN INCIDIR EN LA DISPONIBILIDAD DE UNA PLANTA CLFP.
- Cuadro nº 4.1.- OBJETIVOS MEDIOAMBIENTALES EN LA PLANTA DE DEMOSTRACION DE LA CLFP DE ESCATRON.
- Cuadro nº 4.2.- OBJETIVOS TECNOLOGICOS DEL PROGRAMA DE CLFP PARA LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS.
- Cuadro nº 5.1.1.- PROYECTOS DE PLANTAS DE DEMOSTRACION DE COMBUSTION EN LECHO FLUIDIZADO A PRESION.
- Cuadro nº 5.3.1.- HITOS FUNDAMENTALES DE LA PUESTA EN MARCHA (I).
- Cuadro nº 5.3.1.- (CONTINUACION).
- Cuadro nº 5.3.2.- AJUSTES EN LA PREPARACION DEL COMBUSTIBLE.
- Cuadro nº 5.4.1.- PARAMETROS MEDIO AMBIENTALES.
- Cuadro nº 5.4.2.- RESUMEN DE RESULTADOS MEDIOAMBIENTALES DEL PERIODICO DE PUESTA EN MARCHA DE LA CENTRAL CLFP DE ESCATRON.

- Cuadro nº 6.1.1.- PARAMETROS PRINCIPALES A ANALIZAR EN EL PROGRAMA DE PRUEBAS.
- Cuadro nº 6.2.1.- CARBON NOMINAL DE DISEÑO.
- Tabla nº 6.2.2.- ANALISIS MEDIO DE 3 CALIZAS A ENSAYAR.
- Cuadro nº 6.3.1.- INTERRELACIONES DE PARAMETROS DE OPERACION.
- Cuadro nº 6.3.2.- MANEJO DE SOLIDOS EN PROCESOS A PRESION.
- Cuadro nº 7.1.1.- DATOS CARACTERISTICOS PLANTA 375 MWe.
- Cuadro nº 8.2.1.- PLANTA DE DEMOSTRACION DE ESCATRON. DATOS CARACTERISTICOS.

PRESENTACION.-

En esta memoria se presenta la Planta de Demostración de Combustión en Lecho Fluído a Presión de Escatrón que es ya una realidad operativa y paso firme en el Desarrollo e implantación de esta Tecnología de Uso Limpio del Carbón en España.

Los buenos resultados en los parámetros medioambientales, obtenidos en el periodo de puesta en marcha, muestran la viabilidad tecnológica del proceso en sus aspectos básicos: elevada retención de azufre y baja emisión de óxidos de nitrógeno.

Queda ahora, en el Programa de Pruebas que se está iniciando, perfeccionar los parámetros operativos y poner a punto las bases de diseño de Plantas Comerciales de generación eléctrica de potencia comercial.

La planta de Demostración de CLFP de Escatrón, que ha operado ya a 70 MWe de potencia, se muestra como una buena base de trabajo para estos diseños.

ENDESA, en los últimos años, ha potenciado este proyecto, en el que han colaborado, no sólo su personal, sino muchas otras personas de diferentes empresas y organizaciones.

Hoy presenta los resultados primeros del mismo que se consideran muy prometedores.

En esta introducción se ha de hacer mención a aquellas instituciones que,

atendiendo el valor de apuesta de futuro que representaba, han colaborado apoyando el proyecto tanto en aspectos técnicos, de imagen, como de soportes y subvenciones económicas.

1.- MARCO DE DESARROLLO DE TECNOLOGIAS DE USO LIMPIO DEL CARBON.

En el sistema de generación eléctrica española, como en el europeo, el carbón juega un papel relevante, más del 40% de la producción eléctrica tiene su origen en él, (figura nº 1.1).

Por una serie de razones, que no es este el lugar de comentar, el carbón ha de seguir siendo a medio plazo la base de nuestros sistemas de generación. Pero para ello ha de resolver una serie de problemas medioambientales importantes.

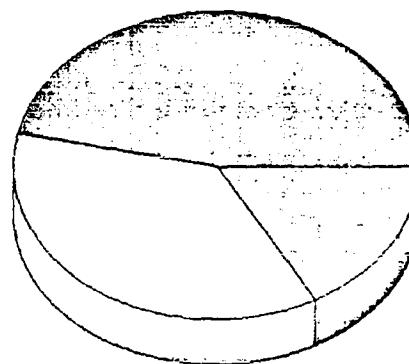
Las emisiones de óxidos de azufre y nitrógeno, producidas en la combustión del carbón, son causa de contaminación cuya forma más relevante son las "lluvias ácidas".

Es preciso reducir estas emisiones y al efecto se han establecido normas en la Comunidad Económica Europea que afectan a las centrales térmicas existentes y de nueva construcción, tal como se indica en los cuadros nº 1.1 y 1.2.

De forma resumida, para España, las nuevas centrales térmicas de carbón nacional han de reducir en al menos el 60% las emisiones de óxidos de azufre sobre las correspondientes a la combustión teórica. Las que se diseñen para carbón de importación habrán de tener una emisión de SO₂ inferior a 800 mg/Nm³ de gases.

En lo relativo a emisiones de óxidos de nitrógeno, estas han de ser inferiores a 650 mg/Nm³ medidas como NO₂ para hullas y lignitos.

Fig. nº 1.1.-ESTRUCTURA DE GENERACION ELECTRICA
EN ESPAÑA.



- Térmica (*)
- Nuclear
- Hidráulica

AÑO 1990

Generación : 148.134 GWh

Fuente : UNESA

(*) Nota : La generación térmica supone un consumo de:

- 40 Mill. de t de carbón
- 2 Mill. de t de combustibles fósiles
- 0,5 Mill. de TEC de gas

Cuadro nº 1.1.- PROGRAMA ESPAÑOL DE REDUCCION DE
EMISIONES. DIRECTIVA 88/609/CE

AÑOS	1980	1993	1998	2005
EMISION SO ₂	100 %	79 %	60 %	50 %
EMISION NOx	100 %	80 %	60 %	

Cuadro nº 1.2.- LIMITES DE EMISION PARA PLANTAS DE NUEVA POTENCIA > 500 MWt. DIRECTIVA 88/609/CE.

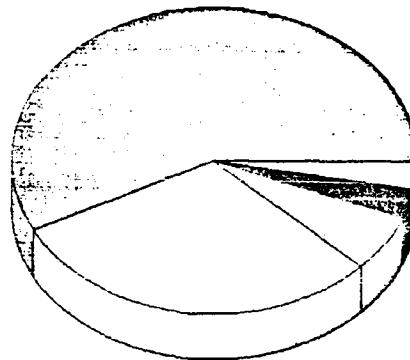
EMISIONES PLANTAS DE CARBON

SO ₂	Inferior 400 mg/Nm ³
NOx (carbones m.v.< 10 %)	Inferior 1300 mg/Nm ³
NOx (resto de carbones)	Inferior 650 mg/Nm ³
Partículas	Inferior 50 mg/Nm ³

DEROGACION PARTICULAR PARA ESPAÑA

SO ₂ (Carbón de importación)	Inferior 800 mg/Nm ³
SO ₂ (Carbón nacional)	Desulfuración de al menos 60 %

**Fig. nº 1.2.-ESTRUCTURA DE COSTES DE GENERACION EN UNA
CENTRAL DE CARBON DE NUEVA CONSTRUCCION.**



- Carbón
-] Inversión
- Coates Generales y otros
- Mantenimiento
-] Personal

**PLANTA DE 350 MWe DE CARBON PULVERIZADO
CARBON NACIONAL
6.000 horas/año**

Cuadro nº 1.3.-CARACTERISTICAS DE LOS CARBONES ESPAÑOLES.

TIPO CARBON	% CENIZAS	% MATERIAS VOLATILES	% HUMEDAD	% AZUFRE	PODER CALORIFICO SUPERIOR MJ/kg
Antracita	30 - 55	4 - 12	5 - 10	1.0 - 2.5	17 - 23
Hulla	30 - 50	12 - 30	5 - 10	1.0 - 2.5	15 - 21
Lignito Negro	20 - 50	20 - 30	15 - 20	4.0 - 8.0	9 - 18
Lignito Pardo	20 - 30	25 - 35	40 - 45	1.5 - 3.0	7.5 - 10

Cuadro nº 1.4.- CARBONES DE TERUEL - MEQUINENZA

	<u>VARIACION</u>	<u>MEDIA</u>
HUMEDAD, %	15 a 22	19
CENIZAS, %	22 a 50	27
MATERIALES VOLATILES, %	18 a 28	24.5
CARBONO FIJO, %	17 a 37	28
AZUFRE, %	2 a 9	5
PODER CALORIFICO SUPERIOR kJ/kg	19000 a 8000	15000

Por otro lado la combustión del carbón emite CO₂ que es uno de los gases que dan lugar al fenómeno de "Efecto Invernadero" o "Cambio Climático". Se estima que la generación de electricidad con carbón contribuye en un 15% a este fenómeno.

Una forma de disminuir la emisión del CO₂ es incrementar el rendimiento de generación, que en las plantas convencionales de ciclo Rankine con turbina de vapor está sólo en el entorno del 33-35%.

A esta petición ambiental de mejora de la eficiencia, se unen razones ecohómicas, pues el factor de mayor relieve en el coste de generación eléctrica es el carbón, figura nº 1.2, e incidir en mejorar el rendimiento energético supone reducir el peso de este factor mayoritario.

Hasta ahora hemos hablado de un marco general, para las tecnologías de uso limpio del carbón, pero se ha de hacer también referencia al carbón español, siempre alto en contenido de cenizas y en algunos casos, muy altos también en azufre. Véase cuadro nº 1.3.

De todos nuestros carbones, los lignitos Negros precisan de una solución prioritaria por su volumen de reservas y su alto contenido en azufre. Este Proyecto Escatrón es una respuesta a esa necesidad.

Se trata de unos carbones de características especiales, tal como se indica en el cuadro nº 1.4.

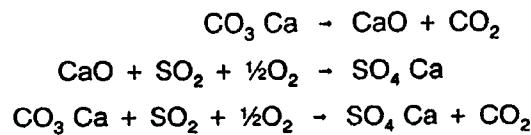
El esfuerzo innovador que representa el proyecto Escatrón está en relación con el estado de desarrollo de esta tecnología a nivel mundial y las especiales características de estos carbones que introducen una dificultad adicional.

2. LA TECNOLOGIA DE COMBUSTION EN LECHO FLUIDIZADO A PRESION.

2.1.- La Combustión del Carbón en Lecho Fluidizado.

La combustión en lecho fluidizado es un proceso que se desarrolla en una masa esponjada de carbón, sus propias cenizas y caliza, a una temperatura moderada, del orden de 850° C.

La caliza actúa como absorbente que retiene el azufre del carbón de acuerdo a las siguientes reacciones de calcinación, sulfatación y sustitución:



Ello permite, con la adecuada cantidad de caliza en el lecho, conseguir reducciones en la emisión de azufre superiores al 90%, sobre las correspondientes a la combustión convencional.

Por otra parte la baja temperatura de combustión da lugar a un pequeño nivel de emisiones de óxidos de nitrógeno, del orden de 200 a 300 mg/Nm³, frente a los 700-1500 mg/Nm³ de la combustión de carbón pulverizado en centrales convencionales.

El hecho de que se desarrolle la combustión con esos bajos valores de temperaturas es causa de que, en general, no se presente el fenómeno de formación de escorias. Ocasionalmente y en relación con las condiciones de operación y la calidad del carbón, el fenómeno puede aparecer.

Por otra parte, teniendo en cuenta que la combustión se desarrolla en una masa en la cual la mayor parte de la misma es materia mineral, no tiene una incidencia importante en el proceso el contenido en cenizas del carbón, aunque sí en algunos aspectos su composición. Por ello la tecnología es adecuada a carbones de alto contenido en cenizas y diversos contenidos en azufre, marcando un límite en estos parámetros el diseño y los problemas operativos de alimentación de combustible y absorbente y la evacuación de cenizas.

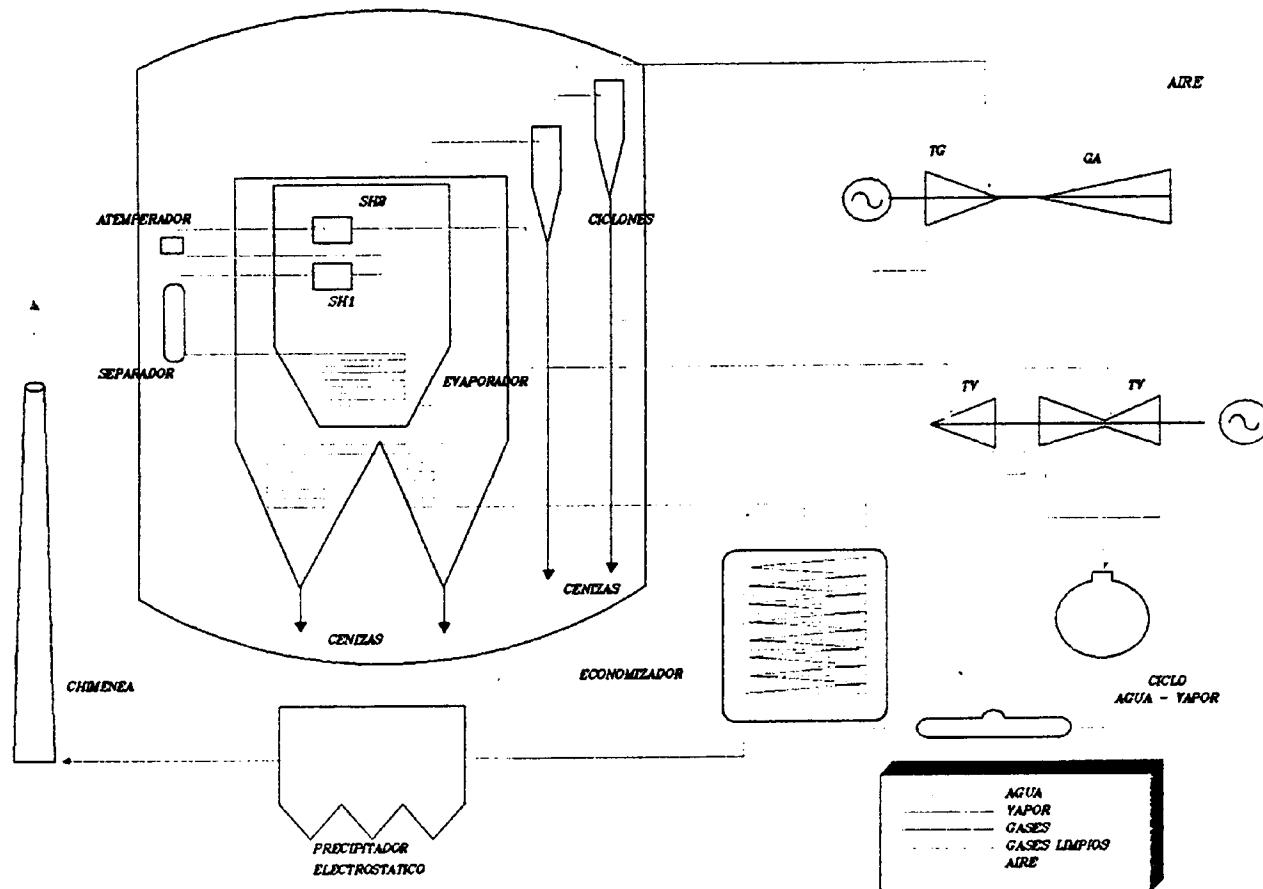
Se trata, pues, de una tecnología que parece adecuada a los carbones españoles y en particular a los Lignitos Negros Aragoneses.

Una variante de esta familia tecnológica es la Combustión en Lecho Fluidizado a Presión, que combina las bases del proceso de combustión antes expuestas con un sistema de generación eléctrica constituido por turboalternadores accionados mediante turbinas de gas y de vapor con sus ciclos termodinámicos integrados, con el fin de conseguir una mayor eficiencia energética.

El proceso de Combustión en Lecho Fluidizado a Presión aplicado a la Generación de Electricidad se esquematiza en la figura nº 2.2.1 . El carbón se quema en una caldera de lecho burbujeante o estático, junto con la caliza que actúa de absorbente, esta combustión tiene lugar a presión superior a la atmosférica, en concreto en este proyecto 12 bares. Los gases resultantes de la misma se expanden en una turbina de gas aportando la energía necesaria para mover el compresor que suministra el aire a presión para la fluidización y la combustión y, así mismo, la turbina de gas acciona un alternador en el que se genera parte de la energía eléctrica producida por la planta. En la caldera se produce el vapor que alimenta a una turbina de vapor en la cual se da origen al resto de la energía eléctrica.

Constituye, pues, un esquema de ciclo combinado turbina de gas - turbina de vapor, que se integran entre sí, ya que los gases de escape de la turbina de gas pasan a un intercambiador de calor para calentar el agua de alimentación a

Fig. nº 2.2.1.-DIAGRAMA GENERAL DE LA PLANTA DE ESCATRON



caldera del ciclo agua-vapor, aparte de que, en el propio lecho de combustión, existe una integración al generarse en él tanto el gas como el vapor que acciona las correspondientes turbinas.

Esta concepción de ciclo combinado, más otras recuperaciones de calor que se comentan más adelante, hacen que el rendimiento neto del sistema sea superior en más de un 12-14% al correspondiente a las plantas convencionales diseñadas en las mismas condiciones.

Los parámetros ambientales se mantienen como se ha indicado anteriormente.

2.2.- Descripción de la Planta de Demostración CLFP de Escatrón .-

Para la construcción de la planta de demostración se ha utilizado el grupo nº 4 de la central térmica de Escatrón, del cual se ha recuperado la turbina de vapor y otros componentes convencionales del ciclo agua-vapor que no precisan de demostración. De igual forma se han recuperado sistemas auxiliares y de infraestructura, como por ejemplo el parque de carbones y la subestación eléctrica de salida hacia el exterior de la energía producida.

Los sistemas básicos de nuevo diseño que constituyen la planta de demostración son:

- Sistema de preparación de combustible y absorbente.
- Sistema de alimentación del combustible a presión a la caldera.
- Vasija a presión e internos, incluyendo la propia caldera, sistema de limpieza de gases en caliente y el sistema de variación de carga.
- Turbina de gas y turbocompresor.
- Sistema de extracción y enfriamiento de cenizas.
- Sistema de control.

Junto a la implantación de todos estos sistemas se ha realizado una labor de reconversión de la actual central para adaptarla a los nuevos sistemas que se introducen en ella, dejando en buenas condiciones operativas todos los equipos que se conservan.

A la vez que se ha diseñado y construido la planta de Escatrón, se están desarrollando otros dos proyectos en el mundo que se pueden considerar paralelos a este, el de Tidd en USA y el de Vartan en Suecia; el primero es una reconversión de una antigua central eléctrica como el caso de Escatrón y el

segundo es una planta de nuevo diseño con dos grupos iguales de cogeneración de energía eléctrica y calefacción de la ciudad de Estocolmo.

A continuación se realiza una breve descripción de los principales sistemas que constituyen la Planta de Demostración:

a) PREPARACION DE COMBUSTIBLE Y ABSORBENTE.

Entre las alternativas de vía seca o húmeda para la preparación del carbón y el absorbente, se ha decidido la primera, dadas las características de elevado porcentaje de cenizas y bajo poder calorífico de nuestro carbón.

Consiste en la trituración, molienda y mezcla de los dos componentes de forma que se consiga una buena manejabilidad de dicha mezcla, junto con una posterior combustión en adecuadas condiciones de homogeneidad de temperatura en el lecho y buenos resultados en la fijación de azufre en el absorbente.

A estos efectos la fase de ensayos en planta piloto, que luego se detallará al analizar el Diseño e Ingeniería, ha sido de capital importancia para definir este sistema en vía seca, completamente diferente de los de vía húmeda aplicables a los carbonos de alto rango de las otras dos plantas en construcción antes citadas. (Cuadro 2.2.1.).

b) ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE.

Se realiza mediante una torre de inyección constituida por tres niveles de tolvas. El superior se encuentra siempre a presión atmosférica; el intermedio alternativamente a presión atmosférica o a otra ligeramente superior a la de trabajo del combustor, según sea el momento de operación, y, finalmente, la tolva del nivel inferior trabaja siempre a una presión algo mayor a la del combustor. Los tres niveles de tolvas se encuentran conectados por válvulas (figura 2.2.2.).

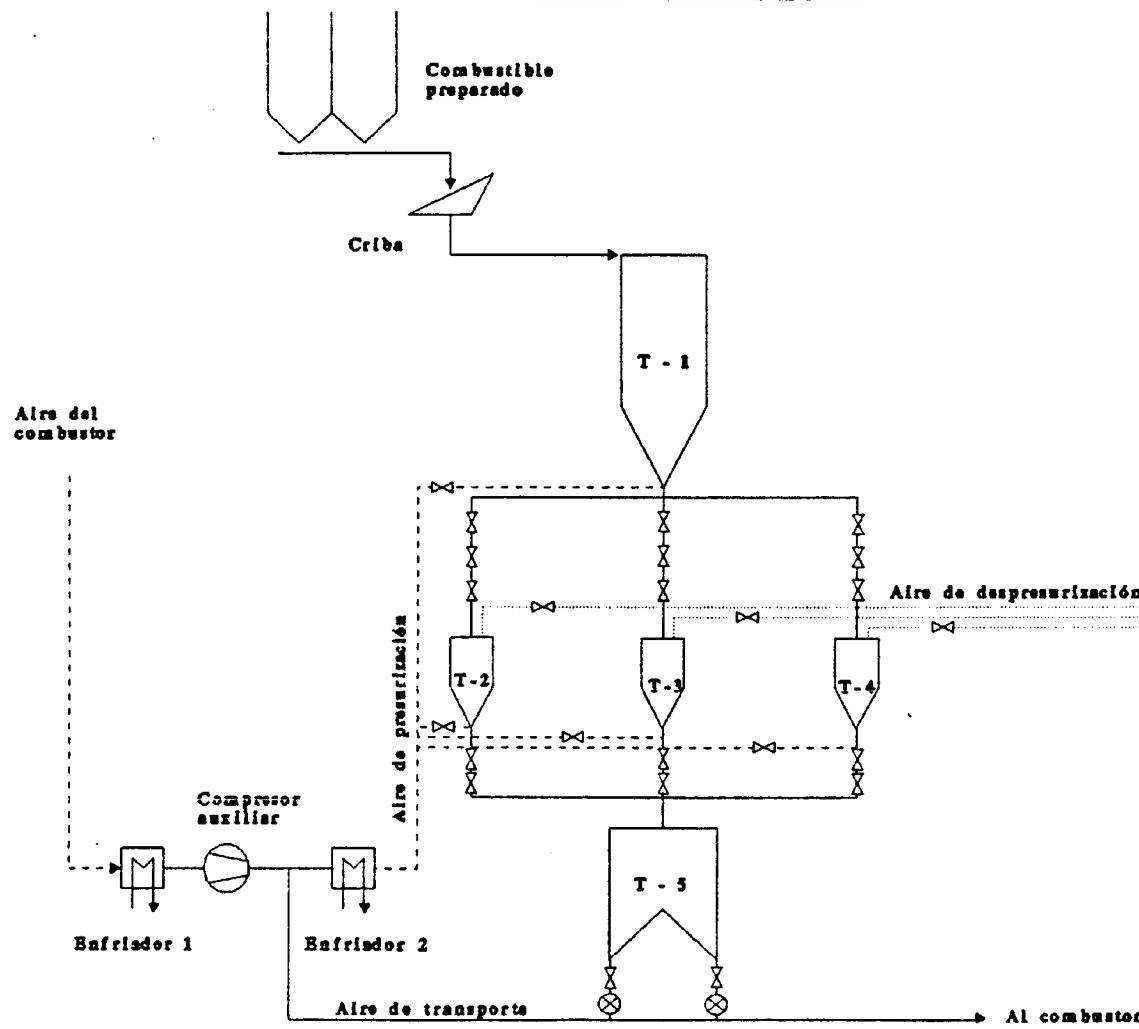
Cuadro nº 2.2.1.-PROYECTOS DE CLFP. CARBONES DE DISEÑO.

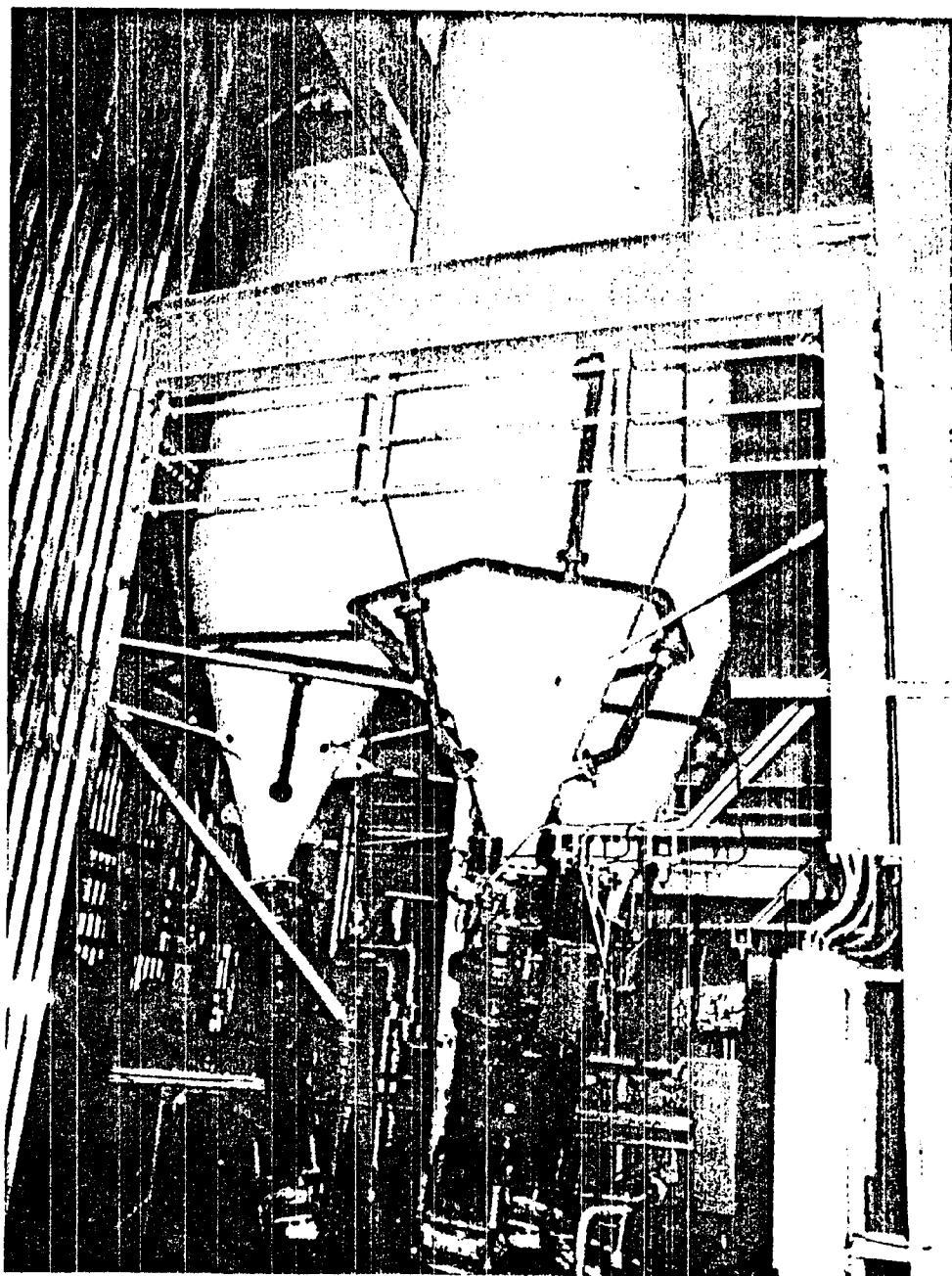
PROYECTO:	ESCATRON	TIDD	VARTAN
TIPO DE CARBON:	Lignito Negro	Hulla	Hulla
PROCEDENCIA:	Aragón	Ohio	Polonia

ANALISIS.-

HUMEDAD, %	18,6	5	9
CENIZAS, %	36,1	11,9	13,2
CARBONO, %	28,5	66,5	64,7
HIDROGENO, %	0,27	1,4	1,0
OXIGENO, %	7,86	7,5	8,1
AZUFRE, %	6,8	3,4	0,9
PODER CALORIFICO SUPERIOR kJ/kg	12075	28455	24500

Fig. n^o 2.2.2.- SISTEMA DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE.





**Fig. nº 2.2.2.(bis).- Vista de los tanques T2, T3, y T4
de combustible preparado.**

La mezcla se envía neumáticamente desde la tolva del nivel inferior al combustor mediante una corriente de aire que se toma de la propia vasija a presión y, por medio de un compresor auxiliar, se le incrementa ligeramente su presión a fin de permitir su entrada en el recinto de combustión.

c) VASAJA A PRESION (COMBUSTOR).

Tiene unas dimensiones de 14 m de diámetro por 22 m de altura y se ha diseñado para trabajo continuo a una presión de 12 bares. En su interior se encuentran una serie de componentes que se describen a continuación.

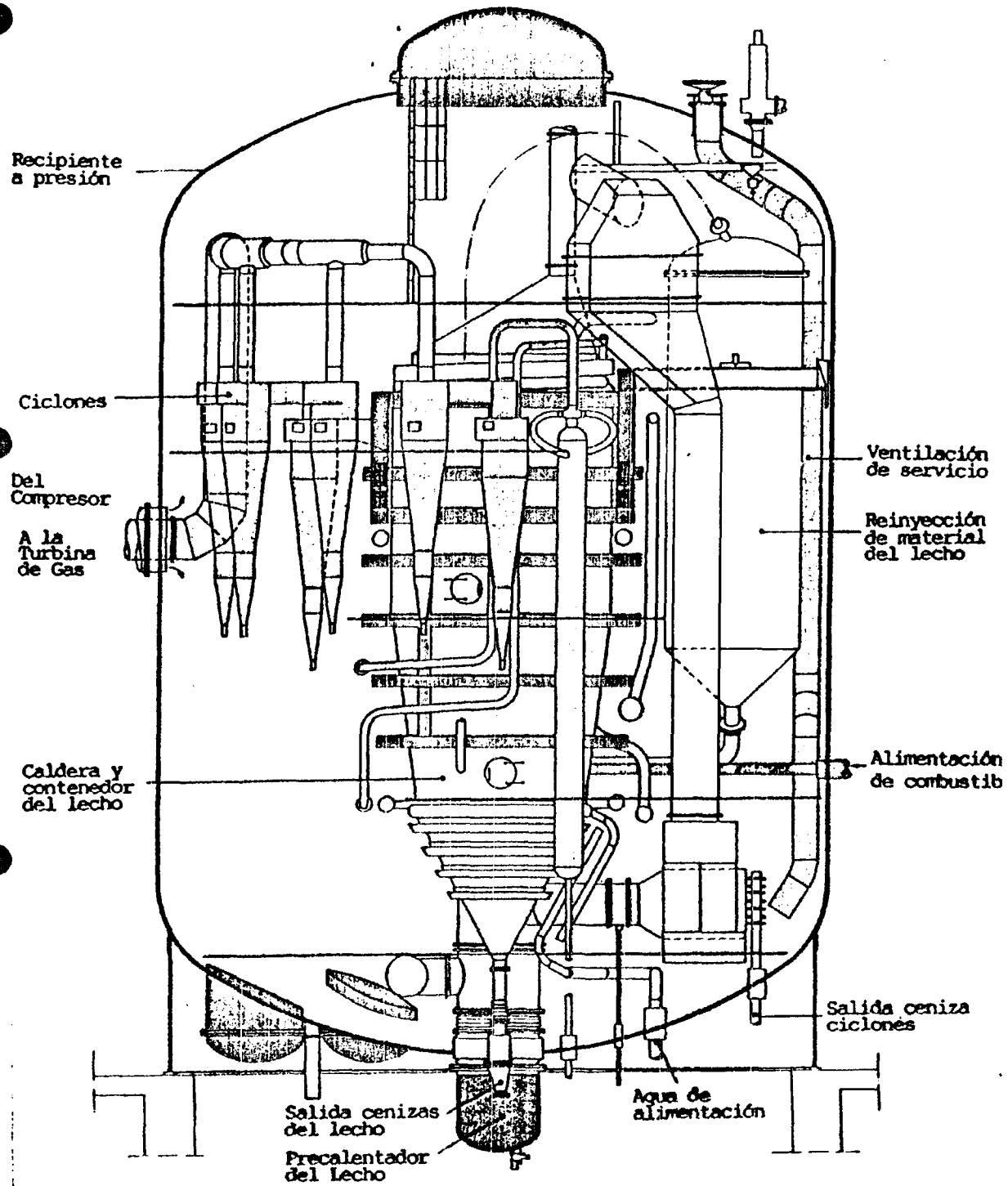
La vasija de lecho es el elemento central del combustor. (Figura 2.2.3.).

Dentro de ella, los tubos de caldera se encuentran sumergidos en el lecho de combustión. Se distribuyen en paneles horizontales constituidos por tubos del evaporador y del sobrecalentador secundario; el sobrecalentador primario forma una armadura de tubos que sirve de soporte a los anteriores (figura 2.2.4.). Se trata de una caldera tipo Benson de un solo paso, por lo que entre el evaporador y el sobrecalentador primario se dispone un separador de humedad que se sitúa fuera de la vasija del lecho.

En la parte inferior de dicha vasija de lecho se encuentra la "parrilla" de distribución de aire y las toberas de alimentación de combustible. Debajo de este plano se localiza el equipo de encendido inicial con gas-oil y dos tolvas en forma de pirámide invertida para salida de las cenizas de la combustión y su enfriamiento (figura 2.2.5); éste se consigue mediante tubos de agua inmersos en las tolvas de caída e integrados en el circuito principal agua-vapor y una corriente de aire que por contacto directo contribuye al enfriamiento de las cenizas y que pasa al lecho como aire de combustión.

Este sistema de enfriamiento mediante tubos de agua es específico del Proyecto Escatrón en función del alto volumen de cenizas a evacuar, a diferencia de los otros dos proyectos antes citados, donde es suficiente con la corriente de

Fig. nº 2.2.3.- ESQUEMA DEL COMBUSTOR.



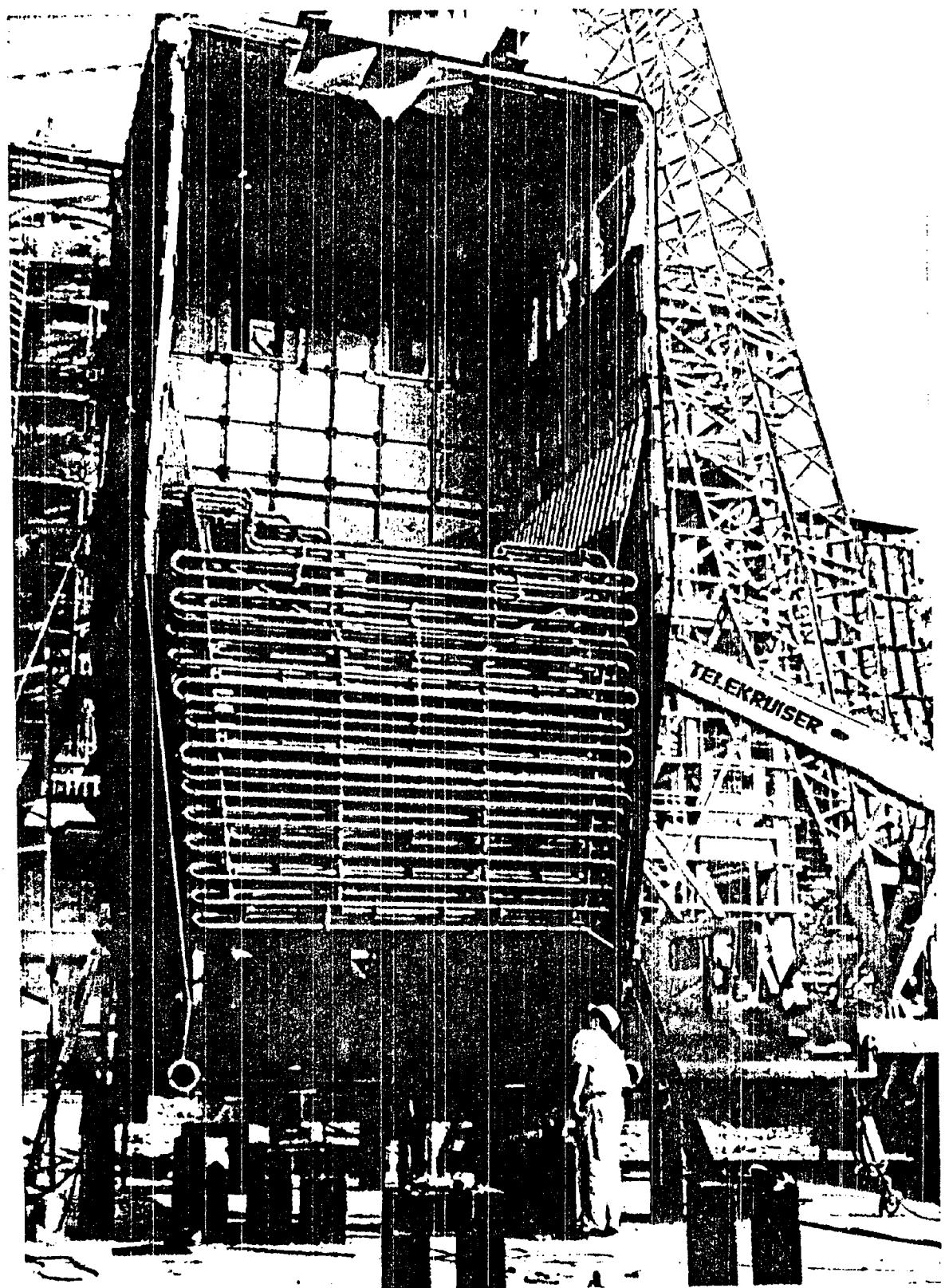


Fig. n° 2.2.4.- Vista parcial de la caldera : generador de vapor y sobrecalentadores.

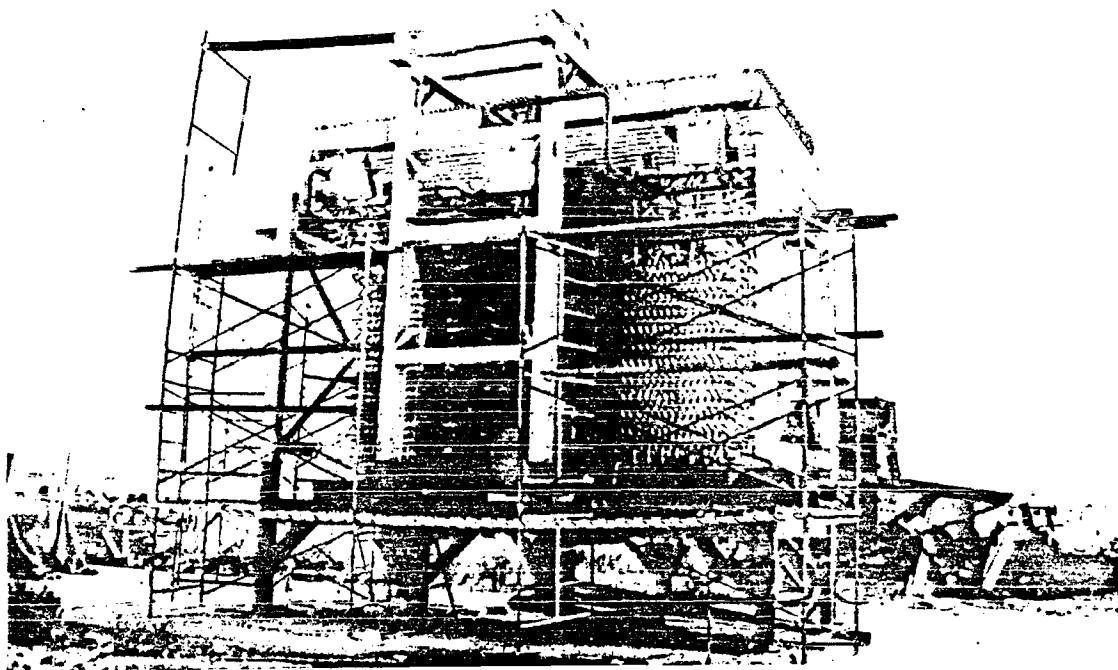


Fig. n° 2.2.5. Conos de recuperación de calor y evacuación de las cenizas
del fondo del lecho.

aire de refrigeración de las tolvas.

Los gases de combustión se limpian de partículas en ciclones de alta eficiencia. La concentración de polvo después de los ciclones se estima del orden de 1000 mg/Nm³.

Las patas de los ciclones disponen de un preenfriamiento de las cenizas mediante una corriente concéntrica exterior del aire contenido en la propia vasija a presión, que de esta forma se precalienta. A continuación, y aún en el interior de la vasija a presión, las cenizas de los ciclones pasan a una segunda etapa de enfriamiento también por aire.

Para regular la altura del lecho de combustión se cuenta con dos vasijas de reinyección a las que se envía el material del lecho mediante una corriente de aire. El transporte se consigue aprovechando la diferencia de presión entre el combustor, la propia vasija de reinyección (que es parcialmente despresurizada a tal fin) y el exterior por medio de un conjunto de tuberías y válvulas, estas últimas situadas en el exterior de la vasija a presión.

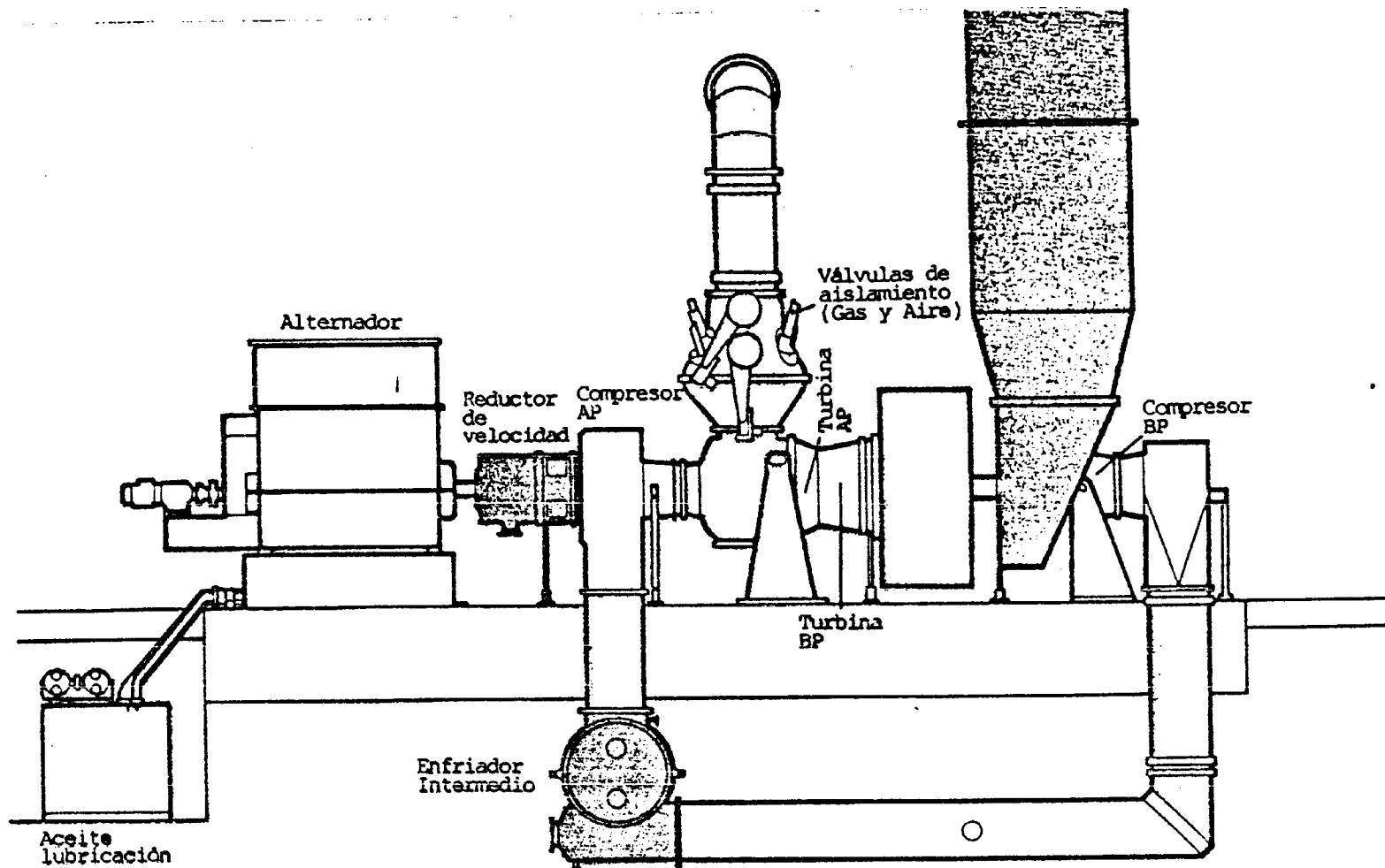
El camino inverso se realiza mediante válvulas en "L" en las que la inyección de aire a presión arrastra el material desde la vasija de reinyección hasta el lecho.

Las variaciones de la altura de la materia en el lecho permiten regular la producción de vapor en la caldera, ya que la transferencia de calor a los tubos inmersos en el seno del lecho es mucho mayor que la correspondiente a los que quedan en el espacio libre sobre él.

d) TURBINA DE GAS Y TURBOCOMPRESOR.

Se trata de una máquina rotativa de doble eje con una turbina de expansión de gas de dos cuerpos, y un compresor de aire también de dos cuerpos, (figura 2.2.6.). El eje que une los cuerpos de alta presión de la turbina y del compresor, gira a velocidad constante, 6.107 rpm, y en él se acopla un generador de energía

Fig. n^o 2.2.6.-ESQUEMA DE LA TUREINA DE GAS.



eléctrica.

Los cuerpos de baja presión de la turbina y del compresor se unen en un eje de velocidad variable, lo que permite regular el funcionamiento de la máquina ajustándolo al flujo de gas y proporcionando el caudal de aire necesario a cada nivel de carga. La velocidad máxima de este eje es de 5.650 rpm. La turbina de gas dispone de álabes regulables en la admisión del cuerpo de baja presión. Por otra parte, los álabes de admisión de aire al compresor de baja presión son de posicionado regulable en función del caudal del mismo; esta regulación sólo se utiliza en los arranques.

En la operación de puesta en marcha de la planta, el generador de la turbina de gas actúa como motor y arrastra al compresor para suministrar el aire inicial de combustión. Esta actuación como motor tiene lugar hasta que se alcanza una carga de aproximadamente el 25% de la máxima del sistema, momento en el que el gas producido en la combustión es capaz de hacer girar la turbina con la potencia necesaria para que se inicie la generación eléctrica en la misma.

La máquina cuenta con un conjunto de válvulas de conexión, denominado conjunto de válvulas de intercepción, que sirve para admitir el gas a la turbina y a la vez dar salida al aire comprimido. La tubería que une la turbina de gas con el combustor es coaxial, por el conducto interior circula el gas y por el espacio anular exterior el aire ya comprimido, que hace de cierre del conducto de gas.

e) EXTRACCION Y ENFRIAMIENTO DE CENIZAS.

Se estima que de las cenizas producidas en el proceso de combustión, el 65% aproximadamente se extraen a través de los ciclones y el resto por el fondo del lecho, si bien esta distribución dependerá del tipo de mezcla combustible y de su proceso de preparación. Como se indicó anteriormente el fondo del lecho está provisto de tubos de agua que enfrian las cenizas a temperaturas inferiores a 250° C. La extracción de estas cenizas se realiza mediante tolvas de despresurización situadas debajo de la vasija a presión.

Por otra parte, las cenizas recogidas en los ciclones sufren un enfriamiento en el interior de la vasija a presión como ya se ha explicado, que no es suficiente para su evacuación, por lo que una vez fuera de ésta pasan a un conjunto de enfriadores por tubos de agua que, en circuito cerrado, transfieren el calor recuperado al agua de alimentación de caldera mediante otro intercambiador de calor (figura 2.2.7).

Las cenizas, tanto del lecho como procedentes de los ciclones, se envían a una tolva de almacenamiento diario (silo) desde donde se evacúan al depósito permanente exterior a la central. Para el transporte de las cenizas del lecho desde las tolvas de despresurización se dispone de un sistema auxiliar de compresores; las separadas en los ciclones se extraen junto con un pequeña corriente de gases del combustor con suficiente presión remanente para llegar a la tolva de almacenamiento diario. Un esquema del sistema de extracción de cenizas se muestra en la figura 2.2.8.

Finalmente, los gases expansionados en la turbina de gas, que también contienen polvo, una vez enfriados con el agua de alimentación a caldera en un intercambiador de calor (Economizador Externo) pasan a un filtro electrostático para limpiarlos a contenidos inferiores a 50 mg/Nm^3 (figura 2.2.9). El polvo recogido se envía mediante un sistema de transporte neumático a la tolva de almacenamiento diario de cenizas.

f) SISTEMA DE CONTROL.-

La planta de Escatrón cuenta con dos sistemas de control, el que corresponde a la nueva instalación, es decir el que opera sobre el núcleo de la combustión en lecho fluidizado a presión, y el correspondiente al ciclo agua-vapor con sus sistemas y equipos. Ambos sistemas están interconectados entre sí.

En cuanto al primero, el sistema adoptado es del tipo de lógica programable y control distribuido, (figura 2.2.10) con cuatro niveles diferentes:

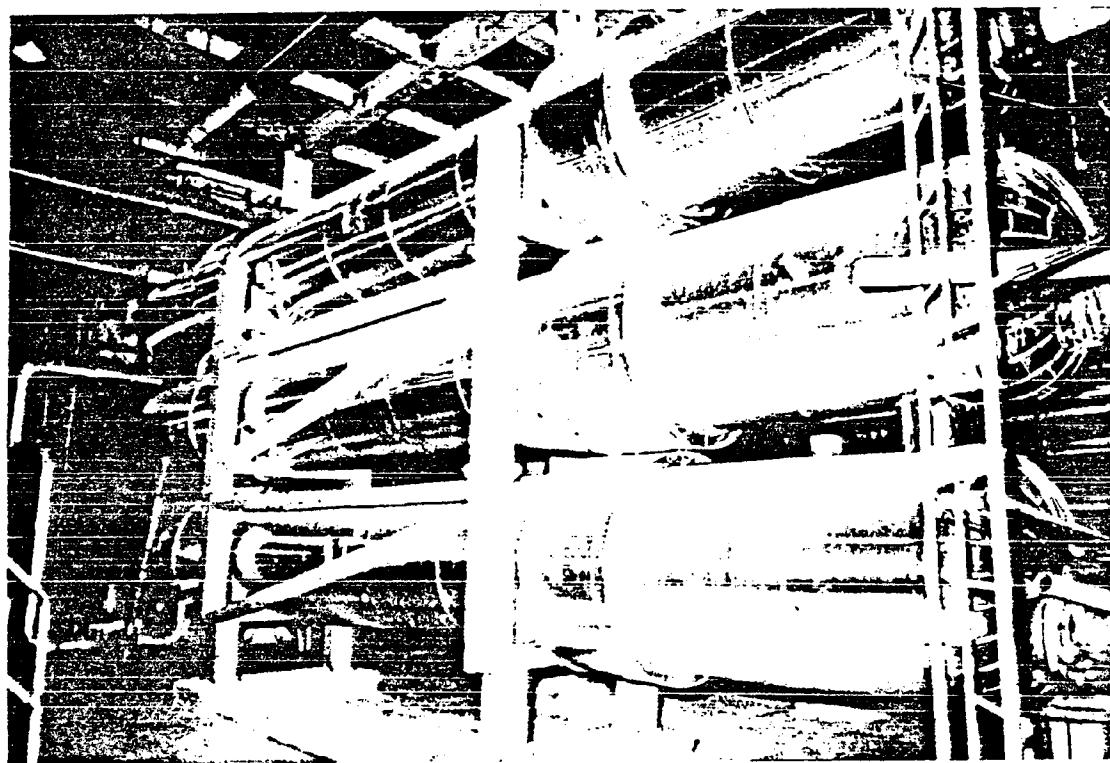
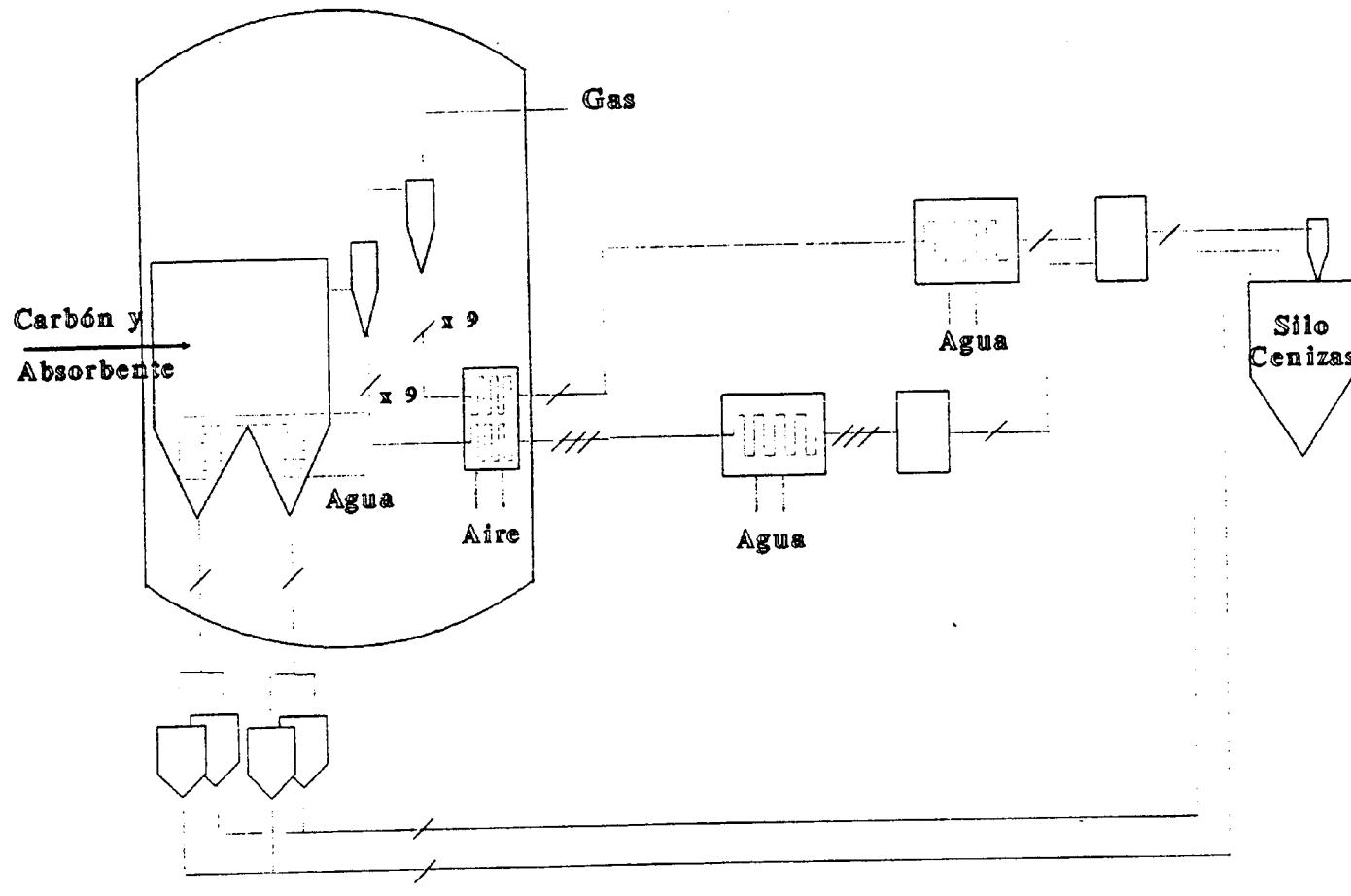


Fig. n° 2.2.7.-Vista parcial del sistema de recuperación de calor de las cenizas de los ciclones

Fig. n^o 2.2.8.- SISTEMAS DE EXTRACCION DE CENIZAS.



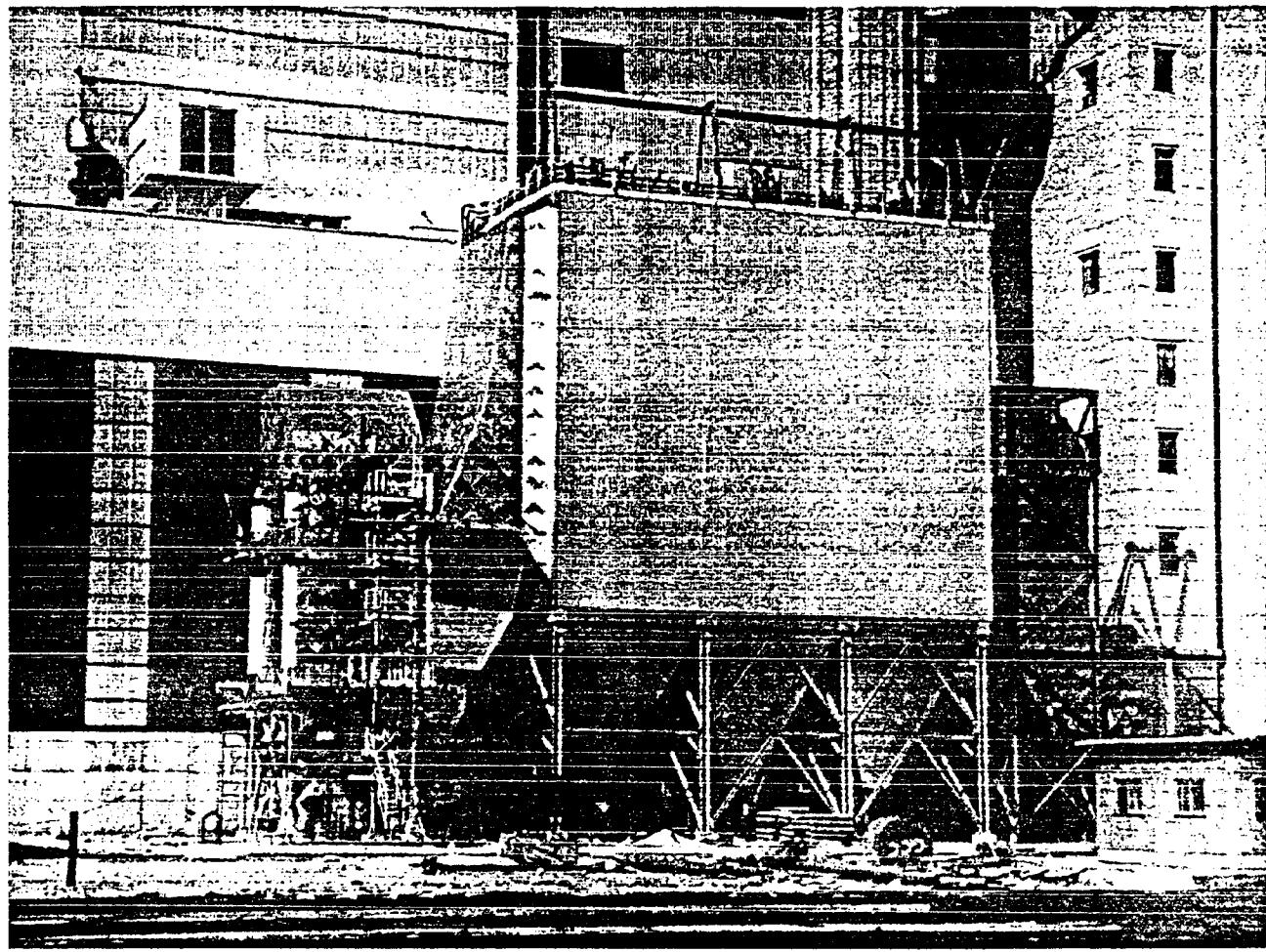
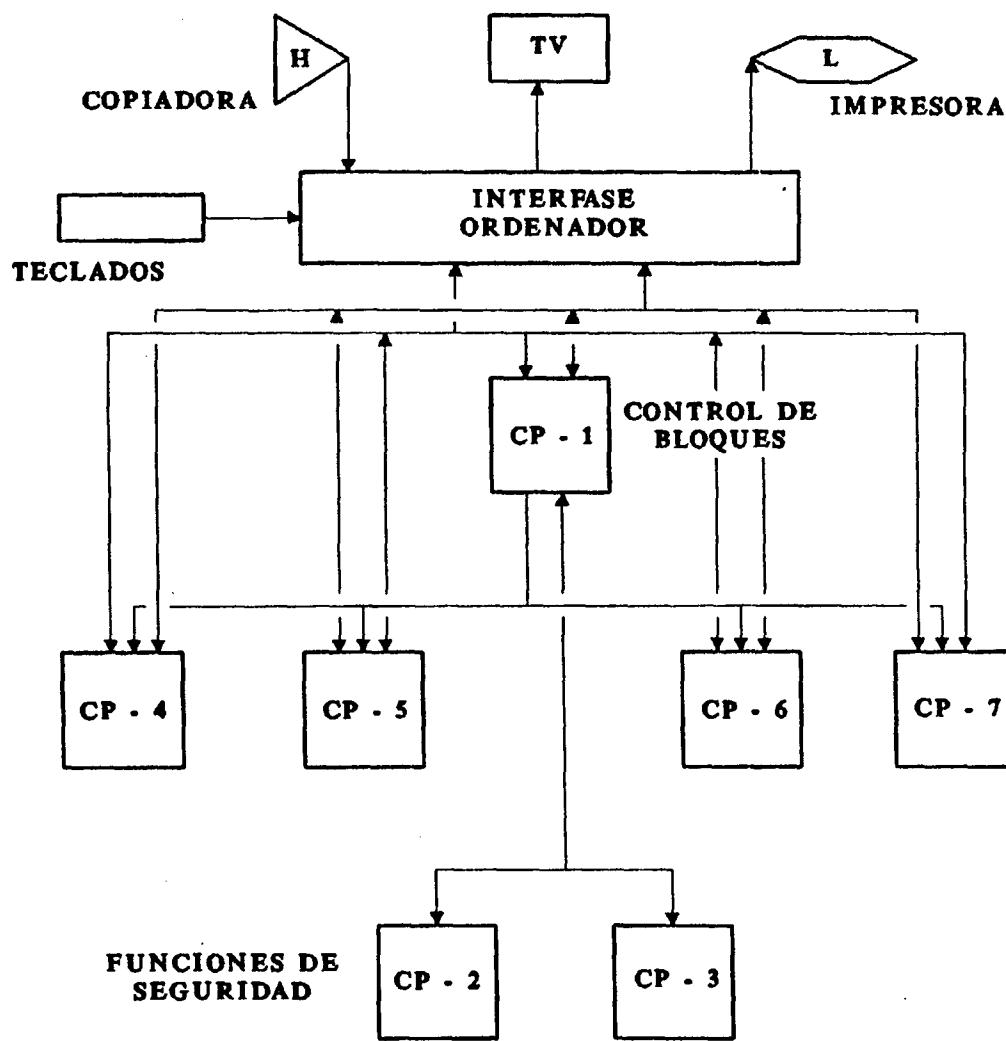


Fig. nº 2.2.9.- Economizador externo y precipitador electrostático.

Fig. n^o 2.2.10.-SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO.



- Funciones de Seguridad y Sistema Lógico de Seguridad, en dos bloques independientes, y con doble fuente de alimentación.
- Control de Proceso, que realiza el control individual y de componentes, funciones de enclavamiento y automatismos, así como el mando por "grupos funcionales".
- Control de Bloques, que se encarga de la coordinación de las unidades de control del proceso. Se comporta como unidad principal del control siendo el resto esclavas de ella.
- Sistema de Comunicaciones con el operador, incluyendo una serie de periféricos para control y supervisión por los operadores.

4. OBJETIVOS DEL PROYECTO ESCATRON.

Con este proyecto se pretende disponer de una tecnología de Uso Limpio adecuada a las especiales características de los carbones subbituminosos españoles, que nos permita en un próximo futuro poder construir plantas de generación eléctrica competitivas, que cumplan con los requisitos medioambientales actuales y los que de forma más restrictiva se puedan plantear en el futuro.

Por ello, en el diseño de la Planta de Demostración de Escatrón se han analizado los factores que inciden en una optimización de los parámetros medio ambientales, y en el programa de pruebas subsiguiente se ha previsto que un aspecto muy importante del mismo sea el establecer las condiciones operativas que permitan alcanzar valores de dichos parámetros mejores que los garantizados en el diseño.

Este trabajo de mejora de parámetros medioambientales se refiere tanto a las emisiones de óxidos de azufre como de nitrógeno, haciendo fuerte incapié en las primeras, dado el alto contenido en este elemento de nuestros carbones.

También se presta especial atención en el Programa de Pruebas a aquellos aspectos que analizan la inocuidad de los vertidos sólidos, cenizas de combustión, asegurando su deposición sin arrastres y lixiviación de elementos no deseados. En el cuadro nº 4.1 se citan los objetivos medioambientales a alcanzar en la Planta de Demostración de Escatrón.

Por otra parte, el esfuerzo tecnológico que hace ENDESA en este Proyecto, se ha pretendido que sea capitalizado de una forma más amplia desde todo el Sector Público y el País en general. La tecnología de Combustión en Lecho Fluidizado a Presión puede ser una alternativa válida no sólo para los lignitos negros aragoneses, sino para un amplio espectro de carbones, muchos

Cuadro nº 4.1.- OBJETIVOS MEDIOAMBIENTALES EN LA PLANTA
DE DEMOSTRACION DE LA CLFP DE ESCATRON.

* REDUCCION DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES GASEOSAS

- ASEGURAR LA RETENCION DE AZUFRE DEL 90 % A CUALQUIER NIVEL DE CARGA. RATIO Ca/S = 1,8.
- CONSEGUIR CONDICIONES OPERATIVAS QUE PERMITAN RETENCIONES SUPERIORES AL 95 %.
- GARANTIZAR EN CUALQUIER NIVEL OPERATIVO EMISIONES DE NO_x INFERIORES A 250 mg/Nm³.

* INOCUIDAD DE LOS VERTIDOS SOLIDOS

- ESTABILIDAD FISICA Y QUIMICA DE ESCOMBRERAS.
- PREVENCION DE LIXIVACIONES NO DESEADAS.

de ellos de características similares a las de otros yacimientos españoles. En este sentido, un segundo objetivo es profundizar en el conocimiento de este proceso, sus bases de diseño y condiciones operativas, de forma que se pueda extender la Tecnología a otro tipo de carbones diferentes a los lignitos negros.

