



RIQUEZA RESTAURADA

HISTORIA DE LA MINA DE AS PONTES

FRANCISCO ARÉCHAGA

TORIBIO FERRERO

ANÍBAL GIL

JOSÉ A. MENÉNDEZ

RAMÓN VALLE

endesa

RIQUEZA RESTAURADA

HISTORIA DE LA MINA DE AS PONTES

Francisco Aréchaga

Toribio Ferrero

Aníbal Gil

José A. Menéndez

Ramón Valle

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a todos los trabajadores de la Mina, sin cuyo esfuerzo, ingenio y entrega no habría podido llevarse a cabo este proyecto minero.

Y, de modo especial, a Marisol Souto por su enorme interés y cuidado trabajo en la selección de fotos, diseño y maquetación de este libro.

RIQUEZA RESTAURADA
HISTORIA DE LA MINA DE AS PONTES

Textos

Francisco Aréchaga
Toribio Ferrero
Aníbal Gil
José A. Menéndez
Ramón Valle

Fotografías

Archivo Endesa

Gráfica

Marisol Souto

Impresión

Alva Gráfica

Depósito Legal: C 2665-2011

© Endesa Generación



ÍNDICE

- 14 **Antecedentes históricos**
- 41 **La llegada de Endesa**
- 51 **La geología**
- 93 **El método de explotación**
- 101 **Los equipos**
- 129 **La explotación**
- 221 **El mantenimiento**
- 239 **La escombrera exterior**
- 325 **El lago minero**
- 367 **La reindustrialización**
- 374 **Los autores**

Ahora que se da por concluida la explotación de lignito en el yacimiento de As Pontes y la recuperación de la superficie afectada por la actividad minera, se hace más cierta la sentencia de que sólo es posible avanzar cuando se mira lejos. Así alcanzamos con bien el término de una mina de la que Endesa obtuvo bienestar para todos a partir de una riqueza que ahora devuelve, restaurada, a la sociedad. Porque, como establece el saber clásico, *finis coronat opus*, es decir, que nada termina verdaderamente hasta su total culminación, de modo que la labor minera no acabó con la última tonelada de carbón extraída, en 2007, sino con el último litro de agua pura vertida en el lago que hoy cubre el lugar que antes ocupó el mineral. Estamos, pues, ante un final feliz porque, gracias al trabajo responsable y planificado, hemos prestado un servicio a la comunidad y hemos afrontado sin traumas el remate de la mina.

Han transcurrido más de sesenta años de actividad ininterrumpida para producir 270 millones de toneladas de lignito, a través de la creación de un hueco de 900 millones de metros cúbicos y 230 metros de profundidad. También construimos una montaña de estériles, con 160 metros de altura y un volumen de 720 millones de metros cúbicos. Todo ello suma una superficie de 24 kilómetros cuadrados.

La tarea constituyó un reto de gran complejidad, en el que ninguna empresa quería implicarse. Entrañaba serias dificultades geológicas, había que operar en condiciones meteorológicas muy adversas y la tecnología disponible hace décadas distaba mucho de la presente. Endesa asumió el reto porque ya entonces disponía de unos valores con los que se adelantaba en el tiempo y que en la actualidad constituyen normas básicas de las buenas prácticas empresariales: Las mejores soluciones técnicas y el cuidado por los entornos social y natural.

Gracias a todo ello, tras haber transformado el carbón en tantos kilovatios/hora como los que consume España en un año, hoy la escombrera está rehabilitada e integrada muy dignamente en el paisaje. Allí vive una fauna abundante y diversa, hasta tal punto que compite, o incluso supera, a la que coloniza muchos parques naturales. El hueco se convirtió en un gran lago de aguas limpias, donde, además

de poder acoger cualquier actividad lúdica o deportiva, se abren nuevas oportunidades de desarrollo socioeconómico.

La pérdida de puestos de trabajo por el fin de la actividad minera se mitigó con un mecanismo de prejubilaciones y se compensó con la creación de empresas que dan empleo directo a 1.200 personas. Estas compañías y los polígonos industriales donde se ubican contaron con la gestión de Endesa y de fondos proporcionados por el Estado, que también sirvieron para financiar las modernas carreteras y autovías de As Pontes. Todo ello fue posible gracias al espíritu de consenso y a la generosidad de todos los sindicatos, de la Administración Pública y de la propia Endesa.

La central térmica, que se había construido en As Pontes con el único fin de aprovechar el lignito local, continúa hoy en funcionamiento utilizando carbón importado, cuyo transporte también genera riqueza en nuestro entorno social. La permanencia de la instalación más allá del agotamiento de la mina, así como la importante inversión que ha supuesto la instalación de una planta de ciclo combinado de 850 MW, bien puede considerarse con toda justicia más riqueza restaurada.

En definitiva, la explotación del yacimiento de As Pontes ha permitido utilizar un lignito que, además de proporcionar bienestar a la comunidad que se benefició del aprovechamiento energético, depara beneficios socioeconómicos que pervivirán durante décadas. Y todo ello en el marco de una rehabilitación ambiental modélica.

Este libro con el que solemnizamos el fin de la mina de As Pontes constituye también un homenaje a los millares de personas que se implicaron con corazón y cabeza en hacer de esta explotación un centro de producción eficiente y seguro. La compañía tuvo el buen criterio de incorporar a su plantilla de mineros a personas que antes obtenían su sustento del cultivo de las tierras que después fueron campo minero. Estos aprendieron su oficio de la mano de los mejores profesionales de la minería española. Gracias a todos ellos Endesa pudo hacer el milagro de As Pontes.

Trascendiendo de lo local a lo global, la experiencia protagonizada por Endesa en As Pontes evidencia sin ninguna sombra de duda que la responsabilidad social de Endesa es mucho más que una mera declaración de intenciones. Tenemos valores y los aplicamos hasta el límite en toda nuestra actividad y en cualquier lugar del mundo, de Santiago de Chile a Santiago de Compostela. Nada mejor que lo realizado en As Pontes para dejarlo bien patente.

ANDREA BRENTAN

Consejero delegado de Endesa

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Diligencia

En la misma fecha fué remitida a la Dirección general de Explotación y Montes, para la tramitación correspondiente, el título de propiedad de esta copia la presente y se cursó a la Dirección general de Contribuciones y Certificación de Cuentas de esta mina, conforme a lo dispuesto en el artículo 14 del Reglamento provisional de la contribución minera aprobado por Real Decreto de 23 de Mayo de 1911, cuyo texto de dicho decreto se acompaña en copia en esta certificación en copia de fecha 17 del actual, que se acompaña en copia en este expediente. La Dirección general de Explotación y Montes a Oroya 23 de Junio de 1911.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Las referencias escritas al lignito de As Pontes datan de varios siglos atrás. El primer documento conocido sobre el yacimiento es un informe que el ilustrado José Cornide y Saavedra¹ presentó en 1790 a la Sociedad de Amigos del País de Santiago de Compostela. No obstante, ya en 1783 el mismo autor aludió, refiriéndose a As Pontes, a “una vena de carbón de piedra”.

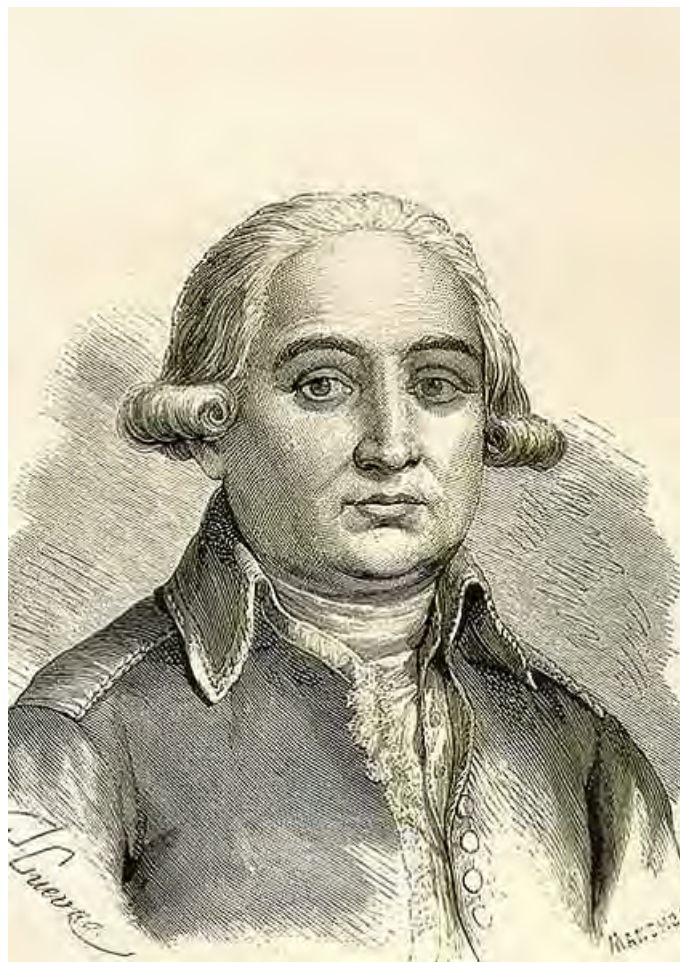
Entre otras cosas, en la obra dirigida a la sociedad compostelana, dice Cornide:

“... En estos días en que el río no llevaba poco agua, quedaban descubiertas como unas 10 ó 12 varas verticales de veta, y sobre ella de 3 a 4 de arcilla y tierra.

La dirección de aquella, es de Sudoest á Nordest, y su extensión por una y otra parte no averiguada hasta ahora; pero probablemente mucha, pues según los naturales vuelve a aparecer en un arroyo que corta la vega como a media legua hacia el Nordest.

El modo como pudo formarse esta veta, aun es mas difícil de averiguar que su extensión: la tradición entre las gentes del País es, que una vez que se comunicó el fuego a este terreno, ardió por mucho tiempo, y esto me conduce a creer que en su origen tuvo un inmenso bosque, que trastornado con algún terremoto, fue abismado e incendiado por los fuegos subterráneos y qué impregnado por las materias sulfúreas, se reduxo a una pasta informe, tal qual hoy aparece a primera vista, y en la qual se hallan algunas señales de su primera naturaleza, como sucede en la Mina de Biechlitz, a una legua de la Ciudad de Halle en la Saxonia, en la qual de en medio de una tierra o pasta bituminosa, se sacan todos los días troncos de árboles enteros y en estado de servir.

Me mueve a esta conjetura la misma disposición y calidad del terreno, pues el que está á la banda del Est, es todo mineral de fierro, hallándose en el Senoruest y montes de Folgoso y la Capela vetas calcareas, formando el todo como el borde de una gran cratera o fosa, cuyo fondo es la vega por donde corre la Mina, que en la violenta conmoción de un terremoto pudo aplanarse, lle-



José Cornide y Saavedra

vándose consigo toda la superficie, y con ella quanto contenía, mudando enteramente su aspecto. En efecto un País lleno de metales, de semimetales, y de piedras calcáreas, ofrece las materias mas propias para excitar una fermentación que produzca un violento terremoto que trastorne todo el País vecino y aun quando la buena física no conduxese á este raciocinio, hartos exemplos nos ofrece la máquina en todas sus partes para que no lo dudemos...”.