La capitalización del esfuerzo del Proyecto Escatrón y en general del Programa de Combustión en Lecho Fluído a Presión exige que la participación de empresas españolas de Ingeniería y Fabricación de Bienes de Equipos sea importante, lo que además puede contribuir a un mayor éxito en el objetivo final de lograr una amplia aplicación de tecnologías de uso limpio del carbón en España.

En este sentido, cuando ENDESA negoció con la empresa que originalmente poseía la tecnología, ASEA PFBC, luego ABB Carbón, impuso como condición para que se llevara a cabo el Proyecto Escatrón que se establecieran los correspondientes acuerdos de transferencia y codesarrollo de tecnología entre la ya mencionada ASEA PFBC y Babcock Wilcox Española.

Para complementar estos acuerdos y como herramienta operativa de los mismos, por parte de ENDESA y BWE se ha establecido un "Grupo de Desarrollo Tecnológico" cuya misión es profundizar en la tecnología y responsabilizarse de que todos los temas conexos con ella lleguen a buen término. En el cuadro nº 4.2 se citan algunos de los objetivos tecnológicos.

**Cuadro nº 4.2.- OBJETIVOS TECNOLOGICOS DEL PROGRAMA
DE CLFP PARA LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS.**

* TECNOLOGIAS DE USO (Empresas Eléctricas)

- ADECUACION A LOS LIGNITOS NEGROS.
- EXTENSION A OTROS TIPOS DE CARBONES.
- OPTIMIZACION DE LOS PARAMETROS OPERATIVOS.
 - MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGETICA.
- ALTO NIVEL DE DISPONIBILIDAD.

* TECNOLOGIA DE DISEÑO (Empresas Eléctricas, de Ingeniería
y Bienes de Equipo)

- INGENIERIA DE SISTEMAS DE LA PLANTA.
- ESPECIFICACION Y DISEÑO DE SISTEMAS, EQUIPOS Y COMPONENTES.
- CAPACIDAD DE FABRICACION DE EQUIPOS PRINCIPALES.

5.4.- Resultados medioambientales.

El objetivo principal de la tecnología de combustión en lechos fluidizados es disminuir las emisiones a la atmósfera de óxidos de azufre y de nitrógeno. La retención de azufre en las cenizas de combustión depende de distintos factores, que a su vez están relacionados unos con otros. En la figura 5.4.1. se citan los más importantes.

En el caso de Escatrón, la retención de óxidos de azufre exigida en el diseño, se estableció en un 90%. Este valor ha quedado confirmado en primer lugar en los resultados de los ensayos en planta piloto, y en segundo término en el proceso de puesta en marcha de la propia Planta de Demostración de Escatrón.

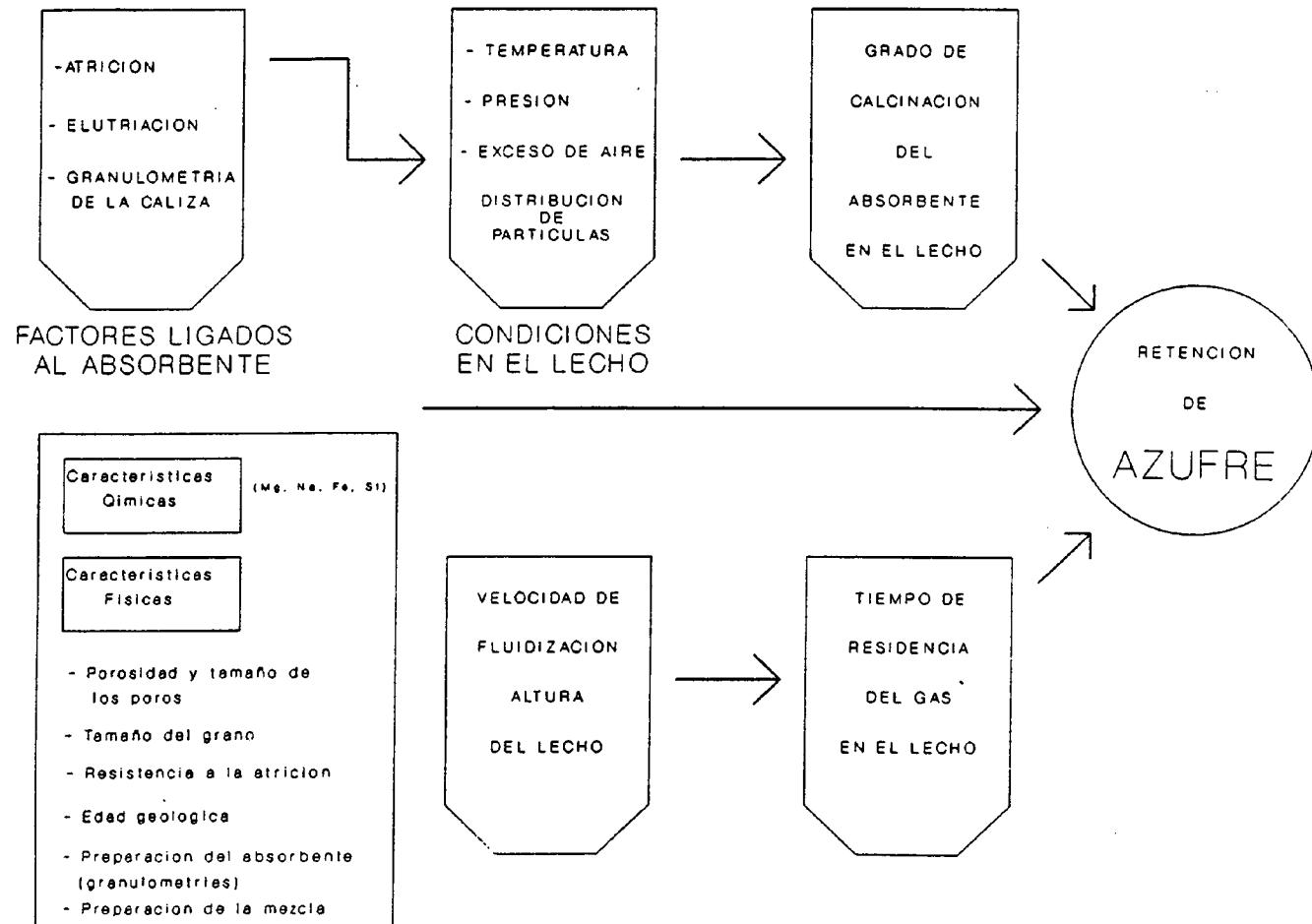
Así mismo las emisiones de óxidos de nitrógeno se han visto que cumplen con las previsiones de diseño.

En los cuadros nº 5.4.1 y 5.4.2 se reflejan los primeros datos relativos a los resultados obtenidos en la puesta en marcha del Proyecto de Escatrón

Los resultados obtenidos, con valores incluso mejores de los teóricamente esperados, confirman la idoneidad de la tecnología escogida y abren un interesante camino de utilización de este tipo de carbones, de elevados contenidos en azufre y cenizas.

En el programa de pruebas se van a acometer ensayos destinados a comprobar la posibilidad de obtener incluso mayores retenciones de azufre , y se experimentará, como ya se indicó anteriormente, con distintos carbones representativos de las cuencas de Teruel y Mequinenza y con diferentes absorbentes, en diferentes condiciones de operación, así como con variación de

Fig. nº 5.4.1.-FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RETENCION DE AZUFRE



Cuadro nº 5.4.1.- PARAMETROS MEDIOAMBIENTALES.

	<u>GARANTIA</u>	<u>ESPERABLES</u>	<u>ALCANZADOS (*)</u>
Retención de S			
Ratio Ca/S = 1,8	90 %	90 %	92 - 95 %
Ratio Ca/S = 2,1		95 %	
Emisión de NOx	220 ppm	< 150 ppm	< 220 ppm aprox. 150 ppm
Emisión de polvo	50 mg/Nm ³	< 50 mg/Nm ³	< 10 mg/Nm ³

(*) durante la fase de puesta en marcha

Cuadro nº 5.4.2.- Resúmenes de resultados medioambientales del período de puesta en marcha de la Central CLFP de Escatrón.

1) SO_x

- Retenciones en el rango de 85 - 95 % con una relación molar Ca/S aprox. 1,8 y potencias mayores del 70 %.
- Dependencia de:
 - altura del lecho
 - condiciones de fluidización
 - temperatura del lecho
 - preparación del combustible
 - características del absorbente

2) NO_x

- Valores medios del orden de 150 ppm
- Dependencia del exceso de aire
- Escasa dependencia del resto de factores operacionales

3) Partículas

- Valores por debajo de 10 mg/Nm³

diferentes parámetros del proceso.

En el transcurso del programa de pruebas se van a ir estableciendo correlaciones entre los niveles alcanzados de retención de azufre y los parámetros que influyen en dicho proceso, al objeto de obtener información de cara a la escalación de la tecnología y sus resultados, a plantas de tamaño comercial.

7.1. Adecuación y Escalación Industrial.

Dado que el objetivo final del Programa CLFP es la implantación de la tecnología, desde el principio y en paralelo al Proyecto de Escatrón se estableció un plan de trabajo para el diseño de plantas comerciales, del nivel de 350 MWe de potencia. En la figura nº 7.1.1 se esquematiza esta idea.

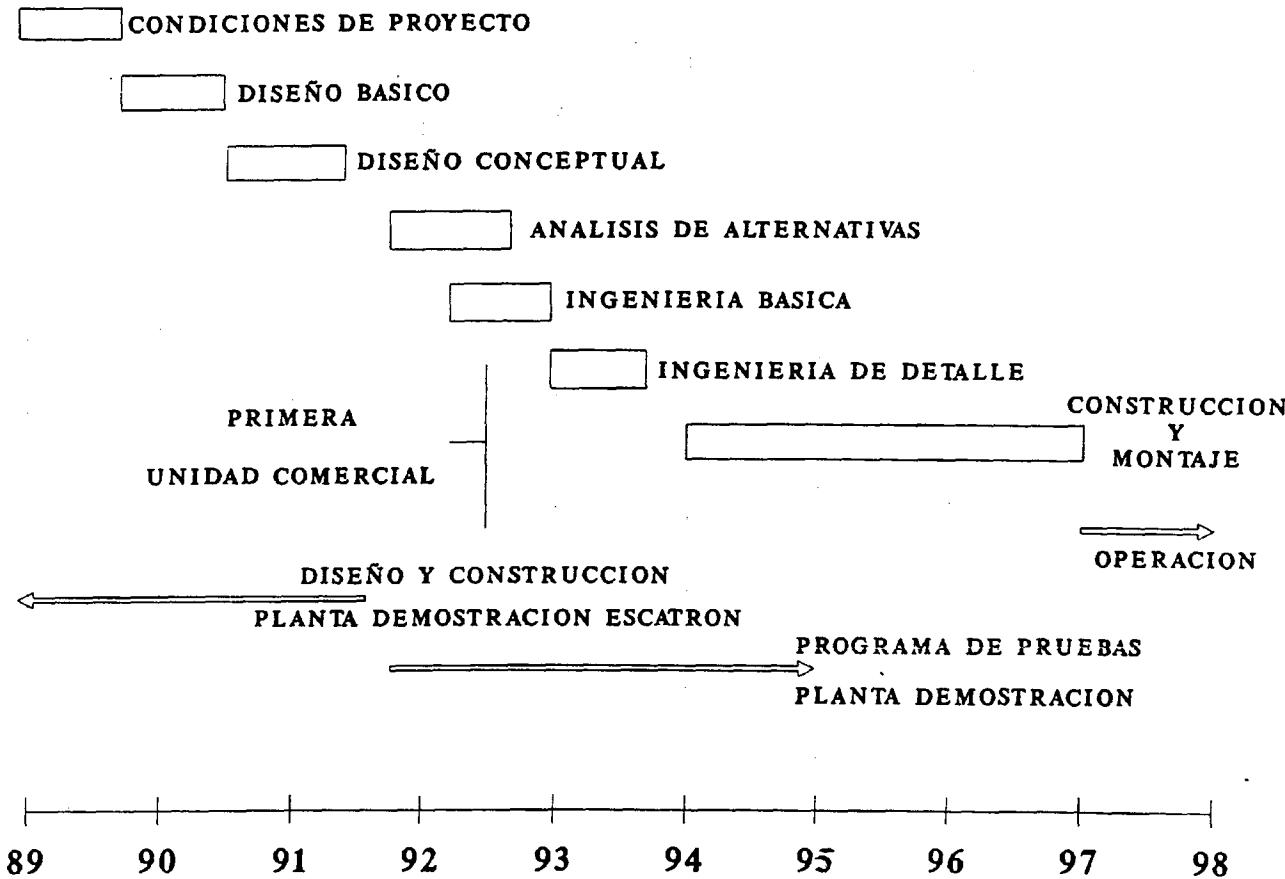
El Grupo de Desarrollo Tecnológico establecido por ENDESA y BWE, recogiendo las experiencias del Diseño de la Planta de Escatrón, realizó un documento en el que se reflejaba el Diseño Preliminar de una posible planta de aplicación industrial, válido tanto para la reconversión de unidades existentes, como para centrales de nueva construcción.

Este documento, que ha recogido en un primer listado aquellos puntos o aspectos de diseño que en el correspondiente de la Planta de Demostración de Escatrón se mostraron no adecuados o problemáticos, ha servido de punto de partida de discusión, en la que interviene la Ingeniería de ENDESA e INITEC, de forma que en los siguientes documentos se avanza hacia diseños que reflejan un más amplio consenso.

Fruto de ello es la realización por parte de BWE de un documento que recoge la Ingeniería Básica de una planta CLFP. Para ello ha contado con el apoyo en ciertos aspectos de ABB Carbón.

Con estas bases INITEC ha desarrollado los anteproyectos de reconversión de un grupo de la C.T. Teruel y de la construcción de una unidad de nueva implantación.

Fig. n^o 7.1.1.- PROGRAMA DE ESCALACION PROYECTO CLFP.



Se han valorado ambas alternativas y a partir de ahora se pasa a un plan de análisis conjunto de detalles de concepción y diseño, recogiendo la experiencia del Programa de Pruebas que se inicia ahora en Escatrón.

Como muestra de estas actividades, en la figura nº 7.1.2 se refleja el diagrama de Flujo de una planta comercial; en el cuadro nº 7.1.1 se indican los datos característicos y en la figura nº 7.1.3 la disposición general preliminar del combustor.

Una serie de aspectos han de analizarse en las actividades que ahora se inician, tales como:

- Fiabilidad de diseño de sistemas y equipos, tanto en su vertiente individual, por ejemplo equipos de manejo de sólidos, componentes calientes, válvulas, sistemas de control, pero también en el conjunto de la planta.
- Tiempo medio de reparación de la planta. Actividades en paradas programadas y en no programadas.
- Condiciones de operación de la planta en diferentes niveles de carga. Funcionamiento en regímenes transitorios.
- Optimización de los parámetros de diseño y condiciones de trabajo de forma que se puedan garantizar los mejores resultados medioambientales.
- Análisis de costes de operación y mantenimiento.
- Definición de las inversiones a realizar en las diferentes alternativas de diseño.
- Cálculo de los parámetros económicos de rentabilidad de las futuras instalaciones.

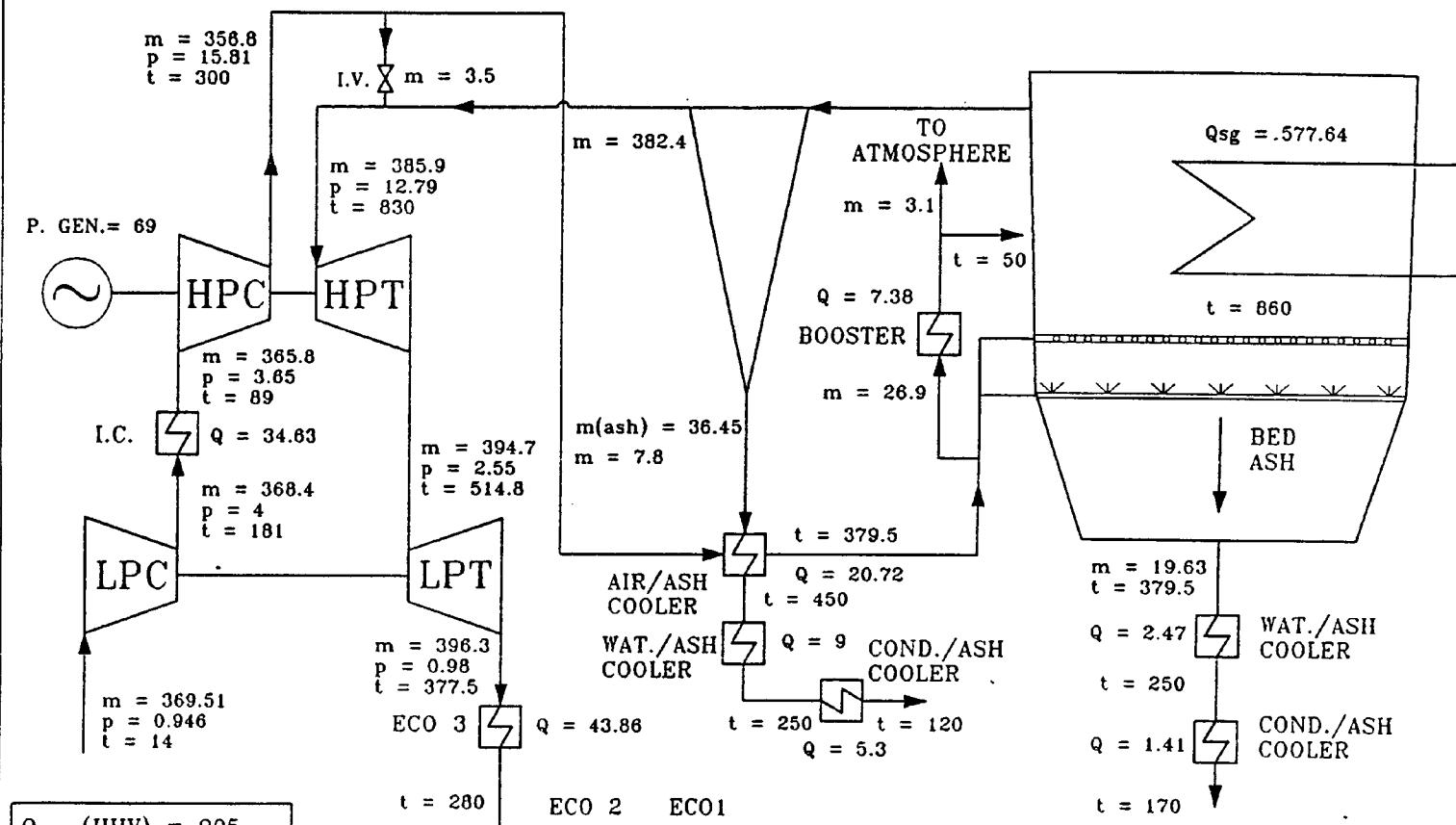


Fig. n° 7.1.2.- DIAGRAMA DE FLUJO
DE LA PLANTA DE 375 MW CLFP.

m : Kg/s
 p : bar
 t : °C
 Q : MW

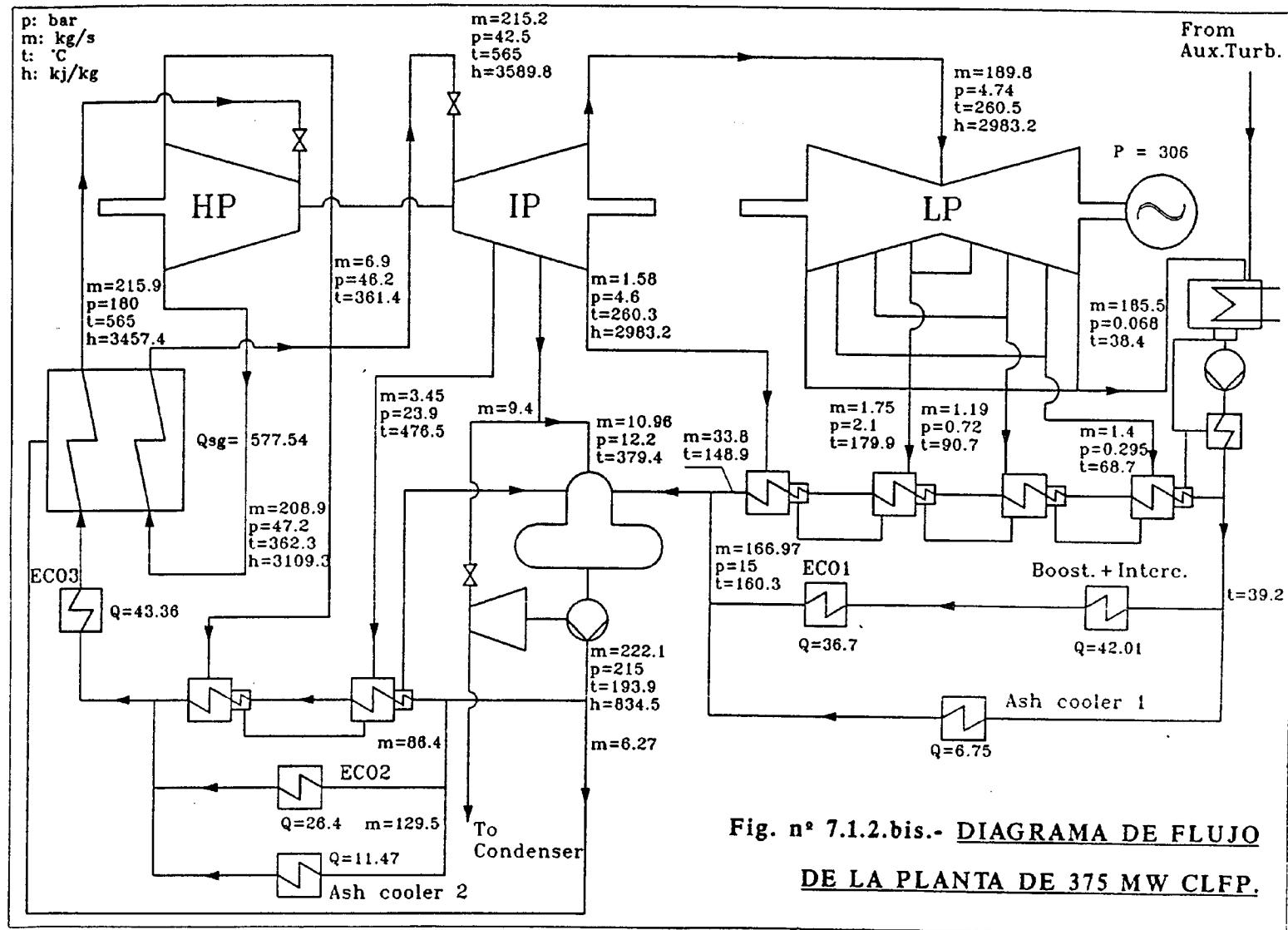


Fig. nº 7.1.2.bis.- DIAGRAMA DE FLUJO
DE LA PLANTA DE 375 MW CLFP.

Cuadro nº 7.1.1.- DATOS CARACTERISTICOS.

Planta nueva de 375 MWe

Potencia térmica total	(MW _t)	905
Potencia eléctrica total	(MWe)	375
Potencia T. vapor	(MWe)	306
Potencia T. gas	(MWe)	69
Rdto. Bruto s/PCS	(%)	41,4
Rdto. Bruto s/PCI	(%)	44,6
Consumo auxiliares	(%)	3,55
Rdto. Neto s/PCS	(%)	40,00
Consumo específico	Mj/Kwh	8,68
Ref. a Pot. Bruta y a PCS	Kcal/Kwh	2074

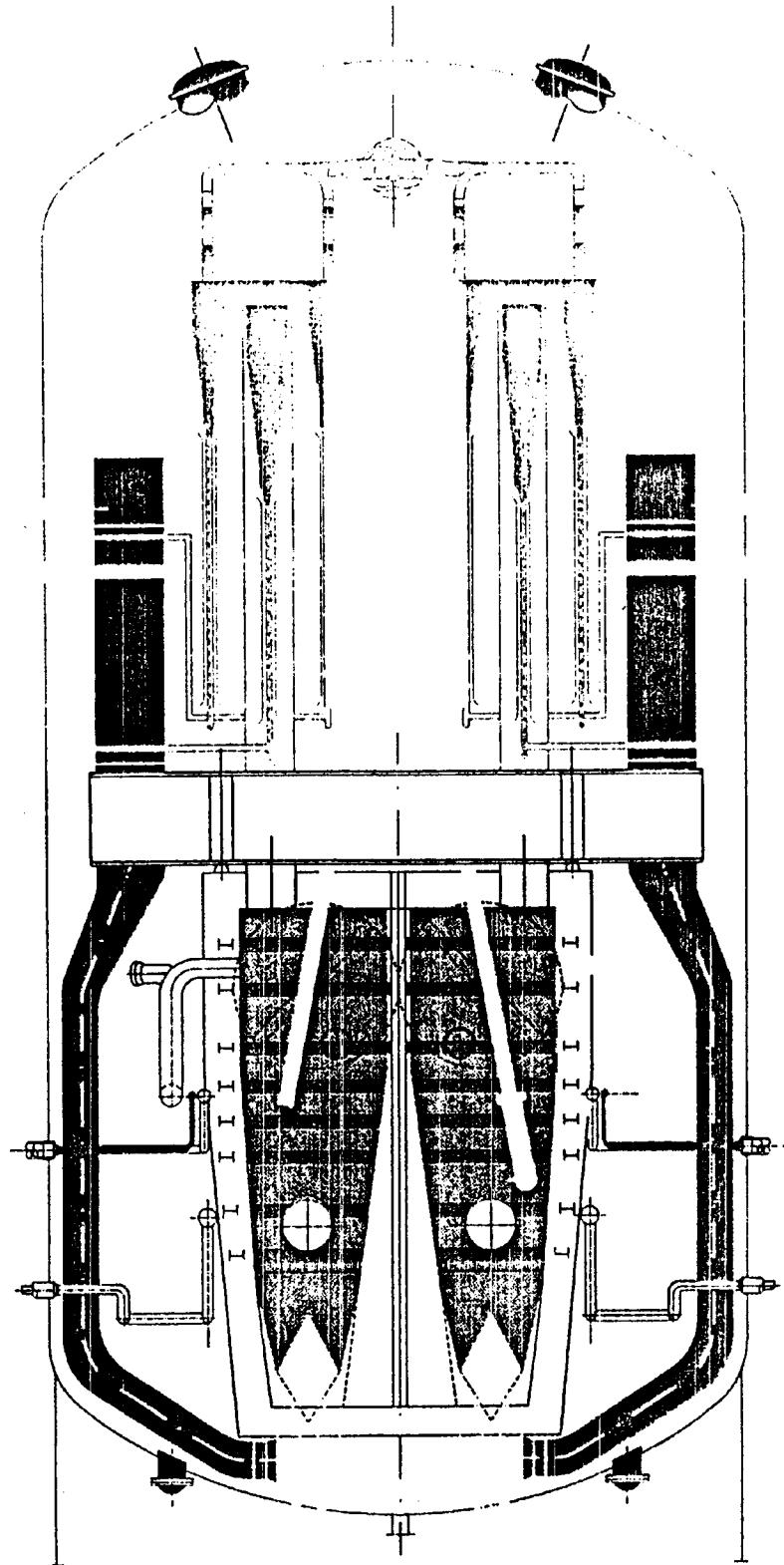


Fig. nº 7.1.3.- UNIDAD DE 350 MWe.
DISPOSICION DEL COMBUSTOR.

O C I C A R B O N

PROYECTO: CATALIZADORES PARA LA DESTRUCCION DEL NOx EN CENTRALES
TERMICAS C-21-030
ESPINDESA

**ESTUDIO SOBRE MEJORA DE COMPORTAMIENTO
DEL CATALIZADOR DE REDUCCION DE NO_x**

TRABAJOS REALIZADOS EN 1991/92

Enero 1992

I N D I C E

1. RESUMEN DEL TRABAJO REALIZADO EN 1991
2. RESUMEN DEL TRABAJO ANTERIOR
3. DETALLE DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN 1991
 - 3.1. Optimización del catalizador
 - 3.2. Medidas de actividad catalítica
 - 3.2.1. Medidas de actividad en nuestro Laboratorio
 - 3.2.2. Evaluacion externa
 - 3.3. Gráficas y Experimentos
4. INFORMACION ECONOMICA

1. RESUMEN DEL TRABAJO REALIZADO EN 1991

1. RESUMEN DEL TRABAJO REALIZADO EN 1991

Durante el año 1991 se ha trabajado en dos frentes:

- a) En laboratorio para mejorar la eficacia del catalizador a temperaturas inferiores a 300°C y
- b) En aproximaciones al mercado para detectar el interés que nuestro catalizador suscita en posibles competidores y también en usuarios.

Los resultados de laboratorio son parcialmente satisfactorios ya que se ha conseguido incrementar la eficacia catalítica en más de 10 puntos a 300°C aunque a costa de encarecer algo el coste del catalizador, con lo que pierde parte de su ventaja competitiva.

En cuanto a la reacción de terceros respecto a su posible interés se ha contactado con la Universidad de Lovaina (asesores para catalizadores de importantes empresas de Alemania y Benelux) así como con BASF y la British Tioxide. La opinión de los primeros (cuyo informe se adjunta) es que el catalizador sigue necesitando mejorar algo más su eficacia catalítica a bajas temperaturas. Por su parte BASF y Tioxide han manifestado poco interés en nuestro catalizador mientras no esté experimentado al menos en una planta semiindustrial.

2. RESUMEN DEL TRABAJO ANTERIOR

2. RESUMEN DEL TRABAJO ANTERIOR

En las primeras etapas de investigación se consiguió desarrollar a escala de laboratorio un catalizador con una actividad superior a los existentes en el mercado, aunque no se logró obtener un extruido en forma de panel con dureza suficiente para intentar su desarrollo industrial.

Posteriormente se consiguió, mediante la adición de un aglomerante natural de bajo coste, dotar al catalizador de la dureza necesaria para construir grandes bloques autosustentantes aunque para ello hubo que sacrificar parte de la actividad catalítica original.

Ante la dificultad de conseguir muestras de catalizadores comerciales y el riesgo de estar comparando la eficacia de nuestro catalizador con valores bibliográficos y no con valores correspondientes a catalizadores industriales actuales, se llegó a un acuerdo con BASF para que ensayasen nuestro catalizador y lo comparasen con los que ellos fabrican bajo licencia japonesa.

Los resultados de los ensayos que BASF realizó en sus laboratorios de Ludwigshafen durante 1990 indicaron que a temperaturas superiores a 400°C nuestros catalizadores presentaban eficacias de conversión de NOx próximas a los de la competencia pero en cambio a temperaturas inferiores la eficacia era claramente más baja. El mejor catalizador desarrollado hasta aquel momento presentaba las siguientes eficacias:

300°C	73%
350°C	87%
400°C	93%
450°C	96,2%

BASF indicó que el objetivo debía ser conseguir eficacias no inferiores al 85% a 300°C, manteniendo a 400°C una eficacia próxima al 95%.

Con esta meta se ha trabajado en laboratorio a lo largo de 1991. Introduciendo pequeñas pero numerosas modificaciones en el procedimiento de preparación del catalizador se han conseguido, sin deteriorar significativamente las propiedades mecánicas del catalizador, las siguientes eficacias de conversión de NOx:

300°C	86%
350°C	95%
400°C	97,5%
450°C	98,8%

Los resultados anteriores corresponden a ensayos realizados con nuestro catalizador por el Departamento de Catálisis de la Universidad de Lovaina (cuyo informe se adjunta) como organismo independiente, de gran reputación en Europa.

La mejora de eficacia conseguida es obvia aunque el coste de fabricación del catalizador nuevo es aproximadamente un 5-7% más alto que las del anterior debido a la mayor sofisticación del nuevo procedimiento de fabricación.

En paralelo con los trabajos de laboratorio se han mantenido conversaciones con BASF y British Tioxide con vistas a interesarles en la posible licencia de nuestro catalizador, ya que ambos lo fabrican bajo licencia japonesa. Ambos coinciden en señalar que la calidad catalítica del catalizador es próxima a la requerida por el mercado pero se muestran renuentes a entablar conversaciones ya que, insinúan, el 10-15% de economía en el coste de materias primas, no les resulta suficientemente atractivo para asumir los gastos que conlleva la preparación de muestras industriales de nuestro catalizador y su ensayo en una planta de demostración. En el caso de British Tioxide se une además el efecto

de que, siendo ellos fabricantes de dióxido de titanio, no ven con buenos ojos el que nuestro catalizador contenga menos dióxido de titanio que el de la competencia.

3. DETALLE DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN 1991

3.1. OPTIMIZACION DEL CATALIZADOR

Para mejorar la actividad del catalizador se replantearon todas y cada una de las etapas de su preparación, se utilizaron materias primas alternativas y se mejoraron sensiblemente las técnicas de ensayo de actividad.

La composición final de los catalizadores se determinó por fluorescencia de rayos X usando un espectrómetro SRS secuencial. Las medidas de superficie específica y porosimetrías se llevaron a cabo en un Micromeritics 2100D y Micromeritics 9300 respectivamente. El tamaño medio de partículas en la superficie se analizó mediante un microscopio electrónico de barrido ISI DS-130 provisto de un detector de Si/Li para el análisis de la energía dispersiva. Para las medidas de espectroscopía fotoelectrónica de emisión se utilizó un Leybold-Heraeus LHS-10.

Un espectrómetro de masas Pfeiffer-Balzers, un analizador por quimiluminiscencia Luminox 201(A) BOC y un espectrómetro de infrarrojo Miran 1A Foxboro, se utilizaron para el análisis de los gases.

El estudio detallado de los resultados obtenidos ha permitido pequeñas pero numerosas modificaciones en el procedimiento de preparación del material.

El nuevo catalizador mejora significativamente la actividad de los anteriores sin pérdida de sus propiedades mecánicas. El coste, sin embargo, será algo superior debido a la mayor sofisticación de su procedimiento de preparación.

3.2. MEDIDAS DE ACTIVIDAD CATALITICA

En este Informe se presentan únicamente los valores más significativos desde el punto de vista de la posible utilización industrial de este nuevo catalizador.

En primer lugar se exponen los datos obtenidos en nuestro laboratorio y posteriormente se muestran los resultados de una evaluación externa.

3.2.1. Medicas de actividad en nuestro Laboratorio

Los datos que a continuación se muestran se exponen con todo detalle en las hojas de experimentos que se adjuntan. En todos los casos se ha utilizado el catalizador en forma de monolito en condiciones de operación próximas a las que generalmente se producen en las unidades de eliminación de óxidos de nitrógeno de los gases emitidos por las Centrales Térmicas.

Condiciones de operación:

Temperatura de operación:	250-400°C
Presión de trabajo:	120 KPa
Velocidad lineal ≥:	100 cm/s

Composición de la alimentación:

NO = NH₃ = SO₂ = 1000 ppm
H₂O = 5% vol
O₂ = 3% vol
N₂ = resto

Características del catalizador:

Número de celdas:	7,5 celdas/cm ²
Espesor de pared:	0,9 mm
Densidad de relleno:	0,64 g/cm ³
Volumen total de poros:	0,5 cm ³ /g
BET Superficie específica:	98 m ² /g
Composición, % peso:	

Silicato natural:	51,8
TiO ₂ :	43,8
V ₂ O ₅ :	4,2
WO ₃ :	0,2

En todos los experimentos la concentración de N₂O a la salida fue inferior a 15 ppm y no se detectó formación de SO₃.

En la figura 1 se muestra la variación de la conversión de NO con la temperatura de reacción para ensayos realizados a diferentes velocidades espaciales. En la Figura 2 se puede observar la variación de la conversión de NO con el tiempo de contacto a diferentes temperaturas. Finalmente, en la Figura 3 se muestran las influencias de la relación amoniaco/óxido nítrico en la alimentación sobre la conversión de NO. Se observa que efectivamente la conversión a la que da lugar este catalizador es superior a las obtenidas con cualquiera de sus precursores.

3.2.2. Evaluación externa

Este nuevo catalizador -h-62T- ha sido evaluado recientemente en uno de los centros de más prestigio europeos en este tema. Se trata de la Unité de Catalyse et Chimie des Materiaux Divises, Université Catholique de Louvain que dirige el Prof. Delmon. Las condiciones estandar de operación de ese centro son las siguientes:

Peso del catalizador:	40 mg
NO concentración:	0,1% vol
O ₂ concentración:	3% vol
NH ₃ /NO relación:	1
SO ₂ concentración:	0 y 0,4% vol
Tiempo de residencia:	0,12 s
Flujo total:	50 ml/min
Temperatura:	250-300-350°C
Velocidad espacial:	75.000 h ⁻¹

Los resultados de actividad obtenidos con el nuevo catalizador h-62T se muestran en la Figura 4. Si se comparan estos datos con los obtenidos por BASF con el catalizador anterior H-51T, se pueden deducir los siguientes puntos:

- La evaluación del nuevo catalizador h-62T se ha realizado en condiciones más severas que las utilizadas por BASF para evaluar el catalizador anterior h-51T (mayor velocidad espacial y menor relación NH₃/NO en la alimentación).
- Los valores de actividad que presenta el catalizador h-62T para temperaturas de reacción bajas (300-350°C) son muy superiores a los obtenidos con el catalizador anterior h-51T. La ganancia de 8-10 puntos en la actividad del catalizador, conseguida durante 1991 es muy estimable.

Los ensayos de evaluación interna se han llevado a cabo utilizando un catalizador con forma de monolito en condiciones semejantes a las utilizadas industrialmente, mientras que los ensayos de evaluación externa, se han realizado con el catalizador en grano ($\phi \approx 1$ mm) y casi en ausencia de limitaciones difusionales.

Evidentemente, los ensayos realizados en condiciones de operación donde las limitaciones por fenómenos de transporte no son muy acusadas, dan como resultado una medida próxima de actividad real o intrínseca del catalizador. Este es el caso de los ensayos llevados a cabo en la BASF o en la Universidad Católica de Louvain.

En las Figuras 5 y 6 se muestran los resultados obtenidos en nuestro laboratorio utilizando, asimismo, el catalizador en forma de grano o espiral, junto con los valores que teóricamente se obtendrían en ausencia de limitaciones por fenómenos de transporte.

Estos valores son semejantes a los obtenidos en la Universidad Católica de Louvain (Figura 4), para las mismas condiciones de operación.

Cuando el catalizador se ensaya en condiciones próximas a la operación industrial (es el caso de la evaluación interna) su actividad disminuye muy sensiblemente debido principalmente a limitaciones por fenómenos de transporte de materia en la interfase (obsérvese que para obtener con el monolito el mismo valor de la conversión que con el grano, es necesario operar a 8.000 h^{-1} con que se han realizado la evaluación externa utilizando granos). En general, se considera que en este tipo de catalizadores la disminución de actividad por limitaciones de transporte puede estar entre el 30 y el 50%. El catalizador h-62T ha sido estudiado en el Departamento de Tecnología Química de la Universidad de Lund (Suecia) y de los resultados allí obtenidos se deduce que presenta una disminución de los valores de conversión de alrededor del 35%.

En el caso de los mejores catalizadores ya industrializados, esta limitación es difícilmente mejorable pues se trata de un material compuesto principalmente de dióxido de titanio, cuya porosidad ya ha sido optimizada. Sin embargo, en el catalizador h-62T el mayor componente es un silicato natural cuya porosidad podría ser adecuadamente modificada.

La actividad del nuevo catalizador h-62T podría incluso mejorarse si se actuara sobre su porosidad en el sentido de evitar o al menos disminuir las limitaciones difusionales dentro de los poros.

O C I C A R B O N

PROYECTO: GASIFICACION EN LECHO FLUIDO CIRCULANTE C-21-094
E.T.S.I.I.BARCELONA

Departamento
de Ingeniería
Química

E.T.S.I.I.B.
Diagonal, 647
E-08028 Barcelona
Tel. (93) 401 66 75/76/78
Telex 52621 UPC
Fax (93) 401 66 00

Sr. Fernando Alegría Felices
OCICARBON
Agustín de Foxà, 29
28036 MADRID

Barcelona, 2 de Diciembre, 1991.

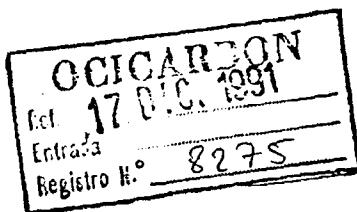
Apreciado amigo,

He revisado la documentación (carta del 21 de Enero 1989, copia adjunta) referente al proyecto "Gasificación en Lecho Fluido Circulante Atmosférico" (Proyecto C-21.094) patrocinado por OCICARBON y al proyecto "Coal Gasification in a Circulating Pressurized Fluidized Bed" subvencionado conjuntamente por OCICARBON y la CEE (project nº 7220-EC-752). Estabas en lo cierto: por aquel entonces la evaluación se hizo sobre una base de costes adicionales previstos por un alargamiento de 11 meses (Marzo 1989 a Marzo 1990) y considerando la cuota de participación establecida por OCICARBON (48%).

La revisión actualizada comprende el coste adicional, y por consiguiente la financiación adicional solicitada para sufragar los gastos incurridos en el periodo 1 de Marzo de 1989 a 1 de Marzo de 1992, fecha en que está prevista la finalización de la parte experimental y -salvo retraso en suministros de materiales- nos hallaremos realizando la Memoria Final que debería quedar completada a finales de Marzo/principios de Abril de 1992. Las costes por partidas durante el periodo indicado son los siguientes:

Mano de obra	6.785.000
Equipo inventariable	3.100.000
Material fungible	3.000.000
Gastos generales	2.035.500
TOTAL	14.920.500

48% solicitado a OCICARBON : 7.161.840



— Próximamente empezaremos las pruebas en caliente y por consiguiente la gasificación a presión atmosférica para pasar a continuación a realizar la gasificación a presiones superiores.

Agradeciendo de antemano tu colaboración y esperando tus noticias al respecto, recibe un cordial saludo.



Dr. Luis Puigjaner
Director
Depto. Ingeniería Química



O C I C A R B O N

PROYECTO: ANALISIS AUTOMATICO DE MACERALES C-21-096
AITEMIN

AITEMIN

ASOCIACION DE INVESTIGACION TECNOLOGICA
DE
EQUIPOS MINEROS

OCICARBON

Código C-21.096

**ANÁLISIS AUTOMÁTICO DE MACERALES Y
REFLECTANCIA**

(AITEMIN - INCAR)

2º Informe Técnico de Progreso

Periodo: 1.06.91 - 31.12.91

Enero 1992

INDICE

- 0. RESUMEN**
- 1. TRABAJOS REALIZADOS DURANTE ESTE PERÍODO**
 - 1.1. PUESTA EN MARCHA DEL PROGRAMA DE GESTIÓN**
 - 1.2. PROGRAMACIÓN DE PROCESOS ESPECIALIZADOS DE IMÁGENES**
 - 1.3. DEPURACIÓN DE LA BASE DE CONOCIMIENTOS**
- 2. TRABAJOS PREVISTOS PARA EL PRÓXIMO PERÍODO**

0. RESUMEN

Durante los periodos anteriores se habían realizado los trabajos siguientes:

- . definición del hardware, software y funcionamiento del sistema
- . adquisición y puesta en funcionamiento del material
- . puesta en marcha del sistema experto (que realiza el análisis formulando preguntas al operador)
- . comienzo del programa de gestión
- . operaciones básicas de proceso de imágenes

Resumiendo el estado del proyecto en cuanto al desarrollo de software, se pueden considerar tres partes principales del sistema:

- . sistema experto
- . sistema de proceso especializado de imágenes
- . sistema de gestión

El sistema experto imita el comportamiento de un experto en análisis maceral que pretende saber qué elemento hay en el centro de una imagen de la preparación, y no puede ver dicha imagen pero puede hacer preguntas sobre la imagen que le son respondidas. Este sistema experto está en funcionamiento y ha sido depurado a lo largo de múltiples pruebas, pero de momento no está conectado con el sistema de proceso de imágenes.

El sistema de proceso especializado de imágenes es quien responde a las preguntas formuladas por el sistema experto y constituye la parte fundamental del sistema para llegar al objetivo deseado de conseguir el análisis automático, limitando la intervención del operador humano a las tareas de arranque.

Las tareas proceso especializado de imágenes han sido iniciadas.

El sistema de gestión es el encargado de las tareas de adquisición y almacenamiento de información para el análisis maceral (determina los puntos a analizar, enfoca el microscopio, adquiere imágenes, corrige la no-uniformidad de iluminación, acumula histogramas, efectúa consultas al sistema experto, almacena las respuestas, y finalmente presenta el resultado). Se ha terminado y está en pruebas una versión preliminar de este programa.

1. TRABAJOS REALIZADOS DURANTE ESTE PERIODO

1.1. Puesta en Marcha del Programa de Gestión

El principal avance en este periodo es la puesta en marcha de una versión preliminar del programa de gestión, así como el desarrollo de programas para compresión de imágenes, que van a ser necesarios por la gran cantidad de información con la que se tiene que trabajar.

1.1.1. Descripción del Programa de Gestión

Las tareas principales que realiza este programa son:

- Solicita al operador que delimite la región de la muestra en la que se va a efectuar el análisis, indicando dos puntos que definirán la diagonal del área rectangular deseada.
- Pide al operador que enfoque un grano de carbón de la imagen en los dos puntos anteriores así como en una serie de puntos distribuidos por la región de estudio.
- Con las coordenadas de los puntos referidos, calcula un plano de regresión que sirva de aproximación inicial para el enfoque automático de la imagen durante el barrido de la muestra.
- A partir de las imágenes adquiridas en dichos puntos se efectúa el cálculo de un histograma de reflectividades provisional de la muestra, que permite obtener una idea aproximada de la reflectividad media de la vitrinita, lo cual es de gran importancia para que el sistema experto sepa cuál es el contexto en el que debe trabajar.
- En este momento comienza el barrido de la muestra, en el que desplazamiento, enfoque, y adquisición son automáticos. Para el enfoque se toma como punto de partida el hallado en el punto anterior desplazado paralelamente al plano de regresión. A partir de él se realizan pequeños movimientos del motor de enfoque midiendo la evolución del contraste de la imagen, y con esta información se decide el punto de enfoque máximo. Cada imagen se adquiere promediando una

secuencia de tomas sucesivas con el fin de disminuir el efecto del ruido, y a continuación se determina su histograma, quedando ambos disponibles para la consulta al sistema experto.

1.1.2. Problemas con el Control del Motor de Enfoque

En las pruebas del programa de gestión se ha comprobado que la respuesta del control de enfoque del microscopio es lenta y poco precisa.

Se está en contacto con el fabricante del microscopio y su sistema de control (Zeiss) para aclarar el mal funcionamiento del control de enfoque y obtener detalles de los comandos de control del módulo MSP que no están suficientemente documentados en el manual. Es previsible que haya que hacer un viaje a la fábrica para poder resolver definitivamente estos problemas.

1.1.3. Programas de Compresión de Imágenes

Se ha desarrollado y puesto a punto una serie de programas de compresión de imágenes destinados a reducir las necesidades de memoria para el almacenamiento de la gran cantidad de imágenes que serán adquiridas por el sistema en la fase de desarrollo.

Se ha previsto el empleo de métodos de compresión sin pérdida de información (lossless) como el DPCM, así como métodos con pérdida de información (lossy) como el estándar JPEG, que alcanzan mucha mayor relación de compresión a costa de algo de precisión.

1.2. Comienzo de las Tareas Especializadas de Proceso de Imágenes

Dado que el esfuerzo de desarrollo se ha concentrado en la puesta en marcha del programa de gestión, el trabajo en el campo de proceso de imágenes se ha repartido básicamente dos áreas:

- Elaboración de una rutina eficiente para evaluación del contraste en una imagen, con vistas a un enfoque rápido.
- Ensayos de segmentación de la imagen basándose exclusivamente en su histograma.

1.2.1. Evaluación del Contraste de un Imagen

La última versión de la biblioteca de funciones de proceso de imagen que se distribuye con el procesador de imágenes incluye un nuevo comando que permite acelerar el cálculo de la suma de los valores de una imagen. Con la nueva función, el algoritmo de determinación del contraste existente en una imagen ha podido ser simplificado y se efectúa en menos tiempo, permitiendo un ciclo de enfoque más rápido.

1.2.2. Programa para Segmentación por Niveles de Gris

Se ha ensayado un programa para segmentar una imagen a distintos valores de nivel de gris simultáneamente. Estos valores de umbral se seleccionan a partir del histograma de la imagen, escogiendo las antimodas o valles más significativos.

Este programa ha puesto de manifiesto cierto solapamiento en los rangos de niveles de gris (es decir, reflectancias) correspondientes a los distintos macerales, confirmando la imposibilidad de realizar una segmentación perfecta directamente a partir del nivel de gris.

Asimismo se ha comprobado el efecto beneficioso del promediado en la captura de imágenes y la corrección de la no-uniformidad de la iluminación, que producen una separación más clara de los picos del histograma y reduce notablemente el solapamiento de los distintos macerales.

1.3. Depuración de la Base de Conocimientos

El sistema experto ha sido probado exhaustivamente en cientos de sesiones, que han servido para detectar errores y afinar matices sobre los criterios de análisis maceral recogidos en la base de conocimientos.

Este sistema experto es ya una herramienta que permite realizar análisis macerales a personas sin conocimientos sobre dicha actividad y puede prestar una gran ayuda para el aprendizaje del tema.

2. TRABAJOS PREVISTOS PARA EL PRÓXIMO PERÍODO

Para el próximo periodo se prevé la solución de los problemas surgidos con el control del motor de enfoque.

Se continuará con el desarrollo de programas para realizar procesos especializados de imágenes, que puedan dar respuesta a las preguntas que formula el sistema experto.

Es previsible la necesidad de ir readaptando el sistema experto a las limitaciones para responder preguntas del servidor de proceso de imágenes, las cuales se irán detectando según se vayan desarrollando las funciones especializadas de proceso de imágenes.

Después de realizadas estas tareas es previsible que el sistema quede preparado para poder realizar las primeras pruebas de análisis automático.

IMPRESO - A

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

OCICARBON

TITULO DEL PROYECTO ANALISIS AUTOMATICO DE MACERALES

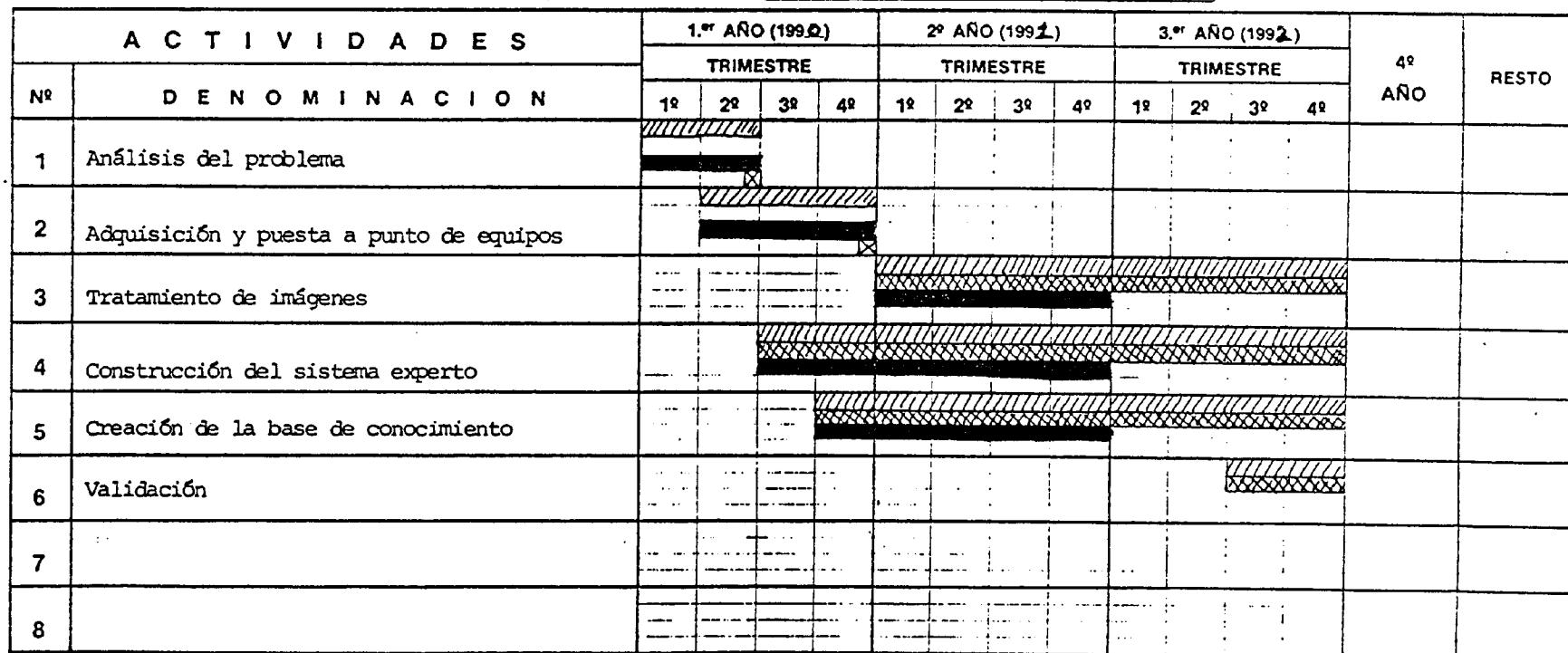
CODIGO C-21.096

EMPRESA ATTEMIN

FECHA	PREVISION INICIAL	ULTIMA PREVISION
	199	199
INICIACION	1.12.89	1.12.89
CONCLUSION	30.11.92	30.11.92

MEMORIA INFORME DE SITUACION

FECHA 16 Enero 1992



Previsión inicial
Última previsión
Realizado

Suspensión temporal ▲ o Conclusión □



O C I C A R B O N

PROYECTO: INYECCION DE CALIZA EN ABOÑO I C-21-127
HIDROELECTRICA DEL CANTABRICO



HIDROELECTRICA DEL CANTABRICO, S.A.

CONVENIO CON OCICARBON / C-21.127

INYECCION DE CALIZA EN ABOÑO-1 PARA REDUCCION DE LAS EMISIONES
DE SO₂ Y NO_x.

INFORME TRIMESTRAL DE SEGUIMIENTO Nº 14.

1.- Trabajos realizados en el periodo Julio/Septiembre de 1991.

- Montaje de los silos de caliza e hidróxido cálcico.
- Inicio de la fabricación de los (4) quemadores de bajo NO_x que suministrará GDV Foster Wheeler.
- Comienzo de la fabricación del cuadro eléctrico y centro de control de motores.

2.- Previsión de actividades para el periodo Octubre/Diciembre de 1991.

- Recepción de los cuatro (4) quemadores de bajo NO_x cuya fabricación está en curso.
- Recepción del cuadro eléctrico y centro de control de motores.
- Montaje mecánico del equipo de dosificación e inyección, tanto de caliza como de hidróxido cálcico.
- Adquisición de la tubería y fabricación de los tramos curvos.
- Fabricación en obra de los soportes de tubería y comienzo del montaje de la misma.

3.- Anexos.

Impreso A.- Cronograma de actividades.

Impreso S.- Seguimiento presupuestario (Previsión).

Impreso S.- Seguimiento presupuestario (Realización).

Impreso C.- Certificación de costes.

Oviedo, 26 de Noviembre de 1991.

O C I C A R B O N - CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Nº C-21.127 EMPRESA HIDROELECTRICA DEL CANTABRICO
TITULO INYECCION DE CALIZA EN ABOÑO-1

FECHA	PREVISION INICIAL	ULTIMA PREVISION
INICIACION	1-ABR-88	1-ABR-88
CONCLUSION	31-MAR-90	30-JUN-92

L'ESPRESSO - A

MEMORIA

INFORME ANUAL

INF - TRIMESTRAL

FECHA 26-NOV-91

**PREVISION INICIAL
ULTIMA PREVISION
REALIZACION
CONCLUSION & SUSP.**



CONVENIO CON OCICARBON / C-21.127

INYECCION DE CALIZA EN ABOÑO-1 PARA REDUCCION DE LAS EMISIONES
DE SO₂ Y NO_x.

INFORME TRIMESTRAL DE SEGUIMIENTO N° 15.

1.- Trabajos realizados en el período Octubre/Diciembre de 1991.

- Fabricación de cuatro (4) quemadores de bajo NO_x.
- Montaje mecánico de equipos de dosificación e inyección de caliza e hidróxido cálcico.
- Fabricación del equipo eléctrico (cuadro eléctrico y centro de control de motores).
- Reforma de la soplante auxiliar del sistema de inyección.
- Fabricación de los tramos curvos (codos) de tubería.

2.- Previsión de actividades para el período Enero/Marzo de 1992.

En el año 1992 no habrá parada programada del grupo, esto supone un retraso en la programación del proyecto. Se adjunta la revisión del cronograma de actividades y comentarios al mismo.

Para el período Enero-Marzo de 1992 están previstas las siguientes actividades:

- Recepción de los cuatro (4) quemadores de bajo NO_x cuya fabricación está en curso.
- Finalización del montaje mecánico del equipo de dosificación e inyección, tanto de caliza como de hidróxido cálcico.
- Montaje de tubería.
- Puesta en servicio del sistema de inyección de absorbentes.
- Comienzo de la primera fase de pruebas de inyección de caliza e hidróxido cálcico (sin quemadores de bajo NO_x).

3.- Anexos.

Cronograma de actividades y comentarios al mismo.

Programa de la 1º fase de pruebas.

Impreso S: Seguimiento presupuestario (Previsión).

Impreso S: Seguimiento presupuestario (Realización).

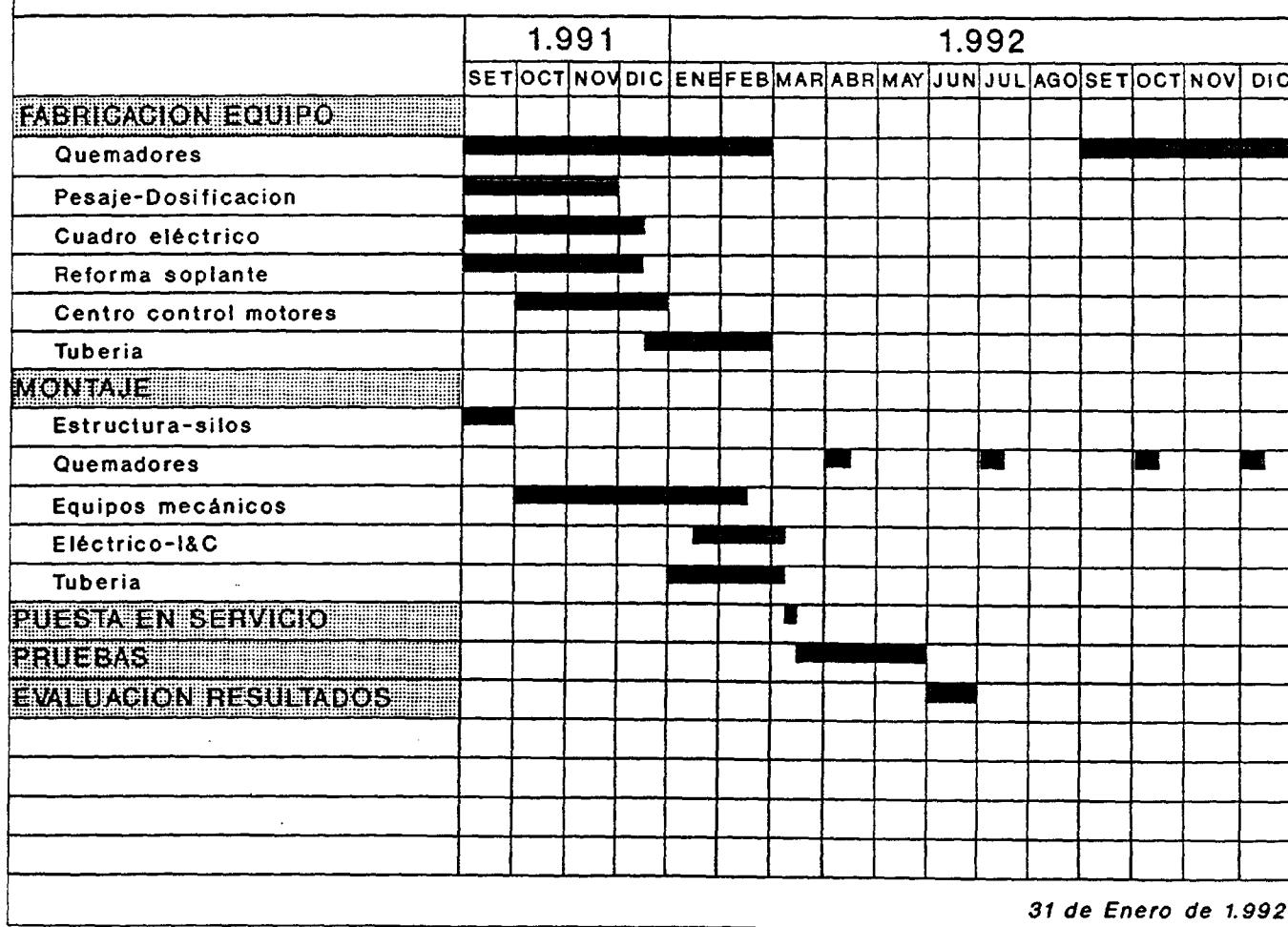
Impreso C: Certificación de costes.

Oviedo, 14 de Febrero de 1992.



**HIDROELECTRICA DEL CANTABRICO, S.A.
INVESTIGACION Y DESARROLLO**

INYECCION DE CALIZA EN ABOÑO-1





PROYECTO DE INYECCION DE CALIZA EN ABOÑO-1
COMENTARIOS AL CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

- La 1^a fase de pruebas (inyección de caliza e hidróxido cálcico en la parte alta del hogar) se realizará sin quemadores de bajo NOx.
- La planificación prevista para el montaje de los 4 primeros quemadores de bajo NOx es meramente orientativa, el montaje se realizará conforme lo permitan las necesidades de explotación. Se espera estar en condiciones de empezar la 2^a fase de pruebas (inyección de caliza en 4 quemadores de bajo NOx e inyección de hidróxido cálcico en la parte alta del hogar) en Enero de 1993.
- La segunda remesa de 4 quemadores de bajo NOx se montarían durante la parada para revisión del grupo, prevista para la primavera del año 1993. A continuación se realizaría la fase final de pruebas (inyección de caliza en 8 quemadores de bajo NOx e inyección de hidróxido cálcico en la parte alta del hogar).



HIDROELECTRICA DEL CANTABRICO, S.A.

PROGRAMA DE LA 1^a FASE DE PRUEBAS DE INYECCION DE
ABSORBENTES EN ABONO-1 (sin quemadores de bajo NOx)

SEMANA Nº	ACTIVIDAD	ABSORBENTES	LOCALIZACION PUNTOS DE INYECCION
1	PRUEBAS	CALIZA	Pared frontal elev.+34,5 m. y Pared trasera elev.+31,4 m.
2			Paredes laterales elev.+34,5 m.
3	Reformas		
4	PRUEBAS	HIDROXIDO CALCICO	Pared frontal elev.+34,5 m. y Pared trasera elev.+31,4 m.
5			Paredes laterales elev.+34,5 m.
6	Reformas		
7	PRUEBAS	CALIZA e HIDROXIDO CALCICO	Pared trasera elev.+31,4 m. (caliza) y Pared frontal elev.+43,3 m. (hidróx. cálcico)
8	Reformas		
9	PRUEBAS	HIDROXIDO CALCICO	Pared frontal elev.+43,3 m. y Pared trasera elev.+31,4 m.

O C I C A R B O N

PROYECTO: NORMAS "UNE" DE CARBONES C-21-129
AITEMIN

AITEMIN

ASOCIACION DE INVESTIGACION TECNOLOGICA
DE
EQUIPOS MINEROS

**RESUMEN DE SITUACION
DE LAS NORMAS DE CARBONES
A 31 DE DICIEMBRE DE 1991**

INCAR

4.- Índice de triturabilidad Hardgrove

- Todo el trabajo experimental está concluido. Se ha redactado el informe de repetibilidad detectándose que los fallos producidos eran debidos a una fisura en el tamiz de preparación. Queda pendiente la redacción del borrador de norma y del informe final.
- Grado de avance: 95%

7.- Muestras de petrografía

- Se ha concluido la parte experimental y queda pendiente la redacción del informe final y del borrador de norma.
- Se puede estimar un avance del 90%

8.- Reflectividad de la vitrinita

- Se han iniciado los trabajos experimentales, pudiendo estimarse un avance del 90%.

9.- Composición de macerales

- Se están haciendo determinaciones sobre seis carbones nacionales.
- Avance estimado: 90%

15.- Plasticidad Gieseler de las cenizas

- Se ha concluido el estudio experimental, quedando pendiente la redacción del informe final y del borrador de norma.
- Avance: 95%.

INSTITUTO DE CARBOQUIMICA

16.- Análisis de las cenizas de los carbones

- Queda pendiente la realización del estudio de reproducibilidad. Se han enviado muestras de cenizas al INCAR, ENSIDESa y ETSIMM.
- Avance: 90%.

ETSIM MADRID

10.- Muestreo de lignitos

- Está redactado el borrador de norma. Queda pendiente contrastar que el procedimiento operatorio es factible de realizar.
- Avance estimado: 90%

13.- Azufre a alta temperatura

- Prácticamente concluida, quedando pendiente la redacción del informe final y del borrador de norma. Se han detectado graves

errores en la norma de referencia y, ante esta evidencia, el Grupo de Ponentes en su última reunión acordó detener el desarrollo de la norma para afrontar el desarrollo de un método automático.

- Avance: 90%

14.- Carbono e hidrógeno a alta temperatura

- Situación idéntica a la anterior
- Avance: 90%

18.- Cloro por el método Eschka

- Se ha concluido la redacción del borrador de norma y en el mes de enero del 92 se procederá a repartir las muestras de carbón para realizar el estudio de la reproducibilidad.
- Avance estimado: 90%

19.- CO₂ de los carbonatos

- Situación idéntica a la anterior
- Avance: 90%

ETSIM OVIEDO**5.- Poder calorífico superior**

- Se ha recibido el informe final y el borrador de norma
- Avance: 100%

HUNOSA**17.- Determinación de cenizas en serie**

- Se ha recibido el informe final y el borrador de norma
- Avance: 100%

ASINEL**22.- Poder calorífico en serie**

- Se han realizado los ensayos interlaboratorios para la determinación de los valores de repetibilidad y reproducibilidad, sobre ocho carbones y con la participación de ocho laboratorios. Se ha llegado a la conclusión de modificar el método con el fin de conseguir una mejor retención del azufre. Para ello es necesario repetir los ensayos interlaboratorios sobre tres carbones: Teruel 1 y 2, y Antracita de Peñarroya.