Posteriormente, en 1835, el ingeniero Guillermo Schulz, en su “Descripción Geognóstica del Reino de Galicia”, cita lo siguiente:

1. Memoria sobre las minas de Galicia y otras producciones del reino mineral. José Andrés Cornide Saavedra y Folgueira. A Coruña, 1783. Reproducción facsimilar de la Cámara Oficial Mineira de Galicia. A Coruña, 2006.

“... Carecemos en Galicia de la formación de carbón de piedra, pero tenemos otro carbón mineral que se llama lignito: de éste hay grandes capas al O. de la villa de As Pontes de García Rodríguez, donde a orillas del río Eume se ve un corte de una formación probablemente terciaria de arcilla plástica y de arena, cuyas masas alternan en capas horizontales, y forman gran parte del inculco llano de As Pontes y con ellas alternan las capas de lignito que son de una o dos varas de espesor. Su explotación no ofrece grandes dificultades y podrá hacerse en gran parte a tajo abierto; pero para beneficiar aquellas capas que se hallan más bajas que el nivel del río y asoman en su madre, se requiere más arte. Hasta ahora no se ha aprovechado una sola arroba de tal lignito o carbón mineral, porque aquel país abunda en leña de monte bajo, y carece de toda industria...”

De la prosa descriptiva firmada por personajes históricos, el recorrido por los antecedentes del ya-

Guillermo Shulz



cimiento de As Pontes nos lleva a un documento puramente administrativo, que aún no alcanzó los cien años. Fue en 1917 cuando José Caramelo Casal realizó ante la Administración las primeras denuncias, con el fin de que se le reconociesen derechos de explotación sobre las minas denominadas Segunda, Tercera, La Merceda, Cuarta, Quinta, Sexta, Séptima, Octava, Novena y Josefina, cuya superficie sumaba 2.500 hectáreas. El solicitante obtuvo los títulos de propiedad en 1919, otorgados por el gobernador civil de A Coruña a propuesta del ingeniero jefe del distrito, Ramón del Cueto². En noviembre de 1942, la propiedad fue transferida a las herederas del citado emprendedor, Josefa y María del Carmen Caramelo Arredondo.

La investigación del yacimiento se inició en 1919 con la realización de, al parecer, veinticuatro pocillos. Este trabajo fue mejorado entre 1921 y 1924 con otro denominado “campaña Masenet” en recuerdo de uno de sus autores, con quien colaboraron Hernández Sampelayo, Carbajal y Rost. En ese período se hicieron 74 sondeos de cuarenta metros de profundidad, que se completaron con cinco pozos, uno de los cuales llegó a cincuenta metros. A partir de este último estudio se elaboraron catorce perfiles transversales distantes entre sí quinientos metros, lo que correspondía a la separación de los sondeos. Ello sirvió para definir el yacimiento, que se interpretó como bolsadas irregulares de lignito intercaladas entre estériles compuestos principalmente por arena y arcilla.

Los datos de la “campaña Masenet” sustentaron el informe que el ingeniero R. López Smetz redactó –ya en la década de los 40, con una España sumida en las estrecheces de la posguerra– para que la Empresa Nacional Calvo Sotelo (Encaso) plantease a la familia Caramelo la compra de las concesiones mineras. La adquisición, por la cual la compañía pública se hizo con una superficie total de 1.925 hectáreas, se formalizó el 15 de mayo de 1946.

2. Ramón del Cueto fue el primer presidente de la Cámara Oficial Minera de Galicia, entre 1925 y 1928.

Vesintormere

Título de Propiedad

Don *Antonio Alcánzara Botegón*
Gobernador civil de la provincia de *La Coruña*

Por cuanto a D. *José Caramela y*
Caual, vecino de Ferrol
me a bien otorgarle la concesión minera de mineral de *lignito*
nombrada *Segunda*
cuyo expediente tiene el número *1357* sita
en término del Ayuntamiento de *Puentes de García Rodríguez*
de esta provincia, he venido en resolver con fecha *5* de *Mayo*
1919 que se le expida, conforme a lo prescrito en el decreto-ley de 29 de Diciembre de 1868,
este título de propiedad de *ciento veinticinco*
pertenencias, que componen *un millón doscientos*
cuarenta mil metros cuadrados de extensión, en la forma que se fija en el
junto plano, levantado por el ingeniero D. *Antonio María de*
Jusino fechado en La Coruña a *veintidos*
enero de mil novecientos *dieciocho*, con la obligación de cumplir
condiciones generales siguientes, establecidas en la legislación vigente, (y en su caso las especiales
que se le impongan).

- 1.ª La de beneficiar la concesión minera, conforme a las reglas del arte, sometiéndose él y sus bajadores a las de policía que señalen los reglamentos.
- 2.ª La de responder de todos los daños y perjuicios que por ocasión de la explotación pueda revenir a tercero.
- 3.ª La de resarcir también a sus vecinos los perjuicios que les ocasione por las aguas acumuladas

concedo en nombre del Gobierno de S. M. a Don José María
Meló y Casal la propiedad de la
mina Segurda
mientras cumpla con las expresadas condiciones.

Dado en La Coruña a siete de Junio
de mil novecientos diecinueve.

El Gobernador, E. V. Sotomayor

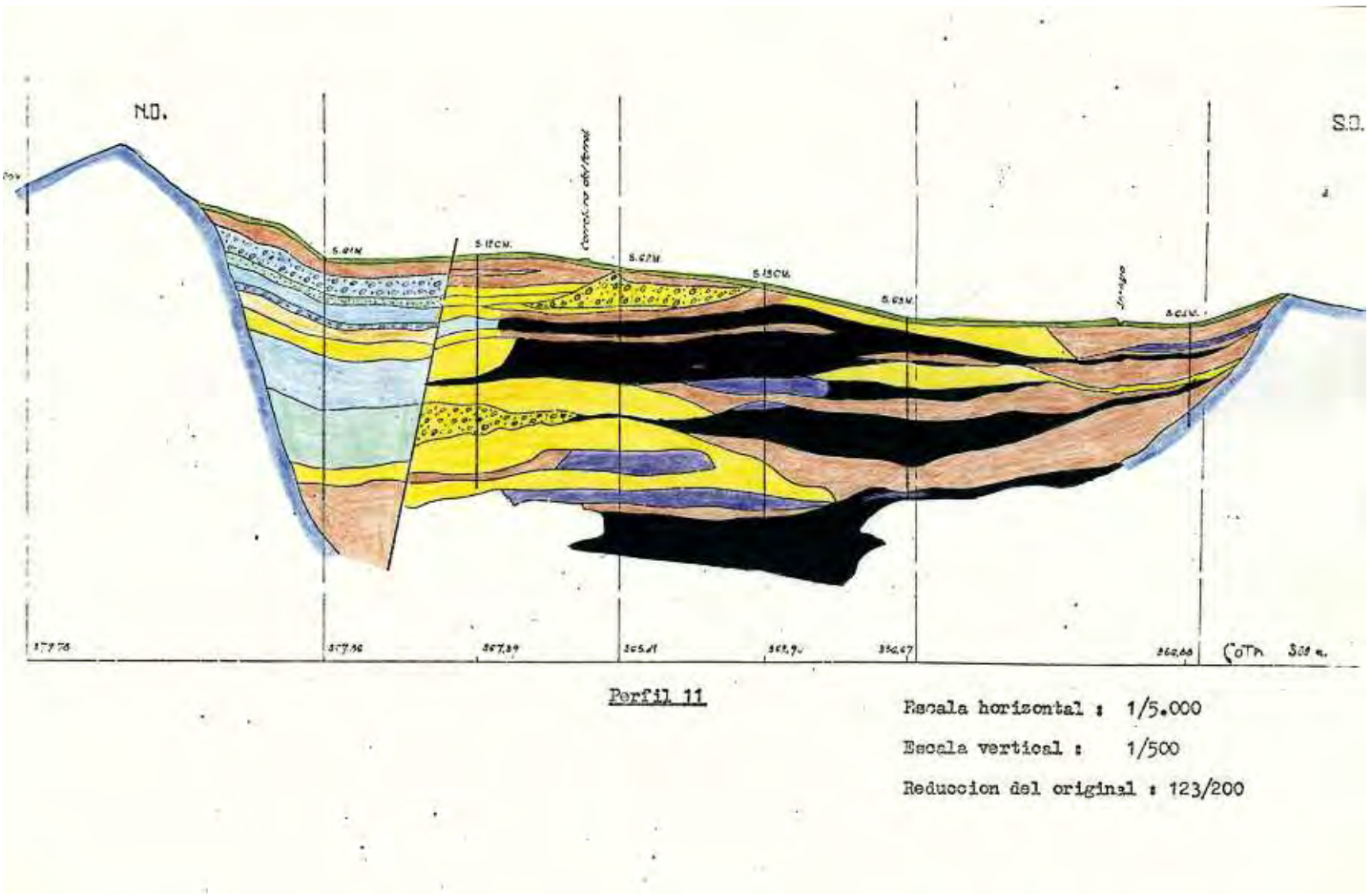
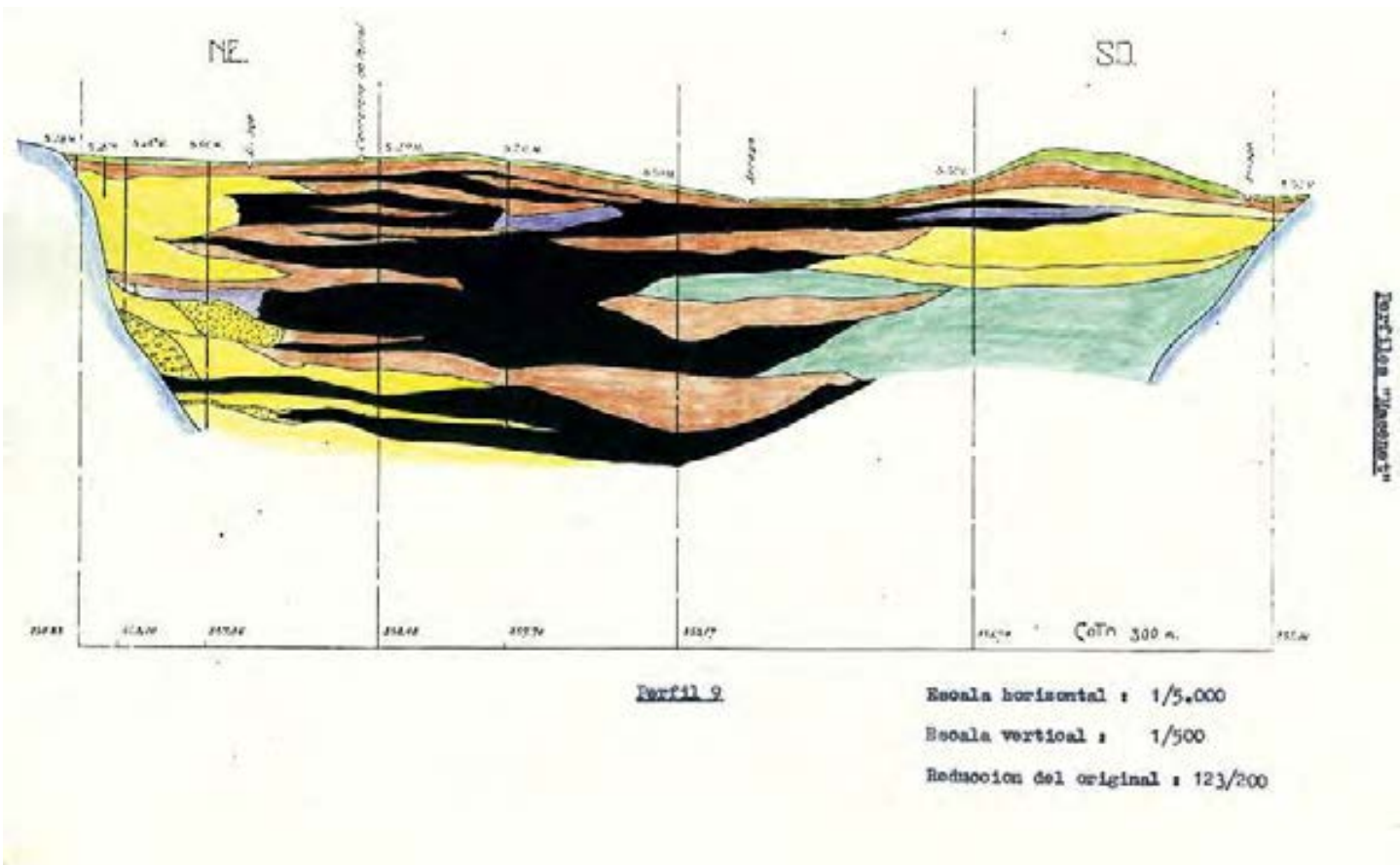
Alcántara Hay un sello que dice: Gobierno
de provincia, Coruña.