La norma está prácticamente acabada, quedando pendiente incluir los datos de repetibilidad y reproducibilidad.

- Avance estimado: 90%.

AITEMIN

ASOCIACION DE INVESTIGACION TECNOLOGICA
DE
EQUIPOS MINEROS

**ACTA DE LA REUNION
DE
PONENTES DE NORMAS DE CARBONES**

Lugar: AITEMIN, C/ Alenza, 1; 28003 MADRID

Fecha: 1991-10-28

Hora: 10,00 a.m.

Asistentes

D. Juan L. Verdulas	ENSIDES A
D. Juan Llamas	ETSIMM
D. Fernando Alegría	OCICARBON
D. Juan J. Pis	INCAR
D. José A. Corrales	ETSIMO
D. Adriano Pérez Penzol	HUNOSA
D. Pedro Casal	ENSIDES A
D. Antonio Canseco	UNESA
D. Joaquín Obis	AITEMIN
D. Enrique Lanza	AITEMIN

Se excusan:

Dña. Carmen Clemente	ETSIMM
D. Andrés Pulgar	ETSIMO

1. APERTURA DE LA REUNION Y RELACION DE ASISTENTES

Con la asistencia de las personas relacionadas en la pág. 1, tuvo lugar la reunión del GT de Ponentes de Normas de Carbones.

2. ADOPCION DEL ORDEN DEL DIA

Se adopta el orden del día propuesto en la convocatoria de la reunión.

3. SITUACION GLOBAL DE LAS PONENCIAS

3.1 INCAR

El Sr. Pis pasa a relatar el estado de las normas aún no concluidas elaboradas por el INCAR.

a) Plasticidad Gieseler. Esta norma no ha registrado ningún avance significativo debido a que se han encontrado unos valores de repetibilidad y reproducibilidad muy divergentes, en particular con un carbón de los ensayados. En consecuencia, se piensa repetir el procedimiento con dos carbones, llegando incluso a cambiar los crisoles.

b) Muestras de Petrografía. Se ha concluido la parte experimental y falta redactar el informe y la norma. En la parte experimental se presentaron dos inconvenientes: 1º ¿cómo se preparaba la pastilla para el ensayo? y 2º ¿cómo se comprobaba que esta preparación era correcta?. Se hicieron análisis utilizando

pastillas preparadas según dos métodos: método ISO (por compresión y cortando por planos perpendiculares a la dirección de compresión) y por el método INCAR (sin compresión y cortando en planos perpendiculares a los anteriores. Se comprobó que se obtenían mejores resultados con el método INCAR, debido a que el método ISO producía segregación por densidad.

El Sr. Canseco ante este hecho expone que si el método INCAR de preparación de muestras para petrografía va a ser propuesto como norma UNE, debería hacerse llegar también a ISO que este organismo lo tuviera en cuenta, ya que al hacer el INCAR la preparación de muestras por un procedimiento no normalizado oficialmente, podría producirse una reclamación en un momento dado.

El Sr. Pis comenta que se está haciendo llegar a ISO las conclusiones que se están obteniendo a través del Sr. Prado, representante español en el Comité 27 de ISO. El Sr. Obis, por otra parte, indica que las normas ISO no son de obligado cumplimiento.

c) Composición de macerales. El Sr. Pis comenta que se está trabajando sobre seis carbones nacionales: Narcea, M^a Luisa, Sovilla y Candín, otro medio en volátiles y un último bajo en volátiles. Se está colaborando con otros laboratorios extranjeros para el tema de reproducibilidad y paralelamente se está estudiando la repetibilidad, pero se presenta un inconveniente importante, ya que la determinación de los macerales es muy subjetiva y además se dan valores altos de dispersión. También

señala el Sr. Pis que el INCAR está colaborando con AITEMIN en un proyecto de visión artificial para la determinación y lograr así un método más objetivo. El avance de la norma se estima en un 50%; previsiblemente se concluya la norma en diciembre de 1991.

- d) Indice Hardgrove. Se ha hecho el informe de repetibilidad, detectándose que los fallos producidos eran debidos a una fisura, apenas perceptible, en el tamiz de preparación. Se ha comprobado que en condiciones de repetibilidad (mismo laboratorio, mismo equipo y mismo operario), los resultados son aceptables. En cuanto al estudio de reproducibilidad, los resultados obtenidos por ICQ de Zaragoza e INCAR son aceptables cuando se trabaja con muestra de ensayo (0,6-0,11), siendo asimismo cuando se trabaja con muestra bruta (<4,75 mm) y se hace la molienda con equipos idénticos. Si se utilizan molinos diferentes, los resultados ya no concuerdan aceptablemente. Por otra parte, señala que se ha recibido un estudio de ISO en el que se indica que dos límites de reproducibilidad tienen que ser de 5 ó 6 puntos.

Ante estos hechos, el Sr. Canseco plantea la duda de hasta qué punto es representativo el índice Hardgrove de la capacidad de molienda de un carbón, comentando además casos paradójicos que se han dado en la práctica de carbones que por su índice Hardgrove deberían ser de fácil molienda, resultando lo contrario. De todo ello se deduce que lo deseable sería disponer de una planta piloto para realizar los estudios de molturabilidad de los carbones.

3.2 ETSIMM

a) C e H a alta temperatura y S a alta temperatura. Informa el Sr. Ezama de que la norma de determinación de azufre a alta temperatura está prácticamente concluida, pero que han tenido que modificar todo el equipo de ensayo. Tuvieron otra rotura de tubos y decidieron sustituirlos por tubos de fabricación española, sustituyendo también el tren de absorción. A pesar de estas modificaciones comprobaron que se obtenían resultados más bajos que los obtenidos por otro método de determinación, observando que esto era debido a un absorbéador que anulaba los resultados. Por último han sustituido el absorbéador de amianto sodado por uno de silicato sintético; a pesar de esta última modificación se siguen obteniendo valores bajos. Termina comentando que estos problemas se han detectado también en la norma de C y H a alta temperatura, y que no tiene noticias de que en España se utilicen estos métodos porque son muy laboriosos.

El Sr. Canseco opina que hay que comunicar los errores advertidos al organismo responsable de la norma de referencia; por otra parte, propone paralizar el desarrollo de las normas de alta temperatura para afrontar el desarrollo de una norma de un método experimental.

El Sr. Ezama se muestra de acuerdo, pero señala que él sólo podría elaborar la de carbono e hidrógeno, mientras que la de azufre la tendría que desarrollar Carmen Clemente.

El Sr. Llamas plantea que en los métodos instrumentales el aspecto fundamental que hay que normalizar es la calibración, siendo preciso para ello disponer de buenos patrones y, por tanto, habría que llegar a un consenso para definir estos patrones.

El Sr. Canseco opina que debería existir un organismo español independiente que preparase muestras para calibración de los sistemas instrumentales, matizando el Sr. Pis que este tema sería una gran responsabilidad para el organismo encargado, añadiendo que este tema de carbones patrón puede ser objeto de una reunión monográfica; el Sr. Canseco apoya la idea.

- b) CO_2 de los carbonatos. El Sr. Llamas informa que espera que esté concluida en el mes de noviembre, para remitirla a los laboratorios que harán el estudio de reproducibilidad. El problema que se plantea es que el error analítico es mayor que el contenido en cloro, al ser los carbones españoles de bajo contenido en cloro. El Sr. Ezama sugiere utilizar microbureta.
- c) Cloro por el método Eschka. El Sr. Llamas informa que espera que esté concluida en el mes de noviembre, para remitirla a los laboratorios que harán el estudio de reproducibilidad. El problema que se plantea es que el error analítico es mayor que el contenido en cloro, al ser los carbones españoles de bajo contenido en cloro; el Sr. Ezama sugiere utilizar microbureta.

d) **Muestreo de lignitos.** El Sr. Llamas indica que se han estudiado, para las cenizas y el azufre, qué diferencias en las varianzas para hullas y lignitos, comprobándose que los lignitos tienen la misma varianza que las hullas. Existe un problema, dado que ISO está cambiando los métodos de muestreo, ante lo cual el Sr. Llamas propone dos alternativas: primera, esperar a la reunión de noviembre de ISO en la que se informará de los trabajos de muestreo; segunda, adoptar el criterio de Bisman, que parece va a ser adoptado por ISO. Se decide seguir la última alternativa y así concluir lo antes posible la norma.

3.3 ICQZ

- **Análisis de cenizas.** En esta norma no se ha avanzado, ya que se han distribuido las muestras para realizar los ensayos de reproducibilidad y todavía no se han recibido los resultados. En este sentido, el Sr. Llamas se compromete a realizar los ensayos, y el Sr. Verdulas también se brinda para que se hagan los ensayos en los laboratorios de ENSIDESA, en Avilés y Gijón.

3.4 ETSIMO

- **Poder calorífico superior.** Informa el Sr. Corrales que falta por redactar el informe final. El proyecto de norma es una traducción corregida de la norma ISO correspondiente, en la cual se detectaron varios errores importantes. El crisol que se utiliza es de cuarzo, ya que tiene un mejor comportamiento.

Igualmente informa que el calorímetro utilizado es un calorímetro Parr que puede trabajar en régimen adiabático o isoperibólico y que además se evita con ello pesar el contenido de agua del vaso calorimétrico.

3.5 HUNOSA

- Cenizas en serie. Informa el Sr. Pérez Penzol que el trabajo está finalizado. Al final, los lignitos se excluyeron de la norma, en parte porque sólo se ensayaron dos lignitos, y en parte porque el carbón de Mequinenza trastornaba mucho los resultados. También comenta el intento de encontrar una relación entre los valores obtenidos por el método tradicional y mediante el horno automático, intento que no resultó satisfactorio.

4. OTROS ASUNTOS

4.1 ORDEN DEL DIA DE LA PROXIMA REUNION

El Sr. Canseco propone incluir en el orden del día de la próxima reunión los siguientes puntos:

- Nuevas propuestas de trabajo
- Informe de aquellas normas que se hayan completado en el intervalo de las dos reuniones, o de aquéllas que presenten observaciones de interés.

4.2 ASISTENCIA A REUNIONES INTERNACIONALES

El Sr. Obis distribuyó el plan de normas de ISO del año 1990, planteando el Sr. Pis quién va a sufragar los gastos de representación en ISO. En este punto se levantó la reunión, quedando pendiente para futuras reuniones.

5. FECHA DE LA PROXIMA REUNION

En principio, y previa confirmación, se acordó celebrar la próxima reunión el día 10 de diciembre.

O C I C A R B O N

PROYECTO: GASIFICACION DE PELETS DE LIGNITO Y CAL C-21-130
T E C S A



DOMICILIO SOCIAL:
Francisco Piquer, 35
SANTA EULALIA (Teruel)

ADMINISTRACION Y OFICINAS
Paseo Sagasta, 80, 5º dcha.
Teléfono 36 94 11
Fax 37 00 88
50008 ZARAGOZA

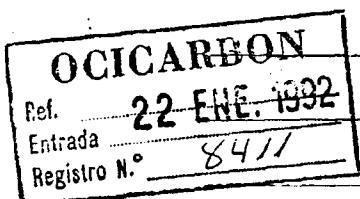
fecha // date:		attn. de // attn. to:	OCICARBON
	22 - ENERO - 1.992		D. FERNANDO ALEGRIA FELICES
nº orden // nº order	nº páginas // pages	de // sender:	
	2		D. PLACIDO UBEDA LOPEZ

C-21-130

MENSAJE // MESSAGE :

LE ADJUNTAMOS FAX RECIBIDO CON FECHA 20-1-92, DE LA COMISION
DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, SEGUN LA ENTREVISTA MANTENIDA
CON D. PLACIDO UBEDA.

LE ADJUNTAMOS LOS DATOS PARA PODER CONTACTAR:
DON JUAN FANALS , TELEFONO: 07 32-22350860





COMMISSION
DES COMMUNAUTES
EUROPEENNES

DIRECTION GENERALE DE L'ENERGIE
Contrôle et Gestion de Ressources

20.01.92/XVII 00599

Bruxelles, le
XVII/01/92-FR

TELECOPIEUR DG XVII : 235.01.50

Renseignements ~ Informations : 235.20.64 - 235.56.01

De/From : J.FANALS..... A/To : TRANSFORMACIONES ENERGETICAS
DG/Service : XVII/01-JF-FRM..... DEL CARBON, S.A. (TICSA)
..... Paseo Sagasta, 80 - 50002 Zaragoza.
E - 60006 ZARAGOZA
.....
A la atenc. de
D. Plácido UBEDA LOPEZ
Bât./Bureau: TERY./6-17..... CC :
Telephone : 32.2.236.08.60..... Fax : 04.34.76.37.00.88

Ref.: Contract LG/00123/BB-ES Nbre de/Nber of Pages: 1 Incl.ésta

MUY SEÑORES NUESTROS:

COMO CONFIRMACION DE NUESTRA CONVERSACION TELEFONICA DEL 17 DE LOS CORRIENTES, ROGAMOS NOS ENVIEN A LA MAXIMA BREVEDAD, EN TODO CASO ANTES DEL 31.01.91:

- 1.- UN NUEVO PROGRAMA DE TRABAJO;
- 2.- LA DECISION FIRME DE EMPEZAR EL PROYECTO DURANTE EL PRÓXIMO MES DE FEBRERO 1992.

EN EL CASO DE QUE NO LES FUERA POSIBLE REALIZAR ESTE PROYECTO, LES AGRADEREMOS NOS HAGAN LLEGAR MAXIMA BREVEDAD LA COMUNICACION DE RENUNCIA CORRESPONDIENTE Y, EN TODO CASO, ANTES DEL 31.01.91.

EN ESPERA DE SUS NOTICIAS, LES SALUDA ATENTAMENTE,

JUAN FANALS

O C I C A R B O N

PROYECTO: RETENCION DE SO₂ POR ACTIVACION DEL CALCIO DE LAS
CENIZAS C-21-178
F E C S A

PLANTA DE DESULFURACION

DE 88.000 Nm³/h

EN LA CENTRAL TERMICA DE CERCS

DIRECCION EXPLOTACION E INGENIERIA

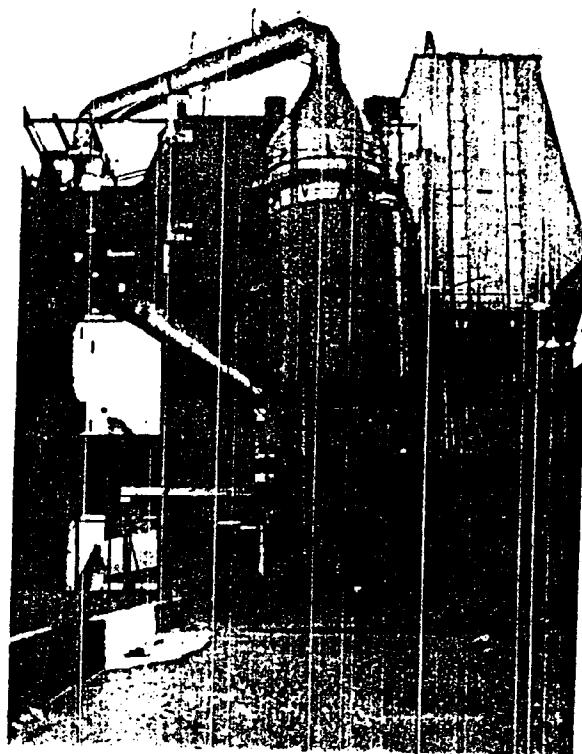
INGENIERIA Y OBRAS

PROGRAMA DE INVESTIGACION ELECTROTECNICO (OCIDE)
PROGRAMA DE INVESTIGACION DEL SECTOR CARBON (OCICARBON)
FUERZAS ELECTRICAS DE CATALUNA, S.A.

Presentación del proyecto

**PLANTA DE DESULFURACION
DE 88.000 Nm³/h
EN LA CENTRAL TERMICA DE CERCs**

Cercs (Barcelona), 23.10.1991



Vista general de la planta de desulfuración



PROCESO UTILIZADO EN LA PLANTA PILOTO

Fernando Martín

Española de Investigación y Desarrollo, S.A. (ESPINDESA)
Rodríguez San Pedro, 2
28015-Madrid



INDICE

1. CLASIFICACION DE LOS PRINCIPALES METODOS DE REDUCCION DE LAS EMISIONES DE SO₂.
2. OBJETIVOS DE LA PLANTA DESULFURADORA DE LA CENTRAL TERMICA DE CERCS
3. PROCESO EMPLEADO EN LA PLANTA PILOTO
 - 3.1. FUNDAMENTOS
 - 3.2. DESCRIPCION
 - 3.3. DIAGRAMA DE PROCESO
4. PRINCIPALES PARAMETROS DE OPERACION



1. CLASIFICACION DE LOS PRINCIPALES METODOS DE REDUCCION DE LAS EMISIONES DE SO₂

Los métodos ensayados en la desulfuración de humos de combustión son innumerables.

El presente apartado tiene por objeto el establecer una clasificación de los más importantes, sin entrar en detalles particulares, en la que enmarcar el proceso estudiado actualmente en la Central Térmica de Cercs.

El control de las emisiones de SO₂ se puede llevar a cabo:

- EN EL COMBUSTIBLE, antes de la combustión
- DURANTE EL PROCESO DE COMBUSTION
- EN LOS GASES PROVENIENTES DE LA COMBUSTION

Tendremos entonces la siguiente clasificación:

1.- PROCESOS QUE DESULFURAN EL COMBUSTIBLE

- Lavado químico de carbones
- Gasificación del carbón

2.- PROCESOS QUE ACTUAN SOBRE LA COMBUSTION

- Combustión en lecho fluido
- Inyección de un sólido reactivo (caliza, hidróxido cálcico) en la caldera.

3.- PROCESOS QUE ACTUAN SOBRE LOS HUMOS DE COMBUSTION

- Húmedos.- Absorción del SO₂ en soluciones alcalinas en una torre convencional de lavado.



- Secos.-

- Adsorción del SO₂ al atravesar los humos un lecho formado por un sólido reactivo.

- Carbón activo
- Oxidos metálicos
- Sales fundidas

- Oxidación catalítica del SO₂ a SO₃ y conversión de éste último en H₂SO₄.

- Semihúmedos.-

- Inyección en la corriente de humos de un sólido reactivo (óxido de calcio, carbonato sódico, hidróxido cálcico) en suspensión.

- Inyección en la corriente de humos de un sólido reactivo seco (óxido de calcio, hidróxido cálcico, carbonato cálcico) y humidificación de los humos (antes o después de la inyección del sólido).

La elección de un método u otro obedece a numerosos factores que incluyen la situación geográfica, el diseño de la caldera, disponibilidad de materias primas, vida útil de la instalación, comerciabilidad del residuo o subproducto obtenido, etc...

En general, los procesos semihúmedos son los que se muestran más interesantes a la hora de abordar el problema de la desulfuración en una central antigua.



2. OBJETIVOS DE LA PLANTA DESULFURADORA DE LA CENTRAL TERMICA DE CERCS

Los procesos de inyección seca de un sólido reactivo en la cámara de combustión se caracterizan por la baja tasa de aprovechamiento del mismo. El sólido inyectado es un compuesto cálcico, normalmente carbonato cálcico (Ca CO_3) o hidróxido ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).

Como consecuencia de las altas temperaturas que existen en la caldera, el sólido reactivo se calcina (carbonato) o deshidrata (hidróxido), liberándose en ambos casos óxido de calcio:

- Calcinación: $\text{Ca CO}_3 + \text{Q} \longrightarrow \text{Ca O} + \text{CO}_2$
- Deshidratación: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Q} \longrightarrow \text{Ca O} + \text{H}_2\text{O}$

El óxido de calcio es un sólido muy poroso que reacciona fácilmente con el dióxido de azufre y el oxígeno del medio para formar cristales de sulfato cálcico (Ca SO_4). La reacción que tiene lugar es:



A medida que progresá la reacción se va formando una capa de cristales de sulfato cálcico que terminan por cubrir la superficie de la partícula de calcio. La permeabilidad de la superficie disminuye y el SO_2 difunde con mayor dificultad hasta el óxido de calcio, que permanece sin reaccionar en el centro de la partícula.

En consecuencia, tan sólo se aprovecha de un 15 a un 18% del calcio inyectado en la caldera.

Algo similar ocurre en las centrales térmicas que, como la de Cercs, queman carbones cuyos estériles son ricos en caliza.



El objetivo del actual proyecto de investigación es el desarrollo de una tecnología de desulfuración que aumente el rendimiento de la inyección seca de reactivos calizos en la caldera.



3. PROCESO EMPLEADO EN LA PLANTA PILOTO

3.1. FUNDAMENTOS

La reactivación del calcio libre presente en las cenizas volantes se consigue mediante la humidificación de los humos, entre los precalentadores de aire y los electrofiltros. La temperatura de los humos se sitúa en torno a los 170°C.

Las consecuencias de esta humidificación son:

- Se rompen las capas externas de sulfato cálcico, y el calcio que permanecía en el corazón de la partícula se hace accesible al SO₂ del medio.
- Este calcio reacciona con el agua según



de manera que pasa a encontrarse en la forma de hidróxido, más reactivo al SO₂ que el CaO anterior.

- Debido a la presencia de compuestos siliceo-alumínicos en las cenizas, se produce un cambio en su morfología (reacciones puzolánicas) lo que origina unas estructuras más porosas y de mayor superficie específica.

Se consigue de esta manera que el SO₂ presente en los humos continúe reaccionando con el calcio libre de las cenizas.

La figura 1 esquematiza esta reacción de reactivación.

La humidificación se lleva a cabo mediante la pulverización de agua en la corriente de humos. El agua se evapora totalmente pero los humos se mantienen siempre por encima de la saturación. Se evitan así los siguientes problemas:



- Humidificación y posterior aglomeración de las cenizas, lo que dificultaría su extracción.
- Interferencias en el funcionamiento normal de los electrofiltros, aguas abajo de la instalación.

A fin de poder variar la relación molar Ca/S en los humos se inyecta un sólido reactivo en los mismos, antes de la humidificación. Se usará preferentemente Ca(OH)₂, si bien se admite la posibilidad de ensayar algún otro (CaO, CaCO₃).

La razón de inyectar el sólido reactivo antes que el agua no es otra que evitar la condensación de ácido sulfúrico de considerable concentración. Los humos provenientes de la caldera tienen una pequeña cantidad de azufre en forma de SO₃, que se combina con el agua para dar ácido sulfúrico. El punto de rocío ácido para una composición típica de humos se sitúa en torno a los 150°C. Con la inyección previa de caliza se pretende disminuir la concentración de SO₃ en los humos antes del enfriamiento y proteger la instalación de los problemas de corrosión derivados de las posibles condensaciones ácidas.

La retención del SO₂ parece potenciarse cuando se añaden pequeñas cantidades de aditivos en solución (NaOH, CaCl₂) al agua que se pulveriza en la corriente de humos. Estos aditivos tienen un doble efecto:

- su propia actuación como adsorbentes
- su influencia beneficiosa sobre la acción del sólido reactivo principal

El proceso se ha desarrollado en una planta piloto capaz de tratar 88000 Nm³/h (el 10% del caudal total de humos de la Central), y se espera que sea



directamente extrapolable a centrales térmicas y calderas industriales en general.

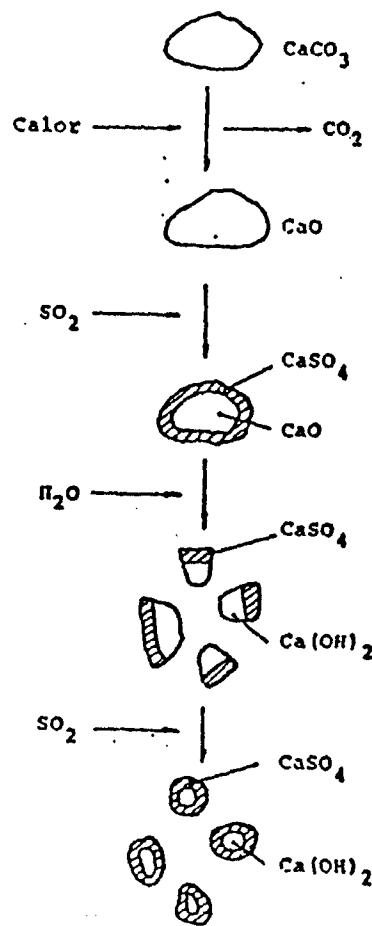


Figura 1.- Reactivación del calcio remanente



3.2. DESCRIPCION

Desde el punto de vista del proceso, la instalación se divide en las siguientes partes:

- Circuito de gases
- Sistema de pulverización de agua
- Sistema de inyección de reactivo

3.2.1. Circuito de gases

Los gases de combustión se captan del ducto principal anterior a los electrofiltros a través de la válvula HV-01 que aisla la planta piloto del ducto de gases de la Central.

A continuación se mide el caudal de gases en un caudalímetro tipo venturi y, si fuese necesario, se inyecta el sólido reactivo en el sistema de homogeneización EG-002.

Los gases pasan entonces al reactor de activación DC-001, en donde se pulveriza agua por medio de las toberas de inyección DB-001. El agua inyectada se evapora completamente, de manera que a la salida del reactor el gas se encuentra seco y a una temperatura por encima de la saturación.

Las partículas que se separan del gas (cenizas y sólido reactivo) se recogen en el tornillo sin fin PC-001 y de aquí pasan a través de la clapeta GK-001 hasta una caseta de almacenamiento intermedio, de donde se retiran con una pala mecánica.

El gas sale aspirado por el ventilador GB-001 y es devuelto al ducto principal a la entrada de los electrofiltros. La válvula FV-04, en la aspiración del ventilador, regula el caudal de humos que circula por el circuito. La válvula



HV-05 situada en la descarga del ventilador, al igual que la HV-01, aisla o comunica la planta piloto con el resto de la Central.

A lo largo de todo el circuito se distribuyen cuatro puntos de toma de muestras, para medir la concentración de SO₂ en los gases.

3.2.2. Sistema de pulverización de agua

El agua se toma de la red y se bombea hasta las toberas de inyección por medio de la bomba GA-001. El caudal de agua se mide en una placa de orificio y se controla mediante la válvula FV-11.

En el tanque T-001 se almacena la disolución del aditivo elegido (Na OH, Ca Cl₂) que la bomba dosificadora GA-002 inyecta en el circuito de agua.

La pulverización se lleva a cabo con aire a presión, que se regula con la válvula PV-16.

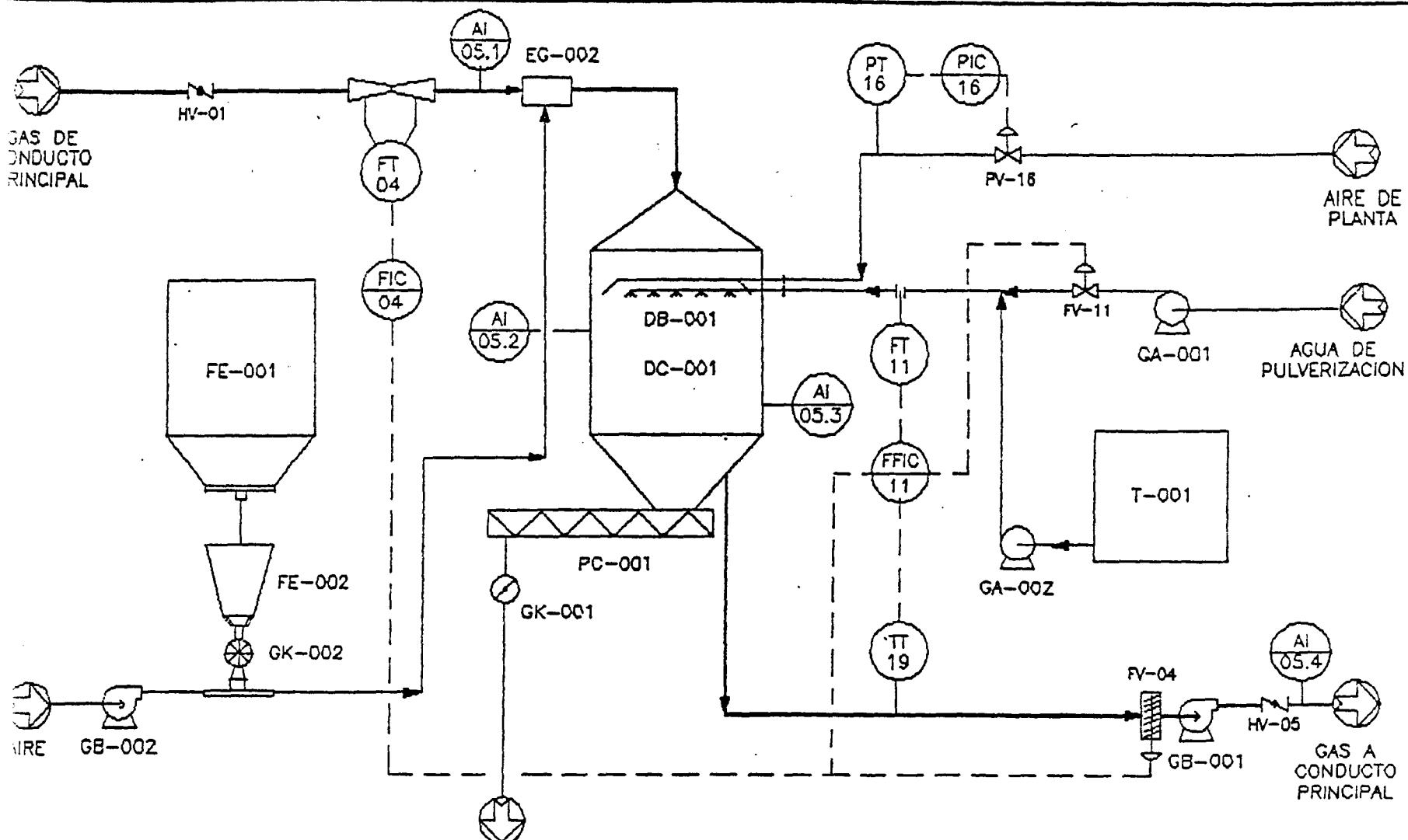
3.2.3. Sistema de inyección de reactivo

El silo FE-001 almacena el reactivo. Un extractor vibrante lo descarga en el tolvin dosificador FE-002. Este tolvin tiene un fondo fluidificado que evita el apelmazamiento y facilita la operación de inyección.

La válvula alveolar GK-002 pasa el sólido al sistema de transporte neumático, donde la soplante GB-002 lo impulsa hasta el sistema de homogeneización EG-002. Este último tiene por finalidad asegurar una dispersión perfecta del sólido en el ducto de gases.



3.3. DIAGRAMA DE PROCESO





4. PRINCIPALES PARAMETROS DE OPERACION

La instalación permite modificar los valores de determinadas variables de proceso para estudiar su influencia en el rendimiento de la desulfuración de los humos. De los estudios realizados en la Facultad de Química de Barcelona entre Junio de 1988 y Marzo de 1990, parece deducirse que el grado de reducción del SO₂ depende de:

- El grado de saturación de los humos a la salida del reactor
- La relación molar calcio disponible/azufre en los humos
- El tiempo de residencia de los humos en el reactor
- El tamaño de las gotas producidas en las boquillas de pulverización
- La distribución y orientación de las boquillas en el reactor de activación.
- El tipo de aditivo inyectado en solución acuosa (Na OH, Ca Cl₂) y su proporción respecto al adsorbente principal.



4.1. GRADO DE SATURACION DE LOS HUMOS A LA SALIDA DEL REACTOR

Depende de:

- Caudal y composición de los humos al reactor
- Temperatura de salida de los humos
- Presión de salida de los humos
- Caudal de agua inyectada

El grado de saturación se mide mediante la aproximación de la temperatura de salida a la temperatura de saturación adiabática. Esta temperatura de salida se controlará regulando la inyección de agua.



4.2. RELACION MOLAR CALCIO DISPONIBLE/AZUFRE EN LOS HUMOS

Depende de:

- Caudal y composición de los humos al reactor
- Contenido de calcio de las cenizas volantes
- Cantidad de reactivo sólido inyectado en el circuito de humos

Una vez conocidos el calcio libre y el contenido de SO₂ en los humos de entrada al reactor, se controla la relación Ca/S variando la velocidad de giro de la válvula alveolar GK-002 que descarga el reactivo sólido en el transporte neumático.



4.3. TIEMPO DE RESIDENCIA DE LOS HUMOS EN EL REACTOR

Depende de:

- Caudal de humos medido en el venturi
- Temperatura y presión de los humos a la entrada del reactor
- Temperatura y presión de los humos a la salida del reactor

La apertura de la válvula FV-04 regulará la admisión de humos al ventilador y será la variable que controle el tiempo de residencia.



4.4. TAMAÑO DE LAS GOTAS DE PULVERIZACION

Depende de:

- Presión de pulverización
- Caudal de agua inyectada

El tamaño de las gotas se estimará en función de la presión de pulverización, que será la variable estudiada. Se controla su valor mediante la válvula automática PV-16.



4.5. DISTRIBUCION Y ORIENTACION DE LAS TOBERAS DE PULVERIZACION

La planta piloto consta de un sistema de pulverización formado por:

- 3 toberas axiales de chorro lleno a la entrada del reactor
- 8 toberas de chorro plano distribuidas en dos secciones transversales del reactor (4 por sección).

El ángulo de orientación de las boquillas es variable, y se puede pulverizar tanto en equicorriente como en contracorriente a los humos.



4.6. TIPO Y PROPORCIÓN DE ADITIVO INYECTADO EN LA SOLUCION ACUOSA

Conocido el tipo de aditivo elegido (Na OH, Ca Cl₂) y la concentración de la solución preparada, la proporción de aditivo injectado dependerá de:

- Caudal de sólido reactivo descargado en el transporte neumático
- Caudal de aditivo injectado al agua de pulverización

Dada una velocidad de descarga del alveolar de sólido reactivo GK-002, se controla la anterior proporción variando el caudal de descarga de la bomba dosificadora GA-002.



CONTROL DE LAS VARIABLES DE PROCESO ESTUDIADAS

La instalación permite el control automático de las siguientes variables:

- Lazo FIC-04/FV-04.- Controla el caudal de gases al reactor, al actuar sobre la válvula FV-04, y lo ajusta al punto de consigna elegido.
- Lazo PIC-16/PV-16.- Controla la presión del aire a las toberas mediante la válvula PV-16.
- Lazo FFIC-11/FV-11.- Controla el caudal de agua al reactor, que será función de:
 - . El caudal de gases
 - . La temperatura de los gases a la salida del reactor

El lazo ajustará la temperatura de salida al valor de consigna.

El resto de las variables cuyo valor se va a contrastar durante la fase de experimentación:

- Velocidad de giro del alveolar GK-002
- Distribución y orientación de las toberas
- Caudal de la bomba dosificadora GA-002

no están sujetos a ningún tipo de control automático y se ajustan manualmente. El primero de ellos se puede variar desde el panel de control, y los otros dos desde campo.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LA OPERACION DE LA PLANTA

Xavier Noguer

Fuerzas Eléctricas de Catañuña, S. A.



C.T. CERCs

PLANTA PILOTO DE DESULFURACION

RESULTADOS OBTENIDOS

Octubre 1991

RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PLANTA DE DESULFURACION

El periodo de pruebas de la planta de desulfuración de Cercs se inició tras la puesta en marcha, en los meses de Noviembre - Diciembre de 1990. Hasta Octubre de 1991 se han ido recopilando experiencias de servicio y se han efectuado mediciones del grado de desulfuración, que si bien aún no son las definitivas, sí que permiten entrever los resultados finales que cabe esperar de la presente tecnología.

1. EXPERIENCIAS DE SERVICIO

Actualmente la planta lleva más de 900 horas de funcionamiento, que han permitido detectar los puntos débiles de la disposición inicial. Se ha ido variando la configuración hasta alcanzar el estado actual, que probablemente será el definitivo.

Los problemas de operación pueden agruparse en tres grandes familias:

- Evacuación de las cenizas frías
- Pulverización de agua
- Medición de SO₂ ante y tras reactor

1.1. Evacuación de las cenizas frías

En la tolva de fondo del reactor se produce un giro de los humos, que se ha acentuado al colocar unas planchas de protección del conducto de entrada al ventilador. Con este giro se produce una deposición de una parte importante de las cenizas volantes, que se evacúan por la parte inferior de la tolva mediante un tornillo sin fin.



Las cenizas salen mucho más frías de lo que es habitual en electrofiltros (aproximadamente 80°C). A estas temperaturas son extremadamente pegajosas, adhiriéndose inmediatamente a cualquier superficie metálica fría.

En la disposición original, las cenizas eran transportadas por el tornillo sin fin y descargadas a través de una esclusa alveolar hacia el tubo de caída a la cesta de cenizas.

Como primera medida fue necesario aislar térmicamente el tornillo sin fin y luego trazarlo con resistencias eléctricas, a fin de mantener las paredes calientes y facilitar el trabajo de arrastre de las cenizas por el tornillo.

En lo que se refiere a la esclusa alveolar, el aislamiento térmico y el traceado fueron insuficientes para evitar las adherencias de ceniza a las palas de la esclusa. Se probó asimismo de soplar en continuo las palas de la esclusa, con aire de instrumentos, pero ello producía erosiones en las palas y no garantizaba que estuviesen limpias. Cuando se formaban adherencias, se llenaban las celdas de ceniza y la esclusa perdía toda capacidad de evacuación. Al final se decidió sustituir la esclusa por un simple sistema consistente en una clapeta oscilante por gravedad, de acero inoxidable, que aunque no proporciona un cierre tan hermético como el de la esclusa, en cambio ha permitido solucionar todos sus problemas.

Asimismo fue necesario instalar dos martillos golpeadores en el tubo de caída de cenizas, que periódicamente van produciendo sacudidas al tubo y provocan la caída de las partículas de ceniza antes de que se adhieran con fuerza a las paredes del mismo.

Con todas estas modificaciones se ha alcanzado la configuración que por el momento se considera final del sistema de evacuación de cenizas.

En la figura 1 se muestran las modificaciones introducidas en el sistema de extracción de cenizas, en forma esquemática.

1.2. Sistema de pulverización de agua

El sistema original consistía en ocho boquillas de chorro plano CASTERJET, situadas en un mismo plano. Las gotas de las boquillas diametralmente opuestas chocaban y ello dificultaba la evaporación, de forma que al final del reactor ésta no se había completado y las cenizas estaban todavía húmedas.

Como primera previsión, se orientaron las boquillas en cuatro ángulos distintos respecto a la corriente de humos (respecto a la horizontal: -30°, -15°, 0° y +15°), lo que produjo una mejora importante. En una segunda fase se desplazaron cuatro boquillas alternativas a un plano inferior, situado aproximadamente un metro por debajo del plano original, manteniendo las mismas inclinaciones respecto a la horizontal que se han indicado anteriormente.

Finalmente se instalaron tres boquillas más, de chorro lleno BETE, situadas verticalmente al principio del cono de entrada al reactor, con la intención de distribuir aún más el volumen de reactor en el cual se producía el rociado de los humos.

En la figura 2 se muestra esquemáticamente la disposición original y la actual de las boquillas.

La presión del aire de pulverización ha resultado ser un parámetro de extrema importancia en lo que se refiere a la calidad del rociado y el tamaño de gotas que se obtienen, de forma que se ha prescindido de la red de aire comprimido de la central y se ha instalado un compresor independiente, exclusivo para la planta (aunque sigue interconectado a la red de la central, por razones de seguridad ante un posible fallo del compresor). Hay que mencionar asimismo que las boquillas se deterioran con el tiempo, y que para conseguir un mismo diámetro de gotas hay que ir elevando la presión a valores superiores a medida que la boquilla se degrada.

1.3. Medición de SO₂

La medición de SO₂ ante y tras reactor es imprescindible para evaluar correctamente el rendimiento de la planta.

Las mediciones se realizan en cuatro puntos distintos: ante reactor, dentro del mismo a dos niveles distintos y a la salida del mismo. A fin de eliminar diferencias de calibración entre distintos analizadores, se decidió colocar un solo analizador que fuese comutando de un punto a otro, midiendo sólo en un punto a la vez y soplando las otras líneas de muestra en sentido inverso mediante aire de instrumentos a una presión aproximada de 1 bar. De esta forma, las mediciones relativas resultan independientes de las derivas de cero y fondo de escala del analizador.

Por la propia constitución del proceso, las muestras de SO₂ deben tomarse en humos ante electrofiltros, y por tanto con una importante carga de partículas sólidas (superior a los 30 - 40 g/Nm³). El filtrado es un problema de primer orden; se colocaron en principio filtros cerámicos justo en la toma de humos, en forma de disco plano en un portafiltros

bicónico. Se observó que en los filtros, lógicamente, se acumulaba una capa de cenizas, que durante el ciclo de muestreo se iba haciendo más gruesa y que por ser cálidas producían una cierta desulfuración de la muestra al analizador, falseando así los resultados; fue necesario ajustar bien los caudales de muestra de forma que las mediciones fuesen constantes dentro de cada ciclo de muestreo.

Ha sido necesario colocar una segunda etapa de filtrado justo a la entrada del armario del analizador, al final de las líneas de muestreo, que actúa como filtro de seguridad, para evitar el paso hacia el analizador de las partículas que puedan escapar al primer filtro. Estas pequeñas partículas producían serios problemas en la bomba de muestras, afectando los cierres de la misma, y en casos extremos llegaron a obstruir los tubos del interior del armario del analizador.

En la figura 3 se muestra la disposición original y la actual del sistema de muestreo de las tomas de SO₂.

1.4. Otros problemas de operación observados

No se han detectado problemas de erosiones relevantes; únicamente en la voluta del ventilador de refuerzo, que ha debido ser recargada con chapa antidesgaste de 10 mm; de todas formas, ha sido una erosión localizada en la zona de impulsión del rodeo del ventilador, que es un hecho bastante habitual en ventiladores de humos. No se han observado erosiones en ninguna otra zona del circuito.

Se han observado deposiciones de ceniza de importancia en las paredes del reactor y en el conducto de aspiración del ventilador, aunque parece que estaban relacionadas con los



MINISTERIO
DE ENERGIA Y MINAS

problemas de pulverización y la baja presión de aire. Es de esperar que en el futuro estas deposiciones resulten menores.

No se ha observado problema alguno de corrosión de baja temperatura debido al SO₂.

2. RESULTADOS OBTENIDOS

De momento los resultados obtenidos son meramente provisionales, debido principalmente a las dificultades de medición del SO₂ ante y tras reactor que han sido subsanadas hace muy poco. Además, la configuración del circuito tampoco era la definitiva (en especial el sistema de pulverización), con lo que los resultados obtenidos hasta ahora se refieren a una configuración previa.

2.1. Rendimiento de desulfuración

Se espera realizar las mediciones finales en la planta dentro del último trimestre de 1991.

La conclusión más importante de las mediciones realizadas hasta ahora es que los resultados provisionales corroboran las expectativas derivadas del estudio de laboratorio, en el sentido de que el rendimiento de desulfuración aumenta cuanto más cerca están los humos de su saturación, es decir, cuánto menor es la temperatura de los humos. Esta tendencia aparece claramente marcada.

Se ha observado asimismo que el rendimiento de desulfuración aumenta al crecer la relación molar calcio / azufre, lo cual es plenamente lógico.



A título indicativo, en una medición realizada por el Institut Català d'Inspecció i Control Tècnic (ICICT), entidad colaboradora de la Administración, se determinó una reducción de SO₂ superior al 56 %.

2.2. Efectos sobre la emisión de partículas sólidas

La inyección de hidróxido cálcico en el reactor aumenta la carga de partículas sólidas a la entrada del electrofiltro, aunque parte de las cenizas se deposite en el reactor. Por otro lado, el carácter más marcadamente cálcico de las cenizas hace aumentar la resistividad de las mismas, con lo que teóricamente el rendimiento de los electrofiltros debiera disminuir.

No obstante, estos dos efectos vienen contrarrestados por el enfriamiento de los humos en el reactor, de forma que su velocidad de paso por los electrofiltros es menor y el tiempo de residencia aumenta, con lo que el rendimiento de éstos tiende a aumentar.

Aun cuando la disposición de los canales de humos dificulta la determinación del contenido de polvo en los humos a la salida del electrofiltro sobre cuya vía está situada la planta de desulfuración, las indicaciones del opacímetro DURAG situado en chimenea no muestran tendencias ni a mejorar ni a empeorar cuando la planta funciona o está parada, es decir, que parece ser que no afecta en forma sensible a la emisión de partículas sólidas.

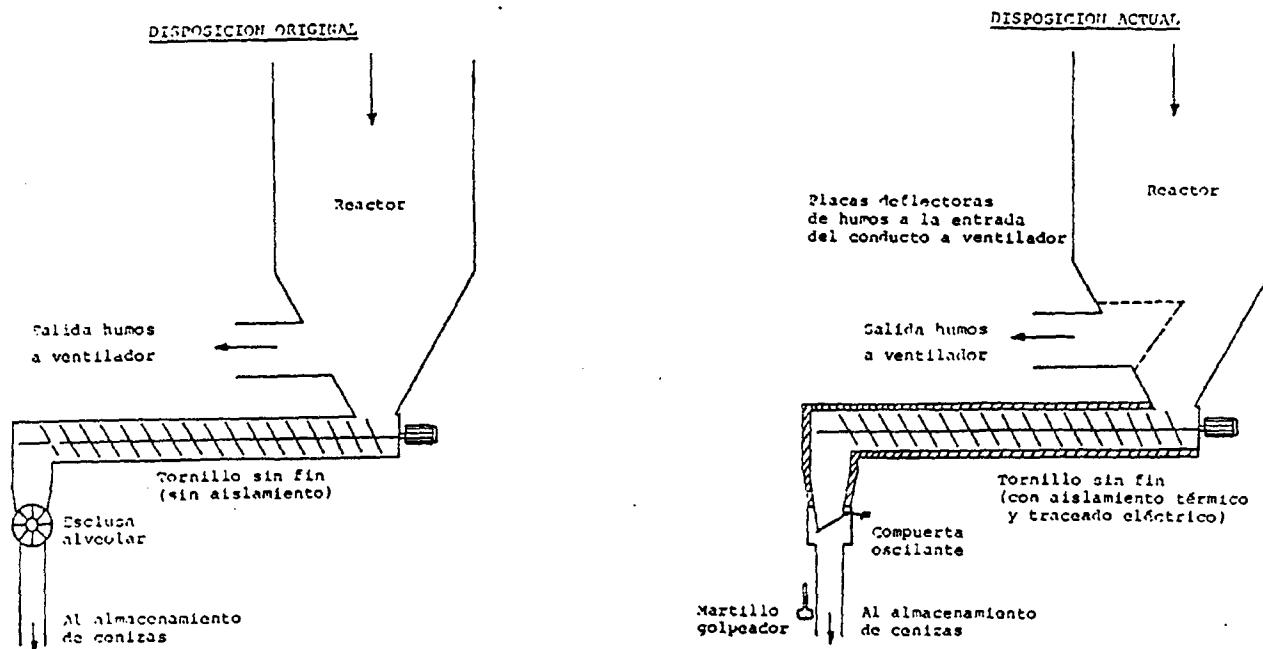
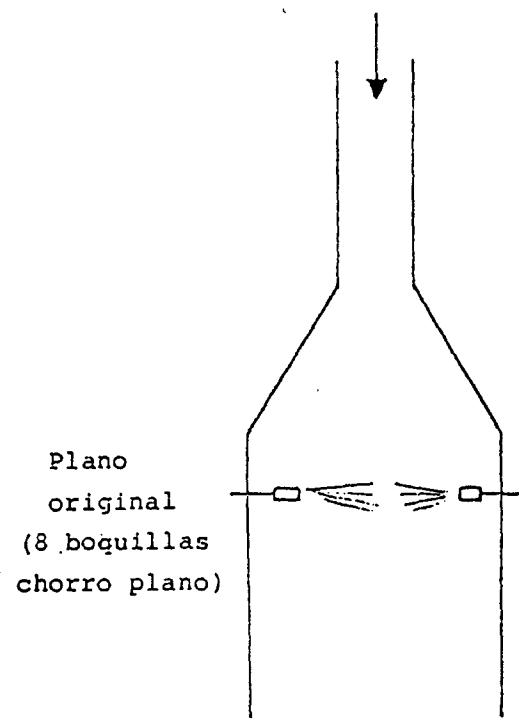
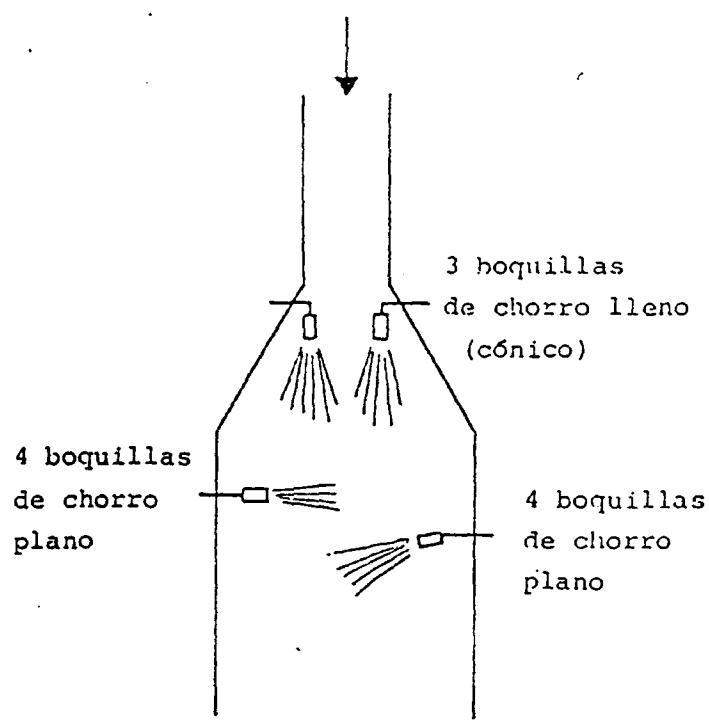


Figura 1. Modificaciones en extracción cenizas



Plano
original
(8 boquillas
chorro plano)

DISPOSICION ORIGINAL



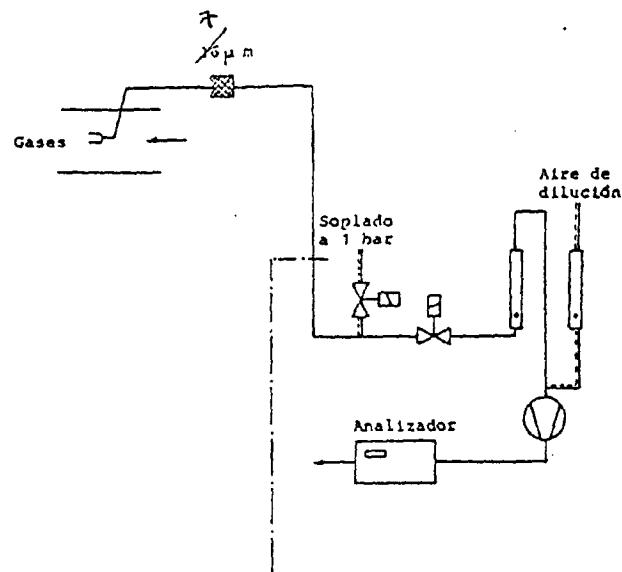
4 boquillas
de chorro
plano

3 boquillas
de chorro lleno
(cónico)

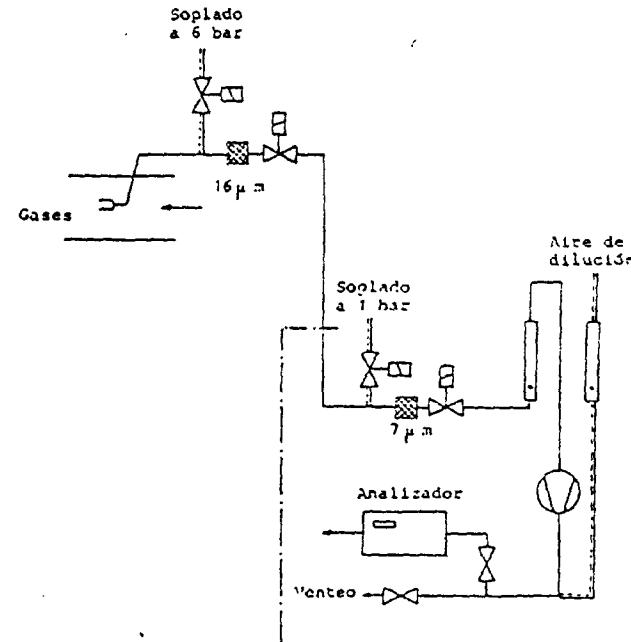
4 boquillas
de chorro
plano

DISPOSICION ACTUAL

Figura 2. Modificaciones en boquillas



DISPOSICION ORIGINAL



DISPOSICION ACTUAL

Figura 3. Modificaciones en tomas muestras de SO_2

O C I C A R B O N

PROYECTO: PILAS DE COMBUSTIBLE DE CARBONATOS FUNDIDOS C-21-185
IBERDROLA

IBERDROLA

OCICARBON

Ref.
 Entrada 24 FEB. 1992
 Registro N.º 5536

TELEFAX

FECHA: 24-2-92
 (Date)

A: D. FERNANDO ALEGRIA
 (To) _____
 OCICARBON

NUMERO DE TELEFAX:
 (Telefax Number)

DE: D. ALFONSO PANTOJA LOPEZ
 (From) _____

COMENTARIOS:
 (Comments)

El proyecto sobre Pilas de Combustible con Ocicarbón ha cubierto una etapa de análisis de diagramas de flujo para una celda de laboratorio, y la simulación de una planta GICC en base a un programa de ordenador (Hoja Lotus).

Estamos evaluando otros programas más completos para estas simulaciones de plantas MCFC+GICC completas.

En un plazo de unas dos semanas, esperamos poder enviaros un resumen de estas actividades.

Un saludo.

C/C: J. Ignacio Campos

Iberdrola, S.A.

Desarrollo de Programas y Proyectos (DEPRO)

Paseo de la Castellana, 1

28046 Madrid

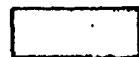
SPAIN

FAX: Nacional 91-5767126

Internat. 34-1-5767126

Confirmación o anomalías:
 (Confirmation or anomalies)
 Nacional 91-5776500 Ext. 2774
 Internat. 34-1-5776500 Ext. 2774

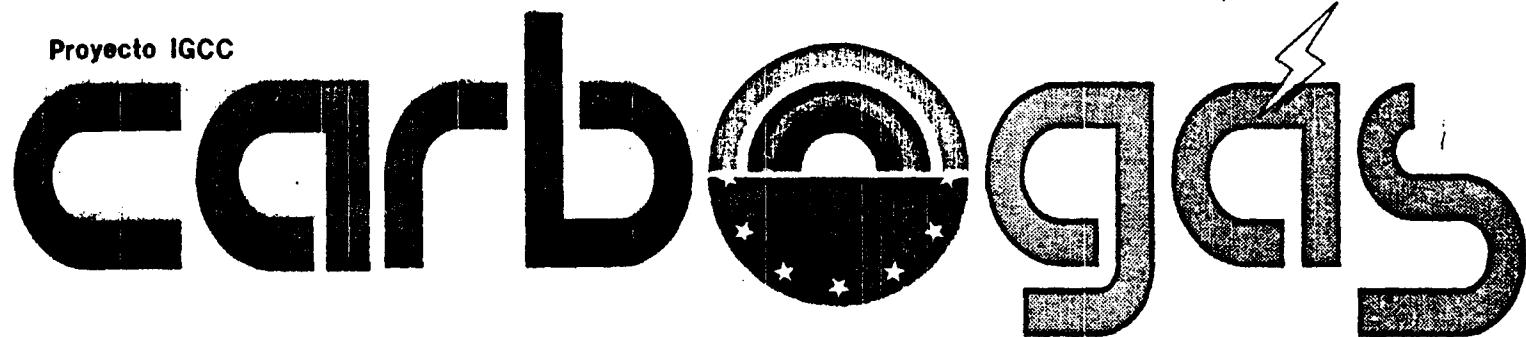
Número de páginas incluida esta portada:
 (Pages including this cover)



O C I C A R B O N

PROYECTO: VIABILIDAD GASIFICACION CARBON PUERTOLLANO C-21-232
E N D E S A

Proyecto IGCC



PROYECTO EUROPEO DE GASIFICACION DE CARBON INTEGRADO EN CICLO COMBINADO
PARA LA PRODUCCION LIMPIA DE ELECTRICIDAD
PUERTOLLANO (ESPAÑA)

INFORME AL COMITE DE DIRECCION

INFORME: RE-K-K-001 REV. 1
FECHA: JULIO 1991

I N D I C E

1.- ORGANIZACION.

- 1.1.- AREAS DEL PROYECTO Y ORGANIGRAMA FUNCIONAL.
- 1.2.- FUNCIONES DEL EQUIPO DE PROYECTO.
- 1.3.- INFRAESTRUCTURA.
- 1.4.- PERSONAL.

2.- PROGRAMACION.

- 2.1.- ACTIVIDADES DE LA FASE II / PROGRAMAS.
- 2.2.- ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL MES.
- 2.3.- ACTIVIDADES PREVISTAS PARA EL MES SIGUIENTE.

3.- PRESUPUESTO / SEGUIMIENTO.

- 3.1.- PRESUPUESTO DE LA FASE II (RESUMEN).

INDICE (cont.)

4.- PROPUESTAS Y VARIOS.

4.1.- PROPUESTAS PARA APROBACION.

5.- RESULTADOS FASE II.

5.1.- LISTA DE PETICIONES DE OFERTA.

5.2.- RESULTADOS ENSAYOS GASIFICACION.

5.3.- FORMA JURIDICA DE LA SOCIEDAD.

5.4.- PLANO DE IMPLANTACION.

5.5.- PLANIFICACION FASE III.

5.6.- PREVISION DE EXPLOTACION.

5.7.- DISPONIBILIDAD FONDOS DE LA COMUNIDAD.

5.8.- EVALUACION PRELIMINAR DE IGCC (Condiciones ISO).

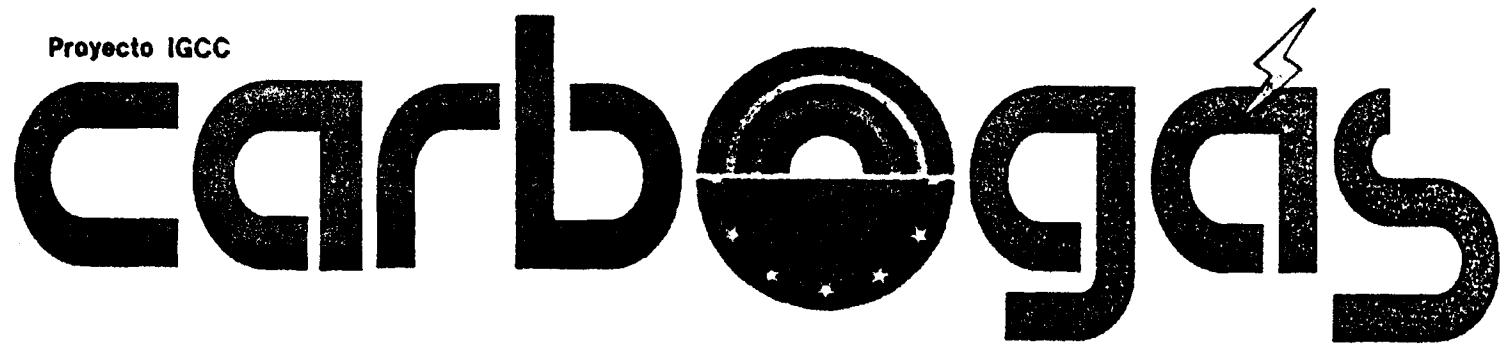
MEMORIA DESCRIPTIVA CORRESPONDIENTE A LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN EL PROYECTO IGCC

Los trabajos desarrollados en el Proyecto IGCC Puertoallano realizados con actividades de Investigación y Desarrollo han sido los siguientes:

- Estudio del proyecto inicial de posibilidades de la planta IGCC.
- Reuniones con posibles suministradores de la tecnología IGCC para aclarar las necesidades respectivas de cada una de la "Isla" que forman el proyecto.
- Reuniones específicas para profundizar en el conocimiento de cada una de las tecnologías.
- Preparación de las especificaciones técnicas que cubren el volumen de suministro de cada una de las "Islas"
 - . Coal Gasification Island Technical Specification
Ref. SP-M-G-007 Section I and II and Annexo
 - . Combined Cycle Technical Specification
Ref. SP-M-C-006 Section I and II and Annexo
 - . Air Separation Unit Technical Specification
Ref. SP-M-A-016 Section I and Annexo
- Reunión de las especificaciones técnicas según las necesidades adicionales de los posibles suministradores.
- Participación en las pruebas realizadas en planta piloto
 - . Definición de las condiciones de las pruebas
 - . Supervisión de las mismas
 - . Estudio del informe emitido
 - . Comentarios y aclaraciones al informe

- *Estudio de la ofertas recibidas*
 - . *Comprobación del volumen de suministro*
 - . *Comentarios al proceso seleccionado*
 - . *Posibilidad de mejoras del proceso*
 - . *Estudio de la Integración de los diferentes procesos*
 - . *Valoración técnica/económica de las ofertas*
 - . *Selección del suministro*
- *Preparación del Contrato con el Suministrador final*
 - . *Definición del volumen de suministro*
 - . *Definición de límites del contrato*
 - . *Definición de garantías y penalidades a aplicar*
 - . *Definición de condiciones económicas*
- *Participación en reuniones internacionales de expertos en la tecnología*
 - . *VGB-konferenz "kohlevergasmag 1991"*
 - . *Presentación al Grupo de Expertos "Thercoalgas" de la UNIPEDE Lisboa 14 Noviembre 1991*
 - . *Presentación al Comité Thermie de C.E.E. Bruselas 10.11 Octubre 1991*
 - . *Presentación en el Seminario "Power Gen 91" Tampa 4-6 Diciembre 1991*
 - . *Presentación en el Seminario "The Efficient Combustion of Coal New Technologies for Power generation and Industrial Plant" Berlin 15-17 Diciembre 1991.*
- *Presentación en el Seminario "El carbón ante el año 2000"*
Oviedo 10 Octubre 1991.

Proyecto IGCC



CLEAN ELECTRIC POWER GENERATION FROM
INTEGRATED COAL GASIFICATION WITH COMBINED CYCLE

THE PUERTOLLANO OPTION

UTILITIES PARTICIPATING IN THE

PUERTOLLANO PROJECT

(IN ORDER OF PERCENTAGE PARTICIPATION)

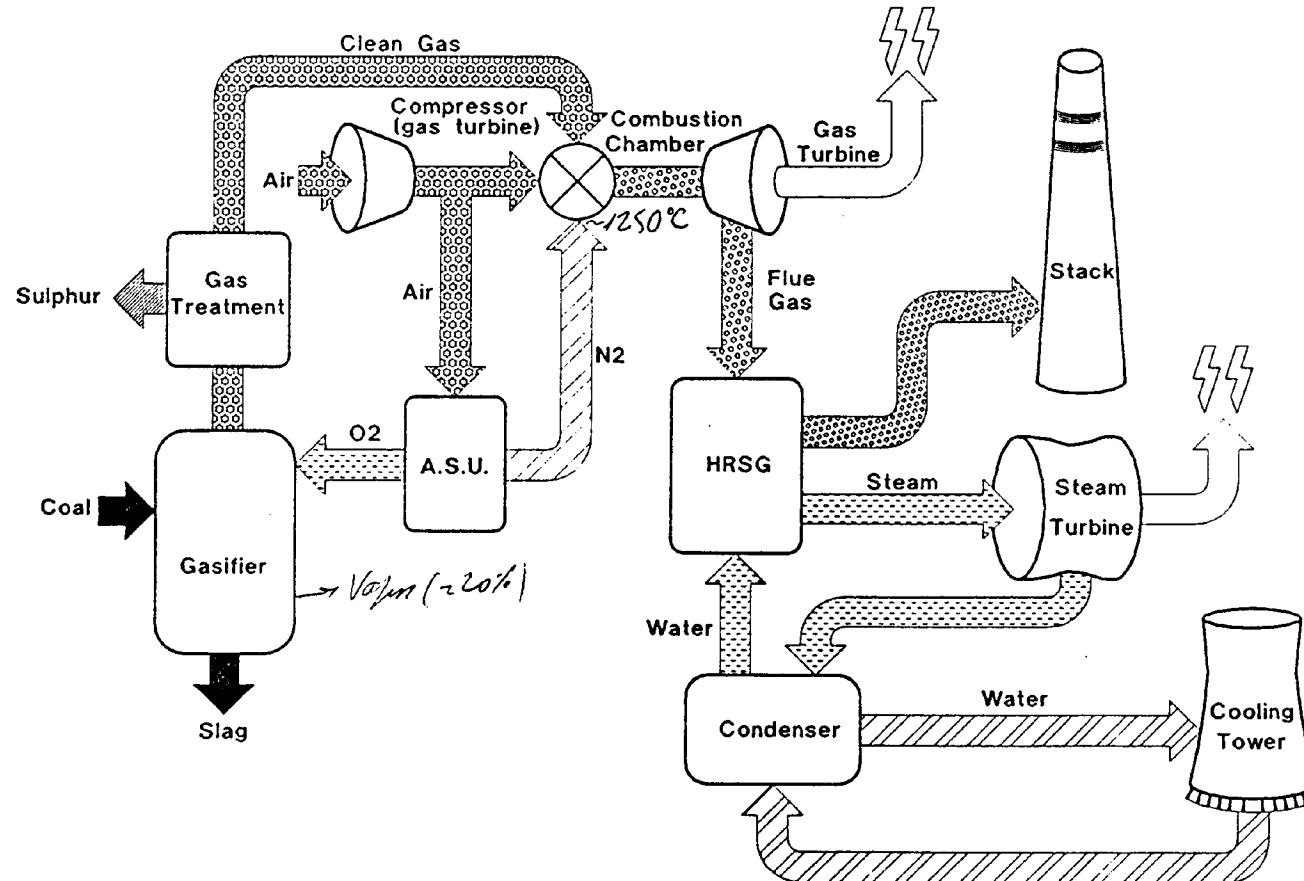
- ENDESA.
- ELECTRICITE DE FRANCE.
- IBERDROLA
- SEVILLANA DE ELECTRICIDAD.
- HIDROELECTRICA DEL CANTABRICO.
- ELECTRICIDADE DE PORTUGAL.
- ENEL (AS SPONSOR).