Diligencia

Con la misma fecha fue remitida a la Dirección general de Agricultura, Fincas y Montes, para la estampación del sello correspondiente, el título de propiedad de que entopia la presente y se dió a la Dirección general de Contribuciones certificación de la concesión de esta mina, conforme a lo dispuesto en el artículo 14 del Reglamento provisional sobre la explotación minera aprobado por Real decreto de 23 de Mayo de 1911, cuyo texto director se recibió de dicha certificación en comunicación de fecha 17 del actual, que se rue a este expediente.

La Coruña 23 de Junio de 1919

El Ingeniero Jefe
A del Cuello



EMPRESA NACIONAL CALVO SOTELO

La Empresa Nacional Calvo Sotelo había sido creada poco antes, en plena autarquía, después de que Francisco Franco, por medio de un decreto de 22 de enero de 1942, encomendase al Instituto Nacional de Industria (INI) la organización de compañías para obtener carburantes y lubricantes por destilación de rocas bituminosas. Así surgió el 24 de noviembre del mismo año la Empresa Nacional Calvo Sotelo de Combustibles Líquidos y Lubricantes que, a su principal cometido de destilar las pizarras bituminosas de la cuenca de Puertollano, sumó después el de construir una refinería de petróleos en la zona de Levante. Más tarde se le encomendó redactar un plan nacional para el aprovechamiento racional y económico de las pizarras y lignitos nacionales con vistas a la producción de carburantes, lubricantes e industrias conexas.

El Plan Nacional establecido con arreglo a estas normas fue sancionado por la Ley de 26 de mayo de 1944, por la que se encomendó al Instituto Nacional de Industria (INI) su ejecución y desarrollo. Al amparo del referido programa crecieron los enclaves de Puertollano (Ciudad Real), de la zona del Ebro (Zaragoza, Escatrón y cuenca de Teruel), de As Pontes de García Rodríguez y de Cartagena, en Murcia.

En As Pontes se planificó la construcción de una central térmica de 32 MW (2x16), una fábrica de combustibles líquidos y lubricantes y las instalaciones mineras precisas para abastecer de combustible y materia prima al complejo. Antes de iniciar el proyecto, se estudiaron a fondo los procesos de destilación a baja temperatura y gasificación del lignito. Los resultados conseguidos permitieron optar por la instalación de una fábrica de nitrato amónico agrícola obtenido a partir de la gasificación del lignito, aplazando la instalación de destilación a baja temperatura, que finalmente no llegó a realizarse.

Los trabajos previos en As Pontes comenzaron en el año 1943. Además de profundizar en el estudio del yacimiento de lignito, se instaló una central térmica auxiliar de 300 CV que utilizaba carbón local como combustible.

Ya en 1946 se iniciaron las tareas de cimentación de la central térmica de 32 MW que se puso en mar-

cha en julio de 1949. El efecto de este arranque en la producción minera fue inmediato: de las 9.020 toneladas de lignito que se obtuvieron en 1948 se pasó, en sólo un ejercicio, a 60.786.

La fábrica de fertilizantes, cuya construcción se había iniciado en 1950, entró en operación comercial en septiembre de 1959, perdurando su actividad casi treinta años.

El proceso consistía básicamente en obtener amoníaco por síntesis de sus dos elementos: hidrógeno y nitrógeno. En aquel procedimiento, pionero en España, el lignito constituía la materia prima fundamental, dado que, una vez pulverizado y a partir de su gasificación integral con oxígeno y vapor de agua, después de sucesivas depuraciones se lograba hidrógeno. Por otra parte, mediante la destilación fraccionada del aire líquido se conseguía nitrógeno. Con ambos gases se efectuaba la síntesis del amoníaco y, a partir de él, ácido nítrico y nitrato amónico que, mezclado con calizas procedentes de las canteras de la zona, daba lugar al producto comercial final: nitrato amónico cálcico (Nitramón) del 20,5% de nitrógeno. La producción anual prevista era de 100.000 toneladas, para lo que se precisaba el consumo de 64.000 toneladas de lignito. Había, otro producto de interés: 6.000 toneladas de azufre puro.

Encaso inició una labor de investigación del yacimiento de carbón que dividió en dos etapas. En los informes correspondientes se dice:

Visita inauguración fábrica de fertilizantes, 1959



Foto de la que quizá fue la primera apertura de la mina de As Pontes, año 1946. Dos operarios (abajo) resolviendo problemas de bombeo



“En la primera se dieron dos pozos maestros en las zonas de Portorroibo y Vilavella, completados por una serie de pocillos según perfiles longitudinales y transversales. De esta forma se dieron en Portorroibo 10 pocillos, en uno de los cuales se cortaron 40 metros continuos de lignito, y 14 pocillos en la de Vilavella. El pozo de Portorroibo se profundizó hasta los 59,50 metros, teniéndose que suspender el avance en este punto, debido a haberse cortado un banco de arenas muy acuíferas. En este mismo pozo, a los 25 metros, se dieron dos galerías de explotación, en direcciones Norte y Oeste, aproximadamente, que alcanzaron una longitud de 66,50 y 39,60 metros, respectivamente. El avance de esta galería hubo de suspenderse, pues la blandura y elasticidad de los hastiales

en las zonas estériles hacían inútil cualquier tipo de fortificación.

Dada la dificultad con que se tropezaba para sacar conclusiones claras de los datos obtenidos en los pocillos, se inició una labor a roza abierta en la zona de Espiñaredo, donde en uno de ellos se había cortado una gran potencia de lignito y entre sus muestras había sido identificada la variedad de lignitos denominada “piropisita” con un contenido de alquitrán de hasta el 33 por 100. El resultado de esta labor fue muy halagüeño, pues permitió descubrir una zona de la formación perfectamente estratificada con bancos alternados de carbón y arcilla, que tenían una inclinación de unos 85 grados. Como complemento de esta labor se dieron otros seis pocillos,

Misma labor minera que la foto anterior vista desde el cabrestante de extracción. Nótese las instalaciones eléctrica y de bombeo



siguiendo el rumbo de las capas, y en todos ellos se cortaron capas, más o menos potentes, de piropisita.

En vista del éxito de este tipo de investigación, se resolvió abrir otra corta, que desde el primer momento puso al descubierto un potente y regularmente estratificado banco de lignito, en el que actualmente se trabaja (1949), sumando entre los dos frentes montados una potencia de 10 metros, con más carbón en profundidad.

Antes de terminar el período de investigación se dieron ocho pocillos más en diferentes puntos de la cuenca, como comprobación de antiguos sondeos y también para fijar los bordes de aquella en la parte Sur, en la que van situadas las escombreras.

Con los datos recogidos en todas estas investigaciones y con un concepto más claro de la estructura aproximada del criadero, se pudo delimitar la zona de lignito explotable, de mucha menor extensión superficial que la ocupada por el conjunto de las concesiones, ya que se determinó en 476 hectáreas, en números redondos, frente a las 1.925 que ocupan aquéllas...

El tonelaje cubicado hasta una profundidad media de 40 metros, después de aplicar un coeficiente de reducción de 0,7 por esterilidades y de considerar para el lignito en capa con su humedad natural una densidad de 1,2 se cifró en 53.700.000 toneladas, con una potencia media de 9,40 metros.

Primera escombrera de la mina de As Pontes. Año 1944 (aproximadamente)





Castillete de uno de los pocillos de investigación y oficinas 1953



Operarios en el castillete de uno de los pocillos de investigación, en 1953



Corta nº 1 en Espiñaredo, 1943

El volumen total de estéril que hay que remover para beneficiar estas reservas se calculó en 69.000.000 m³, de los cuales 29.500.000 correspondían a la montera y 39.500.000 a las intercalaciones, con potencias medias de 6,20 y 8,30 metros, respectivamente”.

La visión que en los años 40 tenía Encaso de la formación del yacimiento queda reflejada en el texto transcrito a continuación:

“Ocupa este yacimiento una pequeña cuenca excavada en pizarras antiguas, y está recubierto por una montera, francamente discordante, de formación diluvial, compuesta por arcillas plásticas, guijarros sueltos, arena y gruesos cantos rodados.

Este recubrimiento enmascara por completo al criadero, y ello, unido a que la poca fuerza erosiva de los ríos actuales no ha puesto al descubierto afloramientos en consonancia con la riqueza de la cuenca, explica la escasa atención que en la primera época se le prestó.

De las dos teorías que sobre formación de depósitos carbonosos existen, la alóctona es la que mejor se presta para explicar la génesis de éste, ya que por tratarse de una formación miocena de facies lacustre continental, de poca extensión superficial y profundidad relativamente grande, no concurren en ella las condiciones necesarias para depósito “in situ” de restos de vegetales, que exigen la existencia de extensas líneas de costas bajas, tendidas y pantanosas. En esta formación, las alternativas de lechos carbonosos y arcillosos no son debidas a movimien-

“Pozo grande”, castillete del sondeo de captación de 58m de profundidad



tos epirogénicos lentos y de gran amplitud, sino a diferencias en el material de acarreo, que fue rellenando la cubeta formada por las rocas de los terrenos primarios.

El lago primitivo, cuya extensión superficial era mayor que la de la cuenca actual, era uno de los muchos que el recrecimiento alpino formó en el macizo arcaico gallego. Este lago era alimentado por los pequeños cursos de agua procedente de los montes que lo rodeaban; pero la aportación principal la recibía del río Eume, sobre cuyo curso se hallaba situado formando a modo de un embalse natural, cuyo aliviadero de superficie estaba situado aguas debajo de la actual confluencia de los ríos Eume y Carracedo. La situación del embalse, excéntrica con relación al curso del río, favorecía el que los restos vegetales procedentes de los bosques circundantes se fueran acumulando sobre las orillas del lago, donde empezaba el lento proceso de carbonización. La variedad de detritus aportados, en su mayor o menor densidad, proporción de celulosa, lignina, ceras y resinas, fueron las causas determinantes de las actuales diferencias observadas en las riquezas de alquitranes de los lignitos y la razón de que no se pueda precisar con exactitud la extensión y potencia de los lechos más ricos, aunque existe la seguridad de que estas concentraciones serán frecuentes y no difíciles de localizar con la debida anticipación en una marcha regular de los trabajos.

Alternando con estas aportaciones vegetales, y durante los períodos de mayores precipitaciones y arrastres de tierras, se fueron depositando lechos arcillosos de potencias variables, en sedimentación concordante en grandes zonas con las del carbón.

Probablemente, al final del Mioceno, y como consecuencia de la descompresión postalpina que motivó el lento hundimiento de las costas gallegas, el perfil del Eume sufrió un brusco cambio por el descenso de su nivel de base. Esta rotura de equilibrio dio lugar a un rejuvenecimiento del curso del río, con aumento de su poder erosivo, debido a la mayor velocidad de su corriente. Su acción se dejó sentir intensamente en el desagüe del lago, cuyo aliviadero de superficie, que había logrado ya su nivel de equilibrio, se fue desmoronando, dejando escapar las aguas de





Labores mineras. Año 1947



Labores mineras. Año 1948. Se nota el avance de las dos vías laterales cuyo inicio se aprecia en la fotografía anterior

aquél. Como consecuencia de esto, los estratos de la zona occidental de la cuenca se desplomaron, provocando con su empuje una serie de pliegues de ramas desiguales, que hoy día aparecen en las labores a roza abierta.

Naturalmente esta cuenca y afines sufrieron los efectos de la erosión diluvial, que en la zona Roupar-Vilalba ha arrancado hasta el último vestigio de carbón, y en la de As Pontes es muy manifiesta, por la discordancia entre los lechos carbonosos y el recubrimiento de aluvión cuaternario.

La atención que hasta ahora se ha prestado a la resolución de los problemas técnicos que la puesta en marcha de la explotación futura presentaba, ha impedido que se le dedique el tiempo que merece al estudio y clasificación de los restos de fósiles vegetales que con frecuencia se encuentran en el carbón. Sin embargo, se piensa acometer la clasificación sistemática y ordenada de la flora y la fauna fósiles, características de este criadero”.

LA MINA DE ENCASO

La explotación del yacimiento resultó compleja por sus propias características, agravadas por las limitaciones tecnológicas de la época. Así se refleja en el siguiente texto que, al igual que los anteriores que figuran en cursiva, forma parte del documento “Descripción General del Grupo de As Pontes de García Rodríguez”, realizado por Encaso en septiembre de 1949.

“Dadas las características de este criadero, se impone su explotación a cielo abierto, a pesar del inconveniente que supone el que ésta tenga que hacerse en una región tan lluviosa como es Galicia. Desde luego, estas condiciones climatológicas adversas serán paliadas en parte por la intensa mecanización del arranque, que evitará que el personal sufra con exceso sus consecuencias. En último término, aunque estas dificultades se traduzcan en un menor rendimiento durante los meses lluviosos éste será siempre superior al que se obtendría en una explotación subterránea, que, según la experiencia adquirida, sería totalmente irrealizable, dada la plasticidad de las capas de estéril, a no ser que se hiciera perdiendo macizos de carbón al techo y muro de las labores.

Como ni en la montera ni en las intercalaciones existen bancos rocosos, sino que se trata de tierras sueltas o bancos arcillosos de mayor o menor dureza, su arranque por medio de procedimientos mecánicos con pala o dragas de arrastre no ofrece dificultades. Sin embargo, como por la irregularidad de la potencia de las capas no es posible aplicar excavadoras de tipo de cadena de cangilones, es preciso emplear explosivos para cuartear el lignito y facilitar el trabajo de carga con palas excavadoras de cuchara.

El criadero, según se ha dicho, ocupa una gran llanura, sin desniveles o accidentes que permitan atacarlo en desmonte abierto. Es, pues, necesario abrir grandes cortas, accesibles por medio de planos inclinados, en las que se monten los bancos de explotación. La apertura de estas cortas representa un importante volumen de tierras que remover, y a rebajar este capítulo del coste de producción tenderán todos los esfuerzos del plan de labores.

Es indudable que la solución ideal para esto es utilizar medios de arranque y transporte combinados que permitan depositar el escombros inmediatamente detrás de las explotaciones por medio de pórticos móviles equi-

Avance de labores mineras. Año 1948





“Pala de cuchara” Año 1950

PALA EXCAVADORA N°1

MARCA: MENCK nº 167760-761
MOTOR: MÖLN-DEUTZ - tipo: PMZ. nº 230
POTENCIA: 44/54 C.V. - 2 Cilindros de ϕ 200x300 mm.
2 tiempos
R. P. M.: 450/550; 35 Kg/cm²
Arranque por aire comprimido
1 Freno de aire y 4 mecánicos
Peso en orden de marcha 40/48 Tm.
CUCHARA: 0'628 m³ de 0'95 x 0'87 x 0'76 m.

Se compró a "Cubiertas y Tejados" de Bilbao
Trabajaba en "Canal de Castilla" Palencia, y fue
embarcada para Puentes el día 19-3-44.
Se puso en servicio en Julio de 1-944

PRECIO: 220.833'27 pts.

Nota: Se le alquiló a "Portales S.A." desde
2 Julio 1.957 a 31 Marzo 1.959

Estado actual

Características de la pala de cuchara.

pados con cadena de cangilones y cinta transportadora, solución alemana, o utilizar palas o dragas de arrastre de mucho alcance de pluma, solución americana. Ambos métodos exigen, sin embargo, que se haya alcanzado el nivel inferior de la explotación y que éste tenga amplitud necesaria para permitir la acumulación del estéril, sin que por ello se entorpezcan otros servicios. En el caso del criadero de As Pontes, como en relación a la extensión superficial es muy grande la profundidad que alcanzan las capas de lignito, habrá que desmontar grandes áreas antes de poder aplicar este método. Se hace necesario, por tanto, disponer de una amplia zona, próxima a la

cuenca, en la que se pueda ir depositando el estéril de la montera e intercalaciones durante los primeros años.

Otro problema que merece especial estudio es el desagüe de las cortas, no sólo con miras a una mayor economía en el precio de coste, sino también para evitar las consecuencias catastróficas que una irrupción torrencial de las aguas tendría para las labores.

El volumen de aguas a eliminar se puede descomponer en tres partes: precipitaciones atmosféricas directas, filtraciones y, en tercer lugar, las inundaciones por rebose de ríos y arroyos.

Las primeras se pueden calcular aceptando un má-

El drenaje de los frentes de arranque fue un problema difícil de resolver





Dragalina construyendo un canal de protección

ximo de precipitaciones por segundo, y, de acuerdo con el caudal obtenido para el área desmontada, montar una instalación de bombeo escalonado.

Las segundas, mucho más importantes que las primeras, exigen la construcción de una red de canales aguas arriba de las labores, que sirvan para recoger las procedentes de las filtraciones y las aportadas por pequeños regatos, desviándolas de una manera continua, aprovechando para ello las vaguadas naturales y sin necesidad de consumir energía. El éxito de esta solución, cuyos resultados prácticos ya han sido experimentados en los trabajos, está basado en el hecho de que la formación de lignito y arcillas intercaladas es prácticamente impermeable, de tal manera, que las aguas se filtran sólo a través del contacto con los terrenos de acarreo de la montera.

Las citadas en último lugar son las más peligrosas, y para combatirlas será necesario realizar, a medida que la explotación lo exija, una serie de enlaces y rectificaciones

Dragalina





Vista norte de la explotación. 1948

de cauces de ríos y arroyos, de los cuales algunos están ya en construcción.

Aunque a primera vista parezca ilógico, se han iniciado las labores en el extremo occidental de la cuenca, el más alejado de las instalaciones de beneficio. Las razones en que se funda esta determinación son aprovechar las pequeñas labores de preparación realizadas, empezar los trabajos en una zona muy rica de la cuenca, para compensar con la facilidad de extracción la falta de experiencia del personal, y, finalmente, poder llevar una explotación en retirada, dejando siempre libre salida al lignito hacia la factoría, sin las trabas de tener que pasar por regiones abandonadas o inundadas”

Encaso comenzó las labores de preparación en 1946, de modo que al año siguiente ya obtuvo una producción de 7.707 toneladas de lignito. Posteriormente, en 1949, coincidiendo con la inauguración de la central térmica de 32 MW, inició la apertura de la corta de Portorroibo, para lo que se emplearon dragalinas, mientras que para el transporte del material se optó por el tren. Los convoyes, formados por vagones de diez metros cúbicos, circulaban por una vía de sesenta centímetros y carril de 15 Kg/m.

Lo que se puede considerar como la verdadera explotación no llegaría hasta 1955, cuando entró en servicio la primera excavadora de rodete con una capacidad de producción de 280 m³/h. Se aplicó tam-

Vista de la escombrera exterior



Detalle de la excavadora R1 ó R2



Locomotora Krupp



Año 1965. Primeras excavadoras de rodete R1 y R2



bién un cambio en el transporte, que pasó a realizarse por medio de un ferrocarril con vía de cien centímetros, carril de 45 Kg/m y vagones de cincuenta metros cúbicos para el lignito y de veinticinco para el estéril. No obstante, la actividad era limitada, debido a que solo se abastecían unas pequeñas plantas piloto para ensayos de gasificación y obtención de

productos ligeros, además de la central térmica de 32 MW.