MAIN CHARACTERISTICS OF PUERTOLLANO

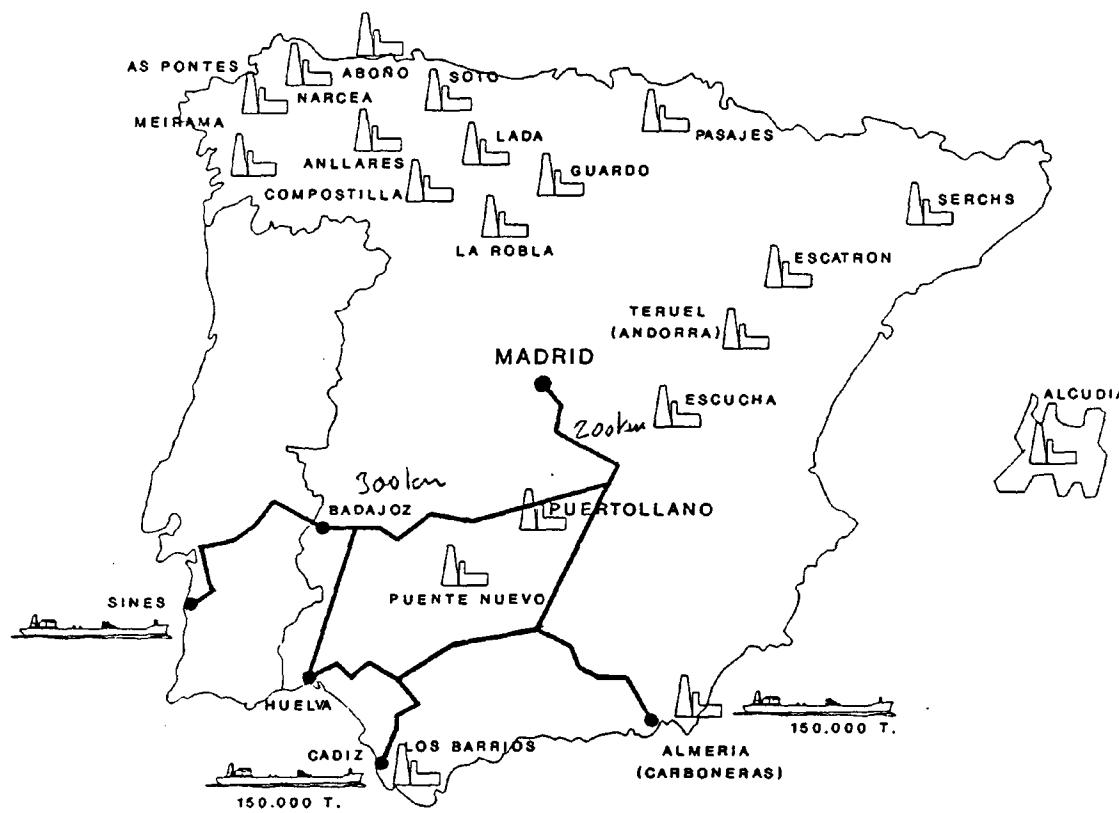
I.G.C.C. POWER PLANT

ELECTRIC GROSS POWER	335 - 380 MW
ELECTRIC NET POWER	305 - 350 MW
TYPE OF FUEL	BITUMINOUS COALS (PUERTO-LLANO AND INTERNATIONALLY TRADED COAL)
NET EFFICIENCY ON LHV BASIS	
PUERTOLLANO COAL (5,400 Kcal/Kg., 22% Ash)	45%-45.5%
EMMISIIONS	
SOx (basis 15% O ₂)	<10mg/Nm ³
NOx (basis 15% O ₂)	<60mg/Nm ³
CO ₂	80% COMPARED TO CONVENTIONAL POWER PLANTS.
SOLID RESIDUES	EXEMPT OF DANGEROUS COMPOUNDS.

IGCC PROJECT



COAL POWER PLANTS LOCATION AND RAILROAD FACILITIES



VACIMENTO

三

COMPLEJO MINERO ETC.

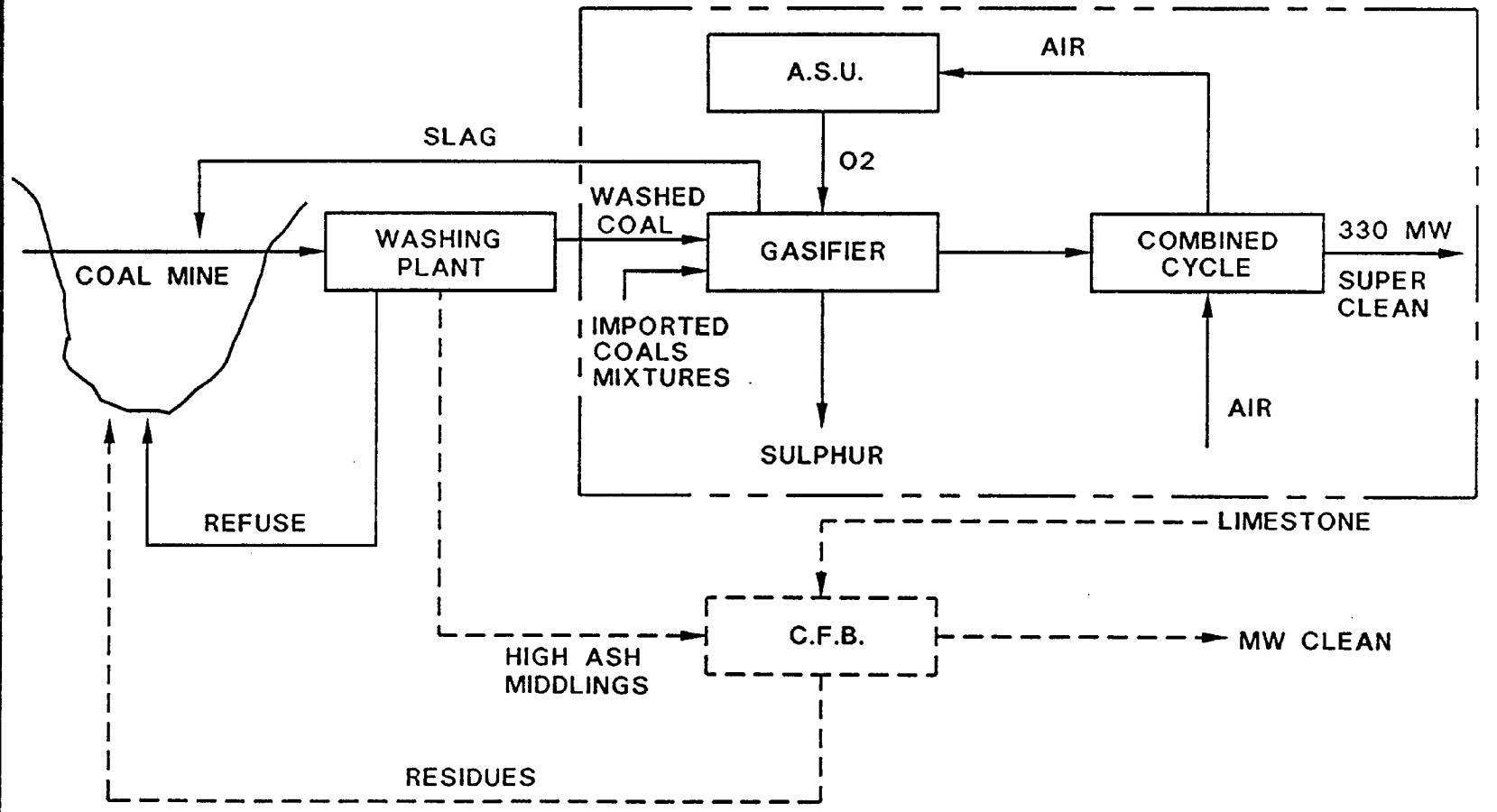
GRUPO ENDESA

ENCASUR-ENDESA

DE LA CENTRAL
ESTADIO 20 KMS. ALREDEDOR

- PUERTOLLANO IS A LARGE INDUSTRIAL AREA LOCATED IN THE CENTER OF SPAIN, ABOUT 200 KM. SOUTH OF MADRID, WITH THE FOLLOWING INFRASTRUCTURE:
 - POPULATION 55.000 WITH GOOD RAILWAY AND ROAD ACCESS.
 - LARGE INDUSTRIAL ZONES NEXT TO THE MINE AND THE FUTURE POWER STATION.
 - THE EXISTING REFINERY AND PETROCHEMICAL PLANT COULD PROVIDE CHEAP RESIDUAL FUELS, AND POSSIBILITIES FOR COGENERATION.
 - ELECTRICAL AND NATURAL GAS CONNECTION TO THE NATIONAL GRIDS.
 - COOLING WATER AVAILABLE.

PROPOSED GENERAL DIAGRAM



RANGE OF FUELS TO BE USED IN THE IGCC POWER PLANT.

ANALYSIS AS RECEIVED % WEIGHT.

	AUSTRALIA	COLOMBIA	U.S.A. CANADA	CHINA	U.K.	GERMANY	POLAND	SOUTH AFRICA	PUERTOLLANO WASHED MIXTURE
LHV (MJ/kg)	25-28	26	26-28	27	26-31	25-31	26	24-26	22 20-25
MOISTURE (%)	8-16	9-12	6-8	8	3-14	3-14	≈9	3-7	≈14 9-14
ASH (%)	10-18	7-9	8-12	≈11	4-12	4-21	11	14-17	20 20-25
SULPHUR (%)	.5-.8	.8	.8-1	.8	.6-2.5	.5-1.5	.8	.7-1	.84 1.5-4
OXYGEN (%)	7.5-10	≈9	5-10	≈8	5-10	≈7	≈8	6-8	5.4 3-5
CHLORYNE (%)	.05	.03	.1-.2	.02	0-.5	0-.5	.2	.01	.08 .02
VOLATILE MATTER (%)	22-30	33	28-33	27	27-34	20-35	30	24-29	26 13-25
HARDGROVE	48-70	48	47-50	50	45-70	40-70	49	46-50	45 50-55

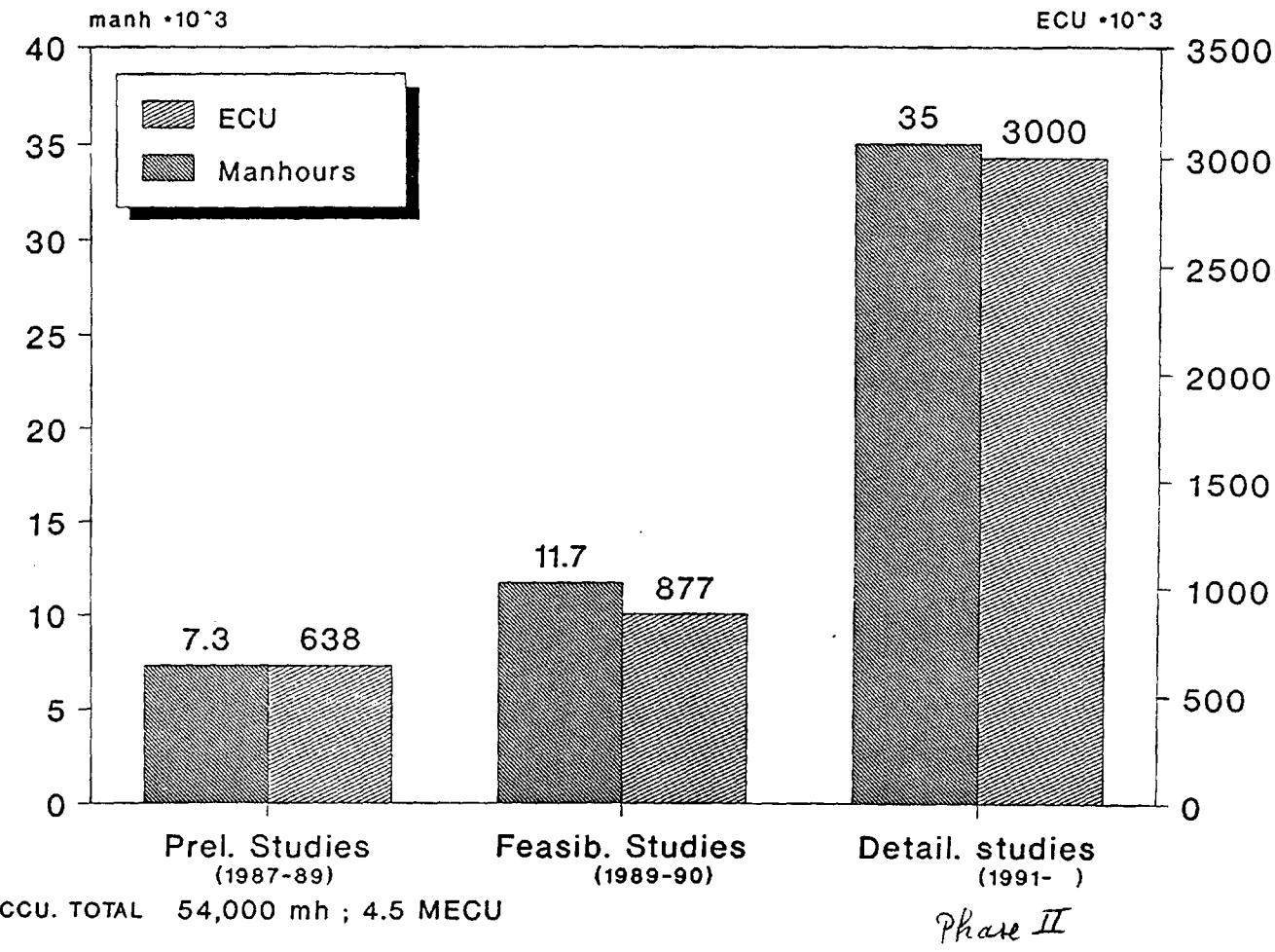
IGCC PLANT FUEL FLEXIBILITY

- THOUGH THE PLANT HAS BEEN OPTIMIZED FOR PUERTOLLANO COAL THIS IGCC WILL BE DESIGNED TO BE ABLE TO TEST OTHER TYPE OF FUELS, IMPORTED COAL AND MIXTURE OF PETROLEUM COKE AND COAL, IN THE FOLLOWING RANGE (AS RECEIVED):

	MIN	DESIGN	MAX
LHV, (Kcal/Kg)	4,500	4,868	7,000
ASH CONTENT (%)	--	21	25
N2 CONTENT (%)	--	1.21	3
S CONTENT (%)	--	1.2	4
VOLATILE M. (%)	13	26.12	35
CHLORINE (%)	--	--	0.5

- THE PLANT WILL HAVE LIMESTONE FACILITIES FOR COAL WITH HIGH ASH MELTING POINT.

History of IGGC studies in Spain



History of IGCC studies in Spain

Phase 0: Preliminary studies

			<u>manhour</u>	<u>MECU</u>
1987	-89	50 MW IGCC retrofit for Lada P.S. HE, EA KK, SIEMENS	Utilities	5100 0.35
1988		300 MW IGCC for Teruel P.S. ENDESA, INITEC KK, SIEMENS	Technologist	2200 0.18
1988	-89	Coal Gasif. process tech. comparison ENDESA, INITEC KK,BGL,KRW,TEXACO,GSP,RHEINBRAU	CEE	0.10

Phase I: Feasibility studies

1989	-90	250 MW IGCC for Puertollano P.S. ENDESA,INITEC SHELL,KK,BGL,SIEMENS,ABB,ALSTHOM	Utilities	7200 0.50
		330 MW IGCC for Puertollano P.S. ENDESA,INITEC KK,BGL,GSP,SIEMENS,ALSTHOM,LINDE	Technologist	4500 0.38

Phase II: Detailed studies

1991	-	330 MW IGCC for Puertollano P.S. ENDESA,HE,HC,CSE,EDF,EDP KK,BGL,DB,GEC ALSTHOM,SIEMENS,LINDE AIR PRODUCTS, L'AIR LIQUIDE, ARGON-UCC	Utilities	25000 1.96
			Technologist	10000 0.85
			Pilot Plant tests	0.19

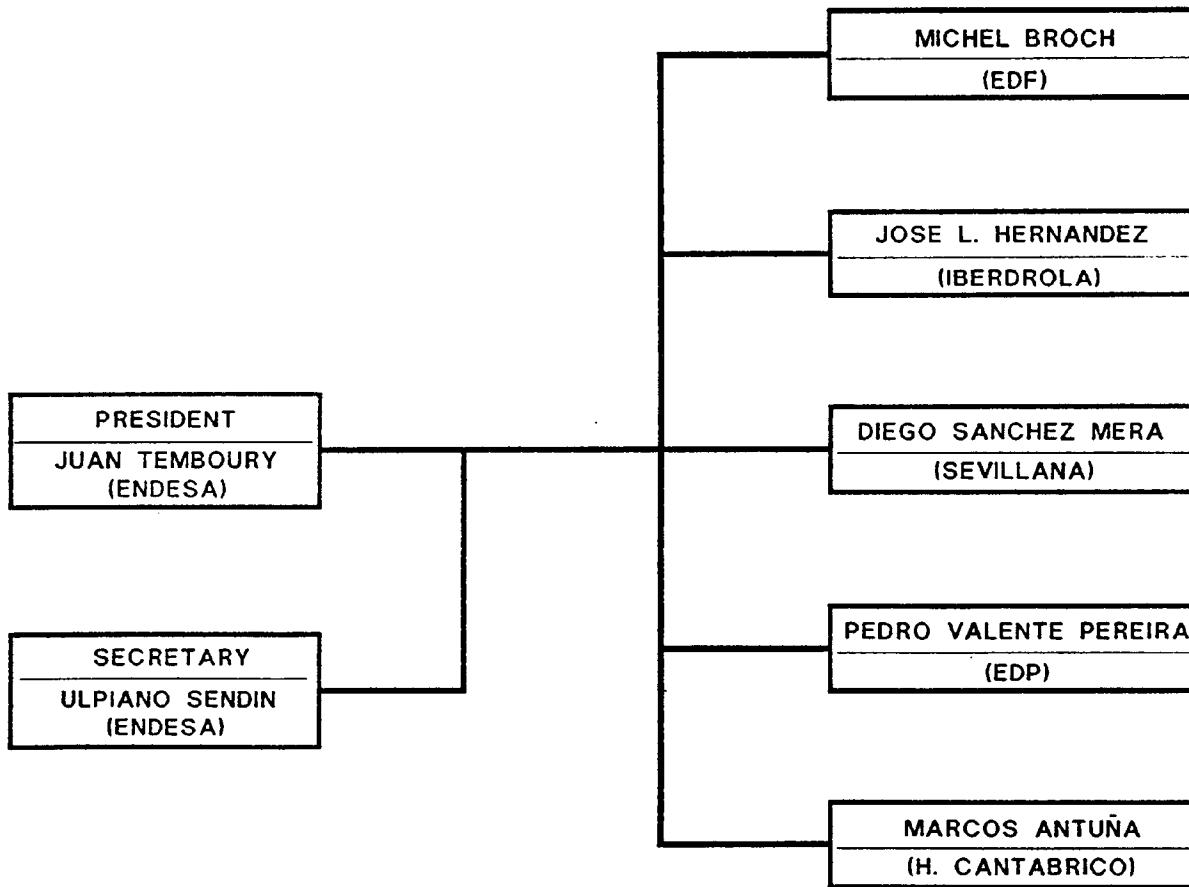
UTILITIES AGREEMENT

The six utilities participating in the Puertollano IGCC project have signed an agreement in which they expressed the intention of building an IGCC power plant in Puertollano, as well as promote and utilize this technology for future Coal Power Plants in their respective countries or in any other country.

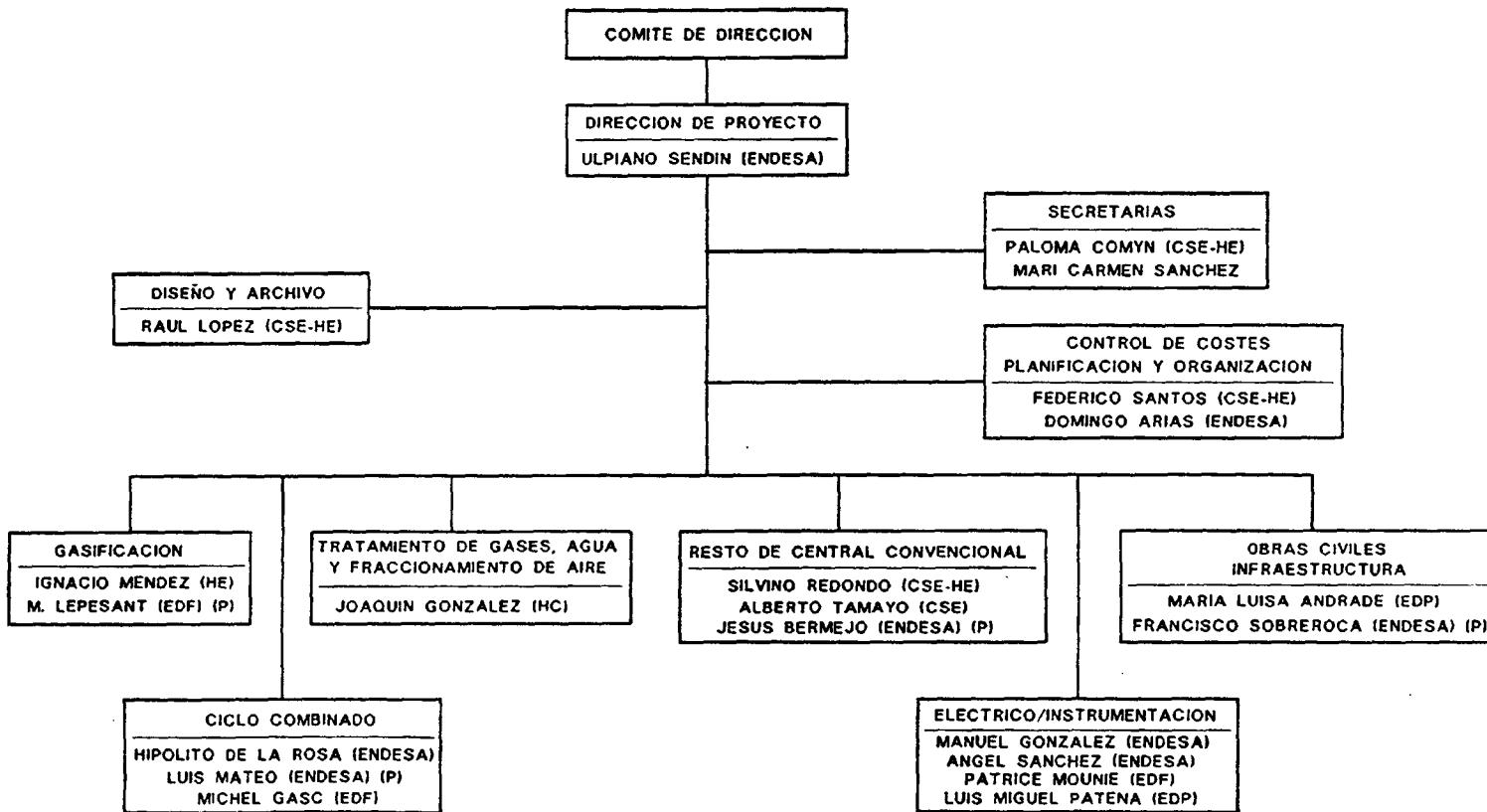
As soon as selection by the EC has been effected, the six companies, as well as any other that desire to do so, together with the main equipment suppliers will form a Society whose aim will be to build a 330 MW IGCC in Puertollano, to run a 3 year demonstration period with a wide fuel scope, and operate this plant to generate electricity for the entire life of the Power Plant.

The decision to build this IGCC Power Plant has been made based on the 35 Million ECU to be granted by the CEC, and the promise of another 35 Million ECU that will be granted if the budget is approved for the year 1994-1995.

CARBOGAS STEERING COMMITTEE



PROJECT ORGANIZATION (PHASE II)



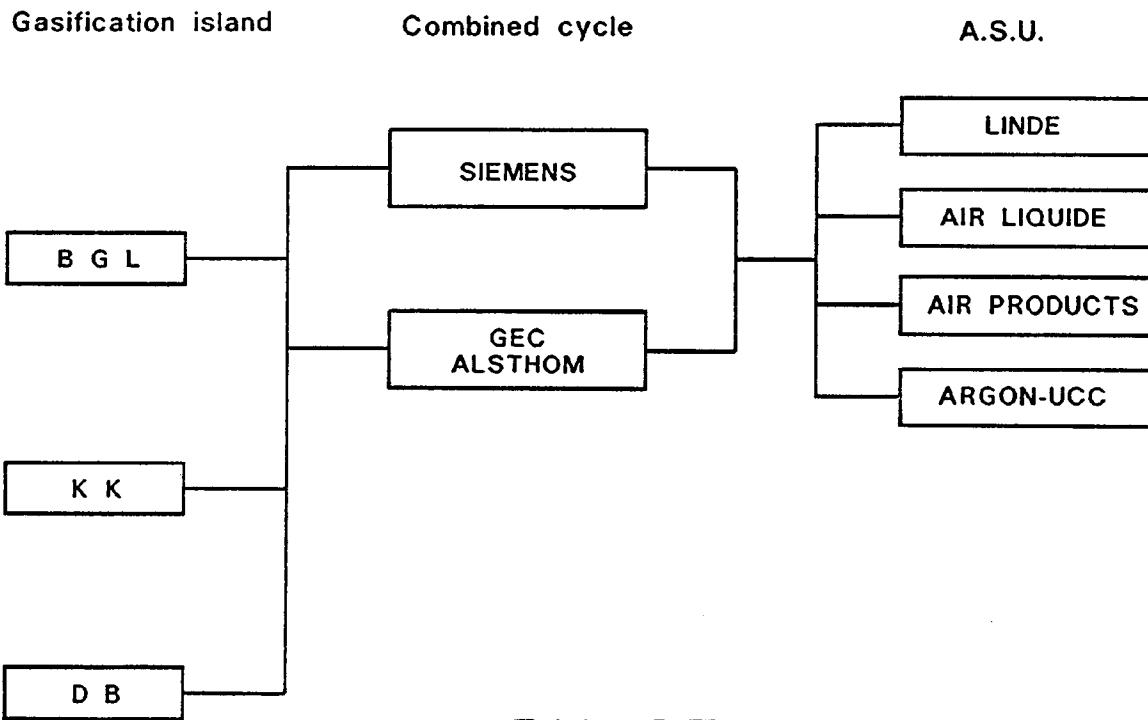
TOTAL 21

NOTAS:

(P) A TIEMPO PARCIAL

REV. 5 JULIO 1991

PROGRAMME FOR TENDER PREPARATION



PHASE II

IGCC INVESTMENT COSTS

(Millions of ECU)

OXYGEN PLANT	50.83
GASIFICATION ISLAND	131.56
C.C. PLANT	156.67
OTHER ITEMS NOT INCL	65.90
SPARE PARTS	5.2
START UP FUEL	14.72
PARTIAL TOTAL	424.88
CONTINGENCIES 10%	42.49
TOTAL	467.37
ECU/KW NET	1,540

TENTATIVE FINANCING SCHEME

		PLANT FINANCING	PLANT OWNERSHIP	STEERING COMMITTEE	FOLLOW-UP COMMITTEE
U T I L I T I E S	ENDESA	39,22%	42,40%		
	EDF	24,05%	26,00%		
	HE	11,65%	12,60%	YES	YES
	SEVILLANA	11,65%	12,60%		
	HC	4,63%	5,00%		
	EDP	1,30%	1,40%		
M A N U F A C T	COAL GASIFICATION			YES	YES
	COMBINED CYCLE	* (9,25%)	* (10,00%)	YES	YES
	AIR SEPARATION UNIT			YES	YES
G R A N T	CEC	7,50%		YES	YES

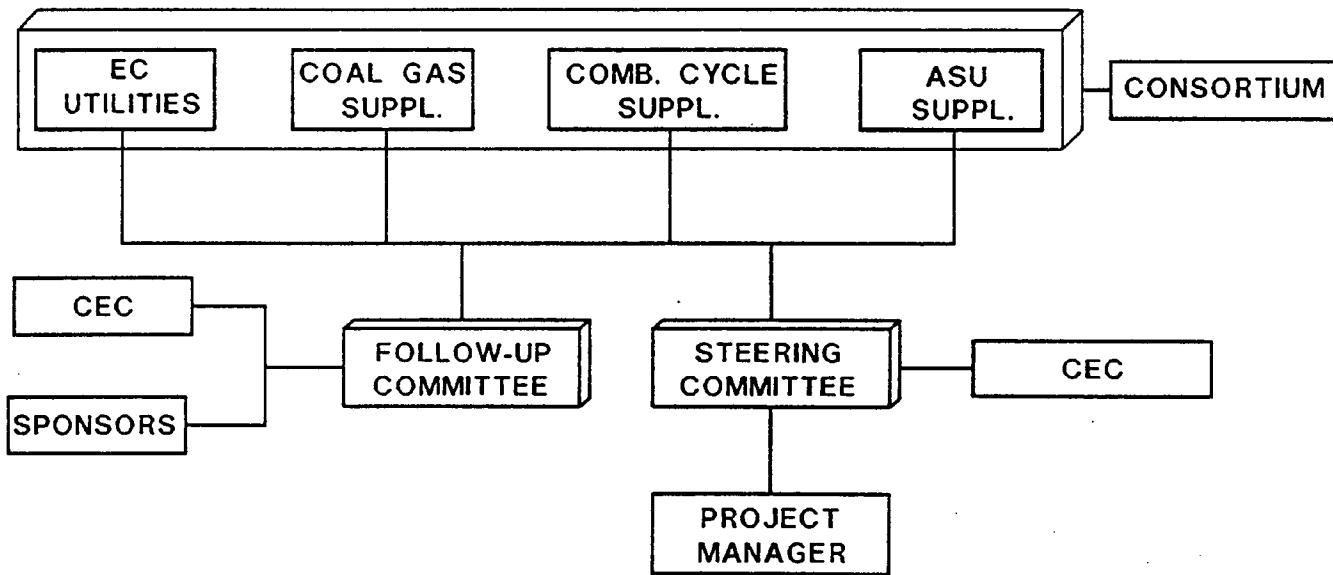
* TO BE CONFIRMED LATER

IGCC Power Plant Schedule

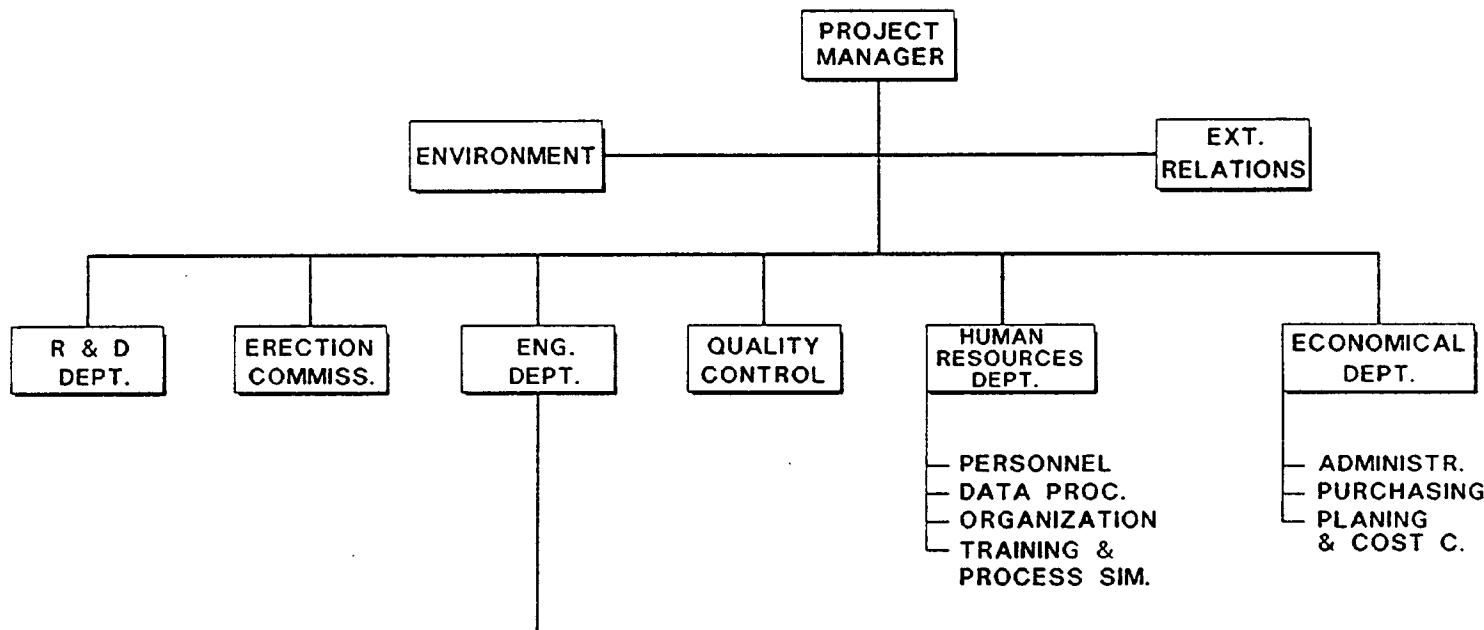
Task Name	Start Date	Late Date	Total	91	92	93	94	95	96	97	98	99
				Jan	2	2	4	4	3	2	2	4
PROJECT	91/01/24	99/04/01										
Preliminary utilities agrmnt.	91/01/24	91/04/22		-	| .	.	.	.	.	.	.	.
Consortium formation	91/09/18	92/03/12		-	.	.	.	.	.	.	.	.
Tender prep. by suppliers	91/03/25	91/10/15		-	.	.	.	.	.	.	.	.
SUPP. SELECTION DUE DATE	91/11/15	91/11/15		|▲ .	.	.	.	.	.	.	.	.
Main Equip. Contracts	91/12/02	92/01/17		| -	.	.	.	.	.	.	.	.
ENGINEERING	92/01/10	96/01/02		|	██████████					.	.	.
CIVIL WORK	92/09/21	95/09/15		| .	██████████				.	.	.	.
GASIFICATION PROCESS PLANT	92/03/02	95/10/02		| .	████████████████████████				.	.	.	.
GPP Manuf. & Erection	92/03/02	95/10/02		| .	██████████				.	.	.	.
COMBINED CYCLE SYSTEM	91/12/05	95/01/31		|	████████████████████████				.	.	.	.
GAS TURBINE LETTER OF INTENT	91/12/05	91/12/05		|▲ .	.	.	.	.	.	.	.	.
CC Manuf. & Erection	91/12/05	95/01/31		|	██████████				.	.	.	.
AIR SEPARATION UNIT	92/10/02	95/05/01		| .	██████████				.	.	.	.
BALANCE OF PLANT	92/01/02	95/11/16		|	██████████				.	.	.	.
CC COMMISSIONING (with N.G.)	95/01/03	95/12/01		| .	.	.	.	██████	.	.	.	.
GPP Commissioning	95/08/01	95/12/01		| .	.	.	.	.	████	.	.	.
PLANT COMMISSIONING WITH COAL	95/12/01	96/04/03		| .	.	.	.	.	████	.	.	.
PLANT DEMONSTRATION PROGRAM	96/04/03	99/04/01		| .	.	.	.	.	████████████████████████

IGCC Power Plant Schedule

TENTATIVE PROJECT ORGANIZATION



CARBOGAS ORGANIZATION CHART



ENG. DEPT.	17
HUMAN RES.	10
ECON. DEPT.	12
OTHERS	9
TOTAL	48

Oct. 1991

MINIMUM INDIVIDUAL CONTRACTS.

1) DESIGN

- Detailed design.
- Environment study
- Pilot plant studies.

- Slag handling and storage.

- Cooling tower.

- Cooling water.

- Demineralized water.

- Waste water treatment.

- Miscellaneous equipment.
(piping, valves, pumps etc...)

- Raw water supply.

- I and C.

- Electrical equipment.

- Switchyard equipment.

2) SUPPLIES

- Gasification island.

 Gasifier.

 Gas treatment.

 Water treatment.

- Combined cycle.

 Gas turbine.

 Steam turbine

 Heat recovery steam generator.

 Condenser.

 Generator and transformers.

- Air separation unit.

- Coal handling and storage.

3) OPTIMIZATION & INTEGRATION

OF THE IGCC PLANT.

4) CIVIL WORKS

5) ERECTION

6) QUALITY CONTROL

POSSIBLE EQUIPMENT MANUFACTURERS

	<u>SUPPLIERS</u>	<u>COUNTRY</u>
● GASIFICATION ISLAND	KK,BGL,D.BABCOCK	GERMANY, GERMANY AND UK
● GAS AND STEAM TURBINE	SIEMENS, GEC ALSTHOM	GERMANY,FRANCE-UK
● HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR	COCKERILL, BABCOCK UK, STEIN-INDUSTRIE	BELGIUM-SPAIN FRANCE, UK
● O2 AND N2 COMPRESSORS	NUOVO PIGNONE DEMAG, GHH	ITALY, GERMANY
● AIR SEPARATION UNIT	LINDE, AIR LIQUIDE, AIR- PRODUCTS, ARGON-UCC	GERMANY, FRANCE, UK, SPAIN.
● COAL FEEDERS AND SLAG REMOVAL	BURMEISTER, D.BABCOCK	DENMARK, GERMANY

POSSIBLE EQUIPMENT MANUFACTURERS (CONT.1)

	<u>SUPPLIERS</u>	<u>COUNTRY</u>
● COAL MILLS	KK, DB, LOESCHE	GERMANY
● INSTRUMENT. AND CONTROL	SIEMENS, HARTMANN BRAUN, GEC-ALSTHOM	GERMANY,FRANCE-UK
● INTEGRATION AND OPTIMIZATION	SIEMENS, GEC-ALSTHOM	GERMANY, FRANCE
● COOLING TOWER	SCAM, BALCKE-DÜRR, AUXINI,HAMMON,DAVEN PORT	FRANCE, GERMANY, SPAIN,BELGIUM,UK
● ENGINEERING	INITEC, EMPRESARIOS AGRUPADOS, EDF, EDP	SPAIN, FRANCE PORTUGAL
● ERECTION	SEVERAL	SPAIN

POSSIBLE EQUIPMENT MANUFACTURERS (CONT.2)

	<u>SUPPLIERS</u>	<u>COUNTRY</u>
● SITE SUPERVISION AND COMMISSIONING	CARBOGAS	SPAIN
● SPECIFIC STUDIES	SIEMENS, GEC-ALSTHOM	GERMANY, FRANCE
● HOT GAS CLEANING	NOVEM	HOLLAND
● DUST DRY CLEANING	DB	GERMANY
● BALANCE OF PLANT	SEVERAL	SPAIN, PORTUGAL
● ARCHITECTURAL DESIGN		DENMARK

LEVELS OF PROJECT PARTICIPATION

INVESTMENT:

Shareholders of the IGCC plant will have all the benefits of ownership as detailed in addendum 1.

SPONSOR:

Participates in the know-how of the IGCC power plant and has the rights specified in addendum 2, in exchange makes a monetary contribution of the order of 1 MECU.

EXCHANGE OF INFORMATION:

Entitles to receive the periodic information that is normally issued.

ADDENDUM 1

TENTATIVE PLAN FOR FINANCIAL PARTICIPATION IN PUERTOLLANO

IGCC POWER PLANT

PLANT INVESTMENT

With this option you participate in the Consortium of Companies that will build, operate and own the Puertollano IGCC power plant.

The minimum investment required is 25 Million ECU, approximately 5% of the plant investment cost. This option presents the possibility to desinvest the participation in the power plant once the plant demonstration period is over.

(Cont.)

(Plant investment, cont.)

The investment in the power plant will give you the following rights, according with your share in the total investment:

- Participation in the definition of design criteria.
- Participation in the suppliers selection, as well as in the project technical and economical decisions, and the selection of suppliers and erection of the equipment.
- Designate a number of persons to integrate in the project team.
- Access to all available technical and economical information related to the project.
- Access to the plant erection and commissioning.
- Access to the power plant operation.
- Operator's training possibilities.
- Participation in the test programme design and implementation.
- Receive full information about the power plant operating and maintenance costs.
- Test fuels of your interest in the IGCC plant, at your expense.
- Participation in the power plant benefits obtained in the sale of the electricity generated.

ADDENDUM 2

TENTATIVE PLAN FOR TECHNOLOGICAL PARTICIPATION

IN PUERTOLLANO IGCC POWER PLANT

SPONSOR

PARTICIPATION IN THE KNOW-HOW

With this option you pay a fixed amount of 1 Million ECU and you are eligible to:

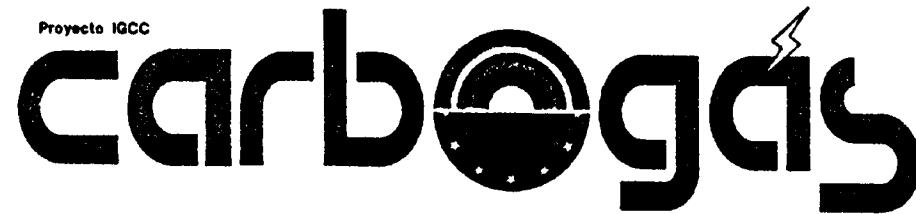
- Be a member of the Follow-up Committee which gives you the right to attend periodically the meetings. You will be informed of the project development and about the key points.
- Be informed regularly of the technical progress as well as the investment development of the project.
- Have full time observers during the plant commissioning and the demonstration period.
- Receive process information and results of the different types of fuels tested in the plant, until the end of the demonstration period.
- Have tests, at your expense, of the fuels you are interested in.

DEMONSTRATION PROGRAM

- DURING A 3-YEARS PERIOD.
- TO VERIFY EFFICIENCY, AVAILABILITY, FLEXIBILITY AND ALL PERFORMANCES OF THE IGCC PLANT.
- TO TEST THE GASIFICATION BEHAVIOUR OF WELL KNOWN IMPORTED COALS:

- AUSTRALIA	- CHINA	- GERMANY
- COLOMBIA	- POLAND	- CANADA
- U.S.A.	- SOUTH AFRICA	- UNITED KINGDOM
- POSSIBILITY FOR ANY E.C. UTILITY TO TEST ANY OTHER COAL, NOT INCLUDED ABOVE, AT ITS EXPENSE, DELIVERED AT SPANISH PORT.
- TO TEST THE GASIFICATION BEHAVIOR OF:
 - PUERTOLLANO WASHED COAL.
 - MIXTURES OF UNWASHED PUERTOLLANO COAL AND PETROLEUM COKE.
 - OTHER SPANISH COALS.

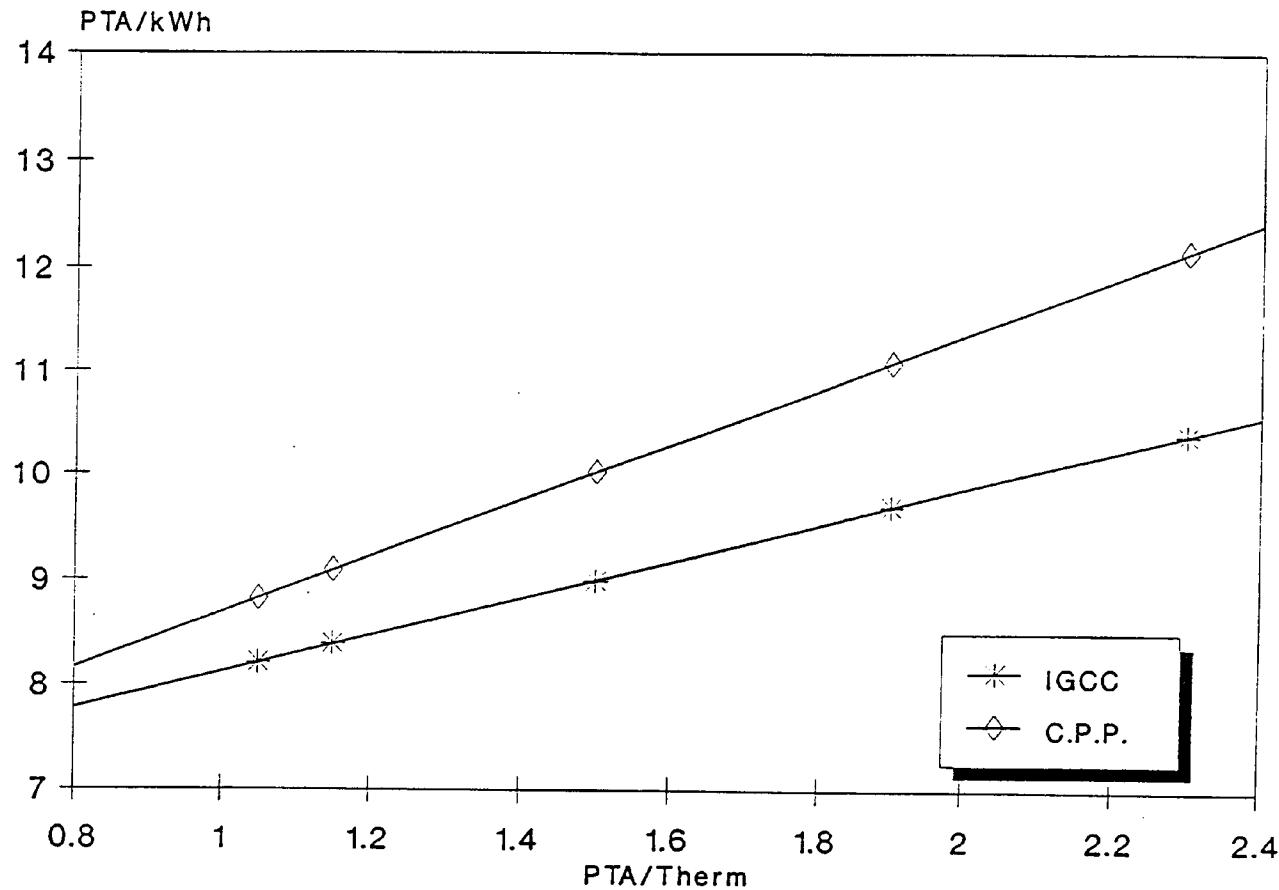
Proyecto IGCC



THE PUERTOLLANO OPTION

- WIDE RANGE OF FUELS PLANT.
- COAL AND NATURAL GAS WITHOUT ANY MODIFICATION.
- MANY COUNTRIES INVOLVED. IN A EUROPEAN PROJECT.
- CLEAN COMBUSTION, HIGH EFFICIENCY.
- TRANSPARENT PROJECT.
- INTER-EUROPEAN DEVELOPMENT.

IGCC vs. Conv. P.P. with FGD & deNOx

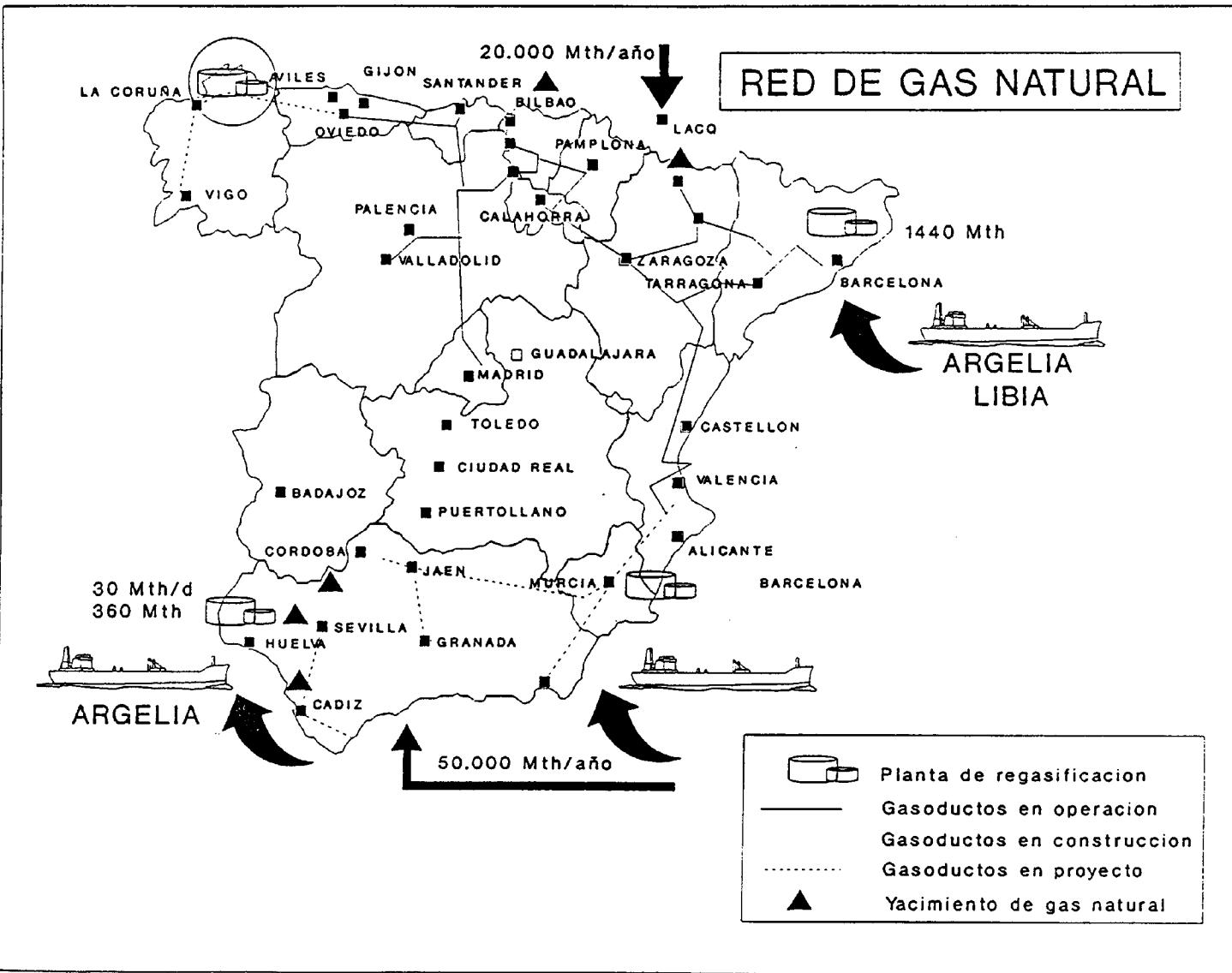


IGCC vs. Conventional Power Plant (with FGD & deNOx)

	IGCC	C.P.P.	HYPOTHESIS
Total Gross Power	330	350	MW
Total Net Power	303	323	MW
Net Efficiency.	45	35	%
Operating time	6000		hour/year
Total Plant Cost	60500	52300	MPTA
Fundings	6000	-----	MPTA
Fuel Price [PTA/Therm]		Price [PTA/kWh]	
	1.05	8.21	
	1.15	8.39	
	1.5	8.99	
	1.9	9.69	
	2.3	10.39	
		8.82	
		9.09	
		10.02	
		11.08	
		12.115	

6

1. Monetary units at 1990
 2. Investment program 15% 1992
 35% 1993
 30% 1994
 20% 1995
 3. Begin coal operation 1996
 4. End of life 2020
 5. Internal rate of return 14%
 6. Price of kWh has been calculated according the average discounted method (EUR 5914) ?



MAIN ADVANTAGES OF THE IGCC PROJECT PUERTOLLANO

- UTILIZATION OF EUROPEAN COMMUNITY FUEL RESOURCES IN A CLEAN AND EFFICIENT WAY.
- TESTING POSSIBILITIES OF A WIDE RANGE OF FUELS, WITH MAIN INTEREST ON INTERNATIONALLY TRADED BITUMINOUS COALS.
- ENTRY OF THE SOUTH EUROPEAN COUNTRIES IN THE ADVANCED TECHNOLOGIES FOR CLEAN AND EFFICIENT ELECTRICITY GENERATION FROM COAL.
- THE IGCC PLANT WOULD BE BUILT IN SPAIN, HIGHLY DEPENDENT ON ELECTRICITY GENERATION FROM COAL, BEING A CLEAN PROCESS OF OUTMOST INTEREST.
- FRANCE IS INTERESTED AS WELL IN APPLICATIONS FOR COAL CLEAN ELECTRICITY GENERATION.

FUTURE IGCC PLANTS

SITE	POWER	YEAR OF COMMISSIONING
PUERTOLLANO II.	PUERTOLLANO (CIUDAD REAL)	350 MW. 2002
SAGUNTO I.	SAGUNTO. (VALENCIA)	600 MW. 2001
COMBINED CYCLE CONVERSION TO IGCC.		
---	350 MW.	2003
---	350 MW.	2004
---	600 MW.	2005

O C I C A R B O N

PROYECTO: PRUEBA FILTROS CERAMICOS C-21-243
ENDESA - B&WE

FILTROS CERAMICOS

Proyecto de Prueba de Filtros Cerámicos para Limpieza de Gases a Alta Presión y Temperatura

- * Proyecto auspiciado por la AIE, en el que participan de pleno derecho 5 paises:

ESPAÑA, FRANCIA, G. BRETAÑA, JAPON y SUECIA

- * Cuenta con el patrocinio del EPRI (EE.UU.)
- * Prevé la presencia de otros participantes con menores derechos y aportaciones tambien menores
- * El Agente Operador es ABB Carbon AB
- * Las relaciones entre participantes están reguladas por un ACUERDO DE IMPLEMENTACION

Presupuesto del Proyecto : 1.750 M.Ptas. de 1.990
Duración : (1.91 - 2.93)
Duración ensayos : 8 meses
Horas netas de ensayo previstas : 900 (1.200)

Razones para emprender el Proyecto:

- Necesidad de avanzar en el camino hacia un filtro cerámico "comercial"
- Diversidad de ensayos realizados pero a escala reducida (P. Piloto) o a inferiores P y T
- Pruebas en Grimethorpe con resultados prometedores pero que identificaron problemas a resolver

Ideas básicas del Proyecto:

- Probar simultáneamente 2 tipos de filtros, para tener una buena base de comparación.
- Los tipos seleccionados serían los de mayor desarrollo y mejores perspectivas, en opinión de los técnicos participantes en el Proyecto.
- Hacerlo a una escala lo más cercana al posible módulo comercial
- En condiciones reales de proceso CLFP
- Dichos tipos habrían de ser aplicables a otras tecnologías, como GICC, etc.

Participación española:

- BWE (designada líder)
- ENDESA

Apoyo financiero de:

- OCIDE
- OCICARBON
- FONDO PARA EL FOMENTO DE LA INVESTIGACION
(INI)

Aportación total:

- 250 M.Ptas.(parcialmente en forma de suministros)

Interés de BWE:

- Actividades sobre Tecnologías de uso limpio del carbón:
 - CLFP (Escatrón)
 - LFC (La Pereda)
 - Desulfuración directa
- Nuevos productos

Interés de ENDESA:

- Usuario de las tecnologías de uso limpio del carbón

Qué esperamos de nuestra participación:

- Un conocimiento profundo y detallado del comportamiento de los dos filtros actuando como componentes de una planta pensada para probar componentes antes de su paso al campo comercial.
- Parte de la aportación consiste en el suministro de las partes metálicas del filtro de candelas, que BWE diseña y fabrica en colaboración con SCHUMACHER, con quien ha firmado un ACUERDO.
- Sentar las bases para desarrollar y mejorar el diseño del equipo pensando en tamaños comerciales.

Tipos de filtros seleccionados:

- De candelas (SCHUMACHER)
- Tubular (ASAHI)

LOS FILTROS CERAMICOS SE BASAN EN LA CAPACIDAD DE CIERTOS MATERIALES CERAMICOS PARA ACTUAR DE BARRERA DE LAS PARTICULAS SOLIDAS MIENTRAS PERMITEN EL PASO DEL GAS A SU TRAVES

- Consiguen altas eficiencias de separación, incluso para partículas de pequeño tamaño ($< 10\mu\text{m}$).
- Pueden trabajar en condiciones de presión y temperatura elevadas.
- También retienen los componentes alcalinos, que, de otra forma, podrían provocar corrosiones en la turbina de gas.
- Precedidos de separadores mecánicos, hacen innecesario el uso de electrofiltros.

Objetivos Generales del Proyecto:

- Comparar los dos tipos de filtro de mejores expectativas y determinar ventajas e inconvenientes relativos.
- Evaluar su disponibilidad para ser aplicados a plantas comerciales o definir necesidades de desarrollo preciso.
- Evaluar costes y rendimiento para plantas comerciales.

Objetivos primarios del Proyecto:

Se trata de evaluar o investigar los siguientes aspectos

- Comportamiento mecánico de los elementos filtrantes y demás componentes del filtro y su sistema de limpieza.
- Permeabilidad y eficiencia con respecto a:
 - Concentración y distribución de tamaños.
 - Velocidad superficial del gas.
 - Frecuencia e intensidad de la limpieza.
- Eficacia y economía del sistema de limpieza.
- Variaciones de presión durante la limpieza.
- Pérdida de temperatura del gas.
- Eficiencia para retener álcalis.

Variación de parámetros

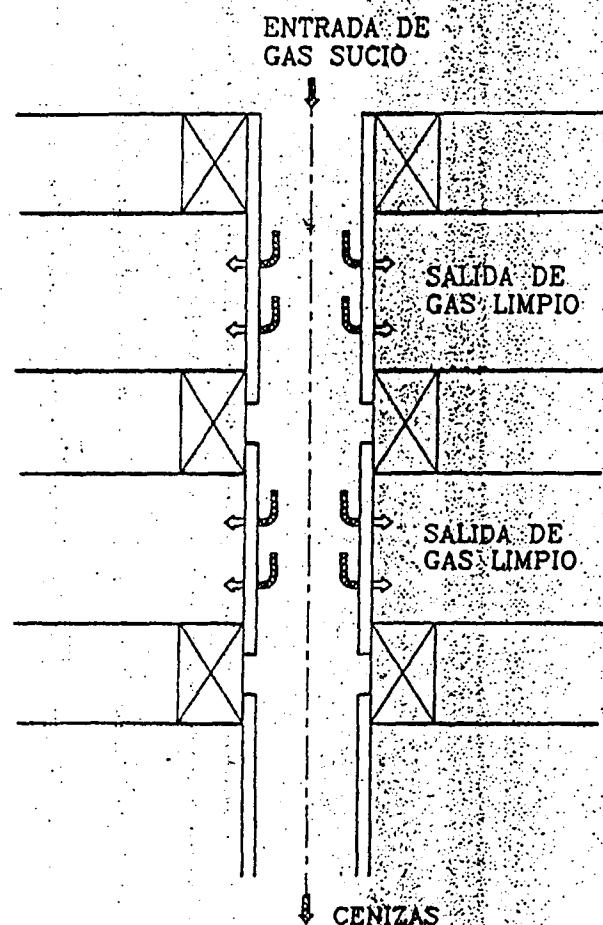
- Dos tipos de carbón (lignito polaco y hulla australiana)
- Concentración de sólidos : Con o sin prelimpieza (2000-20.000 mg/Nm³)
- Velocidad superficial : Desde 55% hasta 150% del valor nominal
- Presión máxima : 12 bars
- Temp. máx. prevista : 820°C
- Caudal nominal de gases : 10.260 Kg/h (cada uno)
- Cargas : 100% principalmente, aunque también se analizarán cambios de carga, así como diversos arranques y paradas.

Optimización del sistema de limpieza, variando:

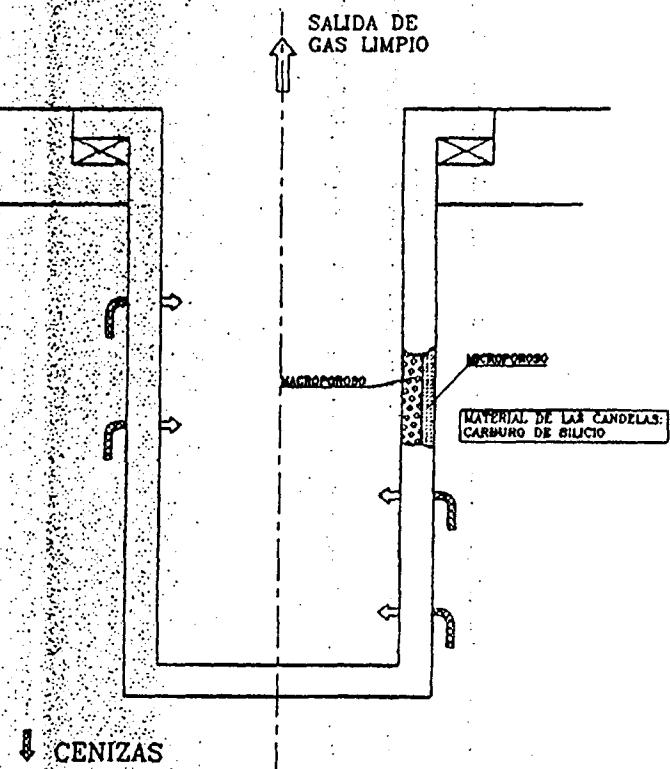
- Intervalo entre pulsaciones de aire.
- Presión en recipiente de aire.
- Tiempo de apertura de la válvula de control.
- Tiempo que ésta permanece abierta.
- También se usará vapor como fluido de limpieza, para comparar resultados.

Filtro de Candelas

- Longitud de las candelas : 1.500 mm
- Diámetro exterior : 60 mm
- Espesor : 15 mm
- Número de candelas : 48
- Número de grupos : 4
- Candelas en cada grupo : 12
- Diámetro del recipiente : 1.500 mm
- Altura total : \approx 7.000 mm



FILTRO TUBULAR

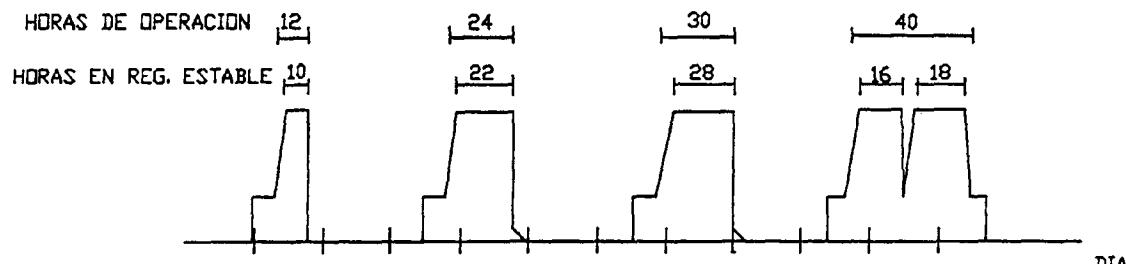


FILTRO CANDELA

PLAN DE PRUEBAS

HORAS DE PRUEBA	0	200	400	600	800	1000	
Acondicionamiento		[Hatched]		[Hatched]			
Inspecciones	*		*		*	*	
Prelimpieza			C I C L O N		NADA		
Tipo de carbon		CZECZOT	HUNTER VALLEY				
Carga de polvo mg/m ³		4 - 8000	2 - 4000		12 - 20000		
Velocidad de filt. (F1)		DATUM		H I	LOW DAT.		
Velocidad de filt. (F2)		DATUM		LOW HI	DAT.		
Invest. ciclo limpieza		[Hatched]		[Hatched]	[Hatched]		
Carga de combustor		100%		Carga parcial	100%		
Periodo		1		2	3	4	5
No. de horas(nom.)		300		380	60	60	100
Interv. de operacion estimados		106	106	106	128	128	128
Periodos		1	2	3	4	5	6
					7	7	8

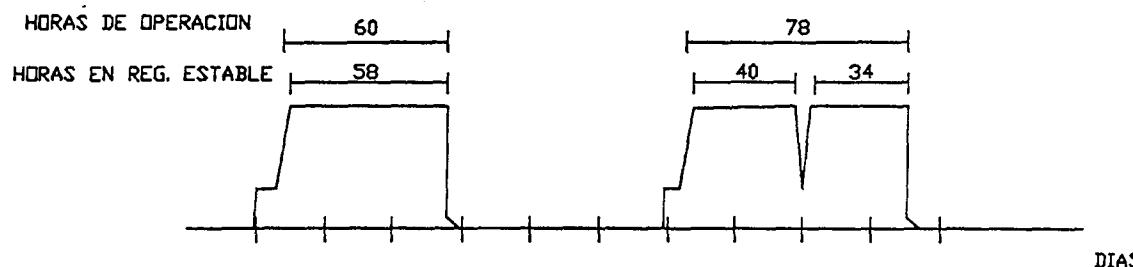
PRIMER INTERVALO DE OPERACION (2 Stages)



\sum Tiempo de operacion del filtro : 106 horas

\sum Tiempo de operacion en regimen estable : 94 horas

ULTIMO INTERVALO DE OPERACION



\sum Tiempo de operacion del filtro : 138 horas

\sum Tiempo de operacion en regimen estable : 132 horas

CARBON

Analisis de carbón "Hunter Valley" (Australia)

	Según llega %	Seco %
Humedad	8.0	-
Materia volátil	32.4	35.2
Ceniza	10.7	11.6
Carbón fijo	48.9	53.2
C	66.6	72.4
H	4.4	4.8
N	1.6	1.7
O	8.2	8.9
S	0.55	0.6
Poder calorífico inferior	26.0	28.5 MJ/kg
Poder calorífico superior	27.1	29.7 MJ/kg

CARBON

Analisis de carbón "Czeczot" (Polonia)

	Según llega %	Seco %
Humedad	10.1	-
Materia volátil	27.8	30.9
Ceniza	24.9	27.7
Carbón fijo	37.2	41.4
C	49.6	55.2
H	3.3	3.7
N	0.6	0.7
O	10.4	11.6
S	1.1	1.2
Poder calorífico inferior	19.6	22.1 MJ/kg
Poder calorífico superior	20.6	22.8 MJ/kg

SORBENTE

El sorbente será una caliza sueca.

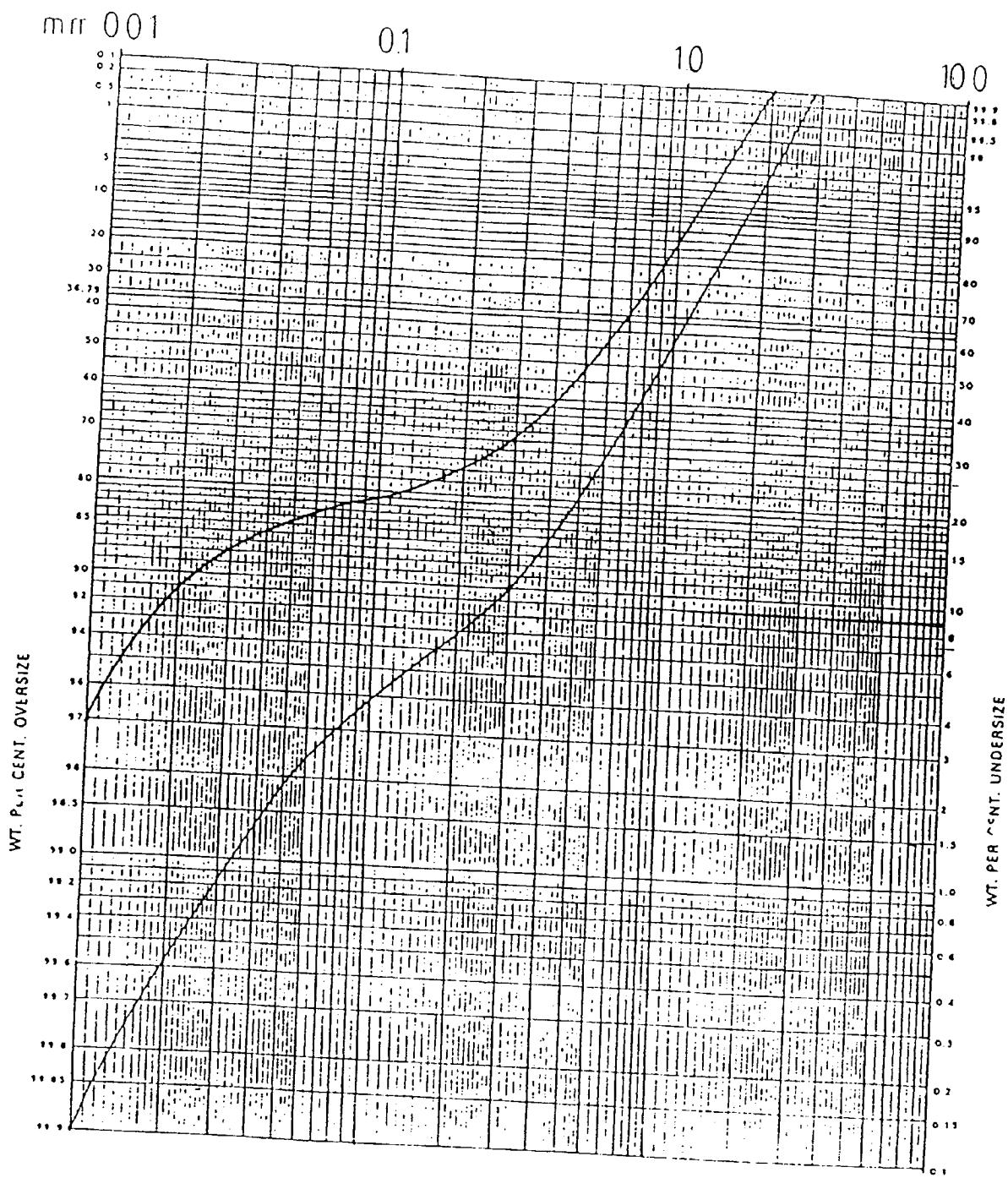
Según llega %

Humedad **<2**

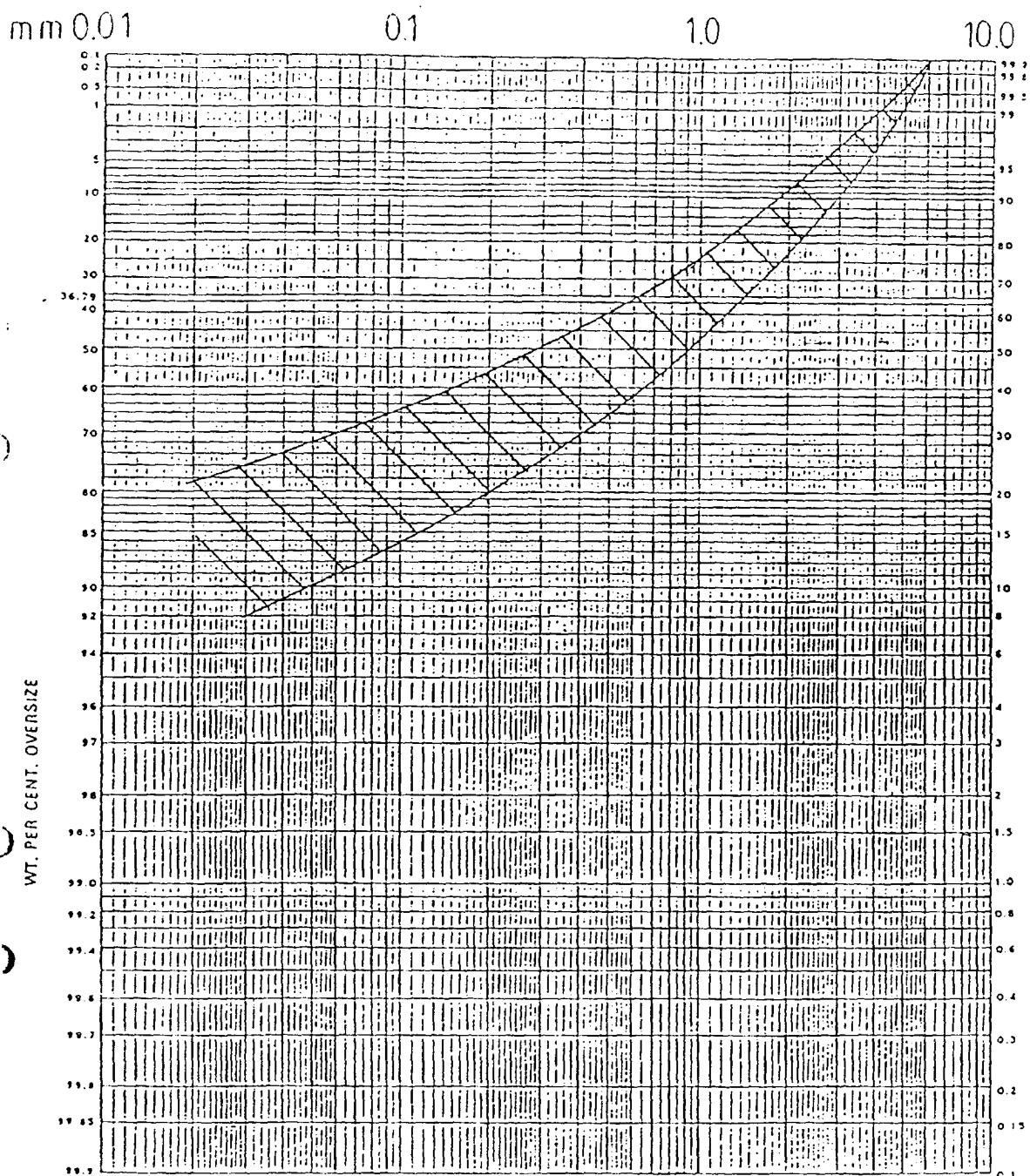
CaO	54.3
MgO	0.5
Fe₂O₃	0.2
SiO₂	1.2
Al₂O₃	0.1
Na₂O	-
K₂O	0.15

Densidad en masa **1.5 kg/dm₃**

Densidad de partícula **2.7 kg/dm₃**



PROPOSED PARTICLE SIZE DISTRIBUTION FOR PREPARED SORBENT



PROPOSED PARTICLE SIZE DISTRIBUTION FOR PREPARED COAL

CENIZAS

Densidad de partícula

$2.4 \pm 0.1 \text{ kg/dm}_3$

Densidad en masa

(sin prelimpieza)

$0.8 - 1.4 \text{ kg/dm}_3$

(con ciclones)

$0.4 - 0.7 \text{ kg/dm}_3$

Con ciclón primario a 80% de eficiencia

$40 \mu \text{m}$

0.1% tamaño mayor

25

1.0

10

10

3.5

50

1.2

90

μ filtro

Sin prelimpieza

$160 \mu \text{m}$

10% tamaño mayor

35

50

8

90

2

99

CARACTERISTICAS DEL GAS

La composición del gas variará dependiendo de las condiciones de operación, tales como la composición del combustible y cambios de carga. Las variaciones se limitarán a las siguientes:

O ₂	3(2) - 13%
CO ₂	7 - 15%
CO	0 - 400 ppm
SO ₂	10 - 2500 ppm
SO ₃	< 250 ppm
NOx	0 - 250 ppm
N ₂	≈ 80%
Na, K	< 2 ppm

FILTRO SCHUMACHER

Principales datos de diseño

Caudal ceniza de diseño	155 kg/h
Caudal de gas	2.85 kg/s nominal 4.13 kg/s máx. continuo
Concentración de polvo	20000 mg/Nm ³ máx. para flujo de gas de 2.85 kg/s 14000 mg/Nm ³ máx. para flujo de gas de 4.13 kg/s
Temp. de entrada de gas	770°C nominal 790°C base para operación 810°C máx. continuo
Caída de temperatura	21°C nominal
Presión de entrada	11.7 bar a nominal 17 bar a diseño
Caída de presión	0.3 bar máx.

FILTRO ASAHI

Principales datos de diseño

Caudal ceniza de diseño	155 kg/h
Caudal de gas	2.85 kg/s nominal 4.13 kg/s máx. continuo
Concentración de polvo	20000 mg/Nm ³ máx. para flujo de gas de 2.85 kg/s 14000 mg/Nm ³ máx. para flujo de gas de 4.13 kg/s
Temp. de entrada de gas	770°C nominal 790°C base para operación 810°C máx. continuo
Caída de temperatura	32°C nominal
Presión de entrada	11.7 bar a nominal 17 bar a diseño
Caída de presión	0.2 bar máx.
Agua de refrigeración	Agua caliente del tanque de agua de alimentación
Caudal requerido	1.2 kg/s
Temp. entrada de agua	155°C nominal 160°C máx.
Calentamiento durante arranques	

CICLONES

El ciclón primario se modifica para obtener una separación de polvo de 60-80%. La eficiencia se debe mantener por encima del 50% para evitar exceder la carga máxima de polvo de 20.000 mg/Nm³.

El ciclón secundario se bypassea y no se usa durante las pruebas.

AIRE A PRESION PARA LIMPIEZA

Principales datos de diseño

Caudal de aire al filtro AGC (ASAH)

322 Nm³/h máx.

Caudal de aire al filtro SCHUMACHER

89 Nm³/h máx.

Temperatura de aire

150 - 185°C

Presión de trabajo compresor

42 bar a máx.

Presión en tanque de aire de AGC

35 bar a máx.

Presión en tanque de aire de SCHUMACHER

35 bar a máx.

OBJETIVOS PRIMARIOS:

- 1. Establecer la durabilidad de los elementos filtrantes y sus juntas de sellado.**

Deterioro debido a:

- exposición al gas de un combustor de lecho fluido presurizado
- efectos térmicos y mecánico de los pulsos de limpiado

Ensayos destructivos y no destructivos (ver tablas)

- Planning de los ensayos
- Medidas de presión y temperatura a la entrada y salida de la vasija

Manómetros y termopares de respuesta rápida para registrar las variaciones de presión y temperatura durante los soplados

- Integridad de la placa tubular y sus soportes

inspección

Each manufacturer performs a number of non-destructive and destructive tests for quality control purposes prior to despatch. The tests performed by Schumacher and AGC are listed in Tables 1 and 2 below.

Table 1: Schumacher's tests

	N/D ¹	Number from batch tested ²
1. Bursting pressure	D	5
2. Bending strength	D	5
(tensile test)		
* 3-point		
* O-ring		
* C-ring		
3. Filtration efficiency	D	5
✓ 4. Length	N	90
✓ 5. Diameter	N	90
✓ 6. Weight	N	90
7. Bubble point test	N	90
(integrity test)		
8. Pressure drop	N	90
9. Perpendicularity	N	90
✓ 10. Ultra-sonic time-of-flight	N	90
(Youngs Modulus)		
* Pundit		
* Grindosonic		5

Notes: 1. N = Non-destructive test, D = Destructive test
 2. One batch consists of 90 elements

Table 2: AGC tests

Test	N/D ¹	Number from batch tested ²
1. Strength testing	D	5
2. SEM analysis	D	5
3. X-ray diffraction	D	5
4. Permeability	N	40
5. Suspended weight	(3)	40

- Notes:
1. N = Non-destructive test, D = Destructive test
 2. 40 unit tubes are manufactured in a single batch.
4 unit tubes are combined to produce a single 'compartment tube' of 2.85 m length.
 3. A weight is suspended from the element to test the integrity of the inter-tube joints. Will be destructive in the case of a weak joint. Performed both prior to despatch from Japan and after arrival in Finspong.

Both manufacturers have assured the OA that the results from their testing procedures, regarding batches relevant to the IEA programme, will be provided as part of the delivery package. Furthermore, both manufacturers have offered facilities for the testing of used ceramic elements during the programme. In both cases, the 'services' refer to the performance of a selection of their quality assurance tests. Schumacher offer these services free, except for charges at cost should SEM's be required. AGC require 'commercial' rates of payment for works performed.

During the 3 major periods identified for examining elements, the OA recommend that the tests listed in Tables 3 and 4 should be performed. Schumacher perform many of these tests themselves, which, though it may be advisable, need not necessarily be duplicated. Controls will need to be introduced, however, if manufacturers results are used. These controls could take the form of repeating certain of their tests and/or representation at the manufacturers during their test period.

SEM - SCANNING ELECTRON MICROSCOPE - MICROSTRUCTURA

Table 3: Non-destructive tests

Test
1. Visual inspection for surface imperfections
2. Length measurement
3. Weight
4. Perpendicularity
5. Pressure drop at fixed flow
6. Ultra-sonic time-of-flight
* Pundit

Table 4: Destructive tests

Test
1. Strength
* O-ring
* C-ring compression
* C-ring tension
* bar
2. Microscopic examination
* Optical
* SEM
* EDX
* XRD
3. Hot strength
4. Young's modulus
5. Thermal expansion
6. Thermal shock
7. Creep
8. Density
9. Porosity

SEM SCANNING ELECTRON MICROSCOPE
 EDX ENERGY DISPERITIVE X-RAY
 XRD X-RAY DIFFRACTION

2. Establecer la permeabilidad y emisiones de polvo en función de:

- **La concentración de polvo y su granulometría**
 - . Cómo se consigue la variación de ambas ---->
 - (Prelimpieza
 - (Carbones
 - (Carga combustor
 - . Efecto del aumento de concentración
 - . Efecto de los finos
 - **Velocidad de filtración:**
 - . Cómo se consigue la variación
 - . Efectos determinante de la velocidad de filtración sobre:
 - pérdida de carga
 - tamaño y costo
 - . Acondicionado - ver gráficos y figuras

- Permeabilidad

$$P = \frac{v \mu l}{\Delta p}$$

v = velocidad de filtrado

μ = viscosidad

l = espesor característico

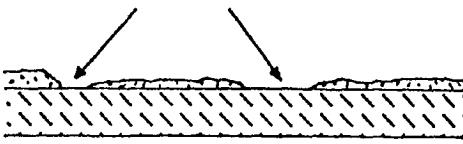
Δp = pérdida de carga

- Medida de Δp

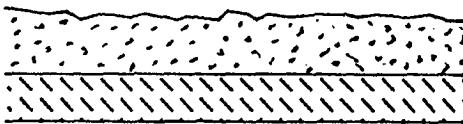
- Evolución de la permeabilidad

Comparación planta piloto y planta Comercial

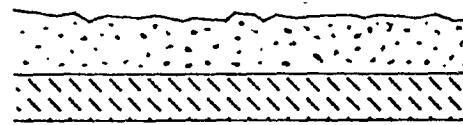
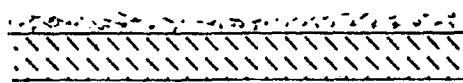
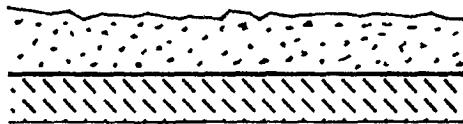
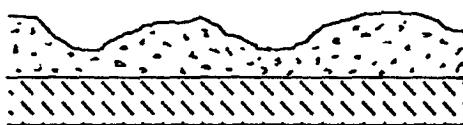
Sobre-limpieza



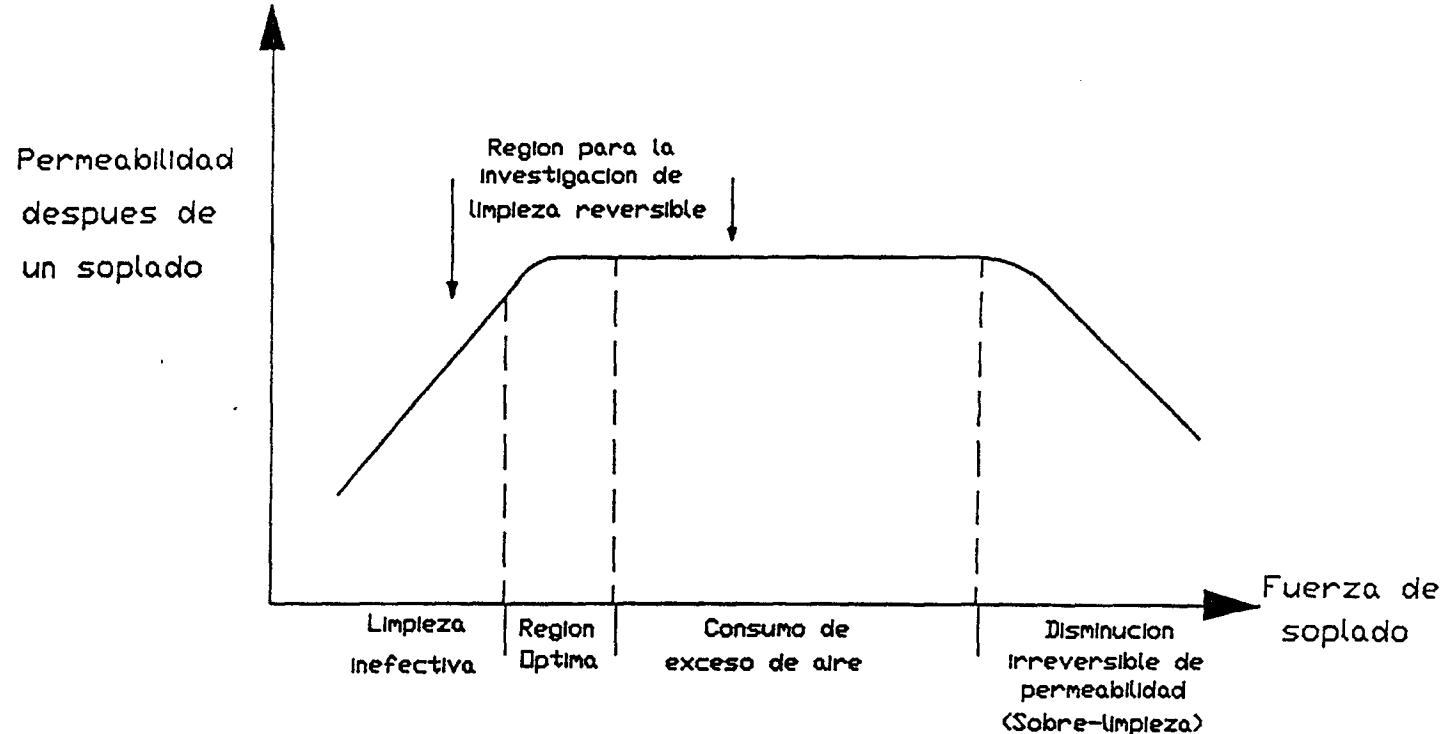
Limpieza inefectiva

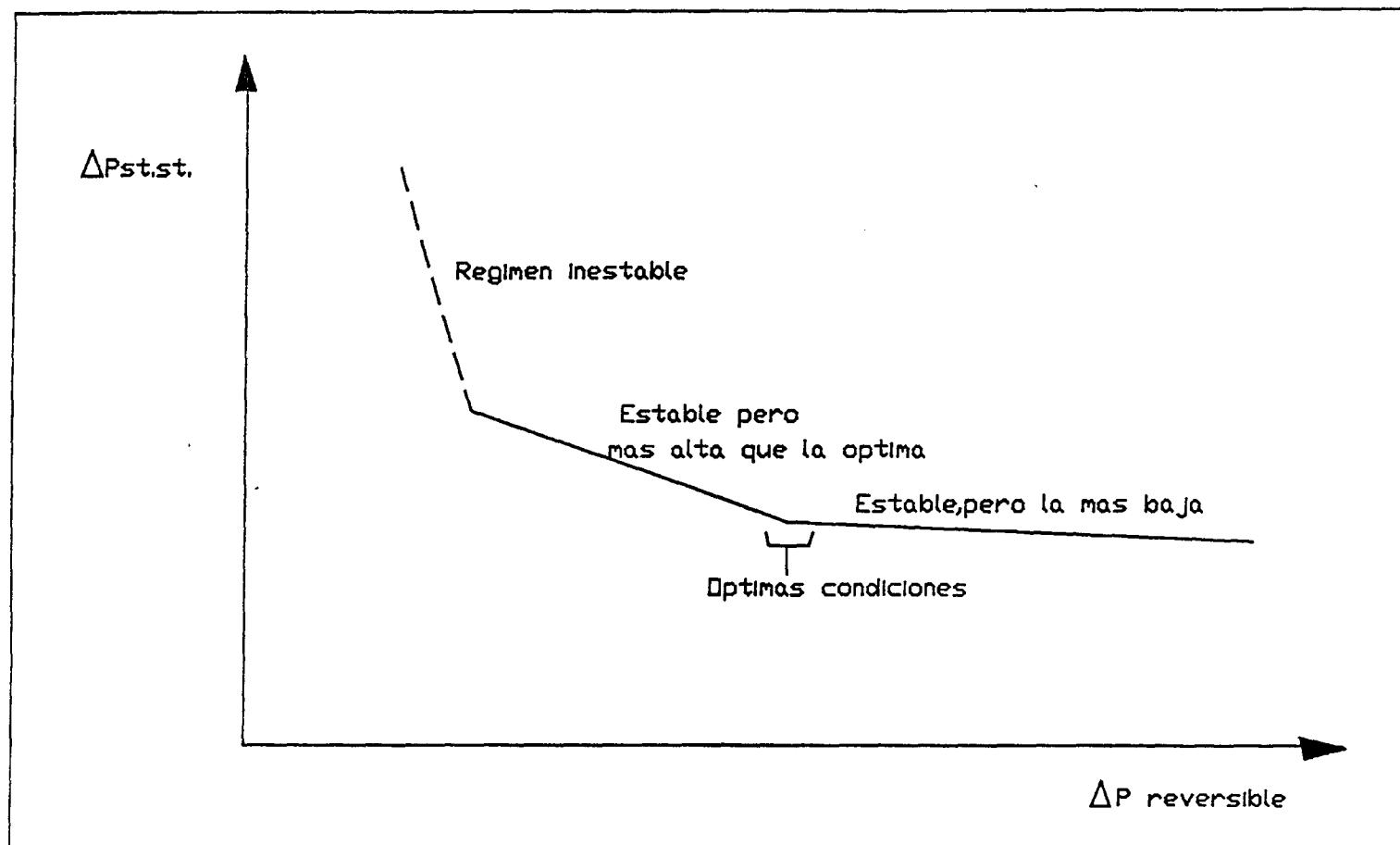


Limpieza efectiva



REGIMENES DE LIMPIEZA





3. Efectividad y economía del sistema de limpieza

Medios - Tanques individuales y válvulas de apertura rápida

Secuencia / ciclo - ver tabla y gráfico

Variables: Presión en depósito

Tiempo de apertura de válvula ---> la más determinante

Tiempo de válvula abierta

Tiempo de cierre de válvula

Ciclo { **Tiempo entre dos limpiezas al mismo elemento**
Secuencia de limpieza

Fuerza de soplado - Presión en depósito y tiempo de abertura

Operation Modes for Reverse Cleaning
in
C/TF test-facility

Tat. Datum Tp-Cyc

C/TF 91.09.10

Umarode Originator

Dahn Johannessen 2057

C/TF OMRC

Degree of
Precleaning:

80%

0%

Czechof	Mode 1.				$A = ASAHI$ $G = G + A$ $C = COMPANY$	
	Dust load: Part. size (d_{50})	4.8000 mg/Nm ³ 35 μ m				
	a. AGC (100%) SCH (100%)	12.8 Nm ³ /cyc 6.2 Nm ³ /cyc	550 s/cyc 825 s/cyc	84.4 Nm ³ /hr 27.1 Nm ³ /hr		
	Sum			111.5 Nm ³ /hr		
Hunter Valley	Mode 2.				Mode 3.	
	Dust load: Part. size (d_{50})	2.4000 mg/Nm ³ 35 μ m				
	a. AGC (100%) SCH (100%)	12.6 Nm ³ /cyc 5.6 Nm ³ /cyc	1069 s/cyc 1655 s/cyc	42.4 Nm ³ /hr 12.2 Nm ³ /hr		
	Sum			54.6 Nm ³ /hr		
	b. AGC (145%) SCH (55%)				d. AGC (129%) SCH (71%)	
		12.7 Nm ³ /cyc 5.6 Nm ³ /cyc	556 s/cyc 3005 s/cyc	82.2 Nm ³ /hr 6.7 Nm ³ /hr		
	Sum			88.9 Nm ³ /hr		
	c. AGC (55%) SCH (145%)	12.7 Nm ³ /cyc 5.6 Nm ³ /cyc	1466 s/cyc 1140 s/cyc	31.2 Nm ³ /hr 17.7 Nm ³ /hr		
	Sum			48.9 Nm ³ /hr		
	e. AGC (71%) SCH (129%)				e. AGC (71%) SCH (129%)	
		12.9 Nm ³ /cyc 5.6 Nm ³ /cyc	310 s/cyc 898 s/cyc	150.0 Nm ³ /hr 22.5 Nm ³ /hr		
	Sum					
	f. AGC (129%) SCH (71%)					
		13.9 Nm ³ /cyc 6.1 Nm ³ /cyc	154 s/cyc 1461 s/cyc	325.1 Nm ³ /hr 14.9 Nm ³ /hr		
	Sum					
	e. AGC (71%) SCH (129%)	13.9 Nm ³ /cyc 6.1 Nm ³ /cyc	280 s/cyc 815 s/cyc	378.9 Nm ³ /hr 27.0 Nm ³ /hr		
	Sum					

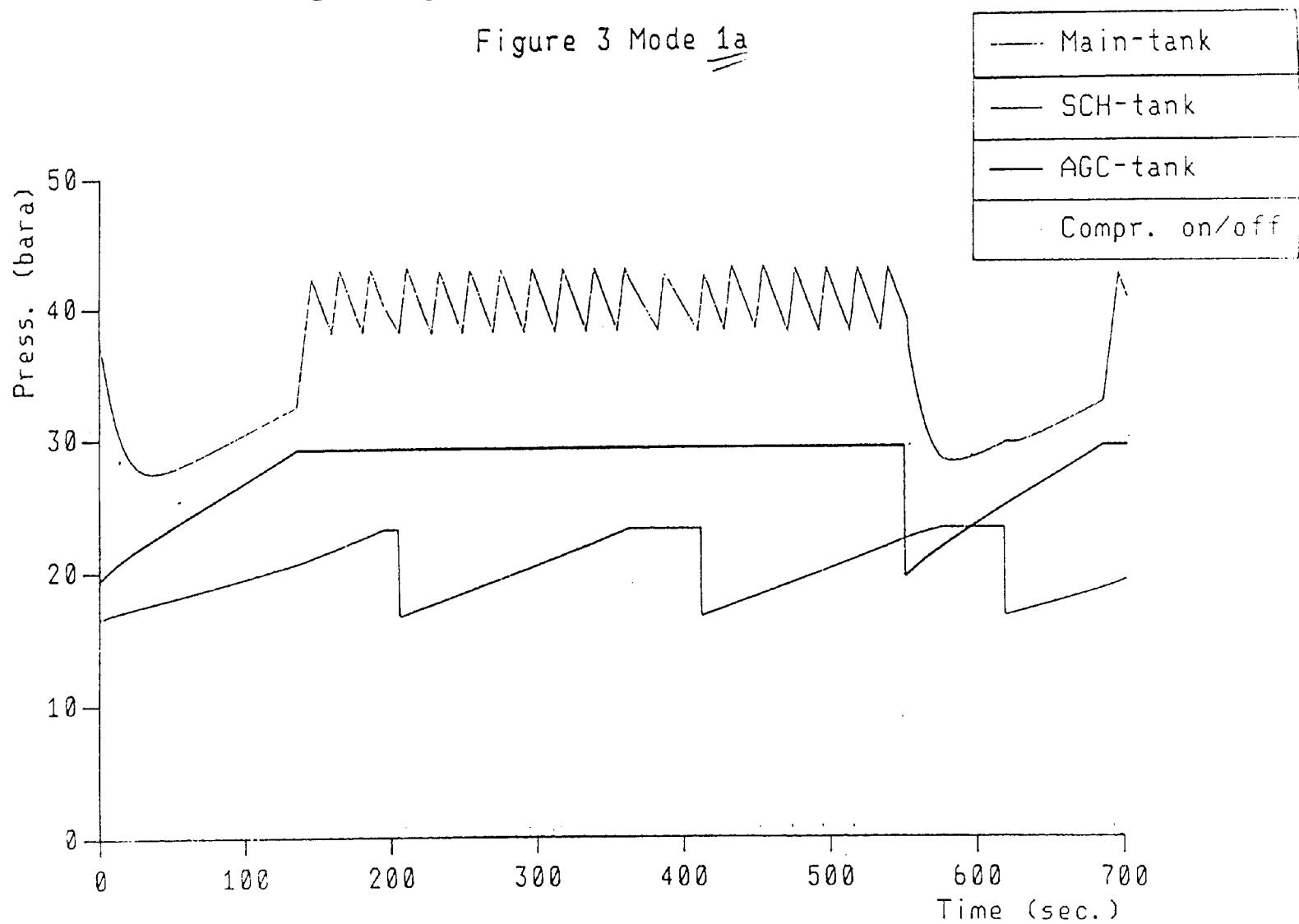
Blad
Sheet 1(1)

DP 103 930

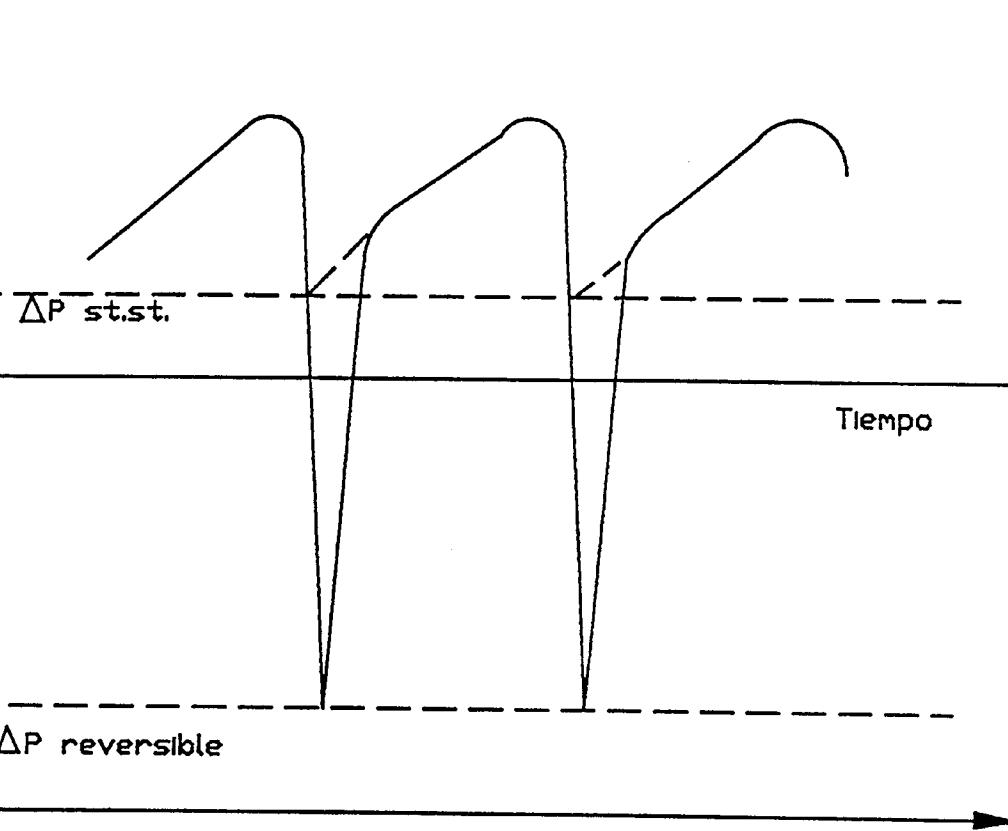
Nr No

Godk. Appn	Andering Revision	Arkiv Archive 56	HG
Kontrol Check		Nr No DP 103 930	

Figure 3 Mode 1a



ΔP a traves de
los tubos en un
unico compartimento



- 4. Investigar fluctuaciones de presión debidas a los soplados**
- 5. Investigar caída de temperatura**
- 6. Investigar el efecto del filtro sobre la formación de alkali y corrosión inducida**
 - cupones de corrosión
- 7. Determinar la efectividad y seguridad del sistema de recogida de cenizas**

OBEJTIVOS SECUNDARIOS:

Estudio de formación de SO₃

Análisis de cenizas

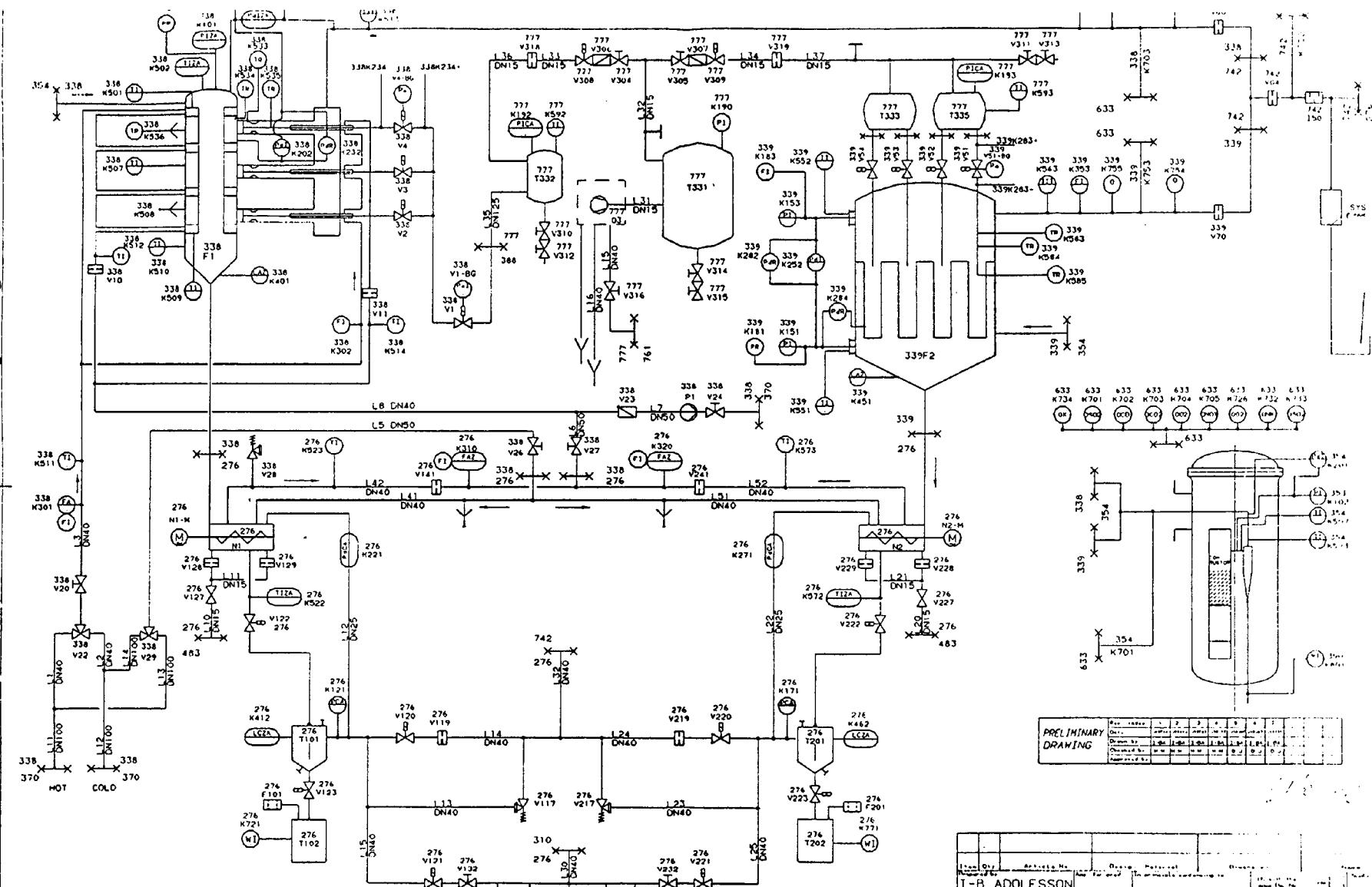


ABB ABB Carbon

DP 103 770

IEA HOT-GAS FILTER
PROJECT MAIN SCHEMATIC

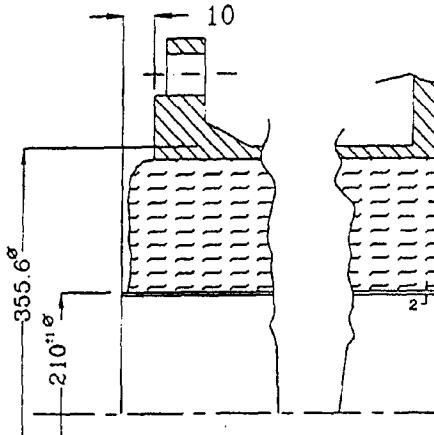
1-B ADOLFSSON
D.J. C/NMC 56
910228

HIGH-TEMP. FILTER TEST

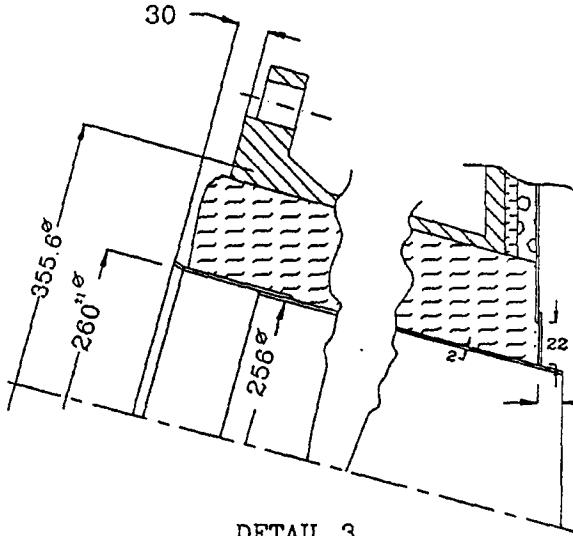
ID	SIST.	ACTIVIDAD	COMIENZO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
1		HT-FILTER TEST	12-8-91	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	
2	310	Air system	16-10-91	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX			
8	742	Exhaust syst.	20-11-91		XXXXXX				
13	351	Press. vessel	6-11-91		XXXXXX				
18	352	Bed preheat.	6-11-91		XXXXXX	XXXXXX			
24	370	Ext. feedwater	3-11-91		XXXXXX				
29	384	Fuel prep.syst.	4-11-91		XXXXXX	XXXXXX			
34	432	Fuel for bed preheating	2-12-91			XXXXXX			
39	483	Nitrogen syst.	6-11-91		XXXX				
44	353	Bed vessel	11-11-91		XXXXXX				
49	386	Bed ash removal	16-10-91	XXXX					
54	390	Cyclone ash removal	21-10-91	XX					
59	389	Bed ash reinjection	30-10-91	XX					
64	354	Cyclones, dust separ.	30-9-91	XXXXXX	XXXXXX				
69	383	Fuel injection (dry)	18-12-91			XXXXXX			
75	371	Internal feed water	9-9-91	XXXXXX	XXXX				
80	630	Electr. and control eq.	11-10-91	XXXXXX	XXXXXX				
85	711	Building	20-1-92				XXXXXX		
86	276	Filter ash removal	12-8-91	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX		

HIGH-TEMP. FILTER TEST

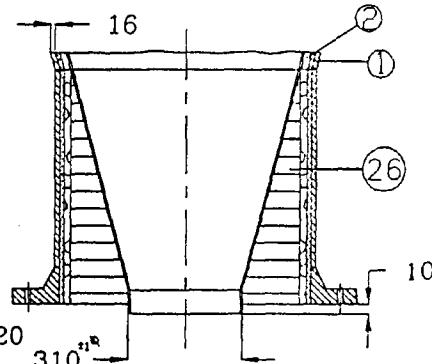
ID	SIST.	ACTIVIDAD	COMIENZO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
99	777	High press. service air	5-8-91	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	
104	777	Filter plant	2-9-91	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	
107	742	Gas duct	14-10-91	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	
121	339	Syst. descript.	14-10-91	██████████					
122	339	Schunacher	24-1-92				██████████		
123	339	Filter delivery Schunacher	24-1-92			◆			
128	338	Syst. descript.	6-1-92				██████████		
129	338	AGC	24-1-92				██████████		
130	338	Filter delivery AGC	24-1-92			◆			
135	485	Service air to filter plant	6-1-92			██████████	██████████		
137	633	Dust/Gas sampling	14-10-91	██████████	██████████	██████████			
141		Pressuring Combustor	9-12-91		◆				
142		Commissioning VRK bypass	16-12-91			██████████			
143		Cool plant test	2-3-92				█		
144		Hot plant oil	9-3-92					█	
145		Hot plant coal	16-3-92					███	
146		Load test	26-3-92					██	
147		Filter test operation	6-4-92						
152		Test Instruct. ready	3-2-92			◆			██



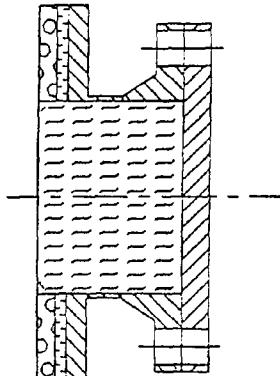
DETAIL 1



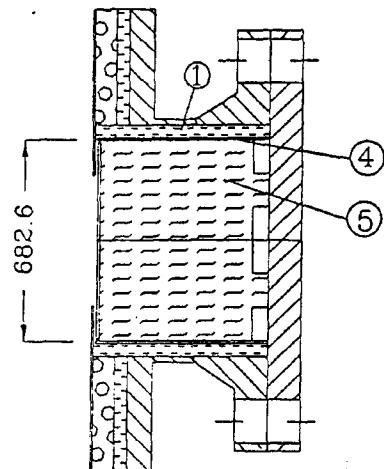
DETAIL 3



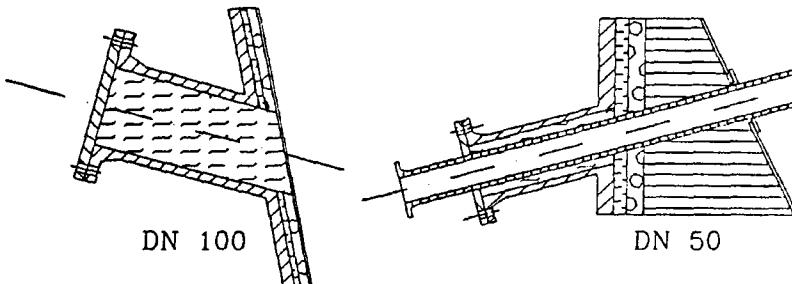
DETAIL 5



DETAIL 6



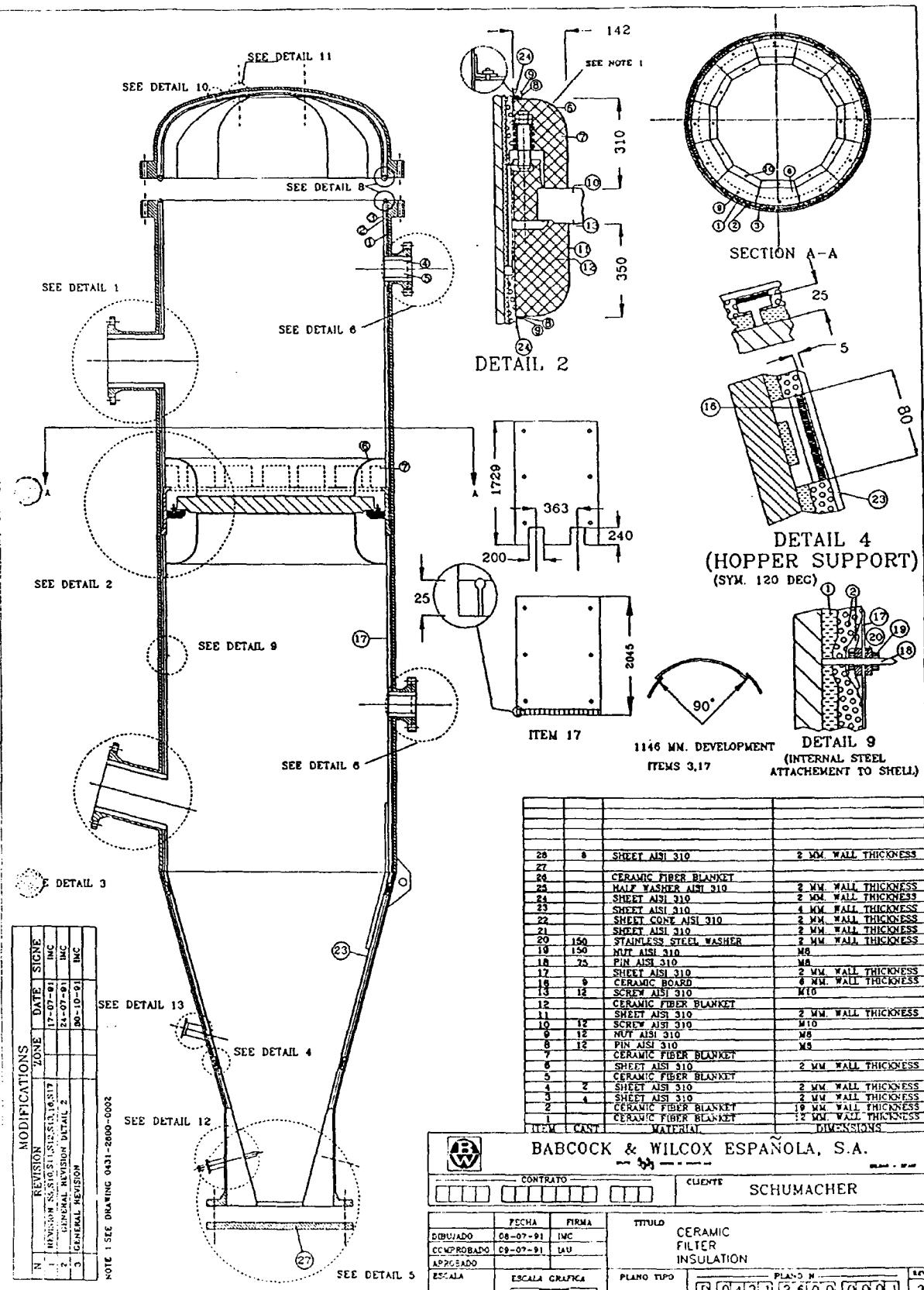
DETAIL 7
(MAN HOLE)



DETAIL 12

MODIFICATIONS			
N.	REVISION	ZONE	DATE
1	DETAILS 3 & 5		18-09-91 INC
2	DETAILS 1,3,6,12 & 13		30-10-91 DMC

		BABCOCK & WILCOX ESPAÑOLA, S.A.		
CONTRATO		0431	0000212	909
FECHA		FIRMA		
DIBUJADO	17-07-91	IMC		
COMPROBADO	18-07-91	IAU		
APROBADO				
ESCALA	CALA GRAFICA			TITULO
				TANK NOZZLES
PLANO TIPO				PLANO N.
[D]	[0]	[4]	[3]	[1]
[0]	[6]	[6]	[0]	[0]
[0]	[0]	[0]	[1]	[1]



MODIFICATIONS					
N -	REVISION	DESCRIPTION	ZONE	DATE	SIGNS
1	HEXAGON SS-1000-1000-1000-1000	GENERAL REVISION	1	17-07-91	INC
2	HEXAGON SS-1000-1000-1000-1000	GENERAL REVISION, DETAIL 2	1	24-07-91	INC
3	HEXAGON SS-1000-1000-1000-1000	GENERAL REVISION	1	30-10-91	INC

NOTE : SEE DRAWING 0431-2600-0002

O C I C A R B O N

PROYECTO: ANTEPROYECTO GASIFICACION SUBTERRANEA C-21-248
ENADIMSA

ENADIMSA

EMPRESA NACIONAL ADARO
DE INVESTIGACIONES MINERAS, S.A.
DOCTOR ESQUERDO, 138 - 28007 MADRID

Madrid, 7 de Enero de 1.992

OCICARION	
Ref.	8 ENR. 1992
Entrada	8 ENR. 1992
Registro N.º	8335

O C I C A R B O N
Agustín de Foxá, 29
MADRID

Muy Sres. míos:

El día 1 de Octubre de 1.991 se firmaron los Estatutos de Constitución de la "Underground Gasification Europe A.E.I. E. (UGE)", agrupación que se encargará de la ejecución del proyecto de Gasificación Subterránea de Carbón, presentado y aprobado por la C.E.

Desde aquella fecha, puede darse por finalizado el proyecto "Anteproyecto de Gasificación Subterránea de Carbón", con Vds. suscrito, ya que a partir de ese momento será la UGE quien se hará cargo de los gastos del ensayo a realizar.

Adjunto les enviamos la última factura con cargo al anteproyecto citado en el primer párrafo, relativa a la participación de técnico de ENADIMSA que estuvo asignado al mismo - desde el mes de Enero de 1.991 hasta el 30 de Septiembre del presente año, por un total de 44,5 jornadas, que a la tarifa con Vds. establecida de 64.416 Ptas/día, asciende a la cantidad de 2.866.512 Ptas.

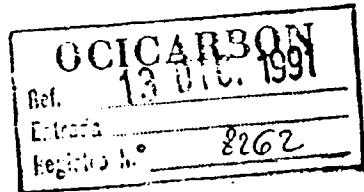
Quedando a su disposición, atentamente.



A. Obis

enadimsa

EMPRESA NACIONAL ADARO
DE INVESTIGACIONES MINERAS, S.A.
DOCTOR ESQUERDO, 138 - 28007 MADRID



Madrid, 9 de diciembre de 1991

OCICARBON
Agustín de Foxá, 29
28036 MADRID
(Att. Sr. Alegría)

ASUNTO: ANTEPROYECTO DE GASIFICACION SUBTERRANEA DE CARBON (C-21.248).

Muy sr. mio:

Tras la conversación telefónica mantenida con ustedes paso a describir la situación del "Anteproyecto de Gasificación Subterránea de Carbón".

En Noviembre de 1989, ENADIMSA envió una carta a OCICARBON con la oferta para el proyecto anteriormente citado por un total, incluido IVA, de 16.932.682 pts y un plazo de ejecución hasta julio de 1990. Dicho proyecto se financiaría al 50% entre OCICARBON y el ITGE, correspondiendo 8.466.341 pts a cada entidad.

Se solicitó y obtuvo de la CE una ayuda de 8.854.248 pts por lo que deducida esta cantidad de la cifra inicial (16.932.682) y manteniendo la misma proporción de financiación correspondería a OCICARBON 4.039.217 pts.

Posteriormente, el proyecto continuó hasta final de año sin ayuda de la CE, solicitándose y obteniéndose de OCICARBON la ampliación del proyecto con cargo a los fondos asignados al mismo hasta su agotamiento , 4.427.123 pts, según carta de ustedes con fecha 28 de Septiembre de 1990.

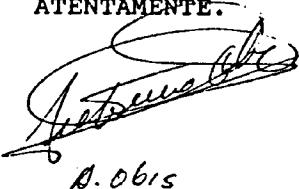
De dichos fondos solo se realizaron 1.190.408 pts, que se facturaron en Diciembre de 1990.

El proyecto continuó durante 1991 hasta Octubre, fecha en la que se firmaron las escrituras de constitución de la "UNDERGROUND GASIFICATION EUROPE AEIE", Agrupación que se encargará de la ejecución del ensayo de campo de gasificación subterránea en "El Tremedal" ,Alcorisa (Teruel).

En el lapso de tiempo Enero-Octubre 1991, se continuaron con las tareas propias del "Anteproyecto de Gasificación Subterránea de Carbón" haciéndose cargo el ITGE de los gastos corrientes, pensándose dedicar ,si así lo estimara oportuno OCICARBON, los fondos restantes de esta entidad para este proyecto a los gastos iniciales reembolsables de la UGE, tales como gastos de notaría,escrituras,oficinas provisionales ,etc..de los que el miembro español de la UGE se harían cargo según los estatutos. Finalmente y al iniciarse las actividades inmediatamente después de la firma de las escrituras de la UGE, dichos gastos estan siendo abonados directamente por ella.

Los gastos hasta Octubre de 1991 incurridos en las actividades propias del anteproyecto ascienden a 7.387.248 pts, por lo que se solicita de OCICARBON que con cargo a los fondos sobrantes de 1990 (3.236.715 pts) no empleados, se apliquen para cubrir parte los gastos del anteproyecto siguiendo la misma filosofía de colaboración entre OCICARBON y el ITGE seguida hasta el momento.

ATENTAMENTE.



A. Obis

O C I C A R B O N

PROYECTO: ENsayo I GASIFICACION SUBTERRANEA C-21-277
I.T.G.E

AGUSTIN SANCHEZ JAR
NOTARIO

FORTUNY 37 3º DCHA.
TLFS. 319 37 67 - 319 39 38
TLFX. 308 70 73
28010 MADRID



ES COPIA SIMPLE

CONSTITUCION DE LA ENTIDAD UNDERGROUND GASIFICATION EUROPE (AEIE)
MADRID 1 DE OCTUBRE DE 1991 2751/91



=====
CONSTITUCION DE LA ENTIDAD UNDERGROUND GASIFICATION
EUROPE (AEIE) =====

=====
NUMERO DOS MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y UNO ===

EN MADRID, A UNO DE OCTUBRE DE MIL NOVECIENTOS =
NOVENTA Y UNO.=====

===== ANTE MI =====
AGUSTIN SANCHEZ JARA, NOTARIO DE ESTA CAPITAL Y
SU COLEGIO =====

===== COMPARCEN =====
= DON JEAN MEDAETS, MAYOR DE EDAD, DE NACIONALI
DAD BELGA, FUNCIONARIO, DOMICILIADO EN BELGICA,
AVENUE LOUIS BERTRAND, NUMERO 100 - 1030, SCHAER
BEEK, CON TARJETA DE IDENTIDAD 05, 0064379, 29

DE 25 DE AGOSTO DE 1.989, CON VALIDEZ HASTA EL =
25 DE AGOSTO DE 1.999.=====

= DON JOHN RAE, MAYOR DE EDAD, CASADO, DIRECTIVO
BRITANICO, CON DOMICILIO PROFESIONAL EN AEA ENVI

RONMENT AND ENERGY, BUILDING 551, HARWELL LABORATORY, OXFORDSHIRE, OX11 0RA, INGLATERRA, CON PA= SAPORTE BRITANICO NUMERO 516986-T, CON VALIDEZ = HASTA EL 13 DE JULIO DE 1.999.

= Y DON EMILIO LLORENTE GOMEZ, DIRECTOR DEL INS TITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA, (NO SE RESEÑAN SUS CIRCUNSTANCIAS PERSONALES, POR ESTAR EXCEPTUADO CONFORME LO PRECEPTUA EL ARTICULO 163 DEL REGLAMENTO NOTARIAL,) IDENTIFICO A LOS COMPARCIENTES, POR MEDIO DE SU RESPECTIVO DOCUMENTO DE IDENTIFICACION, RESEÑADO.

===== INTERVIENEN =====
1.= DON JEAN MEDAETS, EN NOMBRE Y REPRESENTACION DE LA ENTIDAD INSTITUTION POUR LE DEVELOPPEMENT DE LA GAZEIFICATION SOUTERRAINE, ESTABELECIMIENTO DE UTILIDAD PUBLICA, DOMICILIADA EN RUE JEAN-ANDRE DE MOT, 30 -ETTERBECK-, CON NUMERO DE IDENTIFICACION 2938/81, CONSTITUIDA EL DIA 25 DE AGOSTO DE 1.980, ANTE EL NOTARIO DE BERCHEM - SAIN



ACTA DE LA REUNION MANTENIDA EL DIA 23 DE SEPTIEMBRE DE 1991
EN LA SALA DE REUNIONES DE OCICARBON SOBRE EL PROYECTO
UGE, AEIE

Asistentes: Sres Alonso y Ricart (DGM), Arteaga y González Lago (ITGE), Alegria (OCICARBON), Gorospe (OCIGAS) y Vázquez (OCIDE).

Se da a conocer la última versión del Convenio regulador de participantes españoles. El Sr.Gorospe pide que se incluya un apartado fijando una cierta periodicidad en las reuniones del Comité de Seguimiento de dicho Convenio; así se acepta y subsanados algunos errores mecanográficos se considera como versión final para la firma.

Se exponen, por el Sr. Alonso, unas consideraciones administrativas que retrasarán la firma del Convenio por parte de la Dirección General de Minas y que, en este sentido, el Director General de Minas enviará una carta al ITGE de aceptación del contenido del documento, para iniciar, seguidamente, los trámites de firma del mismo, una vez sea firmado por el resto de los participantes.

El Sr.González Lago expone que la parte inglesa ha hecho saber la imposibilidad reglamentaria de que aparezca como mayoritario un socio componente de una "Asociación Europea de Interés Económico".

En consecuencia dicha parte propuso el cambio del número de votos del Miembro español de la UGE de tres a dos, si bien introduciendo la potestad del voto de calidad para el



presidente del Consejo en el caso de un posible empate.

Paralelamente debe desaparecer del Grupo Directivo la figura de "Jefe de Administración".

Estos cambios fueron aceptados por los comparecientes.

Se informó que la firma de la Escritura de constitución de la UGE ante Notario tendrá lugar en Madrid el día 1 de octubre próximo y que, en consecuencia, era necesario nombrar los consejeros de la misma.

El ITGE, de acuerdo con el párrafo 5 del artículo V del Convenio Regulador de la participación española, propone como consejero a D.José María González Lago y, por su parte, ENDESA mediante conversación telefónica al no poder asistir a la reunión, propone a D.Juan Emilio Menéndez Pérez. Esta propuesta es aceptada por todos los presentes.

Del mismo modo se acuerda por unanimidad constituir el Comité de Seguimiento a que se refiere el artículo VI del Convenio con las siguientes personas:

D. Santiago Navarro por la DGM
D. José María González Lago por el ITGE
D.Juan Emilio Menéndez Pérez por ENDESA
D.Camilo Caride por OCICARBON y
D.Luis Gorospe por OCIGAS

El Sr.Gorospe manifiesta su interés en que se produzcan unos informes, no necesariamente extensos, con una cierta periodicidad donde se explique la marcha del proyecto y también la oportunidad de que se envie a todos los participantes españoles una copia de la documentación constituyente de la UGE, una vez sea otorgada ante Notario.

**CONVENIO REGULADOR DE LA PARTICIPACION DE
LAS INSTITUCIONES ESPAÑOLAS EN EL PROYECTO
EUROPEO DE GASIFICACION SUBTERRANEA DE CARBON**

SEPTIEMBRE, 1991 (v8)

I N D I C E

I.- OBJETO DEL CONVENIO

II.- INSTITUCIONES PARTICIPANTES

III.- INSTITUCION REPRESENTANTE (ORGANIZACION MIEMBRO
ESPAÑOL)

IV.- OBLIGACIONES DE LOS PARTICIPANTES

V.- DERECHOS DE LOS PARTICIPANTES

VI.- COMITE DE SEGUIMIENTO

VII.- TRANSMISION DE LA INFORMACION

VIII.- INCUMPLIMIENTO DEL CONVENIO

IX.- CONDICIONES DE EXTINCION DE ESTE CONVENIO

X.- ARBITRAJE

Para la realización del Programa Europeo de Gasificación Subterránea de Carbón (Underground Coal Gasification) - (UCG) que fue sometido a la Comisión de las Comunidades Europeas en Enero de 1990, y que en su primera fase se desarrollará en Andorra, Teruel-España, se habrá de constituir una Agrupación denominada Underground Gasification Europe AEIE (UGE).

La UGE será una entidad con personalidad jurídica propia (de las denominadas Agrupación Europea de Interés Económico), cuyo objeto social será la gestión y ejecución del Programa Europeo (UCG) anteriormente referido. Tal como indican los estatutos de constitución de la UGE, las organizaciones miembros componentes de la misma son las siguientes:

- . ITGE.- Instituto Tecnológico GeoMinero de España
- . IDGS.- Institution pour le Developpement de la Gazéification Souterraine
- . UKAEA.-United Kingdom Atomic Energy Authority

El coste estimado del proyecto es de 19 MECU a financiarse de la siguiente forma:

C.E.	3,04 MECU para 1991
	4,56 MECU a aprobar en 1992
ITGE	6,64 MECU
IDGS	2,48 MECU
UKAEA	2,28 MECU

Asimismo, los Estatutos confieren a la UGE todos los derechos y obligaciones derivados del Programa Europeo (UCG).

Las organizaciones miembros de la UGE quedan sometidas a los derechos y obligaciones que vienen estatutariamente recogidas.

El ITGE será la Organización española miembro de la UGE.

I.- OBJETO DEL CONVENIO

El presente Convenio tiene por objeto la regulación de la coparticipación de las Instituciones españolas interesadas en el Programa UCG, Fase I, Prueba de Campo I y en el conjunto de derechos y obligaciones que contrae el ITGE al actuar como Institución Representante por parte española en la UGE.

II.- INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Las Instituciones españolas interesadas en el Proyecto Europeo de Gasificación Subterránea de Carbón (UCG) y que conocen y aceptan los compromisos que contrae la organización miembro español (ITGE) con la UGE a tenor de lo dispuesto en los Estatutos fundacionales de esta última son las siguientes:

- Dirección General de Minas y de la Construcción (en adelante DGM).
- Instituto Tecnológico GeoMinero de España (en adelante ITGE)
- Empresa Nacional de Electricidad, S.A. (en adelante ENDESA)

- . Asociación Gestora para la Investigación y Desarrollo Tecnológico del Carbón (en adelante OCICARBON)
- . Asociación Gestora para la Investigación y Desarrollo Tecnológico del Gas (en adelante OCIGAS)

Estas Instituciones suscriben el presente Convenio de coparticipación con la Institución Representante en los términos que quedan recogidos en los apartados que siguen.

III.- INSTITUCION REPRESENTANTE (ORGANIZACION MIEMBRO ESPAÑOL)

Por ser Organismo Público de Investigación, así como por su adscripción a la Secretaría General de la Energía y Recursos Minerales del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, las Instituciones españolas interesadas en el Proyecto (UCG) designan como Representante de las mismas al Instituto Tecnológico Geominero de España, otorgándole la condición de ser la organización miembro español en el UGE.

IV.- OBLIGACIONES DE LOS PARTICIPANTES

- a) Las que los Estatutos de la UGE impongan a la organización miembro español componente de la misma, que obligarán a los firmantes del presente Convenio en la medida que les pueda ser de aplicación.
- b) Aportar personal para el Equipo del Proyecto en los términos que se estipulen. La valoración económica del personal, que será realizada por el Consejo de la UGE y aceptada en su caso por la Co-

misión de las Comunidades Europeas (CCE), se considerará como parte de la financiación del proyecto.

La Organización española miembro de la UGE, propondrá al Consejo de la UGE las siguientes valoraciones para el Equipo del Proyecto:

. Grupo Directivo (Técnico Especialista):
14.350.000 PTA/año.

. Ingenieros (mas de 10 años de experiencia):
12.550.000 PTA/año.

c) Financiar el presupuesto correspondiente a la organización miembro español, 863.200.000 PTA, en las siguientes proporciones: (1)

. DGM 16,6 % ... 143.866.666 PTA.

. ITGE 16,6 % ... 143.866.666 "

. ENDESA .. 33,3 % ... 287.733.333 "

. OCICARBON 25 % ... 215.800.000 "

. OCIGAS ... 8,3 % ... 71.933.333 "

A estas cantidades, habrá que sumar las correspondientes al pago del IVA del proyecto, que habrá de ser soportado íntegramente por las organizaciones españolas participantes, en las mismas proporcio-

(1) Sobre la base de la inversión neta, sin IVA y con una paridad de 1 ECU = 130 PTA.

nes arriba indicadas, quedando la financiación como sigue en el supuesto de un tipo de 15% para dicho impuesto:

DGM	205.616.667 PTA.
ITGE	205.616.667 PTA.
ENDESA	411.233.333 PTA.
OCICARBON	308.425.000 PTA.
OCIGAS	<u>102.808.333</u> PTA.
	1.233.700.000 PTA.

Las entidades arriba mencionadas se obligan por las cantidades actualmente autorizadas por sus órganos competentes, y se comprometen a cubrir hasta el total de las necesidades financieras en la primera ocasión en que la reunión de sus órganos con capacidad de decisión lo haga posible.

El ITGE hará las oportunas gestiones ante las autoridades fiscales competentes para la recuperación de las cantidades abonadas por I.V.A.

- d) Las cantidades que ha de satisfacer la organización miembro español para la financiación del presupuesto del Programa a título orientativo se estiman que serían las siguientes, a fijar según las necesidades reales de cada año e incluyendo el IVA:

	Aportación	IVA	TOTAL
1991	95,41	40,95	136,36
1992	258,96	111,15	370,11
1993	388,44	127,73	516,17
1994	215,04	75,08	290,12
1995	32,56	15,60	48,16
1995/96 (1)	-127,21		-127,21
TOTAL	863,20	370,50	1.233,70

(1) Cantidad a recibir de la CEE del 20% aplazado.

Las cantidades que corresponde financiar a cada uno de los participantes españoles según las proporciones indicadas en el Apto. IV c) deberán ser transferidas al ITGE con un mes de anticipación a las fechas que venga obligada la organización miembro española a realizar las respectivas aportaciones para la financiación del Programa.

- e) Las obligaciones de OCIGAS y OCICARBON serán puramente financieras en la parte que les corresponde según lo indicado en el apartado d) de este artículo.

La aportación de ENDESA corresponde en un 50 % a fondos de esta entidad y el otro 50 % a fondos que le transferirá la Oficina de Coordinación de Investigación y Desarrollo Electrotécnico (OCIDE), fondos estos últimos, que transferirá al ITGE en el momento en que los reciba de esta última entidad.

V.- DERECHOS DE LOS PARTICIPANTES

Todos los derechos adquiridos y que se adquieran en un futuro, en relación con la UGE y que según los estatutos de su constitución correspondan al ITGE como organización miembro, serán adquiridos por los copartícipes en la proporción más arriba fijada.