El 59 fue un año de acontecimientos ya que, junto a la apertura de la fábrica de fertilizantes, Encaso adquirió la segunda excavadora de rodete, cuya capacidad era de 300 m³/h.

AÑOS	LIGNITO (t)	ESTÉRIL (m³)
1947	7.707	26.238
1948	9.020	34.007
1949	60.786	32.225
1950	119.155	60.927
1951	109.553	46.942
1952	154.239	49.901
1953	277.174	86.844
1954	171.623	91.754
1955	215.326	86.432
1956	140.028	54.208
1957	319.677	139.439
1958	191.246	115.155
1959	107.495	178.139
1960	123.287	180.185
1961	220.996	144.585
1962	388.534	220.140
1963	329.572	202.055
1964	431.028	206.312
1965	398.702	496.479
1966	250.861	613.425
1967	427.112	580.500
1968	380.978	690.962
1969	346.794	631.475
1970	496.374	614.825
1971	504.257	674.850
TOTAL	6.181.504	6.258.004

ESCOBRADORA

MARCA: LAUCHHAMMER

TIPO: SCHWENKABSETZER 180/27.6

EQUIPO: Eléctrico A.E.G.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Capacidad calculada	216 m ³ /h.
" garantizada	154 m ³ /h.
Nº de descarga de los conglones	20/minute
Capacidad de un conglon	180 litros
Nº de conglones	9
Velocidad de la cadena de conglones	0.9 m/sg.
Potencia de accionamiento de la cadena	50 KW
Velocidad del motor	960 r.p.m.
Presión max. del borde del conglon	6.4 Tm.
Prof. del pozo de recogida	1.5 m.
Altera del plano de lanzamiento	6.8 m.
Longitud de la pluma de lanzamiento	27 m.
Ancho de la cinta	800 m/sg.
Velocidad de la cinta	2.1 m/sg.
Inclinación de la cinta	10°
" de la cadena de conglones	44°
Potencia del motor de la cinta	16 KW.
Velocidad del motor de la cinta	1.440 r.p.m.
Diámetro del tambor de accionamiento	630 m/m.
Anchura " " " lanzamiento	950 "
Ø " " " " "	500 "
Anchura " " " " "	950 "
Giro de la pluma de lanzamiento	150° (75°)
Velocidad de giro del extremo de la pluma de lanz.	12 m/minute
Potencia del motor de la pluma de lanz.	35 KW.
Velocidad " " " " "	710 r.p.m.

Sustentación y movimiento de la máquina: Apoyada sobre 3 grupos de ruedas; 2 grupos motrices con 12 ruedas en total, 8 de ellas motrices. Un grupo de apoyo con cuatro ruedas no motrices. La máquina corre sobre tres carriles. Motores de accionamiento 4 de 27 Kw. c.v. a 940 r.p.m. Velocidad de traslación 4 m/minute. Rampa máxima 1/25.

Tensión de toma	3 K.V.
Transformador principal	125 K.W.A.
Tensión de Servicio	380 V.
Potencia instalada	84 KW.
Peso en servicio	90.200 Kgs.
Peso del equipo eléctrico	6.300 "
Peso del lastre estabilizador	13.000 "

Características de la máquina

El estéril se transportaba a la escombrera por tren con descarga lateral a un foso. Desde aquí era recogido y apilado por esta máquina





Año 1959. El general Franco visita la mina de As Pontes



Año 1951. Central térmica y conjunto Areosa





Panorámica general de la corta, año 1959

Diseño de corta para permitir el transporte por ferrocarril, año 1970



EL FINAL DE ENCASO

A principios de la década de los 70 la situación económica, social y política de España era muy diferente a la de los 40. La evolución operada, junto a una coyuntura fuertemente influenciada por el alza de los precios del petróleo, propiciaron que el Instituto Nacional de Industria se reorganizase para responder a los retos de los nuevos tiempos. Fue así como el INI pidió al Consejo de Ministros la reestructuración de la Empresa Nacional Calvo Sotelo, de la que, entre otras actuaciones, derivó la integración de los activos mineros y eléctricos en la Empresa Nacional de Electricidad (Endesa).

La Empresa Nacional de Electricidad había nacido en 1945, a la par que Encaso, con el objeto social de producir energía eléctrica, a diferencia de Calvo

Sotelo, donde la generación eléctrica era meramente complementaria o auxiliar. Su primer activo relevante fue la central térmica de Compostilla (Ponferrada), que puso en marcha en 1957.

De este modo, el Consejo de Ministros de 4 de febrero de 1972 aprobó la integración en Endesa de los complejos minero-eléctricos de Andorra (Teruel) y As Pontes de García Rodríguez, por un valor total de 1.550 millones de pesetas, de los cuales 1.470 correspondían al valor atribuido al enclave de As Pontes. Todas estas actuaciones se llevaron a cabo al amparo del III Plan de Desarrollo Económico y Social, que había sido aprobado por ley de 10 de mayo de 1972 a iniciativa del ministro Laureano López Rodó.





Vista corta nª 2



Vista general de la corta nª 2



LA LLEGADA DE ENDESA



LA LLEGADA DE ENDESA

El interés de la Empresa Nacional de Electricidad por As Pontes era incluso anterior a la reorganización decidida por el INI, hasta el punto de que ya en 1970 había contratado los servicios de Auxiesa con el fin de que valorase las posibilidades del yacimiento para abastecer de combustible a una central térmica de nueva tecnología. Esta compañía, en colaboración con la oficina del Dr. Otto Gold, especializada en la búsqueda y evaluación de yacimientos de lignito, estudió con resultado positivo la viabilidad de una explotación intensiva.

Esto impulsó a Endesa a realizar una investigación más detallada para conocer con mayor seguridad la cubicación del yacimiento y sus condiciones de explotación: calidad, selectividad, geotecnia, hidrogeología, etc. Auxiesa culminó esta nueva campaña, en colabo-

ración con la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S.A. (ENADIMSA), en julio de 1971. Sus resultados se utilizaron en un primer anteproyecto de explotación que redactó la citada Auxiesa con Rheinbrawn Consulting, oficina de ingeniería de Rheinische Braunrohlenwerke A.G., de Colonia.

Fue todo ello lo que indujo a Endesa a tramitar con éxito una autorización administrativa para una central térmica con dos grupos de 350 MW. De este modo, el 20 de marzo de 1973 la compañía presentó ante la Dirección General de Minas, a través de su sección en el Distrito de A Coruña, el "Proyecto de Explotación Mina As Pontes. Primera Fase", que estimaba una producción anual de seis millones de toneladas de lignito; este documento fue aprobado el 16 de agosto del mismo año.

Vista general del complejo industrial antes de la llegada de Endesa



No obstante, una nueva campaña de investigación que se había iniciado en la primavera de 1972 vino a poner de manifiesto que las reservas eran mayores y mejores de lo anteriormente considerado. También los estudios de viabilidad mostraban una rentabilidad muy superior para una explotación más intensiva, entre otras razones, porque los trabajos de preparación y construcción de canales perimetrales y otros servicios comunes serían casi iguales.

Por ello, el 19 de febrero de 1974 Endesa presentó a la Dirección General de Minas un nuevo "Proyecto General de Explotación Mina As Pontes. Segunda Fase", para una producción anual de doce millones de toneladas. La aprobación llegó el 23 de junio de 1974. En consecuencia, la compañía también modificó sus previsiones con respecto a la central térmica hasta duplicar lo previsto: se construirían cuatro grupos que totalizarían 1.400 megavatios alimentados exclusivamente por lignito local.

La entrada en operación de la central térmica se produjo de forma gradual. En las actas de reconocimiento final constan las siguientes fechas de acoplamiento de los grupos: 2 de abril de 1976, 21 de marzo de 1977, 10 de mayo de 1978 y 6 de marzo de 1979.



Fases de ejecución de la chimenea de la C.T., 1974

Parque de carbones de la C.T., 1975



LA ADQUISICIÓN DE SUELO PARA LA EXPLOTACIÓN

Para iniciar la explotación del yacimiento de As Pontes, Encaso precisó hacerse con la propiedad de terrenos en las parroquias de Vilavella (As Pontes) y de Espiñaredo, entonces perteneciente al término municipal de A Capela. La adquisición se realizó tanto por compra directa como a través de un expediente de expropiación forzosa. Ésta se amparaba en que la Ley de 26 de mayo de 1944, que aprobó el Plan para la Fabricación Nacional de Combustibles Líquidos y Lubricantes e Industrias Conexas, declaraba de utilidad pública estas actuaciones.

Así, en 1972, Encaso realizó una agrupación de 1.790 fincas, de las cuales 233 estaban en A Capela y el resto en el municipio de As Pontes, con una superficie total de 759 hectáreas. Además, la empresa había adquirido suelo para edificar un poblado de viviendas.

Cuando llegó Endesa, se consideró prioritario adquirir terreno para localizar la nueva central, ya que resultó imposible utilizar el emplazamiento de Encaso porque el complejo seguía funcionando. Además, se requería un suelo adecuado para las cimentaciones. En 1973 la compañía ya disponía de la superficie necesaria, por lo que el 22 de mayo solicitó licencia municipal de obra.

La explotación minera precisaba de un terreno muy extenso, no solo por la propia extracción del mineral, sino también para el depósito de estériles, para la construcción de una red de canales que desviasen los abundantes cauces de agua, para carreteras y caminos alternativos a los existentes y para dar acceso a las distintas instalaciones y maquinaria. La adquisición de parcelas se alargó desde el año 1972 hasta la década de los 90. La superficie para hueco de



Espiñaredo

Saa



Regoña

Saa



mina, escombrera y franja perimetral alcanzó los 38 millones de metros cuadrados (3.800 ha).

La afección pudo haber sido mayor, pues el yacimiento se extendía en su parte este por una zona del núcleo urbano de As Pontes. De ahí que inicialmente se llegase a contemplar la posibilidad de un traslado de población, es decir, adquirir suelo y levantar resi-

dencias alternativas para realojar a las personas, lo que finalmente no fue preciso.

El avance de la mina derivó en la desaparición de los siguientes lugares: Illade, Mouros, Veiga, Seara, Castro da Uz, Meidelo, Ribeirón, Sumerio, A Braña, Seoane, Alvariños, Pereiro, A Regoña, Pe do Monte, Castiñeira, Carballal, Higosos, O Seixo, O Val, Meizoso,

Traslado de “Ponte da Pedra” al Canal IV, 1992



Pazo, Casal, Veiga de Goente, Laurentín, Cornas, Almigonde de Saá, Almigonde de Seoane, Almigonde de Espiñaredo, Saá de Abaixo, Carracedo, Ferreira, Veigas de Vila y Ponte da Pedra. También afectó parcialmente a Alimpadoiros, Grou, Reboredo, Piñeiro, Casilla de Espiñaredo, Pena de Eiriz, Congostras, Porto dos Frades, Saá de Arriba, A Banda, Penapurreira, Vila y Vilavella.

Dos de las parroquias afectadas pertenecían al término municipal de As Pontes, las de Vilavella y Santa María, mientras que otras cuatro, Espiñaredo, San Juan de Seixo, Goente y Ribadeume, formaban parte de A Capela, si bien a partir de 1982 todas ellas fueron integradas en el ayuntamiento pontés.

Dada la extensión y peculiaridad de la zona, la adquisición del suelo para la mina constituyó un fenó-

meno sociológico con repercusiones en muchos ámbitos: económico, laboral e incluso jurisprudencial. Hay que tener en cuenta que se afectaron no solo viviendas, sino también otras construcciones de uso público, como iglesias, cementerios, lavaderos, escuelas, etc. Indudablemente, el desalojo de muchas familias de lugares donde habían residido durante generaciones resulta una situación dolorosa e implica un fuerte desarraigo.

Por otro lado, la cuantía de los precios abonados por las tierras y viviendas, así como la preferencia otorgada a los afectados por la expropiación para ocupar puestos de trabajo en Endesa (hasta 250 empleos se cubrieron de esta forma), incentivaron la construcción de nuevos edificios en la zona urbana.

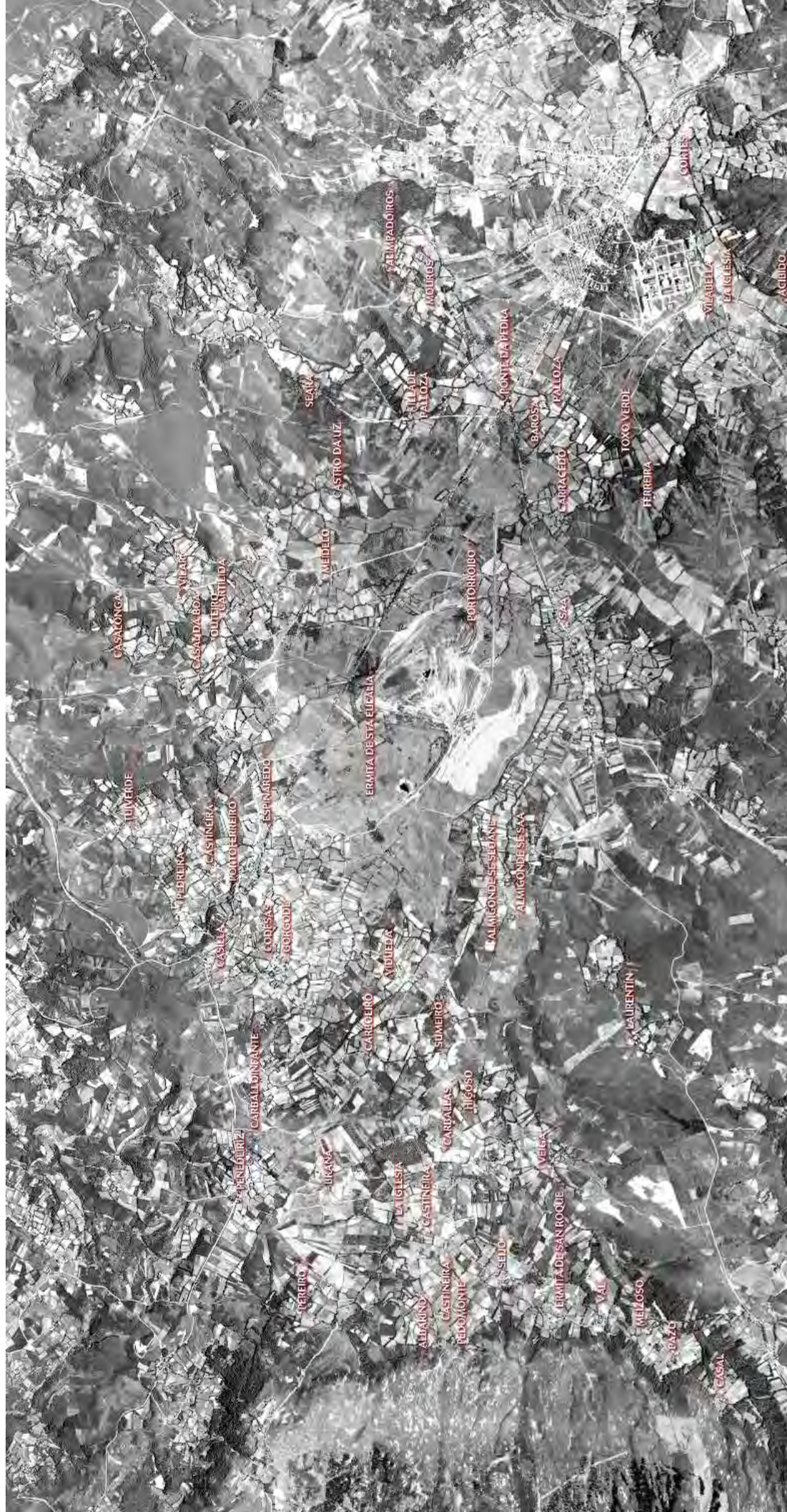
Campanario de la iglesia de Espiñaredo



Interior de la capilla de Illade



Vista aérea del área de mina y escombrera con los nombres de lugares, a mediados de los 60



LA ADQUISICIÓN DE SUELO PARA LA EXPLOTACIÓN

Durante los primeros años tras la llegada de Endesa, entre 1972 y 1975, la compañía mantuvo el modelo de explotación implantado por Encaso porque, junto al reto de configurar un moderno centro minero-eléctrico, persistía la necesidad de abastecer de lignito a la central térmica de 32 MW y a la fábrica de abonos, que continuaban operativas. La producción de mineral en el referido período consta en el siguiente cuadro:

PRODUCCIONES		
año	lignito(t)	estéril (m ³)
1972	453.070	539.275
1973	532.732	499.550
1974	467.677	732.275
1975	577.053	504.050

Simultáneamente al mantenimiento de un moderado ritmo extractivo, Endesa se ocupó de definir, adquirir y montar los equipos de la nueva mina. El avance en el diseño y construcción de cintas permitió que la variante de frentes rectos y transporte por cinta desplazase a los métodos de explotación de

cortas semicirculares con transporte por ferrocarril. Consecuentemente, para As Pontes la compañía eligió el método de explotación continua con excavadora de rodete y frente largo con acarreo por cinta, conocido como "método alemán". Para el vertido de estéril en la escombrera, a causa de la magnitud de masas que se debían remover anualmente, solo se pudo pensar en apiladoras de brazo giratorio sobre orugas y transporte por cinta.

Atendiendo a las especiales características del yacimiento y a las necesidades de producción, Endesa adquirió cinco excavadoras de rodete del modelo SchRs 1640 x 30 + VR que habían sido diseñadas por Buckau-Wolf. Estos equipos fueron puestos en servicio con la siguiente cadencia: E011, mayo de 1976; E012, diciembre del mismo año; E013, marzo de 1978; E014, agosto de 1978 y E015, febrero de 1980.

En lo concerniente a las apiladoras, la empresa optó por tres unidades del modelo AR sbh HTB 5.800 x 16.42,5, diseñadas por Wesserhütte. Denominadas A026, A027 y A028, entraron en servicio, respectivamente, en mayo de los años 76, 77 y 78. También Wesserhütte ideó las cintas transportadoras de 1.600 y 1.800 mm de ancho de banda, que daban servicio a excavadoras y apiladoras.

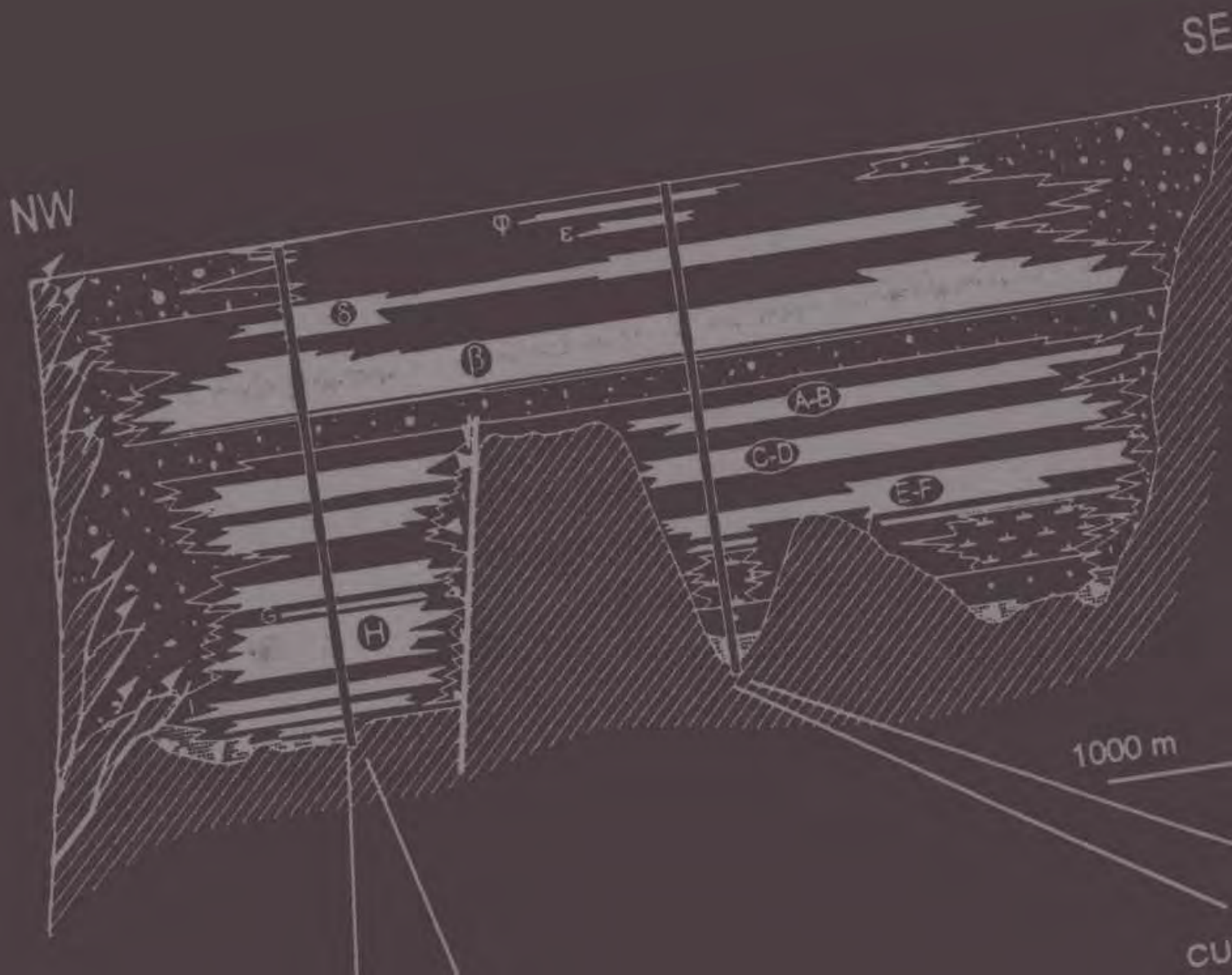
Plaza de montaje de la 1ª apiladora





Montaje de excavadoras y apiladoras, 1975

LA GEOLOGÍA



LA GEOLOGÍA

EL ORIGEN DE LA CUENCA DE AS PONTES

La superficie de nuestro planeta está compuesta por fragmentos de corteza, o placas tectónicas que “flotan” sobre el manto, moviéndose y chocando unas con otras.