A tenor de lo dispuesto en el Art. 15.3. de los estatutos de la UGE cada organización miembro de la UGE será mantenida debidamente informada sobre el proyecto del Programa a través del Consejo de la UGE y a intervalos regulares se les

entregarán informes sobre los progresos realizados y los resultados obtenidos.

Asimismo las organizaciones miembros tendrán acceso al Plan de Desarrollo del Programa, informes de estado del proyecto y otros (Art.13 de los estatutos de la UGE).

El ITGE como organización miembro español sin entrar en colisión con lo dispuesto en el Art.15.10 de los estatutos de la UGE, hará partípate de todas las informaciones que le correspondan al conjunto de Instituciones que suscriben este Convenio.

En virtud del presente Convenio el ITGE se obliga a la designación conjunta de representantes y/o candidatos en el Consejo de la UGE con las demás instituciones firmantes del Convenio. Las designaciones se harán de forma que ENDESA tendrá siempre un representante en el Consejo de la UGE.

VI.- COMITE DE SEGUIMIENTO

Tanto para hacer operativa esta comunicación como para la designación de candidatos y/o representantes y para la vigilancia en el cumplimiento de todos los términos de este Convenio, las partes firmantes constituirán un Comité de Seguimiento del mismo. El peso del voto de cada representación será el siguiente:

. DGM	2
. ITGE	2
. ENDESA	4
. OCICARBON	3
. OCIGAS	1

No obstante, ENDESA será consultada, con carácter preceptivo y vinculante, en toda toma de decisiones que afecten a aspectos de seguridad o medioambientales, en la medida que ENDESA responda ante la Administración española del contenido y aplicación de dichas decisiones.

La presidencia del Comité de Seguimiento, recaerá en la persona designada por el ITGE entre sus representantes, y será el que convoque las reuniones del mismo. Estas reuniones habrán de celebrarse con una periodicidad igual, al menos, a la que tengan las del Consejo de la UGE.

VII.- TRANSMISION DE LA INFORMACION

La transmisión de la información económica y técnica sobre la marcha del proyecto se efectuará con la misma periodicidad con la que la efectúe la UGE a las organizaciones miembros.

El Grupo español analizará y sacará conclusiones técnicas y económicas del proyecto UCG a realizar en España, y elaborará un informe del mismo, aparte del que la UGE presente a la CEE. Asimismo se esforzará para que los trabajos y servicios a contratar recaigan sobre empresas instaladas en España.

El ITGE hará todo lo posible por instrumentalizar los medios y tomar las medidas necesarias para conseguir un máximo aprovechamiento dentro de España de los conocimientos tecnológicos derivados del proyecto.

VIII.- INCUMPLIMIENTO DEL CONVENIO

De la vigilancia del cumplimiento del Convenio se encargará el Comité de Seguimiento.

Dado que si la organización miembro española (ITGE) en la UGE retrasara sus pagos sobre las fechas acordadas, en virtud de los estatutos de la misma, vendría obligada a su pago más los intereses de demora estipulados, esta misma penalización se recoge en este Convenio para posibles dilaciones en la entrega de fondos por parte de los firmantes.

IX.- CONDICIONES DE EXTINCIÓN DE ESTE CONVENIO

Dado que a la organización española miembro (ITGE) no se le permite retirarse de la UGE hasta su liquidación, las instituciones españolas firmantes del presente Convenio quedan obligadas al mismo y en las mismas condiciones que el ITGE.

X.- ARBITRAJE

Cualquier disputa entre los firmantes de este acuerdo en cuanto a la interpretación del mismo, se someterá al arbitraje de la persona designada al efecto por la Secretaría General de la Energía y Recursos Minerales del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

En conformidad con lo expuesto, firman los representantes de las Instituciones participantes en este Convenio, en Madrid, a de de 19

Por la DGM

Por el ITGE

Emilio Llorente Gómez
DIRECTOR GENERAL

Por ENDESA

Rafael Miranda Robredo
DIRECTOR GENERAL

Por OCICARBON

Camilo Caride de Liñán
DIRECTOR GENERAL

Por OCIGAS

Luis Gorospe Rodriguez del Castillo
DIRECTOR GENERAL

O C I C A R B O N

PROYECTO: PROGRAMA CO2 - IEA/CEE C-21-309
C.I.E.M.A.T.



MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO
CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGETICAS
MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLOGICAS
(C.I.E.M.A.T.)

C I E M A T	Instituto de Protección Radiológica y Medio Ambiente SALIDA
	Nº 36
	Fecha 31-1-92

Instituto de Medio Ambiente

El pasado mes de Diciembre se produjo la firma por el Secretario General de la Energía y Recursos Minerales del Implementing Agreement for a Cooperative Programme on Technologies Relating to Greenhouse Gases Derived from Fossil Fuel Use (ver Anexo 1).

Recientemente OCICARBON y CIEMAT han suscrito un Acuerdo con vistas a la financiación del 50% de la contribución española a dicho "Implementing Agreement", actuando el CIEMAT como Agente por parte española (ver Anexo 2).

Hasta ahora, el trabajo se ha desarrollado esencialmente según lo previsto y el CIEMAT ha asistido ya a dos reuniones del Comité Ejecutivo del "Agreement", una en otoño de 1991 (ver acta en Anexo 3) y otra los pasados días 21 y 22 del presente mes de Enero. Es de hacer notar que el Agreement está en funcionamiento de hecho desde Marzo de 1991 sobre la base de un acuerdo de intenciones.

Procede ahora el abono de la cuota anual (veinticinco mil -25.000- libras esterlinas) que ya han sido reclamadas por el operador British Coal, de acuerdo con las previsiones del "Agreement" (ver Anexo 4).

Por tanto, les rogamos consideren este escrito como solicitud de provisión de fondos para efectuar el pago anual previsto.

El CIEMAT enviará el valor al British Coal, tras lo cual les proporcionaremos la documentación justificativa de haber efectuado el pago, así como un informe de las actividades ya realizadas en el marco del "Agreement".

El contravalor en pesetas de las 25.000 libras esterlinas, ha de ser transferido a :

CIEMAT
Banco Exterior de España
C/C número 30-1943-M
Agencia nº 15. C/ Alberto Aguilera. Madrid.
rogándoles hagan referencia al "Implementing Agreement CO₂", para su más fácil identificación.

Madrid, 29 de Enero de 1992
El Director del Instituto,

F. Mingot

OCICARBON. A la atención de D. Fernando Alegria
Agustín de Foxa, 29. 28036 Madrid

A N E X O 1



33
C. Flores

París, 12 de Diciembre de 1991

DELEGACIÓN PERMANENTE DE ESPAÑA
EN LA O. C. D. E.

PARIS

AGREGADURIA INDUSTRIAL
42, rue de Lübeck
75116 PARIS

Ilmo. Sr. D. Alfonso de las HERAS GOZALO
Secretario General Técnico

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO
Y TURISMO
Paseo de la Castellana, 160
28071 MADRID
ESPAÑE

MINISTERIO DE INDUSTRIA S.G.T.
Sub. Gral. Relaciones Internacionales

Asunto : Agencia Internacional de la Energía

16 DIC. 1991

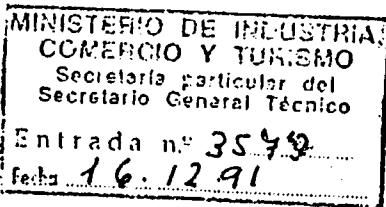
REGISTRO ENTRADA

Adjunto les remitimos copia del implementing agreement relativo al efecto invernadero derivado del uso de combustibles fósiles, que fue firmado por el Ilm. Sr. D. Ramón Pérez Simarro en el transcurso del Consejo de Dirección que tuvo lugar en París el pasado 9 de Noviembre 1991.

Les rogamos el envío de dicha documentación al Gabinete Técnico de la Secretaría General de la Energía y Recursos Minerales.

José Luis de GUZMAN MATAIX
Consejero Industrial

CATEGORÍA	Objeto
S. I.	
S. I. - Oficina	
S. I. - Asistencia T.	
S. G. D. C. I.	X
S. G. Relaciones	
Centro Publicaciones	
Asesor Jurídico CSE	



CC : Ilma. Sra. Dva. Cristina SANZ. Subdirectora General de Relaciones Industriales Internacionales

Annex II

Legal Counsel's Statement

[As I know that Ambassador Doyle has an appointment in the Château at 3.30, I am sure you will all understand if she is obliged to leave before the end of the signature ceremony.]

As is often the case in our Implementing Agreement signature ceremonies, there is a formal statement for the record, in this instance on two points, which I should make as IEA Legal Counsel. The first refers to the Contributions to be made by each Participant in accordance with the subscriptions for Task I in Annex I and the second to signatures and accessions, and I am sure that both will be acceptable to all of you.

The Subscriptions for Task I appear in Table 1 on page 24 of the Agreement. They are to take into account the payments made by the signatories to the Statement of Intent signed on 21st May, 1991 which will be offset against their respective Year I Subscriptions.

The second point refers to an earlier signature as well as to a number of subsequent signatures.

The Agreement was signed by Mr. van Rossum on behalf of Novem on the 19th November, 1991 and this same formal statement for the record was accepted by Mr. van Rossum on behalf of Novem as the Dutch Contracting Party.

Not all the other prospective Contracting Parties which appear on the signature page of the Agreement are able to sign today. Still to sign are the European Commission, Japan (the New Energy and Technology Development Organization (NEDO) and Spain (The Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas. However, we expect them to complete their

procedures and to join at an early, convenient time. Under the terms of the Agreement they may become parties by signature, or by depositing with the Agency an Instrument of Accession. We will take today as the effective date for the Netherlands and later signatures and accessions except for new Contracting Parties which indicate a different intention.

I take it that these points are acceptable. This statement will then be attached to our Minute Record of the signature ceremony today.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

**IMPLEMENTING AGREEMENT
FOR A CO-OPERATIVE PROGRAMME
ON TECHNOLOGIES RELATING TO
GREENHOUSE GASES DERIVED
FROM FOSSIL FUEL USE**

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

IMPLEMENTING AGREEMENT
FOR A CO-OPERATIVE PROGRAMME
ON TECHNOLOGIES RELATING TO
GREENHOUSE GASES DERIVED
FROM FOSSIL USE

TABLE OF CONTENTS

PREAMBLE	1
Article 1	
OBJECTIVES	2
Article 2	
IDENTIFICATION AND INITIATION OF TASKS	2
Article 3	
THE EXECUTIVE COMMITTEE	3
Article 4	
THE OPERATING AGENTS	6
Article 5	
ADMINISTRATION AND STAFF	7

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

**IMPLEMENTING AGREEMENT
FOR A CO-OPERATIVE PROGRAMME
ON TECHNOLOGIES RELATING TO
GREENHOUSE GASES DERIVED
FROM FOSSIL FUEL USE**

The Contracting Parties

CONSIDERING that the Contracting Parties, being either governments of International Energy Agency ("Agency") countries, governments of other countries invited by the Governing Board of the Agency to be Contracting Parties, international organizations so invited by the Governing Board or parties designated by their respective governments, wish to take part in the establishment and operation of a Co-operative Programme on Technologies Relating to greenhouse gases derived from fossil fuel use (the "Programme") as provided in this Agreement;

CONSIDERING that the Contracting Parties which are governments of Agency countries and the governments of Agency countries which have designated Contracting Parties (referred to collectively as the "Governments") have agreed in Article 41 of the Agreement on an International Energy Program (the "I.E.P. Agreement") to undertake national programmes in the areas set out in Article 42 of the I.E.P. Agreement, including energy research and development and agreed in Chapter IV of the Long-Term Co-operation Programme, adopted by the Governing Board of the Agency on 30th January, 1976, to undertake co-operative activities including jointly financed programmes and projects in energy research and development;

CONSIDERING that the Governing Board of the Agency on 6th March, 1991, approved the Programme as a special activity under Article 65 of the I.E.P. Agreement;

CONSIDERING that the Agency has recognized the establishment of the Programme as an important component of international co-operation in the field of energy research and development;

HAVE AGREED as follows:

Article 6

FINANCE 7

Article 7

PROCUREMENT PROCEDURES 10

Article 8

INFORMATION AND INTELLECTUAL PROPERTY 10

Article 9

LEGAL RESPONSIBILITY AND INSURANCE 11

Article 10

LEGISLATIVE PROVISIONS 11

Article 11

ADMISSION AND WITHDRAWAL OF CONTRACTING PARTIES 12

Article 12

FINAL PROVISIONS 14

Annex I

ASSESSMENT OF TECHNOLOGY OPTIONS 16

Article 1

OBJECTIVES

(a) *Scope of Activity.* The Programme to be carried out by the "Contracting Parties" within the framework of this Agreement shall consist of evaluating technologies for abatement, control, utilisation and disposal of carbon dioxide and other greenhouse gases derived from fossil fuel use; preparing research, development and demonstration proposals and conducting, where appropriate, R&D projects.

(b) *Method of Implementation.* The Contracting Parties shall implement the Programme by undertaking one or more tasks (the "Task" or "Tasks") each of which will be open to participation by two or more Contracting Parties as provided in Article 2 hereof. The Contracting Parties which participate in a particular Task are, for the purposes of that Task, referred to in this Agreement as "Participants".

(c) *Task Co-ordination and Co-operation.* The Contracting Parties shall co-operate in co-ordinating the work of the Tasks and shall endeavour, on the basis of an appropriate sharing of burdens and benefits, to encourage co-operation among Participants engaged in the Tasks with the objective of advancing the state of understanding of all Contracting Parties in the field of technology options for reducing gaseous emissions of CO₂.

Article 2

IDENTIFICATION AND INITIATION OF TASKS

(a) *Initial Task.* The Contracting Parties identified in each Annex hereto at the time of their respective signatures are the initial Participants in the Task established in that Annex. Notice of Participation in that Task by other Contracting Parties shall be communicated to the Executive Director of the Agency.

(b) *Initiation of Additional Tasks.* Additional Tasks may be-initiated by any Contracting Party according to the following procedure:

- (1) A Contracting Party wishing to initiate a new Task shall present the Contracting Parties for approval a draft Annex, similar in form to the Annex or Annexes attached hereto, containing a description of the scope of work and conditions of the Task proposed to be performed;
- (2) Whenever two or more Contracting Parties agree to undertake a new Task, they shall submit the draft Annex for adoption by the Executive Committee acting by majority. The adopted draft Annex shall become part of this Agreement;
- (3) A Contracting Party shall become a Participant in each Task for which the Participant is identified in the applicable Annex when the Annex is adopted.

A Contracting Party identified as the Operating Agent in an Annex when adopted shall be deemed to have accepted the designation as Operating Agent for that Annex. Notice of Participation in the Task by other Contracting Parties and Notice of Acceptance by other Operating Agents shall be communicated to the Executive Director;

- (4) In carrying out the various Tasks, Participants and Operating Agents shall co-ordinate activities both within and between Tasks to avoid unnecessary duplication of activities.

(c) *Application of Task Annexes.* Each Annex shall be binding only upon the Participants therein and upon the Operating Agent for that Task, and shall not affect the rights or obligations of other Contracting Parties.

(d) *Task Co-ordination.* The activities in all Tasks will interact with each other through the co-ordination and evaluation by the Executive Committee of the work in these Tasks. In carrying out these functions, the Executive Committee may use the evaluations developed in Task 1.

Article 3

THE EXECUTIVE COMMITTEE

(a) *Supervisory Control.* Control of the Programme shall be vested in the Executive Committee constituted under this Article.

(b) *Membership.* The Executive Committee shall consist of one member designated by each Contracting Party; each Contracting Party shall also designate an alternate member to serve on the Executive Committee in the event that its designated member is unable to do so. Each Contracting Party shall be entitled to send one observer or such additional numbers of observers as may be decided by the Executive Committee to meetings of the EC but such observers shall not have the power to vote.

(c) *Responsibilities.* The Executive Committee shall:

- (1) Adopt for each year, acting by unanimity, the Programme of Work and Budget, if foreseen, for each Task, together with an indicative programme of work and budget for the following two years; the Executive Committee may, as required, make adjustments within the framework of the Programme of Work and Budget;
- (2) Make such rules and regulations as may be required for the sound management of the Tasks, including financial rules as provided in Article 6 hereof;
- (3) Carry out the other functions conferred upon it by this Agreement and the Annexes hereto; and

- (4) Notify the IEA Secretariat of the intention to invite to any workshop, conference or similar event under the Programme any Participant or representative from any country not a member of the Agency, written notice of such intention to be given sufficiently in advance of the event to permit appropriate consultations and approval action to be taken within the Agency.
- (5) Consider any matters submitted to it by any of the Operating Agents or by any Contracting Party.

(d) *Procedure.* The Executive Committee shall carry out its responsibilities in accordance with the following procedure:

- (1) The Executive Committee shall each year elect a Chairman and one or more Vice-Chairmen;
- (2) The Executive Committee may establish such subsidiary bodies and rules of procedure as are required for its proper functioning;
- (3) A representative of the Agency and a representative of each Operating Agent (in its capacity as such) may attend meetings of the Executive Committee and its subsidiary bodies in an advisory capacity;
- (4) The Executive Committee shall meet in regular session not less than twice each year; additional meetings shall be convened by its Chairman upon the request of an Operating Agent or any Contracting Party which can demonstrate the need therefore;
- (5) Meetings of the Executive Committee shall be held at such time and in such office or offices as may be designated by the Committee;
- (6) At least twenty-eight days before each meeting of the Executive Committee, notice of the time, place and purpose of the meeting shall be given to each Contracting Party and to other persons or entities entitled to attend the meeting. No decisions taken at a Meeting of the EC shall be invalidated because notice was not given to any person or entity otherwise entitled thereto if notice is waived before or after the meeting;
- (7) The quorum for the transaction of business in meetings of the Executive Committee shall be one-half of the members plus one (less any resulting fraction) provided that any action relating to a particular Task shall require only a quorum as aforesaid of members or alternate members designated by the Participants in that Task;
- (8) The Executive Committee shall ensure that minutes of each meeting are distributed promptly after the meeting to each person or entity entitled to attend the meeting.

(e) Voting.

- (1) When the Executive Committee adopts a decision or recommendation for or concerning a particular Task, the Executive Committee shall act:
 - (i) When no express provision is made in this Agreement: by unanimous agreement of those members or alternate members which were designated by the Participants in that Task and which are present and voting;
 - (ii) When a majority vote is required under this Agreement: by majority vote of those members or alternate members which were designated by the Participants in that Task and which are present and voting.
- (2) In cases in which this Agreement requires the Executive Committee to act by unanimity where no express provision is made in this Agreement, this shall require unanimous agreement of each member or alternate member present and voting, and in respect of decisions and recommendations for which a majority voting provision is made in this Agreement, the Executive Committee shall act by a majority vote of the members or alternate members present and voting.
- (3) If a government has designated more than one Contracting Party to this Agreement, those Contracting Parties together may cast only one vote under this paragraph.
- (4) The decisions and recommendations referred to in sub-paragraphs (1) and (2) above may, with the agreement of each member or alternate member entitled to act thereon, be made by mail, telefax, telex, cable or other means of electronic transmission sent to the chairman of the Executive Committee without the necessity for calling a meeting. Such action shall be taken by unanimity or majority of such members as in a meeting. The Chairman of the Executive Committee may notify members and alternate members of a proposed recommendation or decision and request them to notify him whether they assent thereto. If neither the member nor the alternate member designated by a Contracting Party shall have responded to such a request within 14 days they shall be deemed to have voted against the proposal. The Chairman of the Executive Committee shall ensure that all members are informed of each action taken pursuant to this sub-paragraph.

(f) Reports. The Executive Committee shall, by 31st May each year, provide the Agency with 30 copies of reports containing technically substantive, non-proprietary information on the progress of the Programme and its results.

Article 4

THE OPERATING AGENTS

(a) *Designation.* Participants shall designate in the relevant Annex an Operating Agent for each Task. References in this Agreement to the Operating Agent shall apply to each Operating Agent in respect of the Task for which it is responsible.

(b) *Scope of Authority to Act on Behalf of Participants.* Subject to the provisions of the applicable Annex:

- (1) All legal acts required to carry out each Task shall be performed on behalf of the Participants by the Operating Agent for the Task;
- (2) The Operating Agent shall hold, for the benefit of the Participants, the legal title to all property rights which may accrue to or be acquired for the Task.

The Operating Agent shall operate the Task under its supervision and responsibility, subject to this Agreement, in accordance with the law of the country of the Operating Agent.

(c) *Reimbursement of Costs.* The Executive Committee shall provide that expenses and costs incurred and claimed by an Operating Agent in acting as such pursuant to this Agreement shall be reimbursed to the Operating Agent from funds made available by the Participants pursuant to Article 6 hereof.

(d) *Replacement.* Should the Executive Committee wish to replace an Operating Agent with another government or entity, the Executive Committee may, acting with the consent of such government or entity, replace the Operating Agent. References in this Agreement to the "Operating Agent" shall include any government or entity appointed to replace the original Operating Agent under this paragraph.

(e) *Resignation.* An Operating Agent shall have the right to resign at any time by giving six months written notice to that effect to the Executive Committee, provided that:

- (1) A Participant, or entity designated by a Participant, is at such time willing to assume the duties and obligations of the Operating Agent and so notifies the Executive Committee and the other Participants to that effect, in writing, not less than three months in advance of the effective date of such resignation; and
- (2) Such Participant or entity is approved in its function of Operating Agent by the Executive Committee.

(f) *Accounting.* An Operating Agent which is replaced or which resigns as Operating Agent shall not later than 3 months after such replacement or resignation takes effect provide the Executive Committee with an accounting of any monies and other assets which it may have collected or acquired for the Task in the course of carrying out its

responsibilities as Operating Agent and shall transfer those properties and other assets to the replacement Operating Agent as soon as possible after the delivery of the accounts.

(g) *Transfer of Rights.* In the event that another Operating Agent is appointed under paragraph (d) or (e) above, the Operating Agent shall transfer to such replacement Operating Agent any property rights which it may hold on behalf of the Task.

(h) *Information and Reports.* Each Operating Agent shall furnish to the Executive Committee such information concerning the Task as the Committee may request and shall each year submit, not later than two months after the end of the financial year, a report on the status of the Task.

Article 5

ADMINISTRATION AND STAFF

(a) *Administration of Tasks.* Each Operating Agent shall be responsible to the Executive Committee for implementing its designated Task in accordance with this Agreement, the applicable Task Annex, and the decisions of the Executive Committee.

(b) *Staff.* It shall be the responsibility of the Operating Agent to retain such staff as may be required to carry out its designated Task in accordance with rules determined by the Executive Committee. The Operating Agent may also, as required, utilize the services of personnel employed by other Participants (or organizations or other entities designated by Contracting Parties) and made available to the Operating Agent by secondment or otherwise. Such personnel shall be remunerated by their respective employers and shall, unless otherwise agreed by a Seconding employer and the Operating Agent, be subject to their employers' conditions of service. The Contracting Parties shall be entitled to claim the appropriate cost of such remuneration or to receive an appropriate credit for such cost as part of the Budget of the Task.

Article 6

FINANCE

(a) *Individual Financial Obligations.* Each Contracting Party shall bear the costs it incurs in carrying out this Agreement, including the costs of formulating or transmitting reports and of reimbursing its employees for travel and other per diem expenses incurred in connection with work carried out on the respective Tasks, unless provision is made for such costs to be reimbursed from common funds, established pursuant to paragraph (h) below.

(b) *Common Financial Obligations.* Participants wishing to share the costs of a particular Task shall agree in the appropriate Task Annex to do so. The apportionment of

contributions to such costs (whether in the form of cash, services rendered, intellectual property or the supply of materials) and the use of such contributions shall be governed by the regulations and decisions made pursuant to this Article by the Executive Committee.

(c) *Financial Rules, Expenditure.* The Executive Committee may make such regulations as are required for the sound financial management of each Task including, where necessary:

- (1) Establishment of budgetary and procurement procedures to be used by the Operating Agent in making payments from any common funds which may be maintained by Participants for the account of the Task or in making contracts on behalf of the Participants;
- (2) Establishment of minimum levels of expenditure for which Executive Committee approval shall be required, including expenditure involving payment of monies to the Operating Agent for other than routine salary and administrative expenses previously approved by the Executive Committee in the budget process.

(d) *Crediting of Income to Budget.* Any income which accrues from a Task shall be credited to the Budget of that Task.

(e) *Accounting.* The system of accounts employed by the Operating Agent shall conform to accounting principles generally accepted in the country of the Operating Agent and shall be consistently applied.

(f) *Programme of Work and Budget, Keeping of Accounts.* Should Participants agree to maintain common funds for the payment of obligations under a programme of work and budget of the Task, the following provisions shall be applicable unless the Executive Committee decides otherwise:

- (1) The financial year of the Task shall correspond to the financial year of the Operating Agent;
- (2) The Operating Agent shall each year prepare and submit to the Executive Committee for approval a draft programme of work and budget, together with an indicative programme of work and budget for the following two years, not later than three months before the beginning of each financial year;
- (3) The Operating Agent shall maintain complete and separate financial records which shall clearly account for all funds and property coming into the custody or possession of the Operating Agent in connection with the Task;
- (4) Not later than three months after the close of each financial year the Operating Agent shall submit to auditors selected by the Executive Committee for audit the annual accounts maintained for the Task; upon completion of the annual audit, the Operating Agent shall present the accounts together with the auditors' report to the Executive Committee for approval;

- (5) All books of account and records maintained by the Operating Agent for the Task shall be preserved for at least three years from the date of termination of the Task;
- (6) Where provided in the relevant Annex a Participant supplying services, materials or intellectual property to the Task shall be entitled to a credit, determined by the Executive Committee, acting by unanimity against its contribution (or to compensation if the value of such services, materials or intellectual property exceeds the amount of the Participant's contribution); such credits for services of staff shall be calculated on an agreed scale approved by the Executive Committee and include payroll-related costs.

(g) *Currency of Contributions.* Contributions due hereunder from the Contracting Parties shall be paid in the currency of the Operating Agent, unless another currency is specified by the Operating Agent in agreement with the Executive Committee for the purpose of meeting a commitment in that currency.

(h) *Contribution to Common Funds.* Should Participants agree to establish common funds under the annual Programme of Work and Budget for a Task, any financial contributions due from Participants in a Task shall be paid to the Operating Agent in the currency of the country of the Operating Agent at such times and upon such other conditions as the Executive Committee shall determine, provided, however, the contributions received by the Operating Agent shall be used solely in accordance with the Programme of Work and Budget for the Task;

(i) *Ancillary Services.* Ancillary services may, as agreed between the Executive Committee and the Operating Agent, be provided by that Operating Agent for the operation of a Task and the cost of such services, including overheads connected therewith, may be met from budgeted funds of that Task.

(j) *Taxes.* The Operating Agent shall pay all taxes and similar impositions (other than taxes on income) imposed by national or local governments and incurred by it in connection with a Task, as expenditure incurred in the operation of that Task under the Budget; the Operating Agent shall, however, endeavour to obtain all possible exemptions from such taxes.

(k) *Audit.* Each Participant shall have the right, at its own cost, to audit the accounts of any work in a Task for which common funds are maintained, on the following terms:

- (1) The Operating Agent shall provide the other Participants with an opportunity to participate in such audits on a cost-shared basis;
- (2) Accounts and records relating to activities of the Operating Agent other than those conducted for the Task shall be excluded from such audit, but if the Participant concerned requires verification of charges to the Budget representing services rendered to the Task by the Operating Agent, it may, at its own cost, request and obtain an audit certificate in this respect from the auditors of the Operating Agent;

- (3) Not more than one such audit shall be required in any financial year;
- (4) Any such audit shall be carried out by not more than three representatives of the Participants.

Article 7

PROCUREMENT PROCEDURES

All procurement of equipment and material shall be in accordance with the procedures laid down by the Executive Committee under Article 6(c)(1) hereof, which shall provide, inter alia:

- (a) The Operating Agent shall have the power to enter into agreements and contracts for all necessary support, design and developmental services, and material fabrication and facility construction activities in the interest of its designated Task, provided that such agreements and contracts are authorized in an approved Budget or by the provisions of this Agreement or by the express authority of the Executive Committee;
- (b) The Operating Agent shall not enter into any agreement for a total value of more than £100,000 without the approval of the Executive Committee;
- (c) The Operating Agent shall perform all procurement functions necessary for its designated Task, in accordance with the procurement procedures adopted by the Executive Committee pursuant to Article 6(c)(1) hereof;
- (d) Consistent with the aforementioned procurement procedures, the Operating Agent shall undertake to secure the best contractual terms and conditions available; including, where possible, provision for title to all intellectual property generated under the Agreement, for a royalty-free licence for the use of background intellectual property for the purposes of the Programme alone, and for a right on reasonable terms and conditions in accordance with Article 8 hereof for the Contracting Parties to use such background intellectual property commercially.

Article 8

INFORMATION AND INTELLECTUAL PROPERTY

It is expected that, for each Task agreed pursuant to this Agreement, the applicable Annex will contain information and intellectual property provisions. The General Guidelines Concerning Information and Intellectual Property, approved by the Governing Board of the Agency on 21st November, 1975, shall be taken into account in developing information and intellectual property provisions pursuant to this Article.

*Article 9***LEGAL RESPONSIBILITY AND INSURANCE**

(a) *Liability of Operating Agent.* The Operating Agent shall use all reasonable skill and care in carrying out its duties under this Agreement in accordance with all applicable laws and regulations. Except as otherwise provided in this Article, the cost of all damage to property, and all expenses associated with claims, actions, and other costs arising from work approved by the Executive Committee undertaken with common funds for a Task shall be charged to the Budget of that Task; such costs and expenses arising from other work undertaken for a Task shall be charged to the Budget of that Task if the Task Annex so provides or the Executive Committee so decides. Subject to paragraph (c) below, any liabilities, cash, claims and expenses not covered by such insurance shall be borne by the Contracting Parties out of common funds.

(b) *Insurance.* The Operating Agent shall propose to the Executive Committee all necessary liability, fire and other insurance, and shall carry such insurance as the Executive Committee may direct. The cost of obtaining and maintaining insurance shall be charged to the Budget of the Task.

(c) *Responsibility of Operating Agent.* The Operating Agent shall, in accordance with the laws of the country of the Operating Agent, be responsible in its capacity as such, for any damage to property and all legal liabilities, actions, claims, costs and expenses connected therewith to the extent that they:

- (1) Result from the failure of the Operating Agent to maintain such insurance as it may be required to maintain under paragraph (b) above; or
- (2) Result from the gross negligence or wilful misconduct of any officers or employees of the Operating Agent in carrying out their duties under this Agreement.

*Article 10***LEGISLATIVE PROVISIONS**

(a) *Accomplishment of Formalities.* Each Participant shall request the appropriate authorities of its country (or its Member States in the case of an international organization) to use their best endeavours, within the framework of applicable legislation, to facilitate the accomplishment of formalities involved in the movement of persons, the importation of materials and equipment and the transfer of currency which shall be required to conduct the Task in which it is engaged.

(b) *Appropriation of Funds and Applicable Laws.* In carrying out this Agreement and its Annexes the Contracting Parties shall be subject to the appropriation of funds by the appropriate governmental authority, where necessary, and to the constitutions, laws and regulations applicable to the respective Contracting Parties, including, but not limited to, laws establishing prohibitions upon the payment of commissions, percentages, brokerage or contingent fees to persons retained to solicit governmental contracts and upon any share of such contracts accruing to governmental officials.

(c) *Decisions of Agency Governing Board.* Participants in the various Tasks shall take account, as appropriate, of the Guiding Principles for Co-operation in the Field of Energy Research and Development, and any modification thereof, as well as other decisions of the Governing Board of the Agency in that field. The termination of the Guiding Principles shall not affect this Agreement, which shall remain in force in accordance with the terms hereof.

(d) *Settlement of Disputes.* Any dispute among the Contracting Parties concerning the interpretation or the application of this Agreement which is not settled by negotiation or other agreed mode of settlement shall be referred to a tribunal of three arbitrators to be chosen by the Contracting Parties concerned who shall also choose the Chairman of the tribunal. Should the Contracting Parties concerned fail to agree upon the composition of the tribunal or the selection of its Chairman, the President of the International Court of Justice shall, at the request of any of the Contracting Parties concerned, exercise those responsibilities. The tribunal shall decide any such dispute by reference to the terms of this Agreement and any applicable laws and regulations, and its decision on a question of fact shall be final and binding on the Contracting Parties concerned. Operating Agents which are not Contracting Parties shall be regarded as Contracting Parties for the purpose of this paragraph.

Article 11

ADMISSION AND WITHDRAWAL OF CONTRACTING PARTIES

(a) *Admission of New Contracting Parties: Agency Countries.* Upon the invitation of the Executive Committee, admission to this Agreement shall be open to the government of any Agency Participating Country (or a national agency, public organization, private corporation, company or other entity designated by such government), which signs or accedes to this Agreement, accepts the rights and obligations of a Contracting Party, and is accepted for participation in at least one Task by the Participants in that Task, acting by unanimity. Such admission of a Contracting Party shall become effective upon the signature of this Agreement by the new Contracting Party or its accession thereto and its giving Notice of Participation in one or more Annexes and the adoption of any consequential amendments thereto.

(b) *Admission of New Contracting Parties: Other Countries.* The government of any country which does not participate in the Agency may, on the proposal of the Executive Committee, be invited by the Governing Board of the Agency to become a Contracting Party to this Agreement (or to designate a national agency, public organization, private

corporation, company or other entity to do so), under the conditions stated in paragraph (a) above.

(c) *Participation by the European Communities.* The European Communities may participate in this Agreement in accordance with arrangements to be made by the Executive Committee.

(d) *Admission of New Participants in Tasks.* Any Contracting Party may, with the agreement of the Participants in a Task, acting by unanimity, become a Participant in that Task. Such participation shall become effective upon the Contracting Party's giving the Executive Director of the Agency a Notice of Participation in the appropriate Task Annex and the adoption of consequential amendments thereto.

(e) *Contributions.* The Executive Committee may require, as a condition to admission to participation, that the new Contracting Party or new Participant shall contribute (in the form of cash, services, materials or intellectual property) an appropriate proportion of the prior budget expenditure of any Task in which it participates.

(f) *Replacement of Contracting Parties.* With the agreement of the Executive Committee and upon the request of a Government, a Contracting Party designated by that government may be replaced by another party. In the event of such replacement, the replacement party shall assume the rights and obligations of a Contracting Party as provided in paragraph (a) above and in accordance with the procedure provided therein.

(g) *Withdrawal.* Any Contracting Party may withdraw from this Agreement (other than as an Operating Agent) or from any Task either with the agreement of the Executive Committee, or by giving twelve months written Notice of Withdrawal to the Executive Director of the Agency, such notice to be given not less than one year after the date hereof. The withdrawal of a Contracting Party under this paragraph shall not affect the rights and obligations of the other Contracting Parties; except that, where the other Contracting Parties have contributed to common funds for a Task, their proportionate shares in the Task Budget shall be adjusted to take account of such withdrawal unless the Executive Committee adopts other arrangements or decides that the Task shall terminate.

(h) *Changes of Status of Contracting Party.* A Contracting Party other than a government or an international organization shall forthwith notify the Executive Committee of any significant change in its status or ownership, or of its becoming bankrupt or entering into liquidation. The Executive Committee shall determine whether any such change in status of a Contracting Party significantly affects the interests of the other Contracting Parties; if the Executive Committee so determines, then, unless the Executive Committee, acting upon the unanimous decision of the other Contracting Parties, otherwise agrees:

- (1) That Contracting Party shall be deemed to have withdrawn from the Agreement under paragraph (g) above on a date to be fixed by the Executive Committee; and
- (2) The Executive Committee shall invite the Government which designated that Contracting Party to designate, within a period of three months of the withdrawal of that Contracting Party, a different entity to become a

Contracting Party; if approved by the Executive Committee, such entity shall become a Contracting Party with effect from the date on which it signs or accedes to this Agreement and gives the Executive Director of the Agency a Notice of Participation in one or more Annexes.

(i) *Failure to Fulfil Contractual Obligations.* Any Contracting Party which fails to fulfil its obligations under this Agreement within sixty days after its receipt of notice, specifying the nature of such failure and invoking this paragraph, may be deemed by the Executive Committee to have withdrawn from this Agreement. In so deeming the Executive Committee shall act by unanimity except that the approval of the member or alternate member designated by such Contracting Party shall not be required.

Article 12

FINAL PROVISIONS

(a) *Term of Agreement.* This Agreement shall enter into force upon signature by two or more Contracting Parties and shall remain in force for an initial period of ten years. It may be extended for such additional periods as may be determined by the Executive Committee, with the prior approval of the Governing Board of the Agency. The Executive Committee may terminate this Agreement at any time.

(b) *Legal Relationship of Contracting Parties and Participants.* Nothing in this Agreement shall be regarded as constituting a partnership between any of the Contracting Parties or Participants.

(c) *Termination.* Upon termination of this Agreement, or any Annex to this Agreement, the Executive Committee, shall arrange for the liquidation of the assets of the Task or Tasks. In the event of such liquidation, the Operating Agent in consultation with the Executive Committee shall, so far as practicable, distribute the assets of the Task, or the proceeds therefrom to the Participants, in proportion to the contributions which the Participants have made from the beginning of the operation of the Task, and for that purpose shall take into account the contributions and any outstanding obligations of former Contracting Parties. Disputes with a former Contracting Party about the proportion allocated to it under this paragraph shall be settled under Article 10(d) hereof, for which purpose a former Contracting Party shall be regarded as a Contracting Party.

(d) *Amendment.* This Agreement may be amended at any time by the Executive Committee, and any Annex to this Agreement may be amended at any time by the Participants in the Task to which the Annex refers. Such amendments shall come into force in a manner determined by the Executive Committee, acting under the voting rule applicable to the decision to adopt the amendment.

(e) *Deposit.* The original of this Agreement shall be deposited with the Executive Director of the Agency and a certified copy thereof shall be furnished to each Contracting Party and to the Operating Agents. A copy of this Agreement shall be furnished to each Agency Participating Country, to each Member country of the Organisation for Economic Co-operation and Development and to the European Communities.

Done in Paris, this 20th day of November, 1991.

For the DEPARTMENT OF ENERGY, MINES AND RESOURCES
(CANADA):

Anne Marie Day

For the Minister of Energy,
Mines and Resources on
behalf of her Majesty the
Queen in right of Canada

For the COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES:

For the MINISTRY OF ENERGY, DANISH ENERGY AGENCY
for and on behalf of the Government of Denmark:

Gustav Holm

Pov. Rytam

For the MINISTRY OF TRADE AND INDUSTRY
for and on behalf of the Government of Finland:

Ronald Cowdell

For the ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA ELETTRICA (ENEL)
(designated by the Government of Italy):

For the NEW ENERGY AND INDUSTRIAL TECHNOLOGY
DEVELOPMENT ORGANIZATION (NEDO)
(designated by the Government of Japan):

For the NETHERLANDS AGENCY FOR ENERGY
AND THE ENVIRONMENT (NOVEM)
(designated by the Government of the Netherlands):

For the GOVERNMENT OF THE KINGDOM OF NORWAY:

John Smith

Ramón Pérez Jiménez

For the CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS
MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLÓGICAS
(designated by the Government of Spain):

For the NATIONAL BOARD FOR INDUSTRIAL
AND TECHNICAL DEVELOPMENT (NUTEK)
(designated by the Government of Sweden):

Christina Olofsson

For the SECRETARY OF STATE FOR ENERGY
for and on behalf of the Government of the
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland:

Ray

Stein

For BRITISH COAL CORPORATION
(designated by the Government of the United Kingdom
of Great Britain and Northern Ireland):

For the DEPARTMENT OF ENERGY
for and on behalf of the Government
of the United States of America:

Alan Larson

For the GOVERNMENT OF CANADA:

For the COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES:

For the MINISTRY OF ENERGY, DANISH ENERGY AGENCY
for and on behalf of the Government of Denmark:

For the MINISTRY OF TRADE AND INDUSTRY
for and on behalf of the Government of Finland:

For the ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA ELETTRICA (ENEL)
(designated by the Government of Italy):

For the NEW ENERGY AND INDUSTRIAL TECHNOLOGY
DEVELOPMENT ORGANIZATION (NEDO)
(designated by the Government of Japan):

For the NETHERLANDS AGENCY FOR ENERGY
AND THE ENVIRONMENT (NOVEM)
(designated by the Government of the Netherlands):

For the GOVERNMENT OF THE KINGDOM OF NORWAY:

For the CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS
MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLÓGICAS
(designated by the Government of Spain):

For the NATIONAL BOARD FOR INDUSTRIAL
AND TECHNICAL DEVELOPMENT (NUTEK)
(designated by the Government of Sweden):

For the SECRETARY OF STATE FOR ENERGY
for and on behalf of the Government of the
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland:

For BRITISH COAL CORPORATION
(designated by the Government of the United Kingdom
of Great Britain and Northern Ireland):

For the DEPARTMENT OF ENERGY
for and on behalf of the Government
of the United States of America:



Annex I

ASSESSMENT OF TECHNOLOGY OPTIONS

1. *Objectives*

The specific objectives of this Task are as follows:

- (i) Evaluate (on a full fuel cycle basis) the technical and economic feasibility, technical performance, and environmental benefits and impacts of technologies for abatement, control, utilization and disposal of carbon dioxide and other greenhouse gases derived from fossil fuel use, this evaluation to be conducted on a consistent basis relative to other options for reducing emissions of such gases;
- (ii) Estimate the energy market and economic impacts of the implementation of potential abatement options;
- (iii) Disseminate the results of the Programme activities to the Participants; and
- (iv) On the basis of the investigations described under sub-paragraph (i) above, prepare research and development and demonstration proposals for favoured technical options.

The Operating Agent may take account of the results of subsequent Tasks in pursuing these objectives.

The overall aim is to provide an evaluated range of technology options for the control of greenhouse gas emissions, with an emphasis on CO₂ emissions. The work will be based on coal, oil and natural gas fired systems. Scientific developments with significant technical potential for removing greenhouse gases from the atmosphere could also be considered. The nature of the activities under this Task is such that the Project Team referred to in paragraph 3(b) below will interact with subsequent additional Tasks in providing evaluation, information transfer and co-ordination functions for the Executive Committee.

2. *Scope and Means*

The following activities will form the basis of the initial work programme.

(a) *Feasibility and Performance Assessments*

An initial appraisal will establish the options which warrant attention and these will be studied pursuant to a timetable agreed by the Participants. Existing technologies will be used as a basis for comparison. Evaluations will consider four principal aspects:

- (i) Technical feasibility and process development requirements;

- (ii) Technical performance (mass and energy balances, thermal efficiency, etc.);
- (iii) Environmental impact;
- (iv) Cost of electricity or heat.

Environmental impact assessments will include greenhouse gas emissions to the atmosphere, in particular CO₂ (e.g. kg of CO₂/kWh), generation of byproducts and other environmental implications introduced by the technology.

While full use will be made of existing information, it will be necessary to initiate studies (some under sub-contract, e.g. engineering costs) to fully consider all four aspects of each option. Results will be presented on a comparable basis.

(b) Economic Impact Analysis

An initial review will define proposed activities under this heading for approval by the Executive Committee, acting by unanimity. This activity could estimate the effect of control and abatement technologies for greenhouse gas emissions from fossil fuel use on the national economies and world energy market. Analysis could be on a full fuel cycle basis. Results could be used to assess their impacts, relative merits and implications for R&D policy. Projections could concentrate on individual country impacts but also consider global implications.

(c) Information, Collation and Transfer

- (i) The Operating Agent will negotiate with IEA Coal Research for the use of its coal database, links with the Energy Technology Data Exchange and Global Warming Unit at Oak Ridge and other databases in IEA Member countries, to provide:
 - (1) An IEA database service on emission control and disposal technologies pertaining to greenhouse gases arising from fossil fuel use;
 - (2) A source of rapidly available authoritative advice and background information for Participants on relevant developments;
 - (3) Assessment of these information flows for inclusion in the various written reports and newsletters which are proposed.
- (ii) Information transfer will be through written reports, meetings with experts from Participants and informally by telephone, on demand. The following written reports are envisaged:

- (1) Preliminary reports on arrangements for programme management details of the work programme, methodology for assessments, economic analysis and information transfer;
- (2) Evaluation reports assessing the feasibility and performance of each technology option addressed;
- (3) Evaluation reports assessing the economic impact of the options;
- (4) Position papers at six monthly intervals providing an overview of options and periodical newsletters providing an overview of recent developments;
- (5) Bibliographies of recent information;
- (6) Proposals for other Tasks;
- (7) Final Task I report(s) providing an overview of the evaluation reports and recommending priorities for research;
- (8) Short briefing papers responding to significant technical or political developments, at the discretion of the Project Director referred to in Paragraph 3(c) below and/or the request of the Executive Committee;
- (9) Project management reports for Executive Committee meetings.

Evaluation reports will be drafted by the appropriate staff undertaking the assessment work, subject to a peer review, and then published. The Operating Agent will negotiate with IEA Coal Research for the publishing of evaluations and other technical reports generated by the Project Team established pursuant to paragraph 3 below.

(d) Preparation of Proposals for Further Research and Development

The Task should identify promising technologies which warrant further development towards commercial demonstration. Such proposals might include:

- (i) Objectives for the new projects;
- (ii) Role of the proposed work in the overall development of this approach;
- (iii) Plant description;
- (iv) Scope of research/tests/demonstration programme;
- (v) Projected costs;

- (vi) Management arrangements as an international collaborative effort;
- (vii) A provisional timetable.

Project prospectus (i) would be prepared and used to solicit support for the proposed work.

3. Operating Agent and Project Team

- (a) The British Coal Corporation is designated as the Operating Agent for this Task;
- (b) The Operating Agent shall maintain a project team which will undertake the work programme under the direction of the Executive Committee (the "Project Team");
- (c) The Operating Agent shall appoint a project director ("the Project Director") who shall be responsible for leading the Project Team;
- (d) The Project Team for this Task shall be represented at Executive Committee meetings discussing this Task by the Project Director or another member of the Project Team;
- (e) The Task I Project Team shall provide secretariat and other management functions required by the Executive Committee for the proper management of the Task and Programme;

4. Information and Intellectual Property

- (a) *Executive Committee's Powers.* The publication, distribution, handling, protection and ownership of information and intellectual property provided to or arising from activities conducted under this Annex shall be determined by the Executive Committee, acting by unanimity of the Participants. For purposes of this Annex, "intellectual property" shall have the meaning found in Article 2 of the Convention Establishing the World Intellectual Property Organization, done at Stockholm, 14th July, 1967;
- (b) *Right to Publish.* Subject only to copyright restrictions of this Annex, the Participants in this Task shall have the right to publish all information provided to or arising from this Annex, except proprietary information, but they shall not publish it with a view to profit, except as agreed by the Executive Committee, acting by unanimity;
- (c) *Proprietary Information.* The Operating Agent and the Participants shall take all necessary measures in accordance with this paragraph, and the laws of their respective countries to protect proprietary information. For

the purposes of this Annex proprietary information shall mean information provided to Task I of a confidential nature such as trade secrets and know-how (for example computer programmes, design procedures and techniques, chemical composition of materials, or manufacturing methods, processes or treatments) which is appropriately marked provided such information:

- (1) Is not generally known or publicly available from other sources;
- (2) Has not previously been made available by the owner to others without obligation concerning its confidentiality; and
- (3) Is not already legitimately in the possession of the recipient Participant without obligation concerning its confidentiality.

It shall be the responsibility of each Participant supplying proprietary information to identify the information as such and to ensure that it is appropriately marked;

- (d) *Production of Relevant Information.* Where appropriate the Operating Agent should encourage the governments of all Agency Participating Countries to make available or to identify to the Operating Agent all published or otherwise freely available information known to them that is relevant to the Task. The Participants should notify the Operating Agent of all pre-existing information, and information developed independently of the Task known to them which is relevant to the Task and which can be made available to the Task without contractual or legal limitations.
- (e) *Arising Information.* All information developed in connection with and during activities carried out under the Task (arising information) shall be provided by the Operating Agent to each Participant in the Task.
- (f) *Copyright.* Each Participant shall be entitled to a non-exclusive, irrevocable, royalty-free licence in all countries to translate, reproduce and publicly distribute scientific and technical journal articles, reports and books directly arising from co-operation under this Annex. All publicly distributed copies of a copyrighted work prepared under this provision shall indicate the names of the authors of the work unless an author explicitly declines to be named.
- (g) *Authors and Inventors.* Each Participant and the Operating Agent shall, without prejudice to any rights of authors or inventors under its national laws, use its best endeavours to provide the co-operation from its authors or inventors required to carry out the provisions of this paragraph. Each Participant will assume the responsibility to pay awards or compensation required to be paid to its nationals according to the laws of its country.
- (h) *Participants.* For the purpose of this paragraph, the term "Participants" includes, in addition to initial Participants in the Task and acceding

Participants, an entity or person (1) which is a member of a group of entities or persons (the "Supporting Group Member") for which a Participant acts as a lead organization for Task I and, (2) which has been recognized as such by the Executive Committee, acting by unanimity.

5. *Contributions*

The Task shall be funded by common funds which shall be established by contributions from each Participant apportioned on a basis determined by the Executive Committee, acting by unanimity. It is currently planned that the amount of the contributions to be made in each successive period of 12 months shall be as specified in Table 1 attached hereto.

The Operating Agent shall not be required to incur financial obligations or to expend funds for Task I except to the extent that contributions covering such obligations or expenditure have been received by the Operating Agent.

6. *Payments*

- (a) The Operating Agent will keep account of all expenditures and any consequent termination costs that could be incurred. The Operating Agent shall report these in six monthly statements along with a forecast of the expenditure and consequent termination costs for the succeeding six months. The Operating Agent shall invoice the Participants in advance, pursuant to the Budgets adopted by the Executive Committee, in proportion to the relative sizes of the subscriptions determined under paragraph (5) above, where the expenditure incurred or the forecast, including termination costs, exceeds the funds held for this purpose. Participants shall be liable to pay such amounts within 30 days from the date of the invoice or such other period as may be agreed by the Executive Committee, acting by unanimity.
- (b) The Operating Agent shall prepare a proposal for financial rules for consideration and, if thought fit, approval by the Executive Committee pursuant to Article 6 (c) of the Agreement.

7. *Time Schedule*

This Annex shall enter into force when the Agreement enters into force and shall remain in force until 21st May, 1994. This Annex may be extended by the agreement of two or more Participants, acting in the Executive Committee, and taking into account any recommendation of the Agency's Committee on Energy Research and Development concerning the term of this Annex, and shall thereafter apply only to those Participants.

8. Supporting Group Members

- (a) The "Supporting Group Members" are those entities or persons which support the Programme pursuant to arrangements with a Lead Organization which is a Participant. The interests of the Supporting Group Members are the concern of the Lead Organization for the Group. Supporting Group Members are not entitled to exercise the rights and do not undertake the duties of Participants except as provided in paragraph 4 above on Information and Intellectual Property.
- (b) Lead Organizations and Supporting Group Members are as follows:

CANADA CENTRE FOR MINERAL AND ENERGY TECHNOLOGY (CANMET)
Alberta Office of Coal Research and
Technology, Alberta Energy;

THE MINISTRY OF ENERGY, DANISH ENERGY AGENCY
Elsam
Elkraft Power Company Ltd.;

BRITISH COAL CORPORATION
National Power plc
PowerGen plc.

9. Participants

The Contracting Parties which are Participants in this Task are the following:

The Government of Canada,
The Commission of the European Communities,
The Ministry of Energy, Danish Energy Agency,
The Ministry of Trade and Industry (Finland),
The Ente Nazionale per l'Energia Elettrica (ENEL) (Italy),
The New Energy and Industrial Technology
Development Organization (NEDO) (Japan),
The Netherlands Agency for Energy and the Environment (NOVEM),
The Government of the Kingdom of Norway,
The Centro de Investigaciones Energéticas
Medioambientales y Technológicas (Spain),
The National Board for Industrial and
Technical Development (NUTEK) (Sweden),
The Secretary of State for Energy (United Kingdom),
British Coal Corporation (United Kingdom),
The United States Department of Energy.

TABLE 1: SUBSCRIPTIONS FOR TASK I

<u>TIER</u>	<u>PARTICIPANTS</u>	<u>SUBSCRIPTION</u>		
		Year 1	Year 2	Year 3
1	UK DEPT OF ENERGY, BRITISH COAL CORPORATION	2 x £80,000	2 x £80,000	2 x £80,000
2	UNITED STATES, JAPAN, CANADA, GERMANY	£80,000	£80,000	£80,000
3	ITALY	£50,000	£50,000	£50,000
4	NETHERLANDS, SPAIN	£25,000	£25,000	£25,000
5	DENMARK, SWEDEN, NORWAY, FINLAND, COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES	£10,000	£10,000	£10,000

Note: Subscriptions for Years 2 and 3 are presented in Year 1 money values. The figures will be adjusted each year to reflect changes in prices and exchange rates.

O C I C A R B O N

PROYECTO: CARBONES ACTIVOS. FASE II C-23-275
UNIVERSIDAD DE ALICANTE



Universidad de Alicante
Facultad de Ciencias
Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería Química

Fax 96 - 5668867
Telex 66616 UDEA E

Teléfono 96 - 5661150
Ext. 1139 - 1140

Apartado 99 - ALICANTE

División de Química Inorgánica

Proyecto de Investigación: CARBONES ACTIVOS A PARTIR DE CARBONES
SUBBITUMINOSOS ESPAÑOLES

Referencia: Carbones Activos Fase II. C-23.875

Cuarto informe, correspondiente al periodo 1 de Julio al 30 de Septiembre de 1991. Resumen de la labor realizada durante el primer año.

El presente informe recoge las actividades realizadas durante el primer año, por los distintos centros involucrados en el proyecto. División de Química Inorgánica, División de Ingeniería Química (U. de Alicante), Departamento de Química Inorgánica (U. de Granada) y Departamento de Ingeniería Química (U. de Málaga).

Discusión más detallada sobre los resultados obtenidos durante el cuarto trimestre serán comentados en el próximo informe.

Alicante, 30 de Septiembre de 1991

Fdo. A. Linares Solano
Director del Proyecto

Proyecto Ocicarbon C-23.275 "Carbones Activos. Fase II"

CARBONES ACTIVOS A PARTIR DE CARBONES SUBBITUMINOSOS ESPAÑOLES

Cuarto informe trimestral (periodo 1 de Julio al 30 de Septiembre): resumen de la labor realizada durante el primer año.

El proyecto se está desarrollando siguiendo el plan de trabajo establecido en la propuesta original del mismo que, en su día, se presentó para su aprobación a Ocicarbon. El primer año está relacionado con ensayos de laboratorio y con el inicio del diseño de la planta piloto de lecho fluidizado. Por ello, el presente informe tratará de los siguientes apartados:

1. Introducción
2. Selección y estudio del carbón
3. Acondicionamiento
4. Proceso de carbonización: Influencia de la velocidad de carbonización
5. Caracterización de los carbonizados
6. Efecto del proceso de oxidación: Preparación y caracterización de los carbones activos
7. Proceso de activación: Efecto de la materia mineral: Preparación y caracterización de los carbones activos
8. Diseño de la planta piloto en lecho fluidizado: Estudio del proceso de fluidización, y
9. Trabajos iniciados que se comentarán en los próximos informes.

1. INTRODUCCION

El proyecto Ocicarbon, que iniciamos el 1 de Octubre de 1990, está basado en los resultados que obtuvimos con el proyecto Ocicarbon - Universidad de Alicante (Fase I) en el que analizamos las posibilidades y las limitaciones del uso de carbones minerales españoles, como materia prima para la preparación de carbones activos. El estudio realizado puso claramente de relieve que los mejores resultados se obtenían cuando partíamos de carbones minerales del rango butiminoso-subbituminoso. Por esta razón, el proyecto Ocicarbon-Fase II se centrará fundamentalmente en este tipo de carbones y partirá para el estudio con el carbón que resultó ser el más idóneo: el carbón de Tecsa-Husa, Puertollano (Ciudad Real). Aspectos relacionados con el efecto de la materia mineral y con el efecto del tratamiento de oxidación, que se iniciaron en la Fase I, han sido completados (y/o están siendo investigados) en este primer año.

La generación de alquitranes es un problema grave para el funcionamiento de la planta; su solución pasa por distintas alternativas. La primera que se va a llevar a la práctica es al duplicación de la línea de recirculación (donde podrían producirse depósitos de alquitrán aún funcionando en caliente). De este modo se podrá disponer siempre de una de ellas en fase de operación y otra en fase de limpieza. En los primeros experimentos en la planta piloto se alimentarán carbonizados obtenidos por la planta existente en la Universidad de Málaga. Posteriormente se utilizará el reactor de carbonización cuyo diseño ya se ha comentado, y posiblemente se ensayarán otras alternativas para la eliminación de los alquitranes.

9. TRABAJOS INICIADOS QUE SE COMENTARAN EN LOS PROXIMOS INFORMES

A) Activación en CO_2 y v. de H_2O en lecho fijo. Diferentes series de carbones activos procedente de los carbones A-0, A-1 y A-2 se obtendrán a distintos tiempos de activación. Carbones -bituminosos-subbituminosos- procedentes de otras minas serán también carbonizados y activados en lecho fijo. Los carbones activos se caracterizarán y el efecto del grado de activación, de la procedencia del carbón y del gas de activación serán analizados.

B) Montaje de un pequeño reactor en lecho fluidizado.

C) Estudio de variables del proceso de fluidización y porosidad de carbones activos. Variables como temperatura y tiempo de activación, velocidad de fluidización y tamaño de partícula serán analizados.

D) Una vez realizado el apartado anterior se procederán a la preparación carbones activos en CO_2 y v. de H_2O . Las características de los carbones obtenidos se compararán con las obtenidas en lecho fijo. Se deducirán las condiciones óptimas de preparación en lecho fluidizado -primero en CO_2 - y después en v. de H_2O .

E) Puesta a punto del sistema experimental de adsorción de disolución.

F) Puesta a punto de la planta piloto con horno rotatorio en la que se comenzará con el proceso de activación en CO_2 y más adelante se estudiará el de vapor de agua.

G) Se continuará con el diseño de la planta piloto en lecho fluidizado.

Alicante, 30 de Septiembre de 1991.



Fdo. Angel Linares Solano
Catedrático de Química Inorgánica
Investigador Principal del Proyecto

O C I C A R D O N - CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Nº EMPRESA UNIVERSIDAD DE ALICANTE
TITULO CARBONES ACTIVOS A PARTIR DE CARBONES SUBBITUMINOSOS

FECHA	PREVISION INICIAL	ULTIMA PREVISION
INICIACION	Julio 1990	
CONCLUSION	Julio 1993	

IMPRESO - A

MEMORIA

INFORME ANUAL

INF. TRIMESTRAL

FECHIA 30/09/91

PREVISION INICIAL
ULTIMA PREVISION
REALIZACION
CONCLUSION & SUSPEN



UNIVERSITAT D'ALACANT
UNIVERSIDAD DE ALICANTE

DEPARTAMENT DE QUÍMICA INORGÀNICA I ENGINYERIA QUÍMICA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA INORGÁNICA E INGENIERÍA QUÍMICA

Ap. Correus 99 - E - 03080 ALACANT - Telf. 96/566 1150. Ext. 1135 - 1140 - Telex 68 616 - Fax 96/566 88 67

Proyecto de Investigación: CARBONES ACTIVOS A PARTIR DE CARBONES SUBBITUMINOSOS ESPAÑOLES

Referencia: Carbones Activos Fase II. C-23.175

**Quinto informe, correspondiente al periodo 1 de Octubre al 31 de Diciembre de 1991.
Resumen de la labor realizada durante el primer año.**

El presente informe recoge las actividades realizadas, durante el periodo 1 de Octubre al 31 de Diciembre, por los distintos centros involucrados en el proyecto: División de Química Inorgánica, División de Ingeniería Química (U. de Alicante), Departamento de Química Inorgánica (U. de Granada) y Departamento de Ingeniería Química (U. de Málaga).

En este informe, al igual que se hizo en el tercero, se presentarán de forma individual los informes realizados por los distintos centros, lo que permite dar una visión del conjunto del trabajo realizado.

Alicante, 20 de Diciembre de 1991.

Fdo. A. Linares Solano
Director del Proyecto.

Proyecto de investigación: "CARBONES ACTIVOS A PARTIR DE CARBONES SUBBITUMINOSOS ESPAÑOLES". Informe correspondiente al periodo 1 de Octubre al 31 de Diciembre de 1991.

DIVISION DE QUIMICA INORGANICA (UNIVERSIDAD DE ALICANTE)

El trabajo realizado por la División de Química Inorgánica (Universidad de Alicante) durante este trimestre se ha centrado en el proceso de carbonización y de activación en lecho fijo (tanto en CO₂ como en vapor de agua) de varios carbones, aunque como ya señalabamos en nuestro informe anual, nos hemos venido centrando (y así lo continuaremos haciendo) en los carbones procedentes de Puertollano.

Carbonización:

La etapa de carbonización se ha realizado en corriente de N₂ con un flujo de 80 ml/min., a una velocidad de calentamiento de 5°C/min hasta 850°C, la cual se mantiene constante durante un periodo de 2 h.

Tres carbones procedentes de Puertollano (carbones A-0, A-1 y A-2) así como un carbón antracítico procedente de Asturias (previamente oxidado en corriente de aire) han sido carbonizados y activados. La elección de estos carbones está basada principalmente en sus contenido en cenizas; el uso de la antracita es sólo con fines comparativos.

Activación:

La etapa de activación en lecho fijo se ha realizado tanto en CO₂ como vapor de H₂O/N₂. La temperatura usada es 850°C y el tiempo de activación ha sido variado con el fin de conseguir diferentes porcentajes de activación. La presión parcial de vapor de agua ha sido en todos los casos de 0.5.

Caracterización de los carbones activos:

La adsorción física de gases, tanto en CO₂ a 273 K como en N₂ a 77 K, y la porosimetría de mercurio han sido las técnicas usadas para caracterizar las propiedades texturales de los carbones activos preparados.

Resultados y discusión:

La Tabla 1 recoge las muestras preparadas y las propiedades adsorbentes de las mismas. La nomenclatura usada pone de relieve el origen del carbón (serie A, procedente de Puertollano, diferenciada por sus contenidos en cenizas; A-0 (19%); A-1 (11%) y A-2 (7%) y la serie CUA1 procedente de Asturias). La nomenclatura señala el porcentaje de activación conseguido, en función del tiempo de activación usado y el agente activante (las muestras preparadas con vapor de agua llevan en su nomenclatura la letra V).

En la tabla se han recogido las áreas (expresadas por gramo de carbón activo, incluyendo sus cenizas) obtenidos a partir de la adsorción de CO₂ y N₂. Las áreas de CO₂ están relacionadas con los microporos estrechos (<7 Å) mientras que las de N₂ incluyen

TABLA 1

MUESTRA	S (m ² /g)		V (cm ³ /g)		
	N ₂ (BET)	CO ₂ (DR)	V _{micro}	V _{meso}	V _{macro}
AO-0	--	319	0.122	---	0.127
AO-18	--	412	0.158	---	0.115
AO-46	--	496	0.188	---	0.206
A1-0	--	373	0.142	---	0.093
A1-29	551	578	0.221	0.069	0.128
A1-42	656	600	0.230	0.083	0.107
A1-57	749	606	0.282	0.096	0.203
A1-67	845	641	0.325	0.117	0.280
A1-v22	449	516	0.197	0.052	0.034
A1-v42	589	554	0.256	0.103	0.166
A1-v69	876	602	0.388	0.147	0.087
A2-0	--	380	0.145	---	0.104
A2-21	504	595	0.227	0.027	0.048
A2-39	680	654	0.250	0.055	0.098
A2-53	917	778	0.297	0.109	0.139
A2-v16	444	511	0.195	0.040	0.072
A2-v39	693	634	0.242	0.078	0.072
A2-v79	1019	555	0.212	0.307	0.219
CUA1IV-0	--	316	0.121	---	0.038
CUA1IV-31	348	463	0.177	0.135	0.100
CUA1IV-48	408	531	0.203	0.254	0.128
CUA1IV-76	792	572	0.219	0.877	0.260
CUA1IV-v24	380	513	0.196	0.013	0.021
CUA1IV-v41	574	589	0.225	0.022	0.084
CUA1IV-v49	730	647	0.247	0.065	0.117

también poros mayores como son los supermicroporos.

Los volúmenes de microporos de la tabla se han obtenido de la adsorción de CO₂, mientras que los de meso y microporos se han obtenido a partir de la porosimetría de mercurio.

Conclusiones:

1 - Al aumentar el tiempo de activación y por tanto el porcentaje de activación, aumenta la capacidad absorbente del carbón activo resultante (aumentan las superficies y los volúmenes de poros).

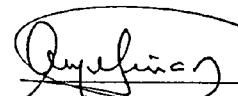
2 - Para porcentajes de activación comparables, la activación en vapor de agua desarrolla más la mesoporosidad del carbón que la realizada en CO₂. La microporosidad se desarrolla de forma parecida en ambos gases.

3 - Los carbones bituminosos de la serie A (excepción del A-2 que contiene un 19% de cenizas en el carbón original) son más interesantes que el carbón antracítico. En todos los casos las propiedades adsorbentes conseguidas a partir de la serie A son muy superiores al conseguido con el carbón antracítico.

4 - De los carbones de la serie A, sin duda, el procedente de la serie A-2 que es el que menos porcentaje de cenizas presenta, es el que mejor resultados proporciona. De aquí concluimos que es muy interesante para el desarrollo futuro del proyecto que podamos conseguir reducir el contenido en materia mineral de este carbón. En este sentido se están llevando a cabo investigaciones en la Universidad de Granada y en Cagliari (Italia) en colaboración con la Universidad de Alicante para conseguir este objetivo.

Trabajos en fase de desarrollo:

El montaje del reactor en lecho fluidizado se acaba de finalizar. En él se estudiarán la activación en CO₂ y en vapor de agua una vez que se hayan analizado las condiciones de fluidización óptimas.



Do: Angel Jimenez

Alicante , 20 de diciembre de 1991

Proyecto de investigación: "CARBONES ACTIVOS A PARTIR DE CARBONES SUBBITUMINOSOS ESPAÑOLES". Informe correspondiente al período 1 de Octubre al 31 de Diciembre de 1991.

DIVISION DE INGENIERIA QUIMICA (UNIVERSIDAD DE ALICANTE)

DISEÑO DE PLANTA PILOTO MULTITAPAS DE LECHO FLUIDIZADO PARA LA ACTIVACIÓN DE CARBON MINERAL CON VAPOR DE AGUA

1.- BASES PRELIMINARES DE DISEÑO.

En este apartado se describen las bases preliminares establecidas para la planta piloto para luego desarrollar los distintos elementos que formarán la planta. La planta será diseñada lógicamente para trabajar en distintas condiciones, a distintos caudales y con partículas diferentes. En la mayoría de los casos se adoptará el criterio de condiciones más desfavorables.