A lo largo de la historia de la tierra se conocen al menos dos episodios en los que todas las masas continentales estuvieron agrupadas formando un único supercontinente denominado Pangea. La última agrupación continental conocida ocurrió hace unos 250 millones de años, durante el periodo geológico denominado Pérmico. A partir de entonces se ha ido produciendo la disgregación y movimiento de las masas continentales, con apertura de los océanos a partir de las dorsales oceánicas y formación de grandes cadenas montañosas, hasta alcanzarse la disposición actual.

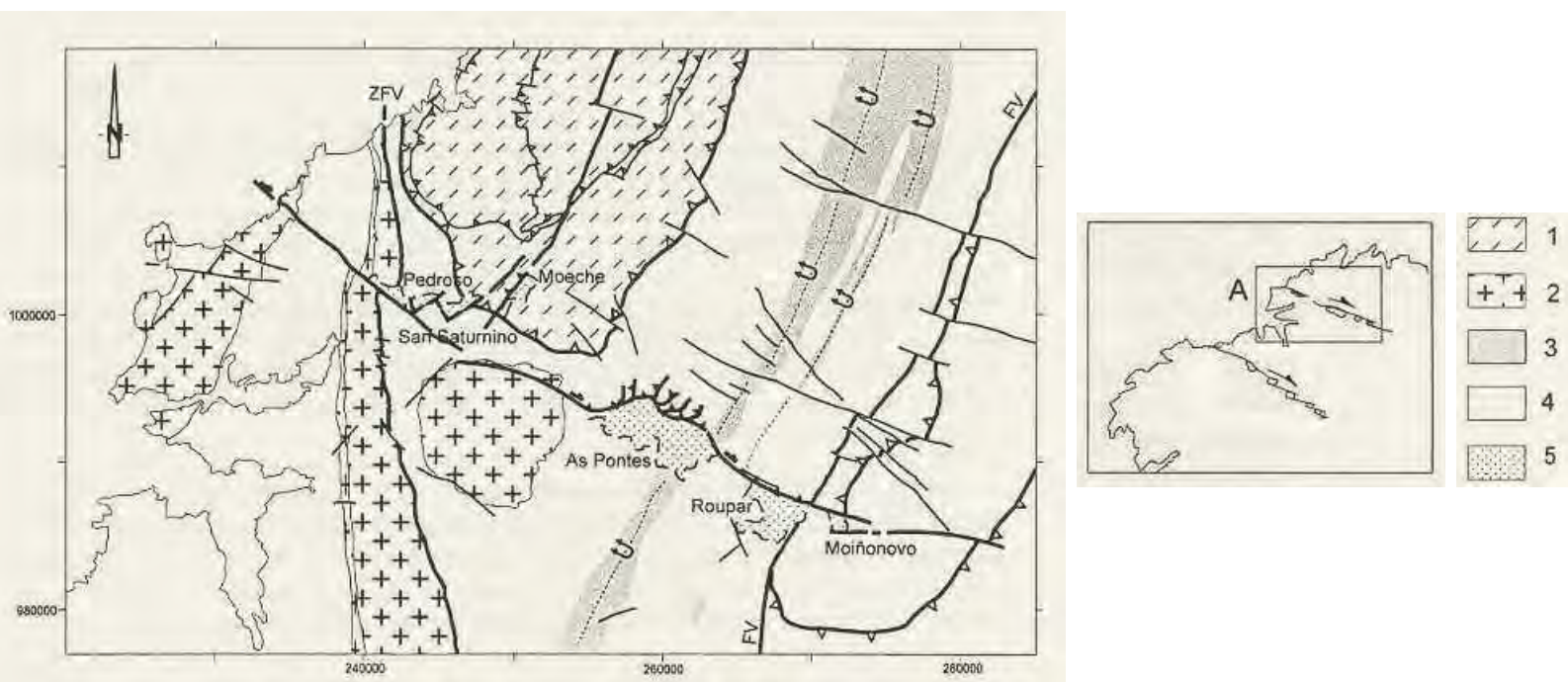
Desde el Terciario hasta nuestros días, la Placa Norteamericana se está separando de la Africana y la Euroasiática gracias a la apertura del océano Atlántico. Simultáneamente la pequeña Placa Ibérica ha estado encajada entre dos grandes placas –Africana y Euroasiática– sufriendo los esfuerzos compresivos de ambas. Este contexto geológico es el origen de la formación de grandes cadenas montañosas como los Pirineos y el Atlas africano.

Como consecuencia de este marco tectónico global, en el sector que hoy conocemos como Galicia, se reactivaron varias fallas profundas de dirección NO-SE cuyo origen inicial estaría ligado a antiguas etapas evolutivas de la corteza terrestre. El movimiento de estas fallas trae consigo la generación de varias zonas deprimidas o cuencas sedimentarias que fueron rellenando a lo largo de millones de años con materiales diversos. Un ejemplo de estas estructuras lo conforma lo que se conoce desde un punto de vista geológico como el corredor Pedroso-As Pontes-Moiñonovo (Fig. 1).

Durante más de 7 millones de años conviven esfuerzos principales de dirección N-S, junto al movimiento NO-SE propio de este corredor. Este juego de esfuerzos hizo que se conformase en As Pontes una cubeta que se fue rellenando con los materiales de su entorno arrastrados por las aguas.

La cubeta se agranda y rellena continuamente a medida que se producen los esfuerzos que cambian la morfología de la zona, generándose zonas aisladas mal drenadas propensas a la formación de pantanos e incluso lagos de cierta profundidad.

Fig. 1. Sistemas de fallas direccionales del Noroeste de Galicia y sus cuencas asociadas: A) Corredor Pedroso-As Pontes-Moiñonovo. 1) Complejos ultrabásicos, 2) Granitos, 3) Precámbrico en facies “Ollo de Sapo”, 4) Metasedimentos Paleozóicos, 5) Cuencas Terciarias



GEOLOGÍA Y ESTRUCTURA DEL YACIMIENTO

Por las razones expuestas, el yacimiento de As Pontes tiene una disposición alargada en dirección NO-SE, con unas dimensiones de aproximadamente siete kilómetros de largo por tres de ancho. En su zona central, existe un estrechamiento o umbral que lo divide en dos cubetas, denominadas campo este y campo oeste.

El zócalo del yacimiento está conformado por las rocas más antiguas de la zona, de edad precámbrica y ordovícica (Fig. 2), cuyo contacto con el lignito se realiza de diferentes formas. Mientras que en los bordes norte y oeste presenta un choque violento mediante grandes fallas inversas y cabalgamientos, en

los bordes sur y este las capas aparecen acomodadas al paleo relieve existente en el momento de su depósito.

Estas circunstancias crean una asimetría en los depósitos terciarios (Fig. 3). El borde norte es más activo desde el punto de vista de los esfuerzos que se producen en la formación de la cuenca y por ello los rellenos tienen un espesor cercano a los 400 metros; este borde presenta, además, masas paleozoicas que se superponen, a modo de cabalgamientos, durante cientos de metros sobre escasos centímetros de materiales terciarios (Fig. 4).



Vista general de la mina de As Pontes, 2006



Eón Eonotema	Era Eratema	Periodo Sistema	Época Serie	Tiempo (M.a.)	Rocas en As Pontes	Otros acontecimientos interesantes			
FANEROZOICO	Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	0,01	Dep. Fluviales No hay registro (Discordancia) 29.8 a 22.4 M.a. Cuenca de As Pontes	Aparición del hombre			
			Pleistoceno	1,8					
		Terciario	Neógeno	Plioceno		5,3			
				Mioceno		23			
				Oligoceno		36,5			
			Paleógeno	Eoceno		65		Extinción dinosaurios	
				Paleoceno		100		Apertura del Atlántico Norte	
				Mesozoico		Cretácico	145		
						Jurásico	161		
							176		
	Triásico	200		No hay registro (Discordancia)					
	Paleozoico	Pérmico	Carbonífero	Sup.	251		Orogénia Hercínica o Varisca		
				Inf.	299				
		Devónico	Silúrico	Ordovícico	318				
					359				
					416		Orogénia Caledoniana		
		443		Metasedimentos del Silúrico					
		Cámbrico	Ordovícico	Sup.	461		Pizarras de Luarca		
				Med.	472		Pizarra de los Montes y Cuarcita Armoricana		
				Inf.	488		No Hay registro		
		PRECÁMBRICO	Proterozoico	Arcaico	513		"Olló de Sapo"		
	542								
	Arcaico		Arcaico	2500					
4000									
4500 ?									