El reactor es de multietapas en contracorriente, y evidentemente la densidad media de los sólidos en cada etapa será diferente, debido al distinto grado de activación que tendrá el carbón en cada etapa. De acuerdo con los resultados obtenidos por la división de Química Inorgánica de la Universidad de Granada, la densidad del carbón en su estado mineral es $\rho = 1.39 \text{ g/cm}^3$, mientras que la densidad del carbón pirolizado y activado al 50% es $\rho = 0.96 \text{ g/cm}^3$. Estos valores se considerarán como los extremos de densidad de partícula en el interior del reactor. Por otra parte, hay que considerar que en la pirólisis-activación, no hay prácticamente reducción de tamaño. Además, en el caso de realizarse la alimentación del carbón en su estado mineral (se comentó en un informe anterior que se podría alimentar con carbonizado producido en un reactor adjunto), se produciría la desvolatilización flash del material de forma prácticamente instantánea, a medida que se adiciona; por lo que el material perdería un 30% de su peso al entrar al reactor.

2.1. NUMERO DE ETAPAS.

Se ha seleccionado un número de etapas o cámaras de reactor de 3, con introducción de tabiques deflectores que disminuyan la retrómezcla de las partículas en su paso por cada una de las tres cámaras.

2.2 TEMPERATURA Y TIEMPO DE RESIDENCIA.

El reactor se diseñará para una temperatura de trabajo de 850°C. De acuerdo con Matsui y col.[1] el tiempo de residencia en un reactor de lecho fluidizado en continuo para la reacción de gasificación de carbón con vapor de agua es de 2 horas para un grado de quemado del 50%.

$$T = 850^\circ\text{C} ; \quad \tau = 2 \text{ h}$$

3. DISEÑO DE LA PLANTA.

3.1. MASA POR ETAPA Y DIMENSIONES.

Para $\tau = 2 \text{ h}$ y caudal de alimentación de $F = 35 \text{ kg/día}$, se deduce que la masa en el interior del reactor debe ser de:

$$W = \tau F / 24 = 2.916 \text{ kg en el interior del reactor.}$$

Cada lecho deberá tener:

$$w = W/3 = 0.972 \text{ kg} = 972 \text{ g por lecho.}$$

La sección del reactor será de 150 cm^2 libres (excluido el downcomer). Se ha elegido esta sección en función de un compromiso entre el consumo de vapor para fluidizar y el tamaño del reactor (altura del lecho para la producción proyectada).

El diámetro interior del downcomer será de 2 cm, con objeto de evitar la formación de puentes y taponamientos para los tamaños de partícula superiores. El diámetro exterior será de 2.4 cm. Así, después de realizar cálculos, se obtiene que el diámetro del reactor será de 14 cm, si el diámetro exterior de los downcomers es de 2,4 cm. La altura de un lecho de sólidos obtenida a partir de datos calculados, y teniendo en cuenta la porosidad del lecho de partículas, da un resultado de 14 cm, que

es la misma que el diámetro interno del reactor.

3.2. PLACAS DISTRIBUIDORAS.

Las placas distribuidoras a construir para la planta piloto serán de placas perforadas, habiéndose descartado los distribuidores de campanas por ser los lechos de partículas muy bajos (de 14 cm), por lo que un distribuidor de campanas no produciría una buena distribución ni una buena fase-emulsión homogénea. El diámetro de los orificios será de 1 mm, ya que no pueden ser mayores. De otro modo, las partículas más pequeñas caerían de un lecho a otro (de hecho el tamaño de partícula de 0.84 - 1.14 deberá modificarse a mayor que 1 mm). Menores diámetros de orificio supondrían mayores velocidades de orificio y jets con mayor influencia y mayor pérdida de carga, además de la dificultad en la construcción.

Se han diseñado dos tipos de distribuidores. Debido a la existencia de downcomers en el sistema, la pérdida de carga en las placas distribuidoras intermedias no puede ser muy grande, de otro modo la altura del downcomer tendría que ser muy elevada para que el gas fluidizante no pueda escapar por el downcomer. Para la primera placa, al no existir el problema antes mencionado, se puede diseñar para que tenga una pérdida de carga mayor, y por tanto una mejor distribución, pero para las dos siguientes hay que tener en cuenta que, para que el sistema funcione correctamente, la pérdida de carga del lecho más el distribuidor ha de ser menor que la perdida de carga existente en el downcomer lleno de sólidos. Hay que tener en cuenta que tampoco se puede diseñar un distribuidor con una pérdida de presión muy reducida, por existir en este caso muchos problemas de distribución, con muchos caminos preferenciales como se comprobó en sistemas de metacrilato en laboratorio.

- Diseño primera placa.

En este caso seguiremos el criterio Kunii-Levenspiel [2] de

tomar como pérdida de carga del distribuidor 35 cm de agua. Realizados los cálculos oportunos, se obtiene un área libre de 2.36%, en los que se incluyen 3 orificios/cm², siendo estos de 1 mm.

- Diseño de la segunda y tercera placa.

En este caso no se puede tomar el criterio Kunii-Levenspiel de para la pérdida de carga del distribuidor el máximo entre 35 cm de agua y 10% la del lecho. Como se comentó anteriormente, hay que diseñarla de tal manera que $\Delta P_l + \Delta P_d < \Delta P$ de los sólidos en el downcomer. Según Zuiderweg [3]:

$$\Delta P_d = (0.2 - 0.4) \Delta P_l$$

De esta manera, y de acuerdo con los resultados de distintas pruebas realizadas en sistemas de metacritato sobre la fluodinámica de reactores de lecho fluidizado multietapas con downcomers alimentado en continuo, se toma para el diseño que la pérdida de carga del distribuidor sea un 25% la pérdida de carga del lecho. Se realizaron cálculos para obtener el área libre necesaria para que la pérdida de carga sea un 25% la del lecho a distintas condiciones de fluidización. Para el diseño de estas placas, en lugar de considerar el caso más desfavorable, se ha seleccionado un área libre que produzca una pérdida de carga razonable en ambos extremos teniendo en cuenta la existencia de downcomers. Así se eligió un área libre de 6.28% correspondiente a 8 orificios/cm².

En resumen:

$$D_{or} = 1 \text{ mm}$$

PRIMERA PLACA: AL = 2.36%; Nor = 3 orif/cm²

PLACAS INTERMEDIAS: AL = 6.28%; Nor = 8 orif/cm²

3.3. TDH Y ALTURA DE CADA CAMARA.

La longitud TDH (Transport Disenganging Height) necesaria para cada uno de los tres lechos del reactor, en el que en cada uno hay una masa de 972 g de carbón y que fluidizados alcanzan una altura de 14 cm, en reposo o lecho fijo ocuparán ($\varepsilon_s=0.45$, $\varepsilon_{mf}=0.5$):

$$\frac{1 - \varepsilon_s}{1 - \varepsilon_{mf}} = \frac{H_{mf}}{H_s} \quad \longrightarrow \quad H_s = 12.7 \text{ cm}$$

Por tanto para determinar la TDH o longitud de freeboard necesaria para que el arrastre de finos sea mínimo, según Sorocco y col.[4] (para el caso más desfavorable $U_o = 299.46 \text{ cm/s}$, $D_p = 2.42 \text{ mm}$):

$$TDH \text{ (m)} = 1200 H_s R_{ep}^{1.55} A_r^{-1.1}$$

$$H_s = 0.127 \text{ m}; R_{ep} = \frac{U_o D_p \rho_g}{\mu} = 31.78$$

$$A_r = \frac{g D_p^3 (\rho_s - \rho_g) \rho_g}{\mu^2} = 14176.33$$

$$TDH = 0.88 \text{ m}$$

La TDH necesaria son pues 98 cm, que sumándole los 14 cm de lecho de sólidos, se necesitaría que cada cámara midiera 102 cm como mínimo para que cumpliera la condición de TDH. Sin embargo, estas condiciones se necesitarían sólo para las condiciones más desfavorables. Por el criterio de los downcomers, 75 cm resultan suficientes y tres lechos, más el precalentador, más el alimentador, más la recogida de sólidos darían una altura total muy próxima al límite disponible. Además se coloca un ciclón para eliminar un arrastre de finos. Por todo ello, se ha decidido una altura por lecho de 75 cm.

L = 75 cm

3.4. ELEMENTOS DEL REACTOR.

Una vez decididas las dimensiones del reactor, las piezas mecánicas en las que se divide serán las siguientes:

- Tres bloques de reactor cilíndricos, sin fondo, de diámetro interno 14 cm y 75 cm de longitud, con dos coronas circulares en ambos extremos de 14 cm de diámetro interno y 34 cm de diámetro externo y 1.5 cm de espesor, con seis orificios a 12 cm del centro para unir los distintos bloques con los distribuidores y entre si. Dos de ellos llevan una anilla para servir de guia y sujeción a los downcomers correspondientes. Además dispone de sus correspondientes tabiques deflectores. Sólo se muestra el plano 1, correspondiente al bloque superior, ya que los otros son similares.

- Tres platos perforados circulares, de 34 cm de diámetro y 1.5 cm de espesor, siendo la zona perforada de orificios el círculo central de 14 cm de diámetro, teniendo dos platos 8 orificios/cm² y la restante 3 orificios/cm², incluyéndose en esta zona central un orificio de 2,4 cm de diámetro para el paso del downcomer, como se observa en el plano 5. Como en el caso de los bloques, lleva en la zona no perforada 6 orificios en los vértices de un hexágono inscrito en un círculo de 12 cm de diámetro de 1.5 cm de diámetro para su unión a los bloques del reactor. Se muestra sólo uno de ellos en el plano 2.

- Una tapa superior del reactor circular (plano 3), colocada en la parte superior del tercer bloque, de 34 cm de diámetro y 1.5 cm de espesor con dos tubos de entrada de una pulgada de diámetro, uno de entrada del alimentador, y otro de salida de gases del reactor, que irá directamente al ciclón para recoger los finos arrastrados. También lleva los seis orificios descritos

en las piezas anteriores.

- Un bloque precalentador-distribuidor (plano 4) que está en la parte inferior del reactor, cilíndrico de 14 cm de diámetro interno y 50 cm de largo, cerrado por la parte inferior y abierto por la superior. En el extremo superior lleva una corona circular igual a la de los bloques para su unión con tuercas y tornillos al primer plato perforado y bloque. En su parte inferior, cerrada, lleva un difusor de gases en el centro de la rejilla, cilíndrico, de 5 cm de diámetro y 5 de altura, con orificios rectangulares de 0.5x5 cm en el lateral del cilindro. Este precalentador-predistribuidor llevará en su interior esferas de cerámica de 1 cm de diámetro, actuando éstas para calentar el gas al entrar al reactor.

- Además cada bloque y precalentador dispone de la vaina de un termopar de 0.6 cm d.i. y 1 cm de d.e... También llevan una toma de presión de las mismas características, pero de 2 cm de diámetro interno, tal y como se muestra en los planos correspondientes.

- Respecto a los downcomers, estos son tubos cilíndricos de 2.0 cm de d.i. y 2.4 cm de d.e. y la longitud de éstos se calculará por suma de los siguientes tramos:

- a) 14 cm de altura del lecho.
- b) 1.5 cm de espesor del plato perforado.
- c) 75 cm de todo un bloque menos 1.5 cm por encima del distribuidor inmediatamente inferior.
- d) 2 cm de las juntas.

Esto hace un total de 92.5 cm de downcomer, de los cuales se necesitarán un total de tres. Hay que resaltar que el downconer del primer distribuidor es para la salida de producto final, y le

seguiremos dando la misma dimensión en longitud para que salga por la parte inferior del precalentador con una longitud cómoda de trabajo. Este downcomer irá soldado a la base del precalentador. La longitud de los downcomers podrá variarse.

Todas estas piezas están construidas con acero refractario.

3.5. DISEÑO DEL CICLON.

En ellos se realiza la separación centrífuga de la partículas finas arrastradas por los gases de combustión. De entre los distintos diseños de ciclones se ha elegido el correspondiente a alta eficacia de separación que tiene las dimensiones características mostradas en la figura 1 [5]. Su diseño se realiza en estos casos a partir de la velocidad de entrada de los gases, que debe estar comprendida entre 10 y 30 m/s, con un valor óptimo de 15 m/s. En este caso, en el que ha de operar el ciclón en un rango de carga muy amplio, se ha diseñado para que trabaje en condiciones óptimas con la carga habitual prevista para el reactor. Por ello se ha diseñado a una velocidad de entrada óptima (15 m/s) para una velocidad en el reactor de 2 m/s.

El ciclón se ha diseñado para una temperatura de entrada de los gases de 800°C y a una velocidad de entrada de 15 m/s. Se cumplirá la siguiente expresión:

$$Q_{N_{\text{gases}}} \frac{1073}{273} - \frac{1}{3600} = 0.2 D_c 0.5 D_c 15$$

donde $Q_{N_{\text{gases}}}$ es el caudal normal de gases de gasificación (a la salida del reactor y D_c es el diámetro interior del ciclón. En este caso para $Q_{N_{\text{gases}}} = 27.40 \text{ Nm}^3/\text{h}$, correspondiente a una velocidad de 2 m/s en el interior del reactor se obtiene un tamaño óptimo de

$$D_c = 14 \text{ cm}$$

En la figura 1 se muestran los detalles de construcción de este ciclón.

3.6. DISEÑO DE ALIMENTADOR Y TOLVA.

El alimentador continuo que introducirá el carbón mineral por la cabeza del reactor o por la tercera cámara es un tornillo sinfín. Para su diseño se tomarán los mayores caudales de alimentación de $F = 50$ kg/día de carbón subbituminoso. Hay que tener en cuenta que al estar unido el alimentador directamente en la parte superior del tercer bloque, da al freeboard, por lo que el gas podría salir por el alimentador. Para impedirlo hay que provocar una pérdida de carga del gas lo suficientemente grande para que no ocurra este fenómeno. Por ello el sinfín será de tipo macizo, en el que el diámetro del helicoide del tornillo sea prácticamente igual a su carcasa, y los sólidos en vez de ser arrastrados por el tornillo hagan todo el recorrido en la cavidad.

El alimentador lleva en su parte superior una tolva donde se almacenan los sólidos que serán alimentados al reactor. Está tiene una capacidad de 100 litros en su parte cilíndrica únicamente a sumarle un 20% más en el cono de descarga. El diámetro del tubo de descarga de la tolva es de 3 cm, igual que el diámetro del sinfín alimentador. Los detalles pueden observarse en el plano 9.

3.7. HORNOS ELECTRICOS.

Se ha decidido la utilización de hornos eléctricos. Serán cuatro elementos calefactores en total, tres para los tres bloques o cámaras del reactor, cuya longitud a lo largo será de 75 cm, y un cuarto para el precalentador-predistribuidor de 50 cm de longitud. La potencia necesaria para cada uno de ellos se ha calculado para el caso en que la corriente de gas fluidizante se encuentre a 600°C. Si entra a 600°C al precalentador, cuando abandone éste, ya deberá estar a 850°C, por tanto:

- Caudal de entrada al reactor en el caso más desfavorable= 42.11 kmol/día.

Composición $X_{H_2O} = 0.5$; $X_{CO} = 0.14$; $X_{H_2} = 0.28$; $X_{CO_2} = 0.07$.

Peso molecular de la corriente 16.56 kg/kmol.

Capacidades caloríficas medias de la mezcla: $C_p(600) = 9.16$ kcal/kmol K; $C_p(850) = 8.81$ kcal/kmol K. $C_{pm} = 8.895$ kcal/kmol K.

Por tanto, la potencia a aportar por el horno será:

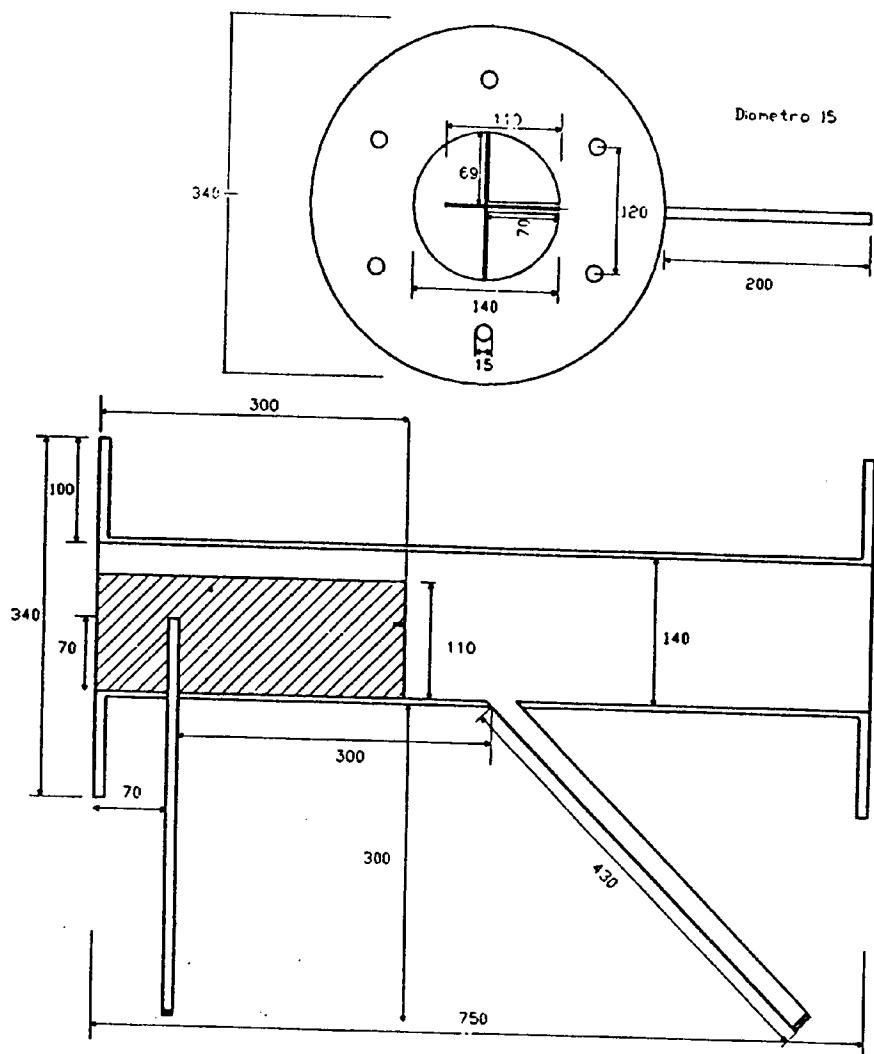
$$Q = F C_{pm} \Delta T = 94589 \text{ kcal/día} = 4.57 \text{ kW}$$

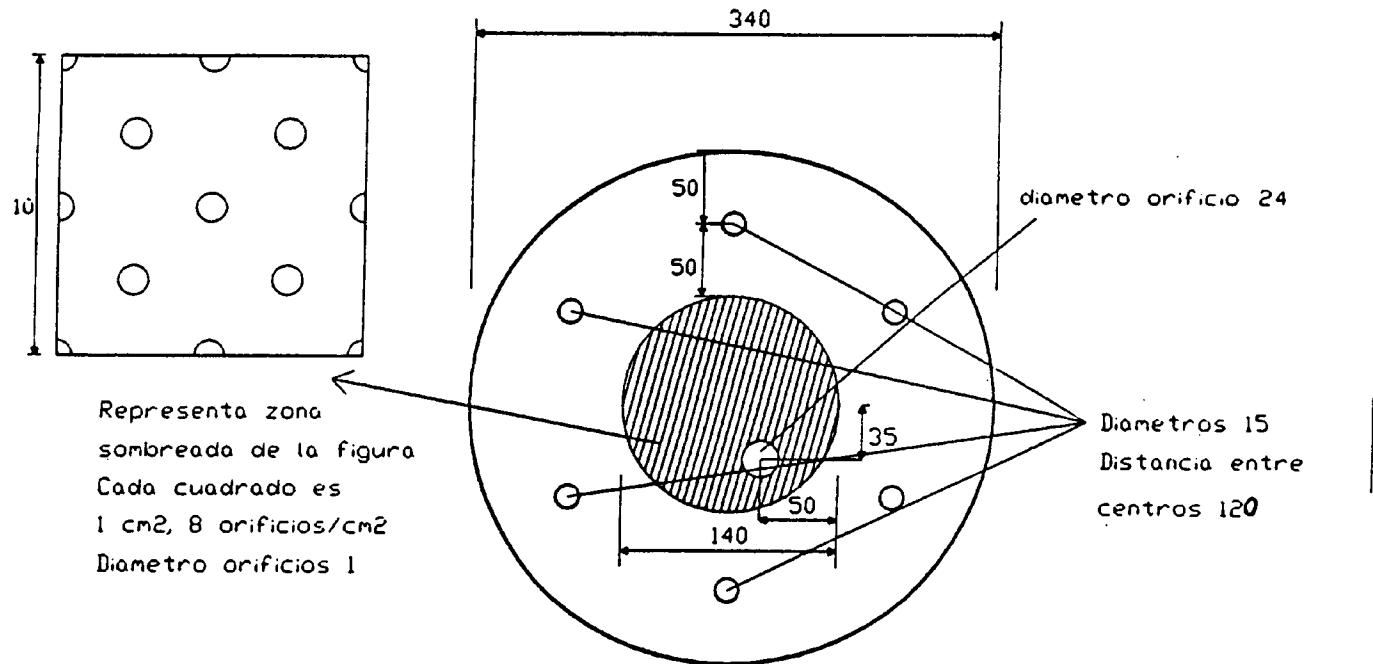
Suponiendo un 20% de pérdidas de calor , la potencia necesaria para el horno será de 5.5 kW. De cualquier forma, por si luego es necesario hornos de mayor potencia, se instalan de 8 kW.

Esta sería la potencia necesaria para para calentar los gases de 600 a 850°C en el precalentador únicamente, por lo que la potencia de los hornos destinados a mantener esa temperatura y calentar los sólidos sería menor. De todas maneras el resto de los hornos son diseñados para la misma potencia, aunque obviamente no será necesario que funcionen a plena carga.

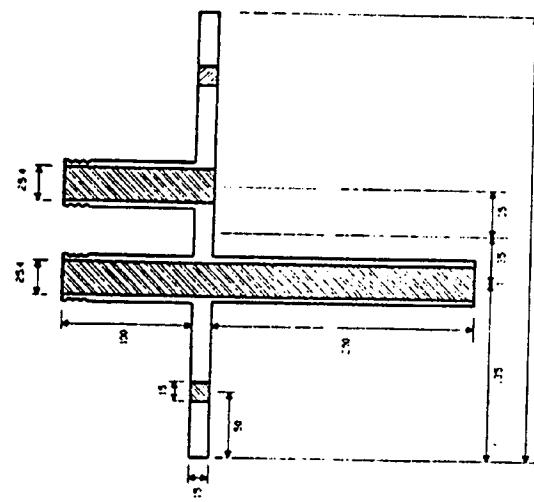
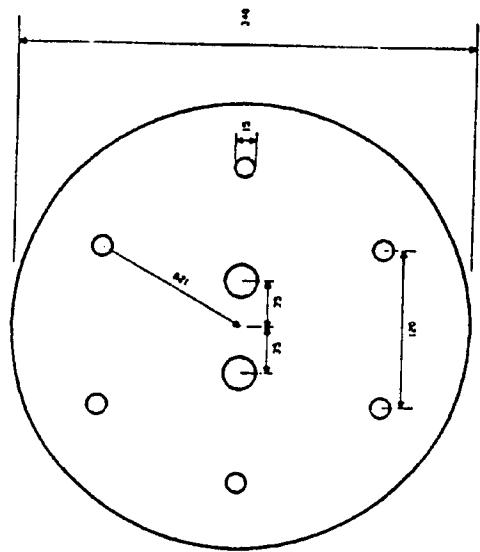
Respecto a la forma de estos hornos, debido a que el reactor es cilíndrico y de mucha longitud, se diseñan de tal manera que sin tener que desmontarlos por completo se pueda acceder a desmontar en reactor directamente. Esto se consigue siendo el horno de dos piezas, simétricas, que reposan sobre dos rieles (ver figura 2). De esta forma cuando vaya a funcionar la planta se unen las dos partes del horno empujándolas sobre sus rieles. Cuando haya que desmontar el reactor por cualquier motivo se empujan las dos partes del horno hacia los lados, pudiéndose entonces trabajar sin problemas sobre la parte del reactor que interese. Esto será igual para que cualquiera de los cuatro hornos.

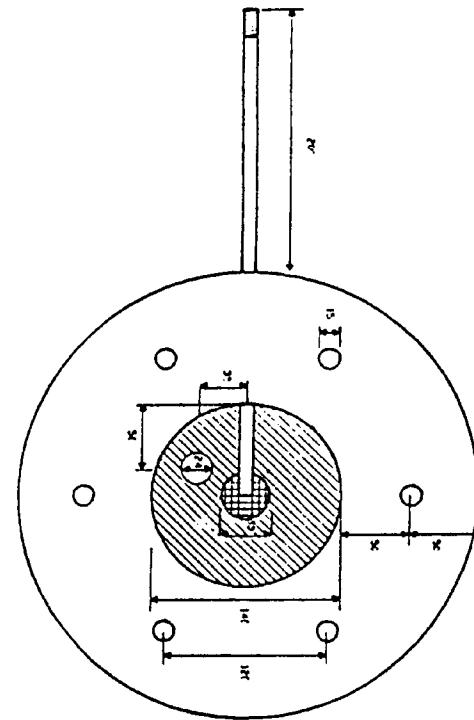
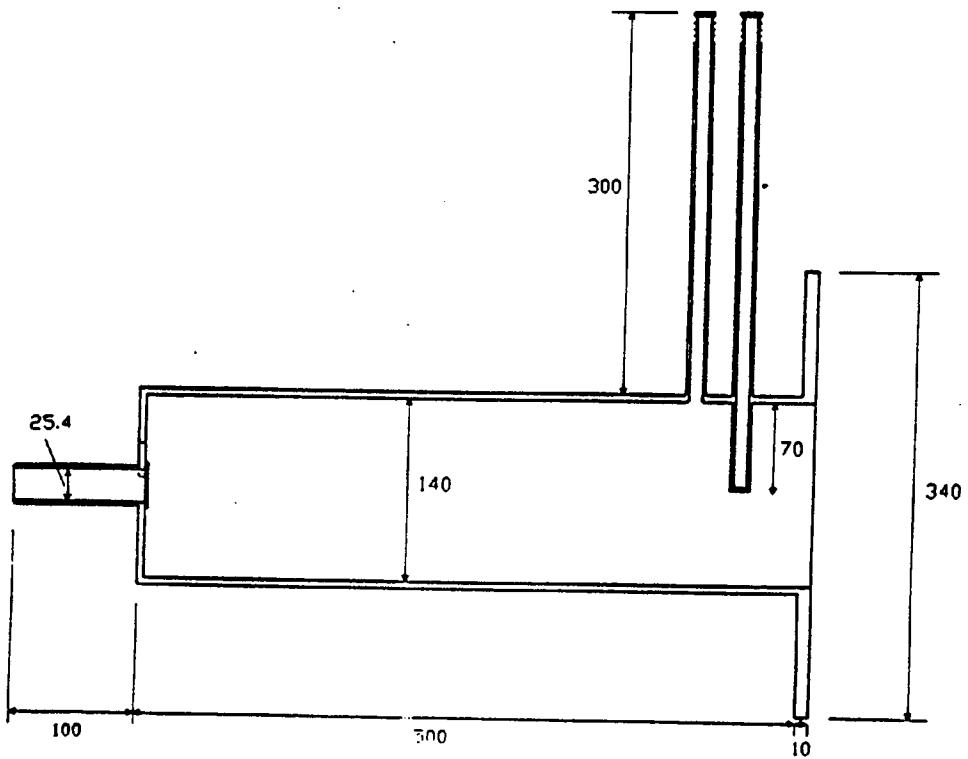
PLANO 1





PLANO 3





PLANO 4

PLANO 5

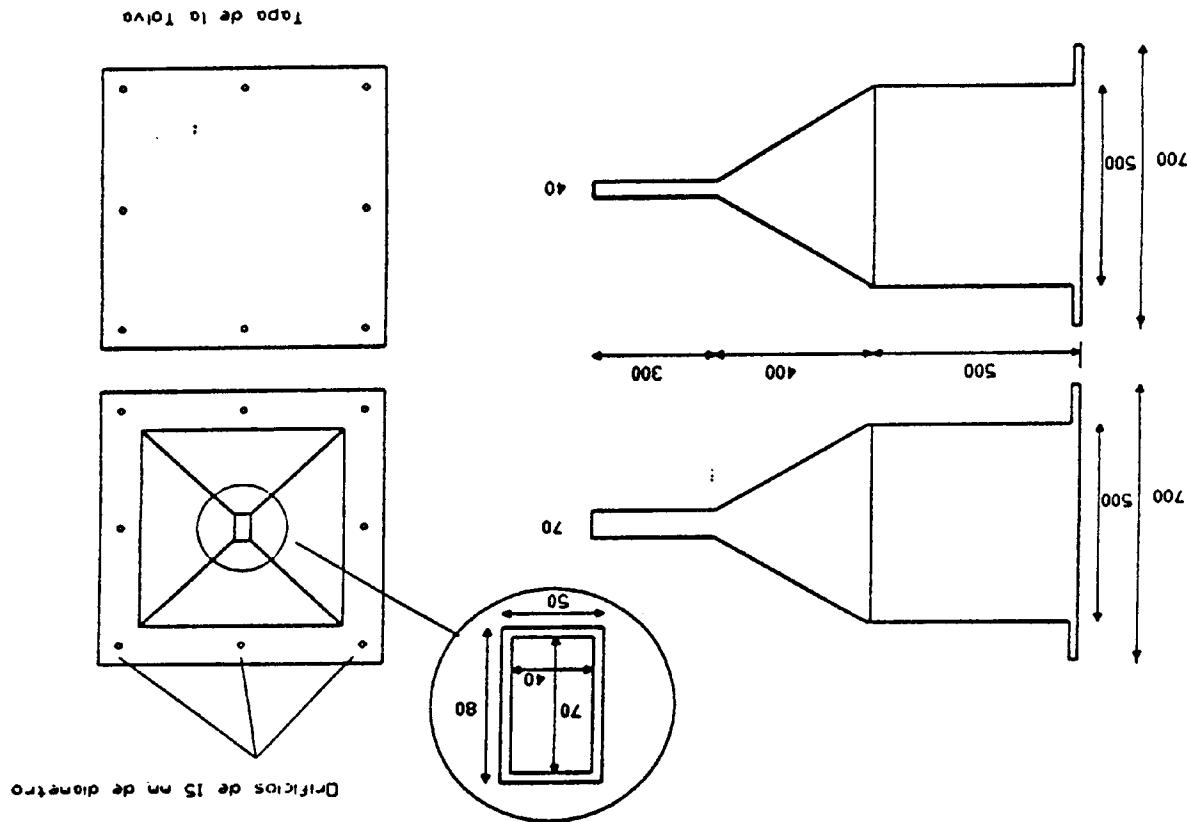


FIGURA 1

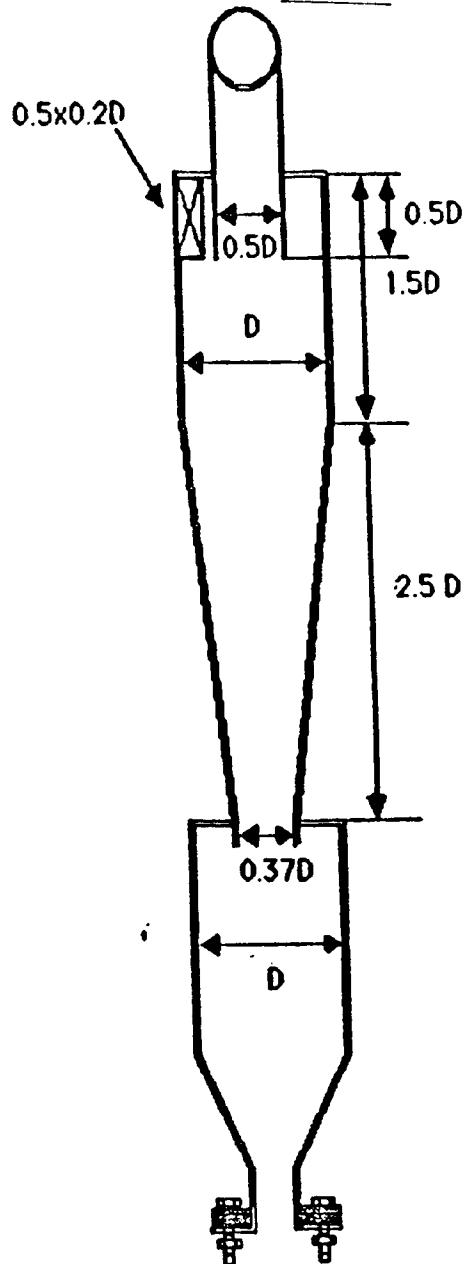


FIGURA 2

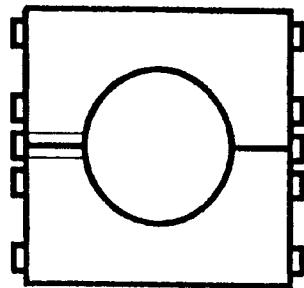
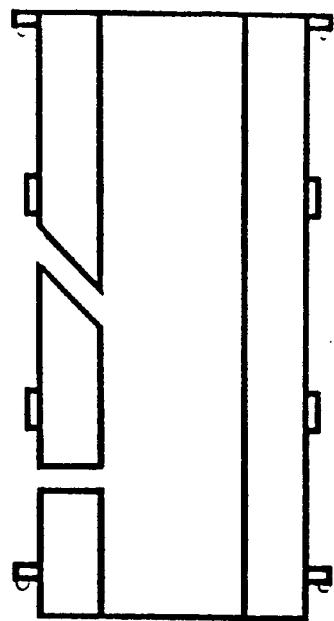
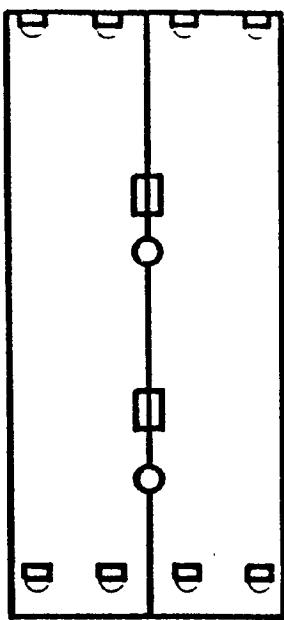


FIGURA 3

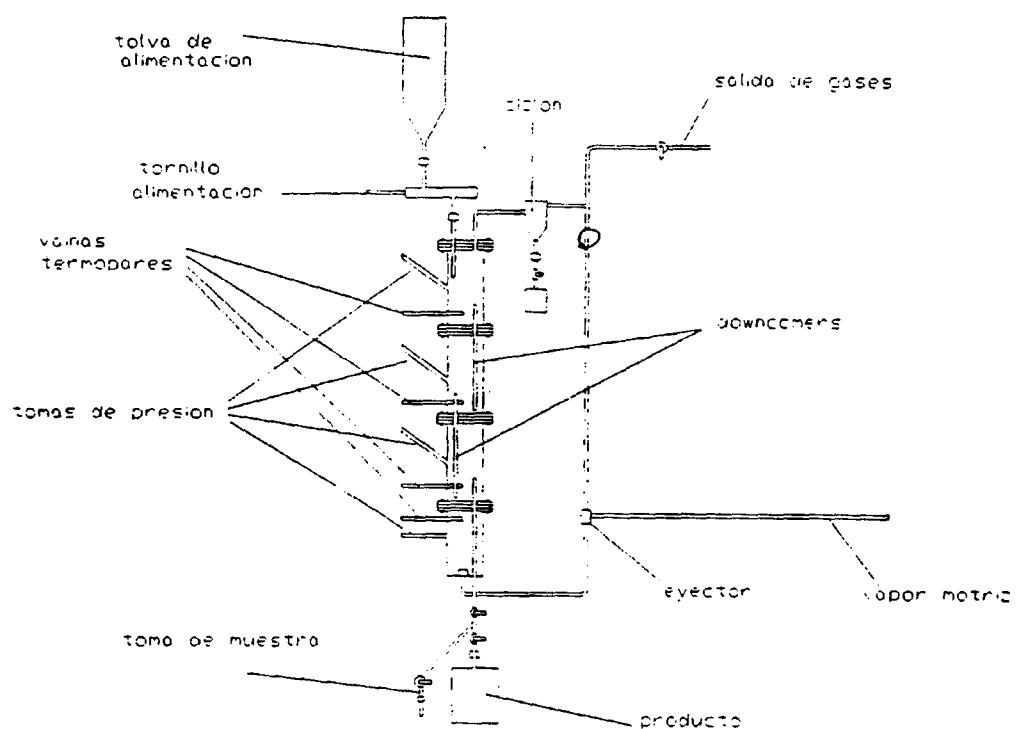
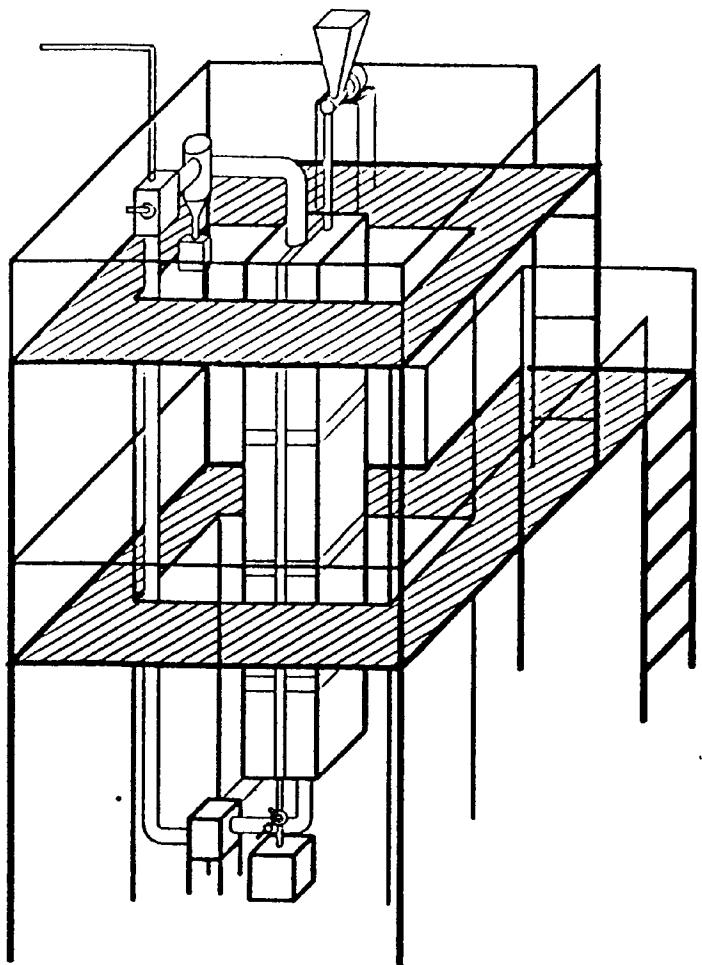


FIGURA 4



Proyecto de investigación: "CARBONES ACTIVOS A PARTIR DE CARBONES SUBBITUMINOSOS ESPAÑOLES". Informe correspondiente al periodo 1 de Octubre al 31 de Diciembre de 1991.

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA INORGÁNICA (UNIVERSIDAD DE GRANADA)

El trabajo realizado por el grupo de Química Inorgánica de la Universidad de Granada, durante el periodo señalado, está relacionado con la preparación de carbones activos y con su caracterización, con vistas a su uso en procesos de eliminación de contaminantes de tipo fenólicos. El efecto de la materia mineral es importante en este estudio por lo que se están preparando carbones activos procedentes de carbón previamente desmineralizado en HCl y HF como se describe a continuación.

EXPERIMENTAL

El carbón de partida para este estudio es un carbón bituminoso de Puertollano que denominamos carbón A. Humedad: 14.6%; Materia volátil: 21.6%; Cenizas: 11.5%; Porcentaje de carbono fijo: 67%.

El carbón se molió y tamizó, seleccionando el tamaño de partícula comprendido entre 1-2 mm.

Una fracción de este carbón se desmineralizó siguiendo el método descrito por Bishop y Ward, que consta de las siguientes etapas:

- 1.- A 50 g de carbón se le agregan 300 cm³ de HCl 5N. La mezcla se agita durante 1h a la temperatura de 333 K.
- 2.- Transcurrido este tiempo, se filtra el carbón y se le adicionan 300 cm³ de HF concentrado, el sistema se agita durante 1h a 333 K.
- 3.- Se filtra el carbón y se mezcla con 200 cm³ de HCl concentrado, manteniendo la mezcla a 333 K durante 20 minutos.
- 4.- Se lava el carbón con agua destilada, sucesivas veces, hasta la ausencia de cloruros en las aguas de lavado.

A la muestra así obtenida se le denominará como A_{Cl,F}.

Otra fracción de carbón A se desmineralizó siguiendo el método descrito anteriormente, pero exceptuando la 2^a etapa; es decir, sin tratarla con HF. A esta muestra se le denominará A_{Cl}.

Tanto el carbón original (A), como las fracciones desmineralizadas (A_{Cl,F} y A_{Cl}) se pirolizaron a 1123 K (10 K/min), durante una hora, en un flujo de N₂ (300 cm³/min). Las muestras pirolizadas se denominarán añadiendo una P a la correspondiente muestra original.

Las tres muestras pirolizadas fueron activadas con vapor de agua a 1113 K durante diferentes períodos de tiempo. Los tiempos de activación, el porcentaje de quemado y el contenido en cenizas de estas muestras se recogen en la Tabla 1.

**Tabla 1.- Tiempos de activación, porcentajes de quemado
y cenizas de los carbones activos.**

Muestra	t activación (h)	% Quemado	% Cenizas
A	-	-	11.50
AP	-	-	12.95
AP-2.5	2.5	16	13.60
AP-5	5	30	16.70
AP-10	10	48	24.70
A _{C1}	-	-	8.20
AP _{C1}	-	-	12.30
AP _{C1} -5	5	39	19.40
AP _{C1} -10	10	57	26.10
A _{C1-F}	-	-	0.60
AP _{C1-F}	-	-	1.20
AP _{C1-F} -5	5	40	1.70
AP _{C1-F} -10	10	55	2.20

La corriente de vapor de agua se consiguió haciendo bombear agua, con una bomba peristáltica ($1.64 \text{ cm}^3/\text{min}$), hasta un depósito colocado a la entrada del horno, donde se evaporaba y era arrastrada al interior del horno por una corriente de N_2 ($100 \text{ cm}^3/\text{min}$).

Todas las muestras de carbón activo así obtenidas se caracterizaron mediante las siguientes técnicas: adsorción de N_2 , CO_2 ; adsorción de azul de metileno; porosimetría de mercurio y densidades con mercurio y agua.

A partir de las isoterma de adsorción de N_2 a 77 K y aplicando la ecuación de BET se ha obtenido la superficie aparente de los carbonos $S_{\text{N}2}$ (Tabla 2).

Mediante la aplicación del método de D-R a las isoterma de adsorción de CO_2 a 273 K , se han obtenido los valores de superficie aparente $S_{\text{CO}2}$ de los carbonos (Tabla 2).

La técnica de porosimetría de mercurio nos ha permitido conocer el volumen acumulado de poros y la distribución de los mismos hasta un diámetro de 3.7 nm (4200 kg/cm^2). Se han determinado el volumen de poros correspondientes a poros de diámetro comprendidos entre 3.7 y 50 nm (V_2) y el correspondiente a poros de diámetro superior a 50 nm (macroporos) V_3 , así como, la superficie correspondiente a estos poros (S_{ex}). Los valores de estos parámetros se recogen en la Tabla 2.

Los datos de densidad de los carbonos obtenidos con mercurio y agua (Tabla 3), se han utilizado para determinar el volumen de poros accesible al agua, $V_{\text{H}_2\text{O}}$. Este parámetro es determinante en los procesos de adsorción de los carbonos en disolución acuosa.

El número de azul de metileno de los carbonos también se incluye en la Tabla 3.

La adsorción de clorofenol sobre las muestras de carbón activo, en disolución acuosa y a 298 K , se han llevado a cabo en condiciones estáticas; para ello, y previo a la obtención de las isoterma de adsorción, se realizaron una serie de experiencias con objeto de determinar el tiempo de equilibrio del proceso de adsorción. En estas experiencias se usaron diferentes matraces que contenían 0.1 g de carbón / 100 cm^3 de disolución de diferentes concentraciones de clorofenol; estos matraces se termostatizaron a 298 K y se mantuvieron en continua agitación durante el tiempo que duraba la experiencia. Periódicamente se medía la concentración de clorofenol hasta que ésta se mantenía constante. El tiempo máximo necesario para alcanzar el equilibrio fue inferior a diez días; sin embargo, todos los puntos de las isotermas se mantuvieron durante once días en las condiciones expuestas anteriormente antes de ser medidos, para tener la seguridad de que en todos los casos se conseguía el equilibrio.

Las isoterma de adsorción, las cuales se están determinando actualmente, se llevan a cabo mediante experiencias similares a las descritas anteriormente, utilizando la misma relación masa de carbón - volumen de disolución, y concentraciones de clorofenol superiores a 50 ppm . Las concentraciones de las disoluciones se determinan espectrofotométricamente, mediante un equipo Hitachi, modelo U2000, a una longitud de onda de 263 nm .

DISCUSION

En la Tabla 1 se puede apreciar que el contenido en cenizas del carbón original es

Tabla 2.- Valores de superficies equivalentes y
textura porosa de los carbones

Muestra	S_{N_2} (m ² /g)	S_{CO_2} (m ² /g)	V_2 (cm ³ /g)	V_3 (cm ³ /g)	S_{ext} (m ² /g)
A	34	167	0.016	0.038	32.04
AP	18	316	0.005	0.061	1.73
AP-2.5	490	530	0.017	0.096	7.93
AP-5	633	587	0.060	0.127	32.20
AP-10	828	593	0.091	0.154	46.90
A_{Cl}	40	204	0.048	0.000	29.36
AP_{Cl}	10	386	0.004	0.059	1.22
AP_{Cl-5}	770	682	0.060	0.058	32.30
AP_{Cl-10}	998	750	0.118	0.122	65.70
A_{Cl-F}	29	199	0.062	0.022	34.70
AP_{Cl-F}	<1	426	0.013	0.055	6.31
AP_{Cl-F-5}	905	694	0.095	0.119	52.30
$AP_{Cl-F-10}$	1114	744	0.126	0.141	65.30

Tabla 3.- Valores de densidad, volumen de poros accesible al agua y número de azul de metileno de los carbones activos.

Muestra	ρ_{Hg} (g/cm ³)	ρ_{H_2O} (g/cm ³)	V_{H_2O} (cm ³ /g)	nº AM (cm ³)
A	1.1987	1.370	0.104	0
AP	1.3927	1.725	0.138	0
AP-2.5	1.1856	1.885	0.313	0
AP-5	1.0642	1.824	0.391	3
AP-10	0.9586	1.908	0.519	10
A _{C1}	1.2924	1.365	0.041	0
AP _{C1}	1.3900	1.751	0.148	0
AP _{C1} -5	1.1375	1.735	0.303	6
AP _{C1} -10	0.9405	1.900	0.537	13
A _{C1-F}	1.1590	1.358	0.126	0
AP _{C1-F}	1.3219	1.729	0.178	0
AP _{C1-F} -5	0.9041	1.700	0.518	9
AP _{C1-F} -10	0.8182	.	.	15

relativamente elevado, 11.5%. Si este carbón no se desmineraliza, los carbones activos que se obtienen a partir de él presentan un contenido en cenizas bastante elevado que llega a alcanzar un valor de 24.7% para el carbón activado durante diez horas.

Cuando el carbón original se desmineraliza tratándolo sólo con HCl, su contenido en cenizas se reduce a 8.2%, con lo que el carbón activo obtenido, al activarlo durante diez horas, incrementa su contenido en cenizas hasta un 26.1%. El proceso de desmineralización es bastante más drástico cuando se trata el carbón con HCl y HF, en este caso se reduce su contenido en cenizas a 0.6%, con lo que el carbón activado durante diez horas tiene un contenido de 2.2%. Todos estos resultados indican el compuesto predominante en la materia mineral del carbón original es sílice o silicatos, los cuales son extraídos con HF; y que si se desea obtener un carbón activo con un contenido en materia mineral bajo, el carbón original debe ser desmineralizado con HCl y HF.

El carbón original, A, presenta un valor de superficie, S_{CO_2} , de 167 m²/g. El valor de este parámetro obtenido con N₂ es bastante más bajo 34 m²/g. Esta diferencia en los valores de superficie obtenidos con CO₂ y con N₂ indica que la accesibilidad del N₂ a una gran fracción de la superficie, que forma los microporos, se encuentra restringida a la temperatura a la que se lleva a cabo el proceso de adsorción, 77 K. Es decir, la superficie más real del carbón es la obtenida a partir del proceso de adsorción CO₂ a 273 K. El valor de la superficie del carbón original aumenta ligeramente con los procesos de desmineralización, alcanzando valores próximos a 200 m²/g.

Cuando la muestra de carbón original y las desmineralizadas se pirolizaron, se desarrolló su superficie aparente como consecuencia de la apertura en porosidad, que tiene lugar durante el proceso de eliminación de la materia volátil. El incremento en superficie fué mayor en el caso de la muestra desmineralizada con HCl y HF, siendo este incremento del 114% con relación a la superficie de la muestra de partida. En el carbón original y en la muestra desmineralizada con HCl el incremento en superficie fue del 89%. Estos resultados se pueden explicar considerando el efecto de bloqueo que presenta la materia mineral presente en estas dos últimas muestras.

Es interesante destacar que el incremento en superficie de las muestras pirolizadas sólo se observa en el valor obtenido con CO₂, sin embargo, el valor obtenido con N₂ es inferior al correspondiente a las muestras de partida. Estos resultados indican que el desarrollo de porosidad experimentado durante el proceso de pirólisis, que hace que se incremente la superficie, ha tenido lugar en microporos que son inaccesibles a las moléculas de N₂ en las condiciones experimentales del proceso de adsorción. De acuerdo con los valores de V₂ y V₃ (Tabla 2), la mesoporosidad de las muestras disminuyó con el proceso de pirólisis, lo que está de acuerdo con la reducción observada en S_{N2} y S_{ext}, y la macroporosidad aumentó.

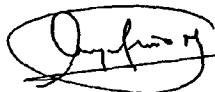
Al activar las tres muestras pirolizadas durante 5 y 10 horas, de acuerdo con el método expuesto en la sección anterior, se obtuvieron los carbones activos correspondientes. Para los mismos tiempos de activación, el porcentaje de quemado obtenido en el caso de las dos muestras desmineralizadas fué aproximadamente un 10% mayor que el de la muestra original.

En todos los casos, la superficie de las muestras aumenta con el proceso de activación, siendo los valores de superficie (S_{CO_2}) de los carbones activos que proceden de

las muestras desmineralizadas similares entre sí para los mismos tiempos de activación, y superiores a los que presentan los carbones activos que se obtuvieron del carbón original. Los valores de superficie obtenidos con CO₂ a medida que aumenta el tiempo de activación se hacen menores que los obtenidos con N₂, ello es debido a que con la activación del carbón se van abriendo microporos.

La meso y macroporosidad de los carbones (V₂, V₃ y S_{cr}) aumentan con la activación (Tabla 2). También aumenta en el mismo sentido el volumen de poros accesible al agua (V_{H2O}) y el número de azul de metileno (Tabla 3). Todos estos resultados indican que durante el proceso de activación de las tres muestras de carbón tiene lugar un desarrollo de su micro, meso y macroporosidad.

Alicante, 20 de diciembre, 1991

V:B: 
Fdo.: Angel Luaces

Proyecto de investigación: "CARBONES ACTIVOS A PARTIR DE CARBONES SUBBITUMINOSOS ESPAÑOLES". Informe correspondiente al periodo 1 de Octubre al 31 de Diciembre de 1991.

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA QUIMICA (UNIVERSIDAD DE MALAGA)

El trabajo realizado por el grupo de Ingeniería Química de la Universidad de Málaga, durante el periodo señalado, se centra fundamentalmente en dos aspectos: por una parte la adecuación de la planta piloto, existente en Málaga, para el tipo de material que se está estudiando, tamaño de partícula y temperatura de tratamiento, y por otra el estudio, en dicha planta, del proceso de carbonización a temperaturas más altas de las que ya se habían estudiado, en concreto temperaturas entre 750 y 850°C.

Con respecto a la adecuación de la planta, se venía observando en experimentos anteriores, una alta producción de finos, como consecuencia probablemente, de un fuerte rozamiento entre el tornillo sin fin del horno grande y las paredes del mismo, actuando como molino; por otra parte al emplear tamaño de grano grande empezaron a surgir problemas de frenado en el giro del tornillo como consecuencia de lo cual patinaban las poleas y aparecieron problemas de rodamiento. Por todo ello, hubo que desmontar el horno, nivelar los rodamientos de los extremos, enderezar algunas partes del tornillo y cambiar las juntas de amianto grafitizado de los extremos, con lo cual desaparecieron todos los problemas de molturado y rozamiento en el interior del horno. Por otra parte, al operar a la temperatura señalada de 850°C durante largos períodos de tiempo, empezamos a tener falta de potencia en las resistencias empleadas y problemas de oxidación en las conexiones de corriente con la resistencia, dado que éstas estaban situadas en zona caliente del horno. Para solucionarlo, se han instalado dos bloques calefactores consistentes, cada uno de ellos, en dos semicilindros de Fibrothal, en los cuales van incluidas las resistencias y las conexiones van en frío, garantizando así el poder trabajar a temperaturas de hasta 1100°C durante períodos largos de tiempo.

Actualmente se ha encargado una nueva tolva de alimentación, puesto que la existente estaba diseñada para alimentar partículas de tamaño muy pequeño (polvo), con lo cual se evitarán los posibles problemas de atasco al alimentar tamaños grandes. Así mismo, se está estudiando la posibilidad de comprar un generador de vapor para los experimentos de activación con vapor de agua.

En relación con el estudio de la carbonización a altas temperaturas, se han realizado experimentos a las temperaturas anteriormente señaladas de 750°C y 850°C para distintos tamaños de partículas y un tiempo de residencia del sólido en el reactor de 2 horas.

Los resultados obtenidos en cuanto a rendimiento en carbón y el porcentaje en cenizas de los carbonizados obtenidos, se presentan en la siguiente tabla.

Los experimentos realizados con partícula de tamaño más pequeño rinden un producto de carbonización mucho más homogéneo y con un grado de carbonización más elevado que los carbonizados procedentes de experimentos llevados a cabo para tamaño de partícula más grande, como consecuencia de lo cual se produce también un carbón con un mayor

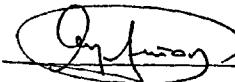
porcentaje de materia mineral y rendimientos más bajos sobre materia orgánica seca y libre de cenizas. Este mismo efecto se observa al estudiar la influencia de la variable temperatura de carbonización sobre los carbones obtenidos, obviamente una mayor temperatura de carbonización implica un producto más desvolatilizado y con mayor contenido en cenizas, siendo por tanto el rendimiento sobre materia orgánica menor.

TABLA 1

Temperatura de carbonización (°C)	Tamaño de partícula (mm)	Cenizas (%)	Rendimiento sobre materia orgánica (%)
750	0.20-0.80	15.30	54.1
750	0.80-1.25	14.04	59.8
750	1.25-1.60	12.97	65.5
750	1.60-2.40	11.56	74.7
850	0.20-0.80	21.31	36.1
850	0.80-1.25	18.15	44.1
850	1.25-1.60	15.80	52.0
850	1.60-2.40	13.93	60.2

El estudio por porosimetría de mercurio y adsorción de N₂ a 77 K revela en ambos que se trata de carbones esencialmente macroporosos con casi nada de microporos (A_{BET} aproximadamente entre 1-5 m²/g) y muy pocos mesoporos. Se trata pues de carbones que han sufrido un proceso de apertura en su estructura bastante fuerte y que se ve acentuado con la temperatura. Esto es así, pensamos, como consecuencia de que el proceso de carbonización al que estamos sometiendo este carbón se trata de un proceso de pirólisis que se aproxima más a un proceso de pirólisis flash que a uno de pirólisis moderada o convencional, ya que no se empieza a alimentar el reactor hasta que éste entra en régimen de temperatura y atmósfera, lo que significa que el carbón alcanza altas temperaturas en pocos segundos, como consecuencia de lo cual aparecerán estructuras más abiertas (menos microporosas). En contraste con estos resultados están los obtenidos en lecho fijo (en horno tubular de laboratorio) a velocidades de calentamiento más moderadas (10°C/min.) y que rinden carbones con estructuras menos abiertas.

Se han realizado algunos experimentos variando el tiempo de residencia del carbón en el reactor, cuyos resultados han corroborado el hecho anteriormente comentado, puesto que el tiempo de residencia influye poco sobre el carbón obtenido, cabe pensar que debe ser cierto el hecho de que se trata más bien de un proceso de pirólisis flash.

V.º Pº

 Pls : Agel Lluny
 Alcoy, 20 diciembre de 1991

O C I C A R B O N

PROYECTO: COMBUSTION EN LECHO FLUIDO CIRCULANTE DE COMBUSTIBLES

RESIDUALES C-24-126

H U N O S A

**INFORME DEL PROGRESO DEL PROYECTO DE
CENTRAL TERMICA DE LECHO FLUIDO
CIRCULANTE ATMOSFERICO DE HUNOSA EN LA
PEREDA (ASTURIAS)**

1. INTRODUCCION

El presente informe pretende ser un breve resumen del mucho más detallado entregado a OCICARBON el pasado día 8 de Noviembre, con motivo de la celebración en Oviedo de la 2ª Comisión de Seguimiento de nuestro proyecto.

2. SITUACION ACTUAL

El proyecto, en líneas generales, mantiene los plazos de ejecución totales, por lo que sigue previéndose que en el tercer trimestre de 1993 se realizará el primer enganche a la red.

De las seis fases en que lo habíamos dividido en informes anteriores, a efectos de seguimiento:

- Organización y preparación del proyecto
- Ingeniería y Suministro
- Obra Civil
- Montaje
- Pruebas
- Grupo de Desarrollo Tecnológico

algunas ya estaban finalizadas entonces (Organización y preparación del Proyecto) y otras aún no están iniciadas (Pruebas). La evolución del resto ha sido la siguiente:

2.1. Ingeniería y Suministro

A la ya finalizada Ingeniería Básica, se añade ahora la Ingeniería de Detalle, aunque como es lógico, restan algunos pequeños remates que se irán ejecutando a la par que los propios montajes.

Caldera: Su fabricación está prácticamente finalizada. En el informe de Noviembre, antes mencionado, se incluía un detalle muy pormenorizado de todos y cada uno de sus componentes.

Turboalternador: Su fabricación sigue al ritmo previsto. A 30 de setiembre prácticamente el 50%, manteniéndose las fechas de Mayo 1992 para su entrega.

Ciclo: Fabricado en un 81%.

Precipitador: Se ha adjudicado en el mes de Setiembre. Se ha iniciado su fabricación.

Torres de refrigeración: Se han adjudicado en el mes de agosto.

Subestación: La subestación será blindada con aislamiento SF6 y se ha adjudicado en el mes de Octubre.

También se han adjudicado compresores, bombas de alimentación, circulación y condensado, así como diverso equipo mecánico y eléctrico.

Podría resumirse diciendo que el conjunto de Ingeniería y Suministro ha alcanzado, a la fecha, el 44% del total.

2.2. Obra Civil

Se han finalizado las fundaciones, tanto del edificio de turbina como de caldera y tolvas.

Se ha finalizado el pedestal del turboalternador.

2.3. Montaje

Prácticamente finalizado el Montaje del edificio de turbina. Se ha realizado aproximadamente un 12% del montaje del edificio de caldera.

La estructura está fabricada casi en un 100%

El programa de montaje de estructuras se cumplirá por lo que se refiere a fechas finales, es decir, que se habrá rematado para el mes de Marzo de 1992.

El resto del programa de Montaje de caldera también podrá cumplirse, dado que todo el equipo estará finalizado antes del 31 de Diciembre.

2.4. Grupo de Desarrollo Tecnológico

Su labor figura muy detallada en el informe de 8 de Noviembre. Resumiendo podemos decir que su trabajo se ha centrado en la formulación de los principales fenómenos de la fluidización:

- Descripción del proceso de cálculo térmico
- Descripción del proceso de cálculo de la dinámica de sólidos.

y que dicha formulación se irá adaptando progresivamente a las circunstancias reales de proceso.

También se ha definido un equipo de control auxiliar al normal de planta, con el fin de poder comprobar, durante el período de pruebas y principio de la operación, el comportamiento de toda una serie de parámetros imprescindibles para progresar en el diseño de calderas similares.

A su vez se está programando la actuación del segundo equipo de trabajo más orientado a Operación, en el que intervendrán técnicos de ENDESA junto con los de BWE.

3. SITUACION FINANCIERA

Como novedades desde nuestro último informe de Julio 1991 se han producido las siguientes:

- Concesión del crédito CECA por importe de 5.000 MPTA que se ha materializado en el mes de Agosto.
- Confirmación del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, de que, a través del PITMA se recibirá alguna cantidad en concepto de subvención, pero sin especificar cuantías, aunque se nos anuncian que serán mínimas.

La mayor novedad ha sido, además, la celebración de la Segunda Comisión de Seguimiento del proyecto que supervisada por personal de la Dirección General de Energía de la Comisión, el apoyo de OCICARBON y asistencia tanto de representantes del INI como de las cuatro empresas proponentes: BWE, ENDESA, FW y HUNOSA, se celebró en Oviedo durante los días 7 y 8 de Noviembre pasado.

Tanto los informes de situación como la visita a las obras merecieron el visto bueno de todos los participantes.

Se ha propuesto la celebración de la siguiente, para el mes de Junio de 1992.

4. R E S U M E N

A la vista de los datos anteriores puede afirmarse que el proyecto se está desarrollando con normalidad y que los retrasos puntuales que se han producido en alguna de sus fases, por no afectar al camino crítico del conjunto, no deben comprometer la fecha de finales del tercer trimestre de 1993 para que se realice el primer enganche a la red, de acuerdo con las previsiones.

Oviedo, 27 de Noviembre de 1991

E. N. HUILLERAS DEL NORTE, S. A.
Director Caja Termoeléctrica

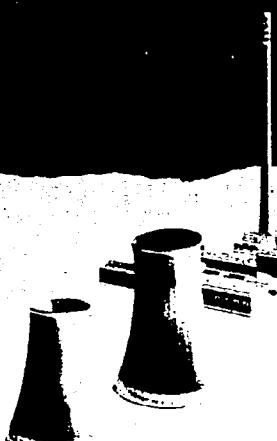
Fdo.: J. Ramón Madero Fernández

C.24126

CALDERA DE LECHO FLUIDO CIRCULANTE ATMOSFERICO

utilizando mezclas
de desechos
de minas
del 65% de cenizas

La Pereda
MIERES



E.N. HULLERAS DEL NORTE S.A.
C.T. LA PEREDA - MIERES

- COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS
(DIRECCION GENERAL DE LA ENERGIA.)
- OCICARBON
- INSTITUTO NACIONAL DE INDUSTRIA.

PROYECTO: CALDERA DE LECHO FLUIDO CIRCULANTE
UTILIZANDO MEZCLAS DE DESECHOS DE
MINAS DEL 65% DE CENIZAS.

2^a REUNION DE LA COMISION DE SEGUIMIENTO
DE LOS PROYECTOS CS-160-88, CS-108-89
y SF-006-90

OVIEDO, 8 DE NOVIEMBRE DE 1.991

PROPONENTES:

E.N. HULLERAS DEL NORTE S.A. (HUNOSA)
BABCOCK WILCOX ESPAÑOLA S.A. (BWE)
EMPRESA NACIONAL DE ELECTRICIDAD S.A. (ENDESA)
GENERADORES DE VAPOR FOSTER WHEELER S.A. (GDVFW)

**2^a REUNION
COMISION DE
SEGUIMIENTO**

INDICE GENERAL

- 1. PRESENTACION DEL GRUPO DE
DESARROLLO TECNOLOGICO**

- 2. INFORME DE SITUACION DEL
PROYECTO**

- 3. ESTADO DE FABRICACION DE
CALDERA Y ELEMENTOS
AUXILIARES**

- 4. DOCUMENTOS FOTOGRAFICOS**

1. PRESENTACION DEL G.D.T.

I N D I C E

- **INTRODUCCION**
 - . Bases de partida (último Comité de Seguimiento + documentos base)
 - . Esquema de los equipos de trabajo y de las principales actividades desarrolladas
- **SUPUESTOS DE PARTIDA (simplificaciones)**
- **DESCRIPCION DEL PROCESO DE CALCULO TERMICO:**
 - . Transferencia de calor en el hogar
 - . Transferencia de calor en el stripper
 - . Transferencia de calor en ZRC
- **DESCRIPCION DEL PROCESO DE CALCULO DE LA DINAMICA DE LOS SOLIDOS**
 - . Balance de Masas para granulometría
 - . Cálculo de granulometría final de la caldera
 - . Eficacia del ciclón
 - . Cantidad de sólidos recirculados
 - . Densidad en función de la altura
 - . Balance de masas en el enfriador-separador
 - . Cantidad de sólidos devueltos a la caldera
 - . Granulometría de salida de las cenizas del enfriador
- **ACTIVIDADES PENDIENTES PARA EL FUTURO**

RESUMEN DE LA PRESENTACION

INTRODUCCION

La descripción de la instalación y los principios de funcionamiento ya fueron expuestos en el Comité anterior. Desde entonces, el Grupo de Desarrollo Tecnológico ha comenzado la fase de cálculo basado en toda la información traída de USA y que consta de documentos publicados, así como de los propios datos recibidos durante el entrenamiento y en otras informaciones encontradas, durante esta fase, como se recoge en el Anexo 1.

La estructura que adopta el GDT se muestra en el Anexo 2 y donde se ve como se ha dividido por áreas de trabajo, que deben mantenerse bien coordinadas al ser muy interdependientes.

SUPUESTOS DE PARTIDA

En el Anexo 3 se muestran las simplificaciones que han sido necesarias realizar para encarar un trabajo tan complicado como es éste. En un futuro el trabajo va a consistir en ir deshaciendo estas simplificaciones.

DESCRIPCION DEL PROCESO DE CALCULO TERMICO

En el Anexo 4 se ven las diferentes zonas en las que ha sido dividida la caldera para, en función de las densidades de sólidos que hay dentro de ella, proceder al cálculo de transmisión de calor en las diferentes zonas. Esto se muestra en los Anexos 5, 6 y 7.

En los Anexos 8 y 9, se muestran los resultados obtenidos hasta el momento para el hogar y en el Anexo 10 se ven los resultados obtenidos para la Z.R.C. extraídos del programa que BWE tiene para calderas convencionales partiendo de los datos de salida previamente obtenidos.

DESCRIPCION DEL PROCESO DE CALCULO DE LA DINAMICA DE LOS SOLIDOS

En los Anexos 11 y 12 se ven el balance de masas en caldera y el diagrama de flujo de cálculo que se emplea para el circuito caldera-ciclón-válvula J-caldera. Posteriormente en los Anexos 13 y 14 se ve lo mismo pero para el circuito caldera-enfriador-caldera.

Seguidamente en los Anexos 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21 se ven los resultados obtenidos hasta el momento.

ACTIVIDADES PENDIENTES PARA EL FUTURO

Dentro de las actividades pendientes para el futuro están, como ya se ha dicho anteriormente, el ir deshaciendo las simplificaciones iniciales, así como la comprobación y ajuste de los modelos de cálculo realizados, mediante la realización de mediciones y pruebas en campo. Para lo cual, se tomarán datos de campo, obtenidos de la instrumentación ya colocada, que es necesaria para el control de la planta y de otra "adicional" que va a ser instalada específicamente, para la realización de esta labor y que se muestra en los Anexos 22, 23, 24 y 25 aunque éste puede sufrir aún algunas modificaciones.

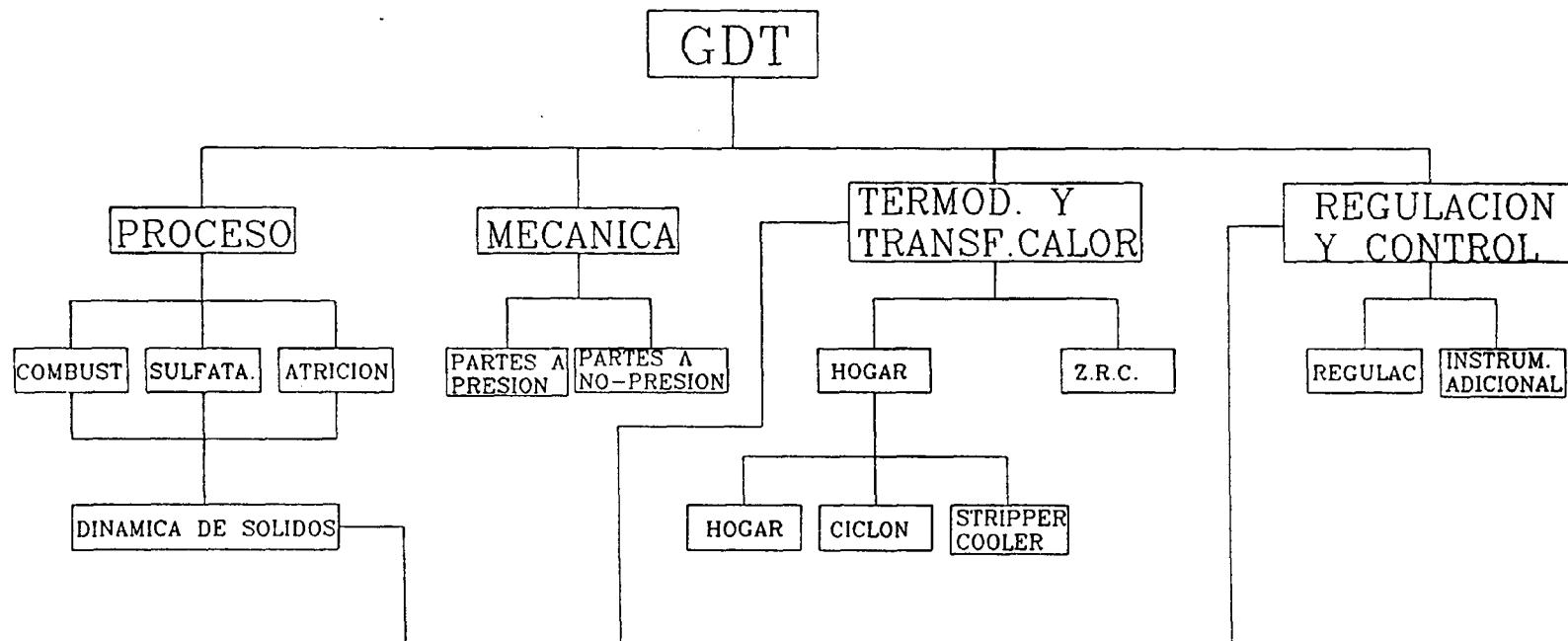
I N T R O D U C C I O N

- DESCRIPCION DE LA INSTALACION
- PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO
- ASIMILACION DE INFORMACION DE FOSTER WHEELER

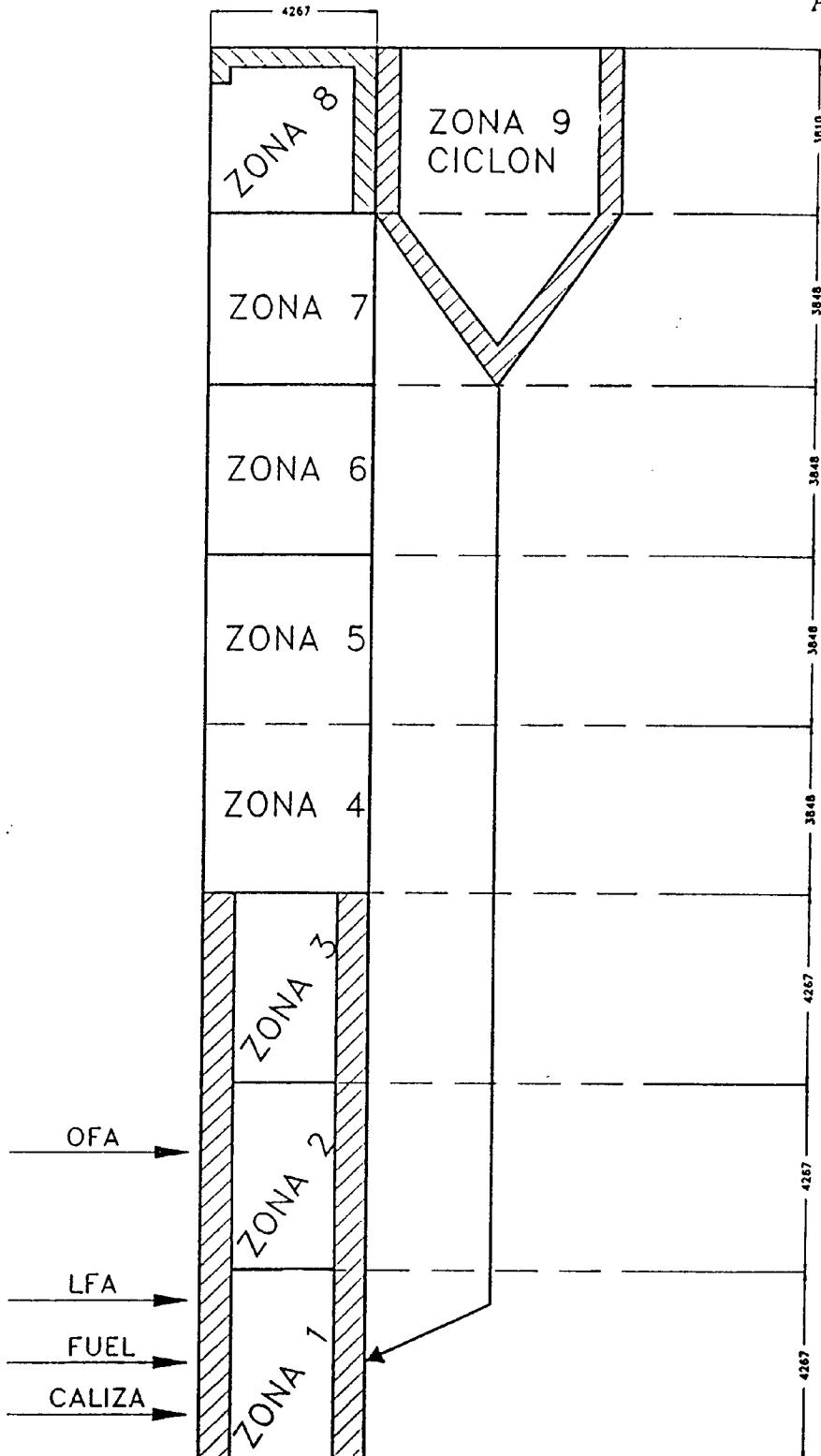
PAPERS:

- . INTEGRACION DE LOS PARAMETROS DEL SISTEMA EN EL MODELO DE L.F.C. DE SOLIDOS Y COMPORTAMIENTO DEL CARBON. M.G. Alliston F.W.E.C.
- . COMBUSTION DE CARBON Y CAPTURA DE AZUFRE. J.A. García Mallol, F.W.E.C.
- . NORMA API 931 MAYO 1.975 PARA F.C.C.
- . CALCINACION DE LA CALIZA Y MICROESTRUCTURA DE LA POROSIDAD DE LA SULFATACION EN AMBIENTE DE LECHO FLUIDO ATMOSFERICO. 9^a Conferencia Internacional de Combustión en Lecho Fluído, Mayo 1.987
- . INVESTIGACIONES DE LAS TASAS DE EMISION EN PLANTAS A GRAN ESCALA DE COMBUSTION DE LECHO FLUIDO CIRCULANTE. 10^a Conferencia Internacional de Combustión en Lecho Fluído, Mayo 1.989
- . OPTIMAS CONDICIONES DE COMBUSTION ESCALONADA EN LECHO FLUIDO PARA CONSEGUIR SIMULTANEAMENTE BAJOS NIVELES DE EMISION DE NO_x Y SO_x
- . OTROS.

ESTRUCTURA DEL GDT

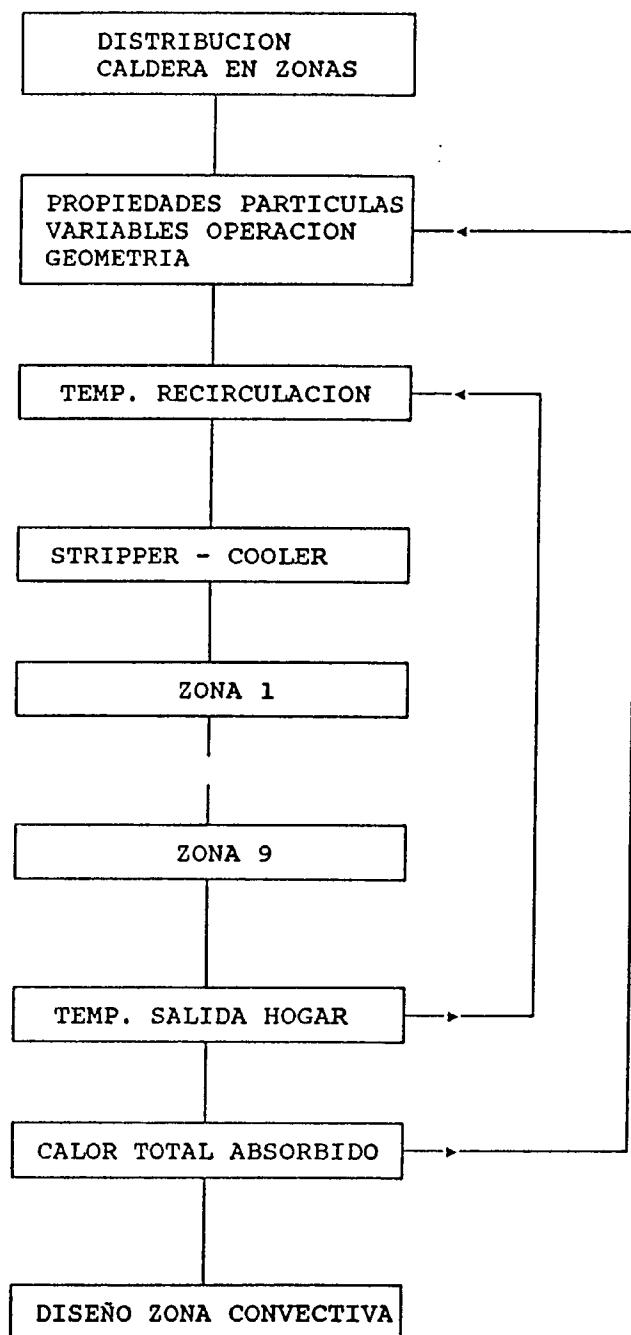


ANEXO 4



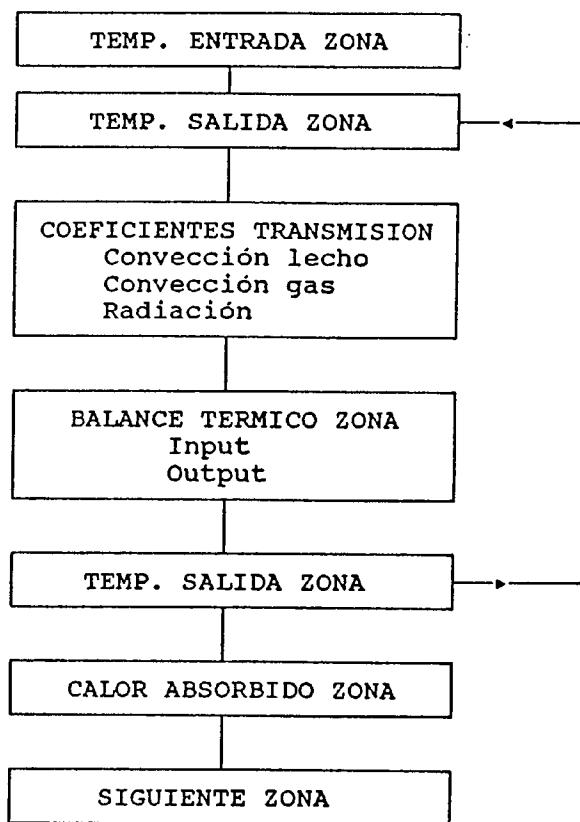
ANEXO 5

TRANSMISION DE CALOR EN EL HOGAR



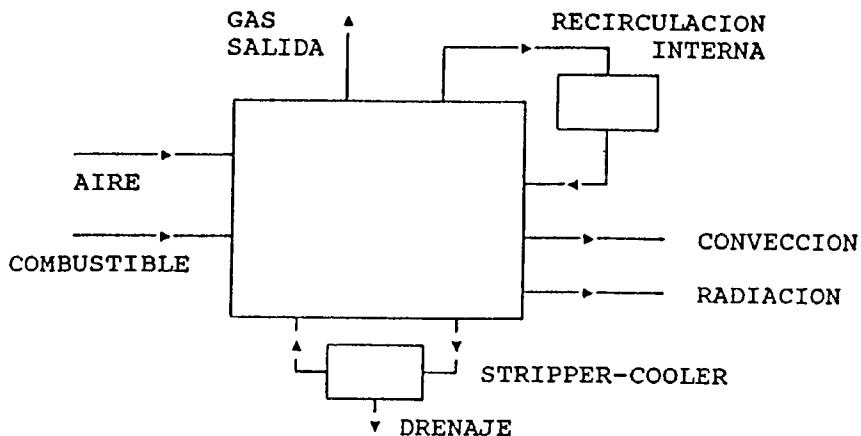
ANEXO 6

DIAGRAMA DE CALCULO ZONA



ANEXO 7

BALANCE TERMICO ZONA



$$\text{INPUT} = \text{COMBUSTIBLE} + \text{AIRE} + \text{RECIRCULACION INTERNA}$$

$$\text{OUTPUT} = \text{CONVECCION} + \text{RADIACION} + \text{STRIPPER-COOLER} + \text{GAS SALIDA}$$

$$\text{COMBUSTIBLE} = \text{Caudal combustible} * \text{PCI}$$

$$\text{AIRE} = \text{Caudal}_{\text{aire}} * \text{Cp}_{\text{aire}} * (\text{T}_{\text{aire}} - \text{T}_{\text{ref}})$$

$$\text{RECIRCULACION INTERNA} = \text{Caudal}_{\text{recirc.}} * \text{Cp}_{\text{sól.}} * (\text{T}_{\text{recirc.}} - \text{T}_{\text{salida}})$$

$$\text{CONVECCION} = (\alpha_{\text{conv.lecho}} + \alpha_{\text{conv.gas}}) * \text{Sup. zona} * (\text{T}_{\text{lecho}} - \text{T}_{\text{pared}})$$

$$\text{RADIACION} = \alpha_{\text{radiación}} * \text{Sup. zona} * (\text{T}_{\text{lecho}} - \text{T}_{\text{pared}})$$

$$\text{SALIDA GASES} = \text{Caudal}_{\text{gases}} * \text{Cp}_{\text{gas}} * (\text{T}_{\text{salida}} - \text{T}_{\text{ref}})$$

$$\begin{aligned} \text{STRIPPER COOLER} &= \text{Caudal}_{\text{dren.}} * \text{Cp}_{\text{sól.}} * (\text{T}_{\text{dren.}} - \text{T}_{\text{ref}}) \\ &\quad + \alpha_{\text{s-c}} * \text{Sup.}_{\text{s-c}} * (\text{T}_{\text{s-c}} - \text{T}_{\text{pared s-c}}) \\ &\quad - \text{Caudal}_{\text{strip.}} * \text{Cp}_{\text{sól.}} * (\text{T}_{\text{strip.}} - \text{T}_{\text{ref}}) \end{aligned}$$

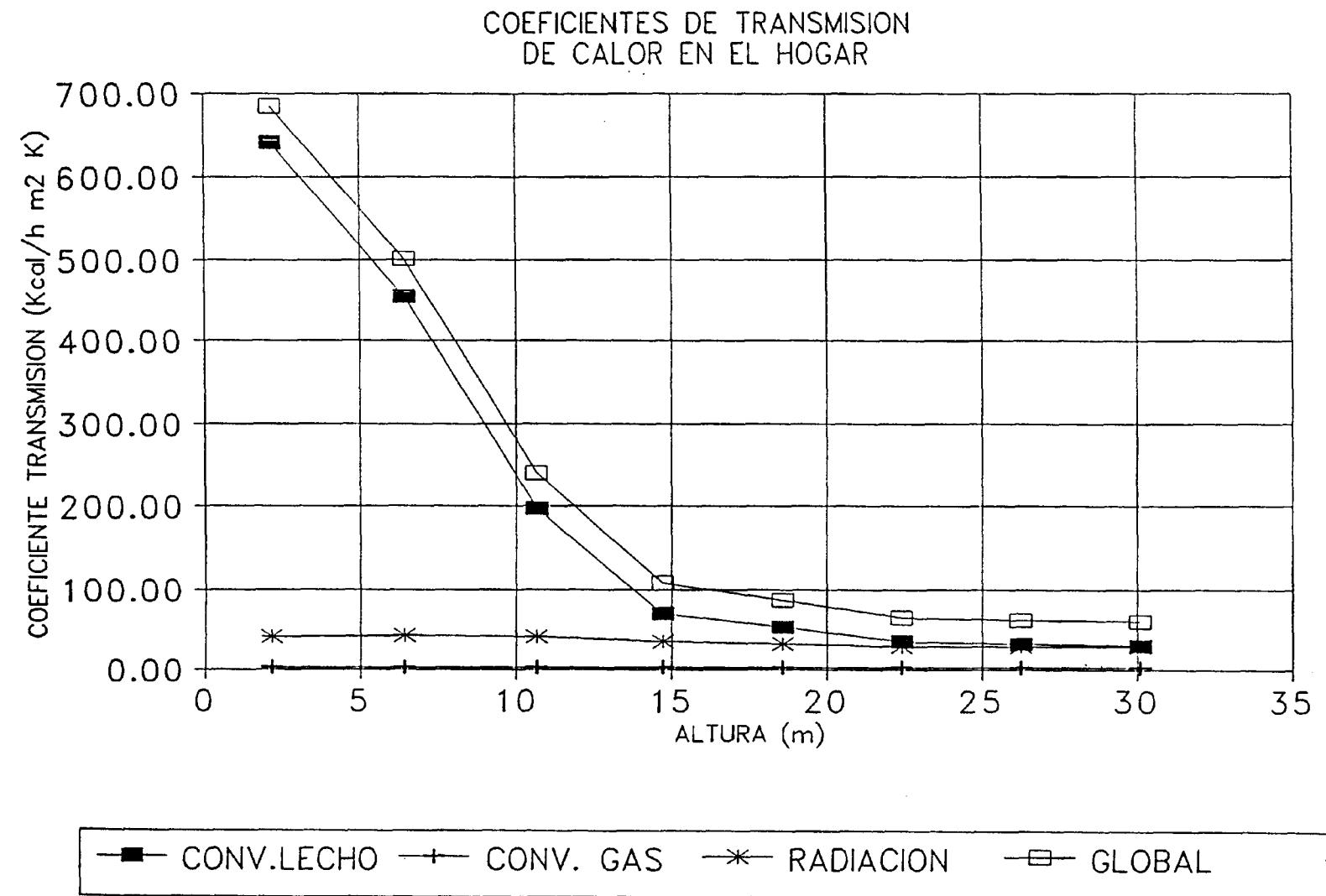
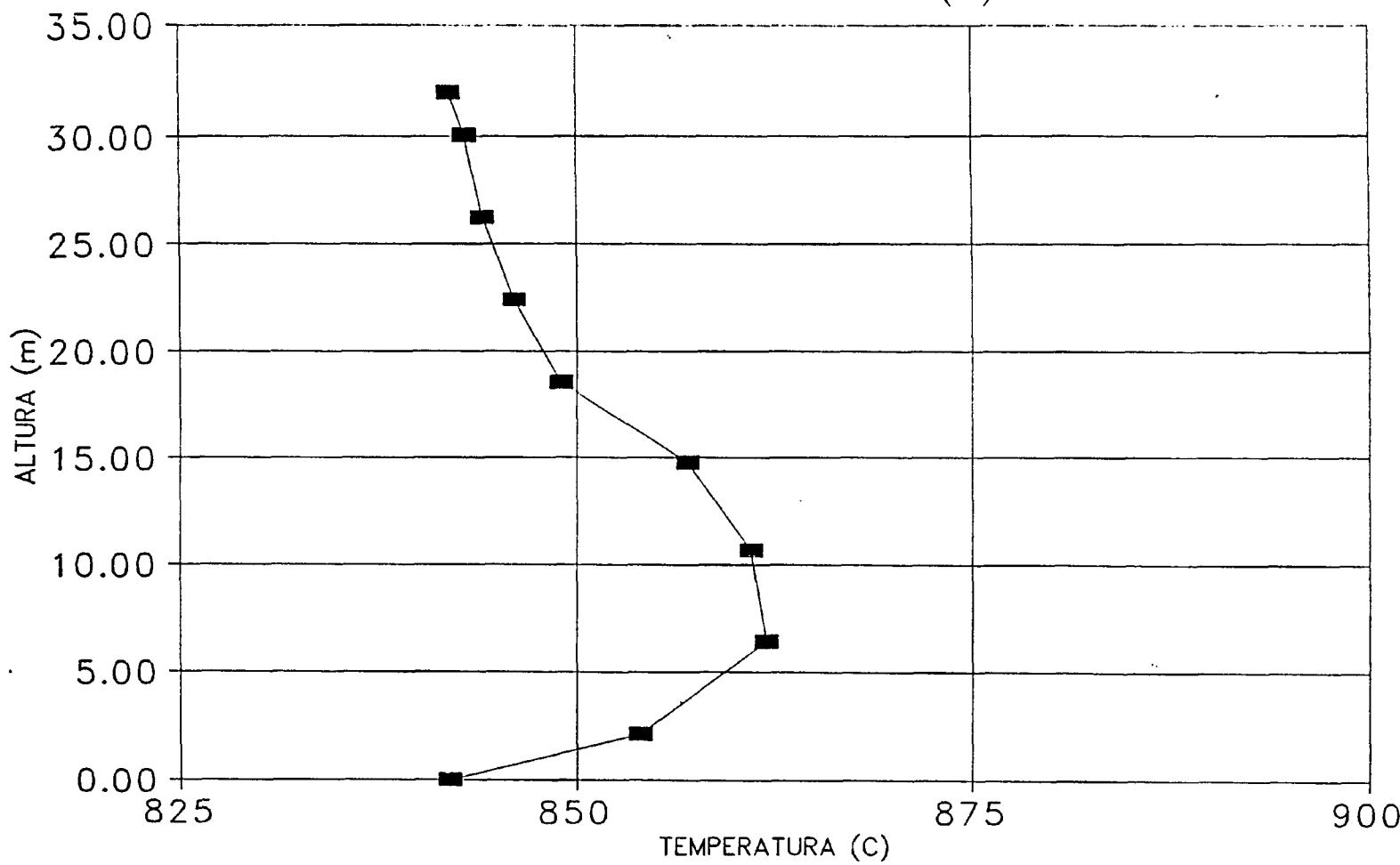
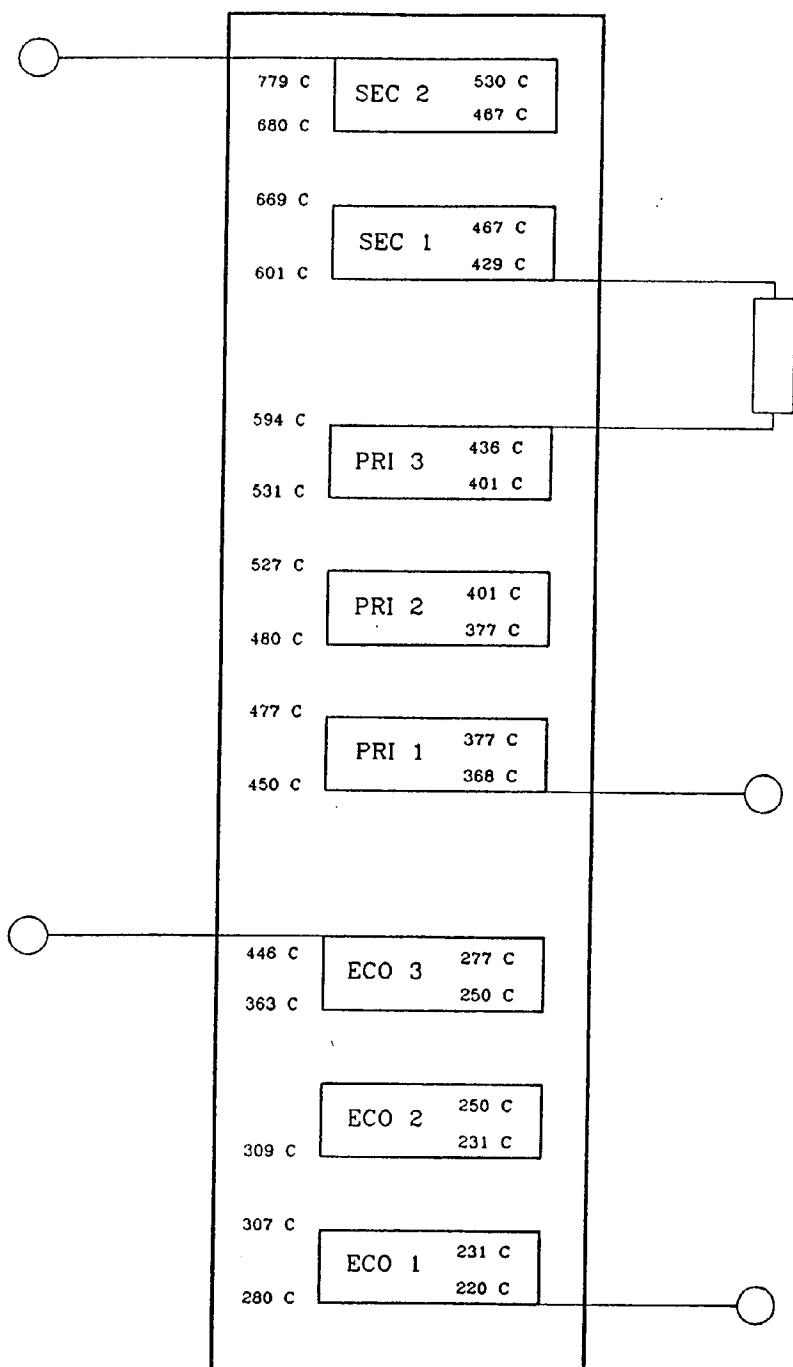


DIAGRAMA TEMPERATURA (C)

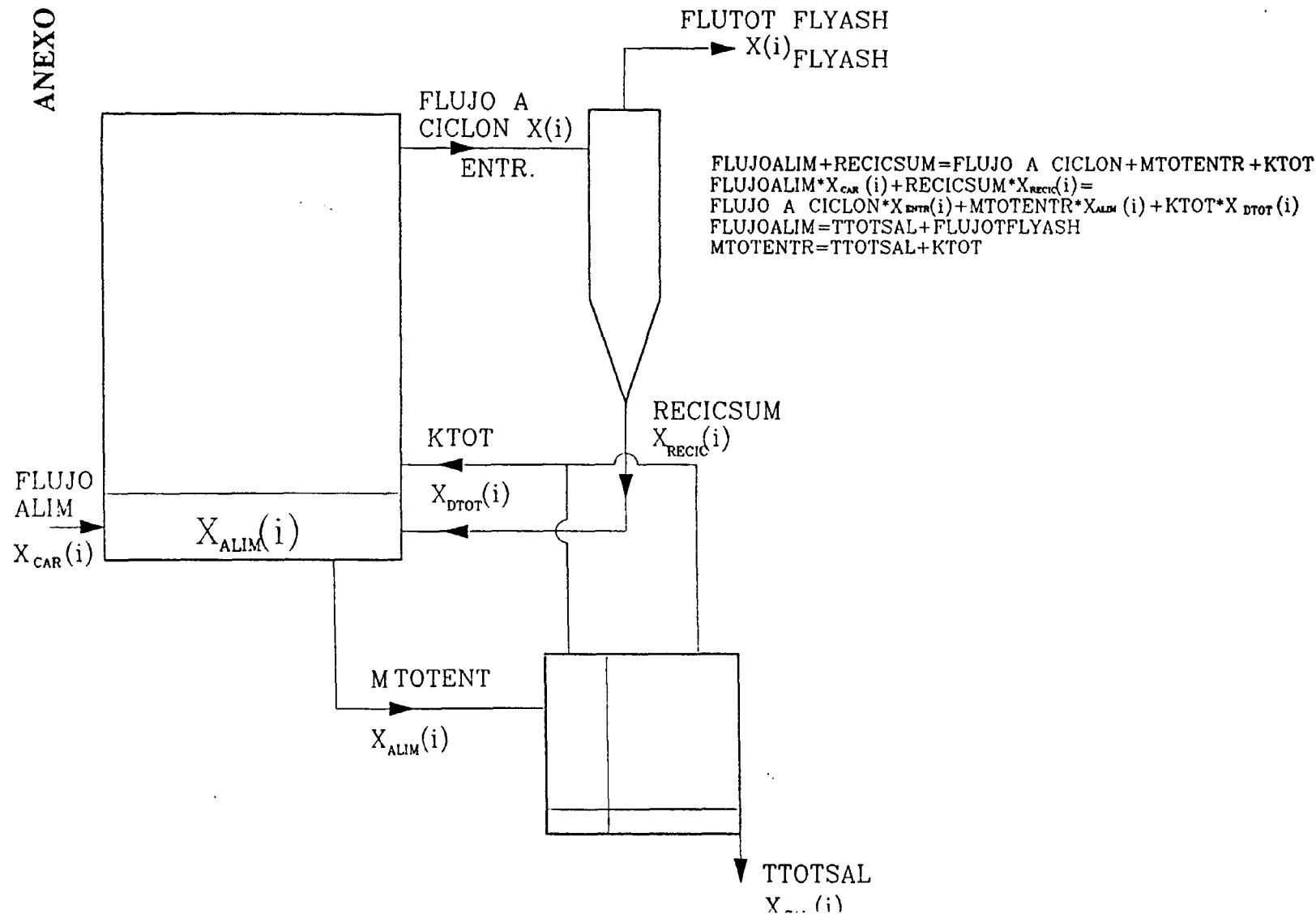


ANEXO 10

DIAGRAMA TEMPERATURA GAS-VAPOR EN ZRC



BALANCE MASAS CALDERA



2 - SITUACION DEL PROYECTO

2.1. TECNICA

El progreso del proyecto puede analizarse sobre la base de la planificación oficial recogida en los documentos enviados periódicamente a la Comisión y completarla con una visión más detallada del mismo sobre la programación para seguimiento de la obra.

2.1.1. PLANIFICACION OFICIAL

Aparece reflejada en los cuadros 1, 1a, 1b, y 1c, que se adjuntan. La situación de las diversas fases que en ellos figuran es como sigue:

INGENIERIA BASICA

Finalizada, tanto la referida a Caldera que se corresponde con los Costes elegibles, como la total del Proyecto.

La de Caldera constituía el objeto exclusivo del Contrato CS-160-88-ES, que se ha dado por cerrado y cuyo informe final ha sido remitido a la Comisión el pasado mes de Marzo.

INGENIERIA DE DETALLE

Se ha finalizado la correspondiente a Caldera. Esta, junto con parte de la Fabricación, constituye el objeto del Contrato CS-108-89-ES. El resto de Ingeniería de Detalle del Proyecto está muy avanzado, aunque en Instrumentación y Control, temas eléctricos y otros como el Parque de Carbones, faltan algunos remates.

FABRICACION

La parte correspondiente a Caldera está también muy adelantada. El Contrato CS-108-89-ES incluía un 20% de esta fabricación. Ya se ha alcanzado el 60% ,según el siguiente desglose:

	<u>Previsto</u> <u>(Contrato CS-108-89-ES</u>	<u>Real</u> <u>(a 31 Octubre</u> <u>1991)</u>
Estructura metálica	80,0%	83,3%
Equipos de caldera	14,5%	69,6%
Equipos auxiliares	<u>13,0%</u>	<u>35,2%</u>
	<u>20,0%</u>	<u>60,0%</u>

Por tanto, también en Fabricación se ha completado el Contrato CS-108-89-ES y se está ya trabajando, con presupuesto del SF-006-90-ES acogido al programa Thermie.

MONTAJE

Dentro de este capítulo se incluye el Montaje de Caldera, desde estructura hasta equipos auxiliares. A finales de Octubre se ha realizado aproximadamente el montaje del 12% de la estructura.

PUESTA EN MARCHA Y PRUEBAS

Aún no se ha iniciado

GRUPO DE DESARROLLO TECNOLOGICO

Avanzando de acuerdo con los detalles que se incluyen en el Capítulo 1 de este informe.

CUADRO I

CALENDARIO PREVISTO DE REALIZACIÓN DEL PROYECTO. PROYECTO GENERAL.

Nº y designación de las fases (1)	1990					1991					1992					1993								
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1. INGENIERIA BASICA																								
2. INGENIERIA DE DETALLE Y FABRI- CACION																								
3. OBRA CIVIL Y MONTAJE																								
4. PUESTA EN MARCHA Y PRUEBAS																								
5. GRUPO DE DESARRO- LLO TECNOLOGICO																								

(1) Las fases deben ser las mismas descritas en el punto B-7 del cuestionario.

CUADRO 1 a)

CALENDARIO PREVISTO DE REALIZACIÓN DEL PROYECTO . COSTES ELEGIBLES

Nº y designación de las fases ⁽¹⁾	1990					1991					1992					1993								
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1. INGENIERIA BASICA																								
2. INGENIERIA DE DETALLE Y FABRICACION																								
3. OBRA CIVIL Y MONTAJE																								
4. PUESTA EN MARCHA Y PRUEBAS																								
5. GRUPO DE DESARROLLO TECNOLOGICO																								

⁽¹⁾ Las fases deben ser las mismas descritas en el punto B-7 del cuestionario.

CUADRO 1b)

PROGRAMA REALIZACION INGENIERIA DE DETALLE

CUADRO 1c)

2.1.2. PROGRAMACION DE SEGUIMIENTO DE OBRAS

Con el fin de profundizar un poco más en la situación del Proyecto, podemos utilizar los datos de los informes de seguimiento de obra, concretamente los correspondientes a 31 de Octubre de 1.991.

Parece conveniente distinguir el avance del proyecto total y el de la parte correspondiente a Caldera que responde, con gran aproximación, a lo recogido en los contratos con la Comisión y con Ocicarbón, es decir, a los "Costes elegibles".

2.1.2.1. Totalidad del Proyecto

Lo consideramos dividido en: Ingeniería y Suministro, Obra Civil y Montaje.

Las diferencias entre programa y realización, a 31 de Octubre de acuerdo con lo recogido en los Gráficos A, 1, 2 y 3 y en las Curvas Total 1, 2 y 3, son las siguientes:

	Programado <u>(%)</u>	Realizado <u>(%)</u>
Ingenier. y Suministro	53	44
Obra Civil	50	34
Montaje	8	2
T O T A L	46	37

De estas diferencias merecen reseñarse:

** En Ingeniería y Suministro:

Precipitador y cenizas: Un retraso de un mes y medio en la adjudicación del Precipitador por causas ajenas al Proyecto, originó el desfase del propio Precipitador y del Equipo de Cenizas. La adjudicación del Precipitador se ha producido en Setiembre, lo que desbloquea el conjunto del capítulo de cenizas que, en este momento, está en preparación de especificaciones.

Tolvas y ascensor: Se han retrasado voluntariamente hasta ahora ya que no constituyen camino crítico de la obra. El ascensor está en petición de ofertas.

Línea de alta tensión: Forma parte, junto con la subestación, del sistema de salida de energía eléctrica. La subestación está adjudicada, la línea se encuentra en estudio de ofertas.

** En Obra Civil

Edificio Principal: La estructura metálica está prácticamente finalizada. Hay un cierto retraso en lo que a forjado de plantas se refiere. Sin importancia en el camino crítico. A su vez, los cerramientos se integrarán en una solución única para el conjunto de edificios.

Pozo de captación: Pendiente de la aprobación del proyecto de ejecución por la Confederación Hidrográfica del Norte de España.

**** En Montaje**

Estructura de Caldera: Se ha producido un retraso en la fabricación de los dos primeros tramos, que impidió iniciar el montaje en los plazos previstos, a pesar de lo cual, la finalización se mantiene de acuerdo con el programa.

Puente grúa: Se inicia el montaje la primera semana de Noviembre.

Ninguno de estos retrasos afecta el camino crítico de la obra, por lo que se mantienen los plazos globales.

Los datos más significativos producidos durante el mes de Octubre son:

- Contratación de la subestación. Esta será blindada con aislamiento SF₆ y su importancia deriva de que, dados los plazos de entrega, 13 meses, determina parte del camino crítico.
- Contratación del parque de combustibles y caliza.
- Contratación de toda una partida menor de equipos y servicios, fundamentalmente de tratamiento de aguas y eléctricos.

2.1.2.2. Caldera

Por tratarse del equipo principal cuya fabricación se ha venido desarrollando en los últimos meses con toda intensidad, porque en el mes de Octubre alcanza más de 3/4 del total y porque prácticamente estará finalizado en el

presente año, le dedicamos el capítulo 3 de este informe, en el que se analiza su situación con todo detalle.

Aquí sólo indicaremos, a modo de resumen, que si a finales de Setiembre se había alcanzado el 67% del total de Ingeniería y Suministro, a finales de Octubre esta cifra alcanza el 77%, y que una vez lanzado el montaje de la estructura, será posible cumplir el programa completo de montaje de caldera cuyo final está previsto para Marzo 1993.

2.2. ADMINISTRATIVA

No ha habido, en este período, modificaciones sustanciales de la situación administrativa del Proyecto, ya que está completamente resuelta.

Se sigue en conversaciones con la Confederación Hidrográfica del Norte del España para la elección de la solución de vertido de efluentes, entre la que tenemos autorizada, con depuración total, o la de utilización del emisario de recogida de vertidos de toda la Cuenca que sólo exige depuración parcial.

Se mantienen reuniones con REDESA y las compañías eléctricas suministradoras en la Zona, con el fin de resolver tanto la entrega de la energía producida, como para iniciar la aproximación al grave problema de las tarifas, cuya trascendencia en los resultados del proyecto no es preciso destacar.

2.3. ECONOMICO-FINANCIERA

El flujo de certificaciones ha seguido produciéndose con la cadencia prevista en el Contrato.

De este modo, hasta finales de Octubre:

- . Se han aceptado a BWE, SEIS certificaciones de Ingeniería y Suministro por un importe total de 6.690 MPTA/90, más las correspondientes revisiones de precio.
- . Están en fase de análisis para su aceptación, las certificaciones de BWE que abarcan hasta el mes de Octubre 1991, correspondientes a Obra Civil y Montaje, por un importe de 214 MPTA/90, más las correspondientes revisiones de precio.

A esto deben añadirse:

110 MPTA en Grupo de Desarrollo Tecnológico
480 MPTA que se han invertido hasta Octubre 1991 en otros conceptos.

Todo ello representa una inversión global de 7.494 MPTA/90 a Octubre 1991, que junto con las revisiones alcanza una cifra aproximada de 8.050 MPTA.

Del mismo modo, el programa de subvenciones y ayudas se está desarrollando, más o menos, de acuerdo con las previsiones. Hasta Octubre se han recibido las siguientes cantidades:

• De la Direcc. General de Energía (XVII):		
. Contrato 160-88-ES (cerrado).....	47 MPTA	
. Contrato 108-89-ES (finalizado y pendiente de cerrar).....	133 MPTA	
. Contrato SF-006-90-ES.....	<u>335 MPTA</u>	<u>515 MPTA</u>
• Del Fondo Europeo para el Desarrollo Regional (FEDER).....	3.947 "	
• De Ocicarbón.....	78 "	
T O T A L	4.540 "	

En el presente mes de Noviembre, esperamos aclarar con el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, el programa de subvenciones que podemos recibir del PITMA (Programa Industrial y Tecnológico Medioambiental).

También para hacer frente a la financiación del proyecto nos ha sido concedido, oficialmente, con fecha 14 de Agosto de 1991, un crédito CECA por importe de 5.000 MPTA Y cuyas características principales son:

- Plazo: 5 años
- Amortización única al vencimiento
- Tipo: 11,39% + Comisiones apertura

2.4. R E S U M E N

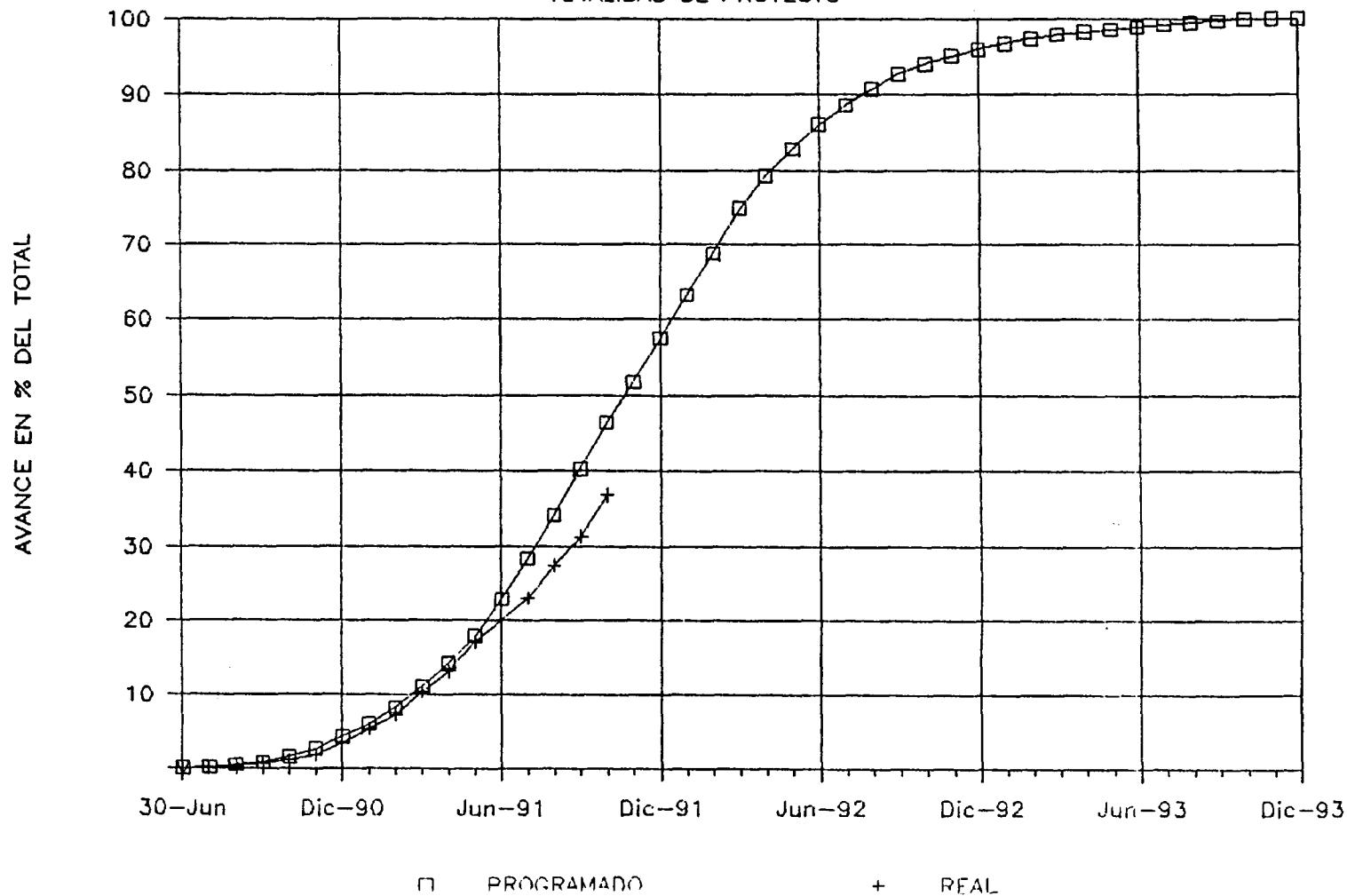
El proyecto de Central Térmica de HUNOSA en La Pereda (Asturias), se está desarrollando, esencialmente, de acuerdo con los programas. Tanto en lo referente a desarrollo de las obras como en el plan de transferencia y desarrollo de tecnología que llevan aparejadas.

También merece una mención favorable la cadencia del plan de subvenciones y ayudas que están permitiendo una fluidez de financiación imposible en otra situación.

Por todo ello, es posible confiar en que los plazos de finalización y enganche a la red previstos para el cuarto trimestre de 1993 puedan seguir manteniéndose, de no mediar algún tipo de dificultad especial que en este momento no se prevé.

PROYECTO: C.T. 'LA PEREDA'

TOTALIDAD DE PROYECTO



3. ESTADO DE FABRICACION DE CALDERA Y ELEMENTOS AUXILIARES.

I N D I C E

- **CALDERA - PARTES A PRESION**
 - . Hogar: Zona Superior
Zona Inferior
 - . Entrada de gases a ciclones
 - . Ciclones
 - . Zona de Recuperación de calor (ZRC)
 - . Secciones
 - . Tubería Integral
 - . Calderín
- **ELEMENTOS NO PRESION**
 - . Barrilete y conducto ciclón a Z.R.C.
 - . Envoltura ECO
 - . Conductos (aire y gases)
 - . Refractario y aislamiento
 - . Válvulas J
- **EQUIPOS**
 - . Ventiladores tiro inducido y forzado
 - . Calentador de aire por vapor
 - . Precaletador aire tubular
 - . Sistema de sopladores
 - . Quemador en conducto
 - . Sistema de carbón
 - . Sistema de caliza

3. ESTADO DE FABRICACION DE CALDERA Y ELEMENTOS AUXILIARES A FINAL DE OCTUBRE 1.991

3.1. CALDERA - PARTES A PRESION

A) HOGAR - 24 PANELES

ZONA SUPERIOR (11)

Techo (1):	Para inspección y pintura
Lateral derecha (2):	Terminada
Lateral Izquierda (2):	Terminada
Frontal (3):	Para cortar y hacer chaflanes. Fecha prevista de terminación 20.11.91
Posterior (3):	1 terminada, 2 poniendo cierres. Fecha prevista terminación 30.11.91.

ZONA INFERIOR (13)

Lateral derecha (2):	Terminada
Lateral izquierda (2):	Terminada
Frontal (3):	Terminada.
Posterior (3):	Para inspección.
Parrilla y plenum (3):	Pendiente de colocar toberas. Fecha prevista de terminación 15.12.91.

B) ENTRADA GASES A CICLONES (2)

Paneles (2):	Armando. Fecha prevista terminación 30.11.91
--------------	--

C) CICLONES (10)

1 ^{er} ciclón (5 piezas):	Armando conjunto. Fecha prevista terminación 30.11.91
2 ^o Ciclón (5 piezas)	Colocando pitones. Fecha prevista terminación 30.12.91

D) Z.R.C.- (ZONA DE RECUPERACION DE CALOR) (9)

Techo (1): Tratado térmicamente. Para inspección
Lateral derecha (1): Terminada
Lateral izquierda (1): Terminada
Frontal (3): Armado para tratamiento térmico. Fecha prevista terminación 15.11.91
Posterior (3): Armado para tratamiento térmico. Fecha prevista terminación 15.11.91

E) SECCIONES

Economizador: Terminado
Sobrecalentador: Terminado
Sobrecalentador primario: Faltan 20 secciones banco nº 2. Fecha prevista terminación 8.11.91.
Serpentines en enfriador cenizas. Fecha prevista terminación 15.11.91.

F) TUBERIA INTEGRAL

En fabricación. Fecha prevista terminación 30.12.91

G) CALDERIN

Realizado tratamiento térmico. Fecha prevista terminación 15.11.91.

3 . 2 . ELEMENTOS NO PRESION

a) BARRILETE Y CONDUCTO CICLON A Z.R.C.

Barilete de Hasteloy fabricado en BWE. Fecha prevista terminación 15.12.91. Conducto subcontratado. Fecha prevista entrega: 30.12.91

b) ENVOLTURA ECO

Subcontratada. Fecha prevista entrega: 30.12.91

c) CONDUCTOS (AIRE Y GASES)

Finalización Ingeniería para el 15.11.91. Consulta en Diciembre.

d) REFRACTARIO Y AISLAMIENTO

Recibiendo ofertas. Compra según necesidades de montaje.

e) VALVULAS J

Terminada.

3 . 3 EQUIPOS**aa) VENTILADORES TIRO INDUCIDO Y FORZADO**

Contratado a GRUBER. Fecha entrega: Finales de febrero 1992

bb) CALENTADOR DE AIRE POR VAPOR

Recibidas ofertas. Adjudicación según necesidades de montaje.

cc) PRECALENTADOR AIRE TUBULAR

En fase de petición de ofertas. Compra en Diciembre 91.

dd) SISTEMA DE SOPLADORES

Finalizado parte mecánica. Pendiente sistema control

ee) QUEMADOR EN CONDUCTO

Adjudicado a John Zink. Entrega: Marzo 1992

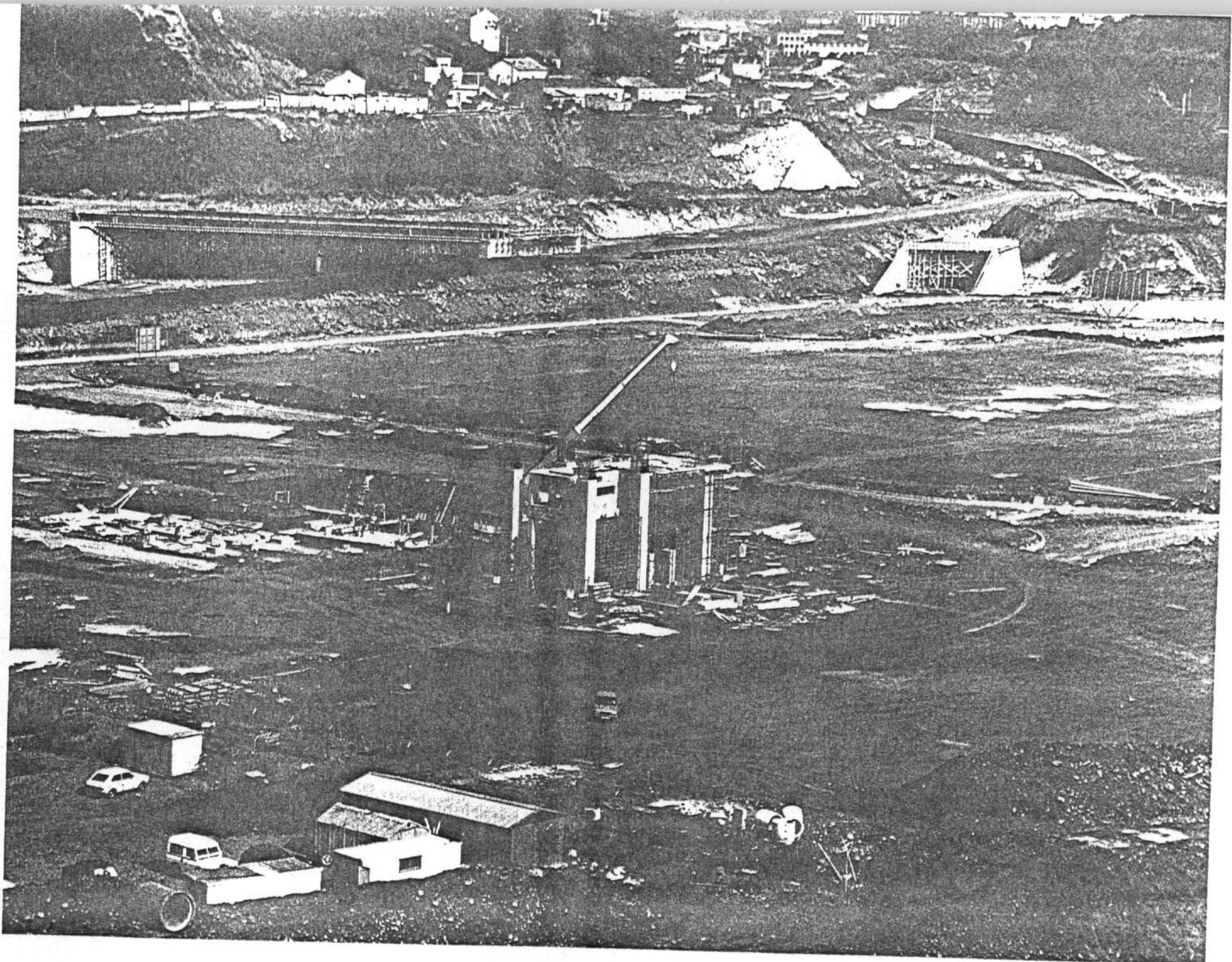
ff) SISTEMA DE CARBON

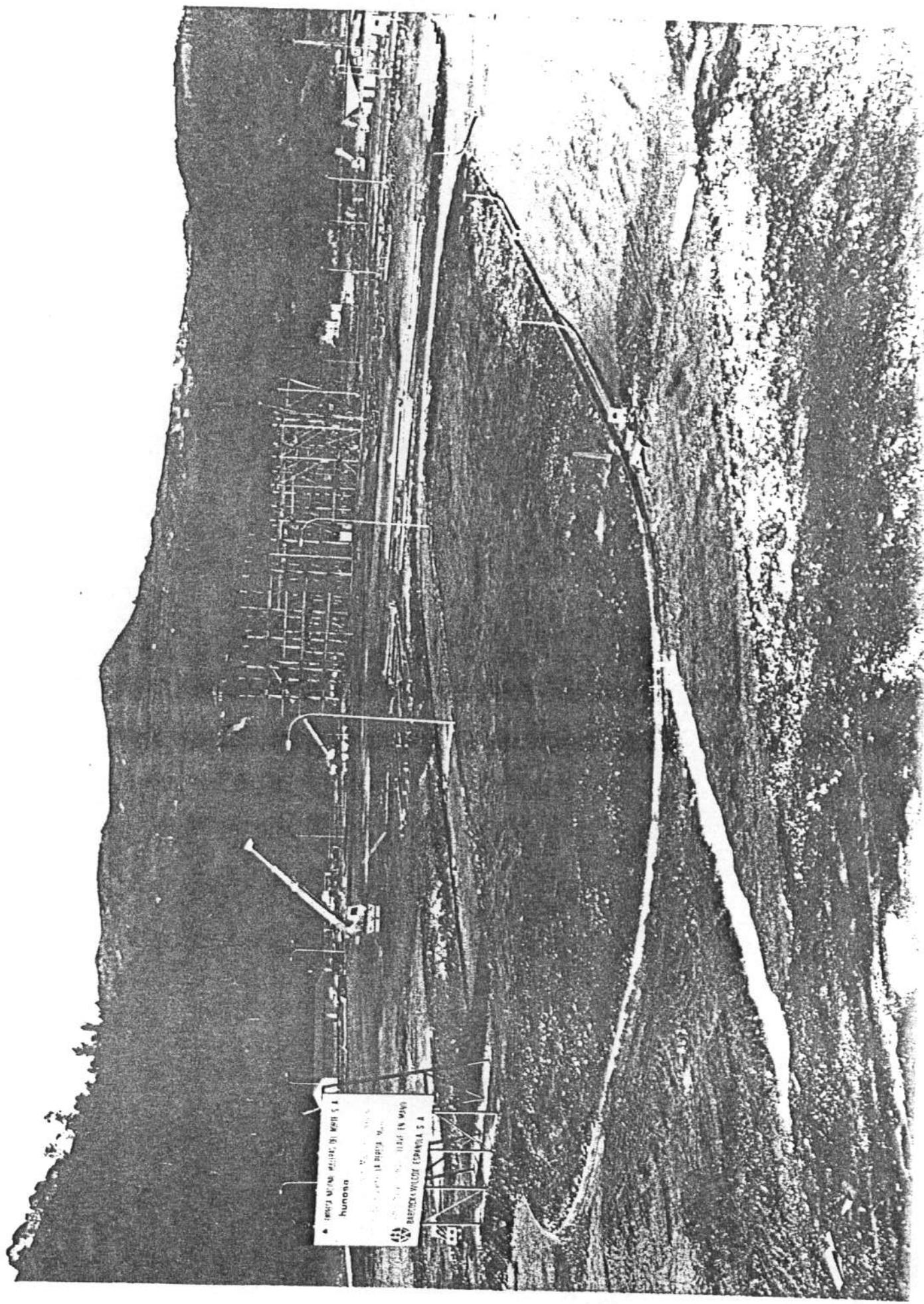
Alimentadores adjudicados a Stock. Entrega: Marzo 1992. Resto sistema: soplantes, bajantes, boquillas: en fase de acopio.

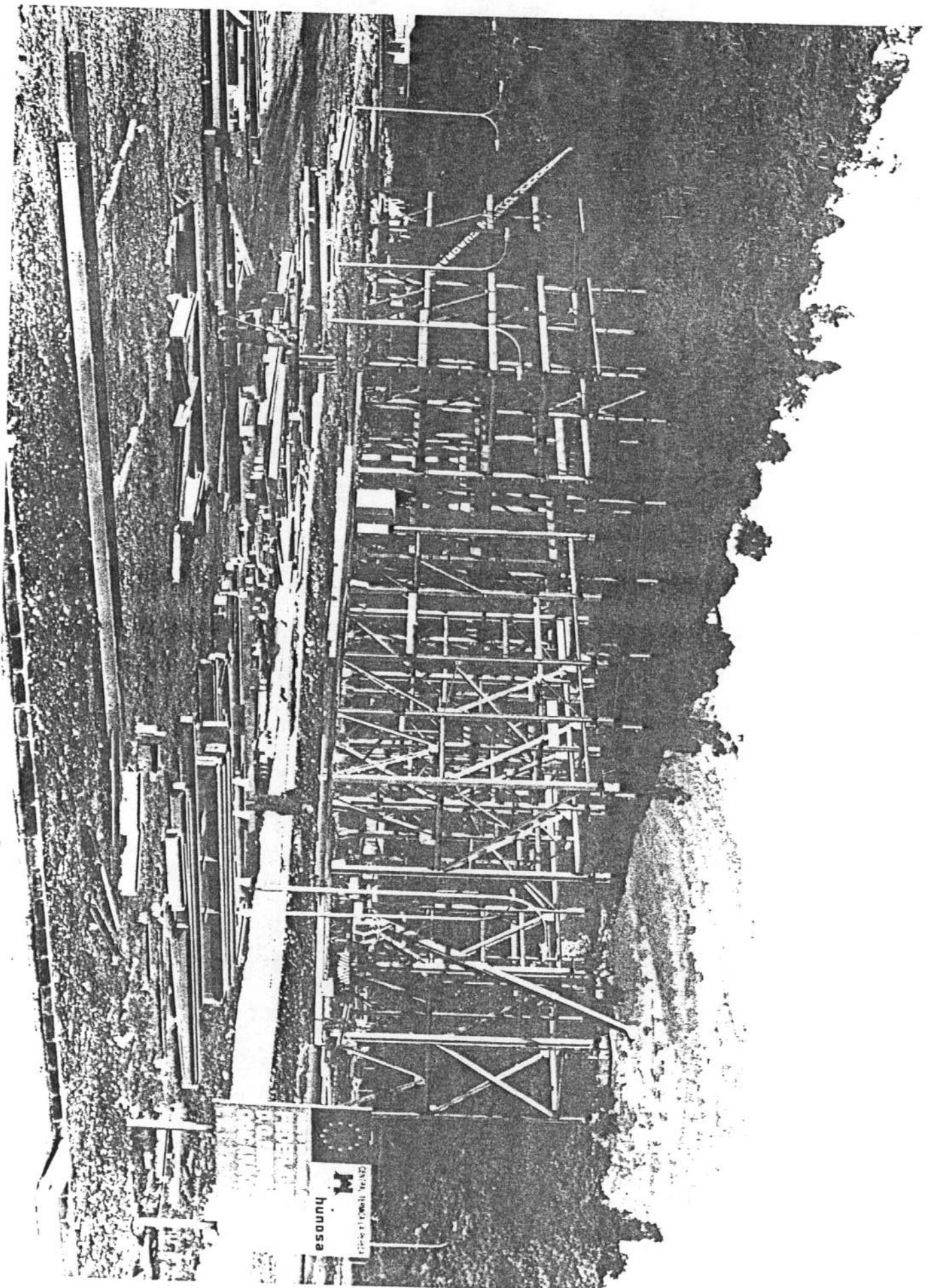
gg) SISTEMA CALIZA

En evaluación de ofertas. Adjudicación prevista en Noviembre.
Entrega prevista en Marzo 1.992.

4. DOCUMENTOS FOTOGRAFICOS







O C I C A R B O N

PROYECTO: UTILIZACION DE ESTERILES DE CARBON EN CULTIVOS
AGRICOLAS C-24-181
H U N O S A

UTILIZACION DE LOS ESTERILES DEL CARBON EN CULTIVOS AGRICOLAS

INFORME DE ACTIVIDADES

1. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Conforme a lo establecido en el programa de actividades previsto, se han efectuado las labores que se describen, de forma resumida, pero detallada, a continuación:

a) Recopilación bibliográfica

Se han pedido y adquirido artículos, documentación, etc., y se ha traducido diversa documentación.

Asimismo, se está en contacto con otros investigadores que estudian temas similares: cenizas volantes, escorias, etc.

b) Desarrollo de experimentos

LÍNEA I

En esta línea y de acuerdo con el programa de trabajo ya indicado en el trimestre anterior, se han efectuado las siguientes tareas.

- Invernadero

Se han continuado la experimentación de tomate y los controles de la misma: análisis foliares, de plagas, etc..

Asimismo, se ha efectuado la recogida de tomates cada 15 días aproximadamente.

Se ha efectuado el semillero de lechuga en tacos de turba que se plantará una vez quitado el tomate.

- Finca colaboradora

- Se continuó y finalizó la experimentación con patatas y se llevó a cabo la recogida de la cosecha de la misma.

Se han realizado los correspondientes controles durante la experimentación y de la cosecha: tamaños, calidad, etc.. Se han preparado las muestras y enviadas para analizar al objeto de determinar el contenido de elementos pesados en las mismas.

Se ha vuelto a preparar la tierra con las labores propias agrícolas: roturación, arado, rotobateado, etc., - para el nuevo cultivo.

Se ha efectuado el semillero de repollo.

Se ha plantado el repollo respetando la distribución de las parcelas que se había hecho en la experiencia anterior, pero se plantaron tres líneas de repollo por parcela.

Se ha comenzado a efectuar los controles correspondientes.

LINEA II

Se ha realizado la recogida de la cosecha de patatas.

Se han efectuado los controles de la patata durante la experimentación y de la cosecha: tamaño, calidad, etc., y se han preparado las muestras y enviadas para analizar con el fin de determinar el contenido de metales pesados en las mismas.

Se ha efectuado en tajo de turba el semillero de lechuga.

Se ha plantado la lechuga y se ha comenzado a efectuar los controles correspondientes.

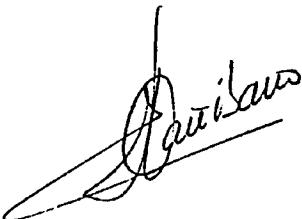
2. GRADO DE AVANCE DE LAS ACTIVIDADES

Como se puede ver en el cronograma adjunto, se estan cumplien do las previsiones establecidas.

3. COSTE

De acuerdo con el impreso S Seguimiento presupuestario, se observa que existe una diferencia de 5.073 miles de pta. debido al desfase existente entre la realización de los trabajos y los cargos de los gastos.

SAMA, 30 de Octubre de 1.991

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Santiago". It is written in a cursive style with a diagonal line through it.

OCTICARBON - CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Nº C-24.181, EMPRESA HUNOSA
 TITULO UTILIZA ESTERILES AGRICULTURA

FECIA	PREVISION INICIAL	ULTIMA PREVISION
INICIACION		
CONCLUSION		

IMPRESO - A

- MEMORIA
- INFORME ANUAL
- INF. TRIESTRAL
- FECHA OCTUBRE 1.991

Nº	DENOMINACION	PRIMER AÑO				AÑOS SIGUIENTES								
		19T	29T	39T	49T	19T	29T	39T	49T	19S	29S	19S	29S	Res. to.
1	Recopilación bibliográfica	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	
2	Selección estériles	XXX												
3	Desarrollo experimentos	XXX												
	. Fase A	XXX												
	. Fase B		XXX	XXX	XXX									
	. Fase C			XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	
	. Fase D				XXX	XXX				XXX	XXX	XXX	XXX	
4	Análisis resultados		XXX		XXX					XXX	XXX	XXX	XXX	
5	Redacción memoria final											XXX		

PREVISION INICIAL
 ULTIMA PREVISION
 REALIZACION
 CONCLUSION E SUSPENSION /