Fig. 2. Escala en la que se muestra la división temporal desde un punto de vista geológico. Se presenta la edad de los distintos materiales que existen en la cuenca de As Pontes, así como las distintas fases de deformación producidas en nuestro planeta a escala global

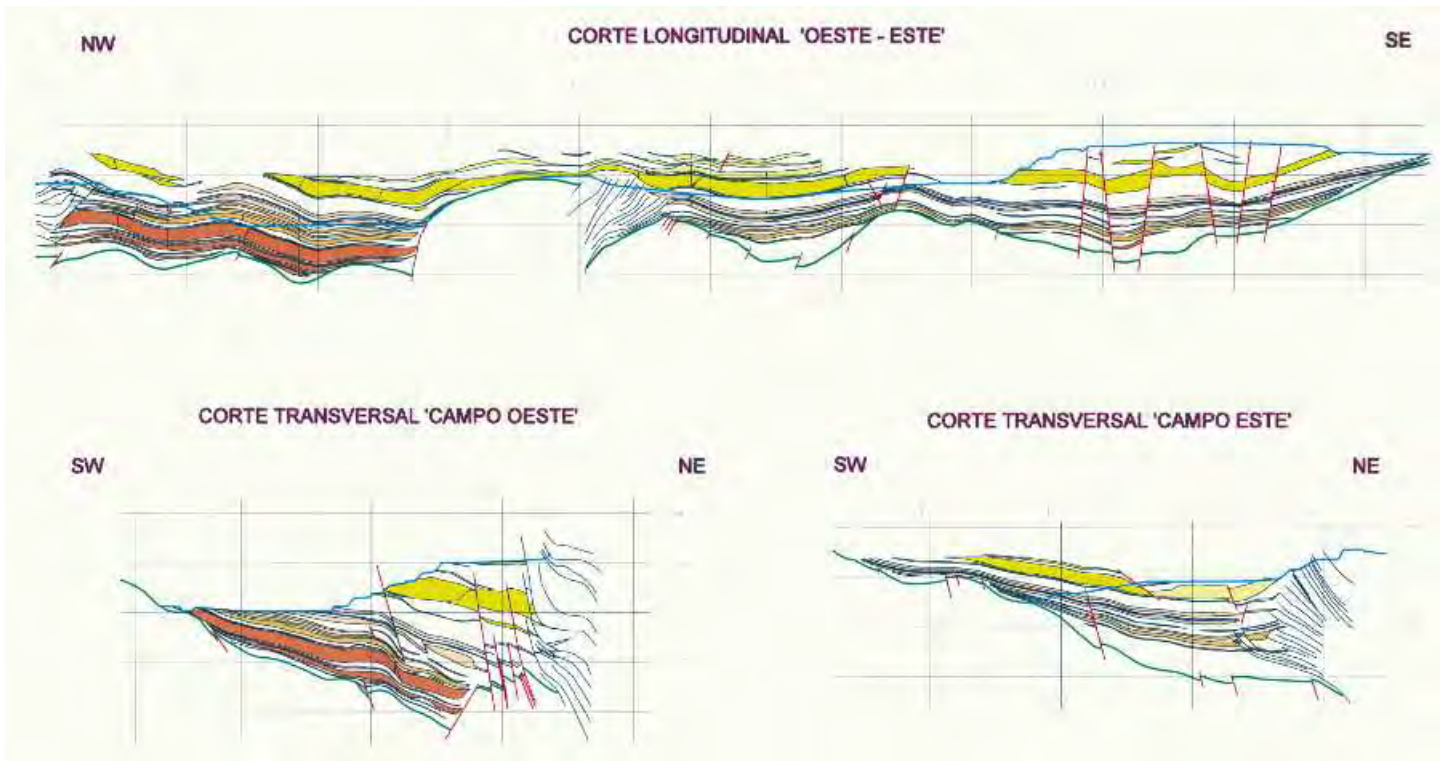


Fig. 3. Secciones tipo a lo largo de la cuenca de As Pontes

En un corte longitudinal tipo se observan las dos cubetas separadas por un umbral tectónico. Como se verá más adelante, este relieve es el responsable de que en los primeros estadios del relleno de la cuenca existan marcadas diferencias en los ambientes sedimentarios de ambas cubetas.

En un perfil transversal se aprecia la asimetría de los niveles productivos, con un basculamiento hacia el norte comprendido entre 5° y 15°. Puede observarse el alto grado de fracturación causado por fallas inversas y cabalgamientos en el borde N.

Fig. 4. Corte longitudinal mostrando el cabalgamiento basal sobre el terciario en el borde norte del yacimiento





Vista general del campo este. Al fondo se aprecian los pliegues provocados por el cabalgamiento de los materiales paleozoicos sobre el Terciario

Vista del campo oeste. En la parte superior de la imagen pueden verse masas de pizarras grises cabalgantes sobre la serie terciaria





Cabalgamiento en los paquetes B y C observado durante la campaña de verano del 2007

Contacto mecánico entre las flitas ordovícicas y los materiales terciarios mediante falla inversa





Red de fallas directas afectando a los lignitos C, D, E y F en el centro de la cuenca. Alguno de los saltos existentes entre capas similares a ambos lados de la falla son mayores de 5 metros

Plegamiento compuesto por un anticlinal y un sinclinal vergentes al sur. El paleozoico cabalgante del borde norte se aprecia en la parte superior izquierda de la foto





Una de las imágenes más características del yacimiento de As Pontes. Los cabalgamientos del borde norte provocan el plegamiento y fracturación de la serie terciaria a gran escala. El origen tectónico de la cuenca, la gran plasticidad de los materiales terciarios y la existencia de un talud final de excavación hacen posible observar esta bella imagen en el campo este

Las rocas que conforman la cubeta del yacimiento, sobre las que se depositaron los sedimentos terciarios (rocas encajantes), presentan características muy diferentes: las más antiguas pertenecen al Precámbrico y Paleozoico Inferior (Figs. 2 y 5), siendo más modernas cuanto más próximas al campo oeste. Geológicamente se incluyen dentro del dominio de "Ollo de Sapo"¹ y están constituidas por rocas metamórficas de bajo grado: gneises, pizarras metamórficas (filitas), cuarzofilitas y cuarcitas. Debido a diversas etapas de deformación y plegamiento anteriores al depósito del lignito, están dispuestas formando un gran pliegue anticlinal, en cuyo núcleo aparecen los gneises conocidos con el nombre de "Ollo de Sapo"¹. En ambos flancos afloran materiales de edad ordovícico-silúrica.

Independientemente del zócalo de la cuenca terciaria y a unos tres kilómetros de su extremo más occidental, la sierra de Forgoselo se conforma mediante un macizo granítico intrusivo que aflora en una superficie aproximada de setenta kilómetros cuadrados. Se trata de un granito de dos micas, con grandes cristales de cuarzo, ortosa, plagioclasa, moscovita y biotita. La edad de su emplazamiento es hercínica (Fig. 2).

Estos materiales y los anteriores componen las áreas fuente de la cuenca de As Pontes, que suministran sedimentos de composición silicatada (SiO₂) de tamaño gránulo, arena y, sobre todo, limos y arcillas, aunque ocasionalmente alcanzan granulometrías mayores. Las arcillas aportadas son en su mayoría caoliniticas.

1. El dominio del Ollo de Sapo es una banda de espesor variable que atraviesa Galicia describiendo un arco desde la zona de Estaca de Bares hasta su desaparición bajo el Terciario de la meseta al este de Sanabria, reapareciendo en la provincia de Guadalajara.

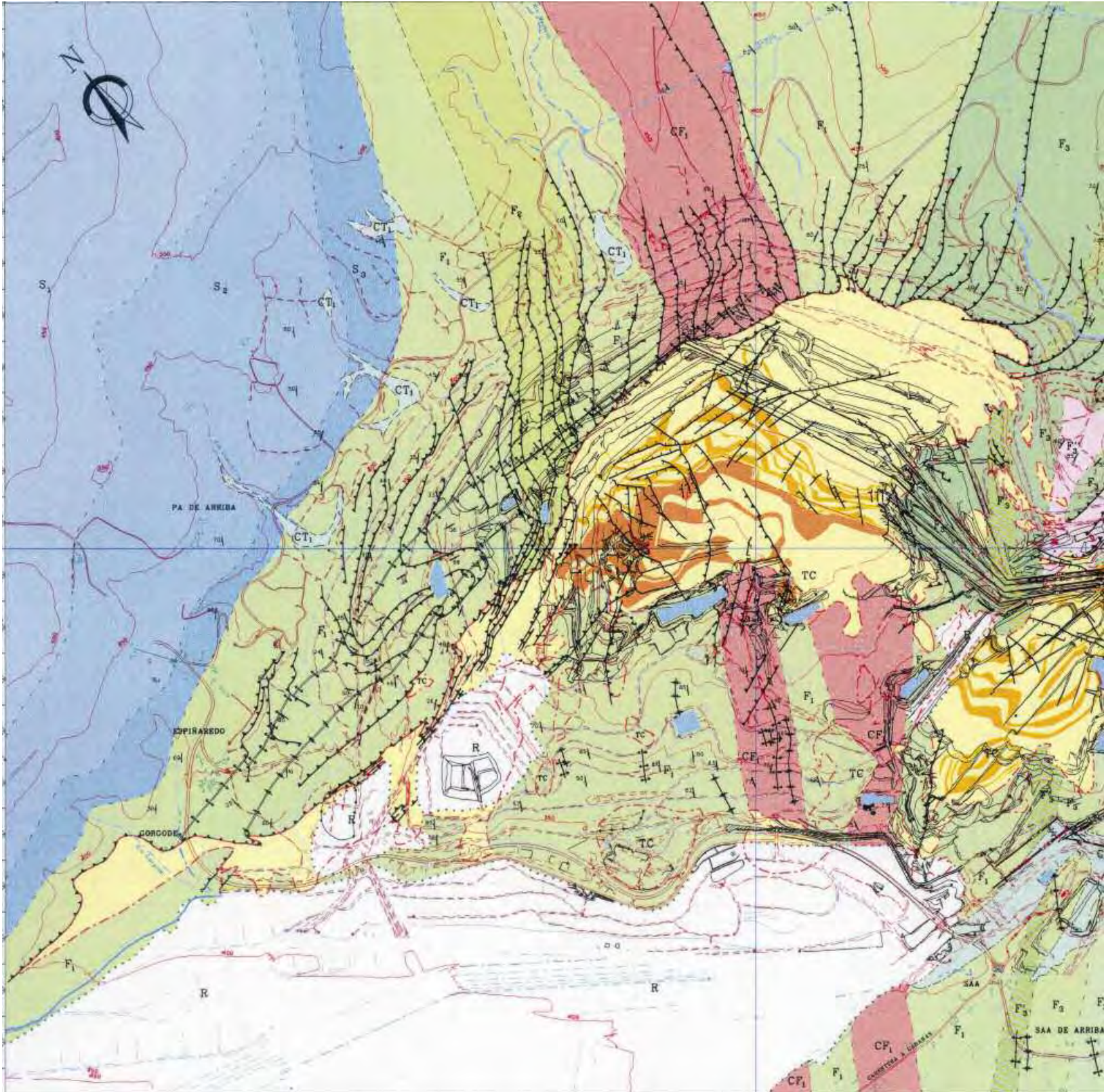


Fig. 5. Cartografía geológica en la zona del yacimiento carbonífero de As Pontes

LA SUCESIÓN ESTRATIGRÁFICA TERCIARIA

La sedimentación se produjo entre el Oligoceno y el Mioceno inferior (Fig. 2), comenzando con el denominado conglomerado base, que está constituido por un depósito discontinuo de brechas de cuarzo, esquistos, arenas, limos y arcillas de potencia muy variable, originado por la meteorización y erosión del relieve existente entonces. Sobre estas brechas se asentaba una alternancia de tramos de estéril y lignito que, además de dar un aspecto de milhojas a la serie productiva, podía alcanzar una potencia máxima de unos cuatrocientos metros hacia el borde norte, aunque este espesor variaba notablemente dependiendo de la zona (Fig. 8).

El carbón se distribuía en capas de espesor y calidad muy variables, con frecuentes cambios laterales de facies². Estas capas, a su vez, formaban alternan-

tencia acumulada de carbón explotable, en el total de la serie, en torno a los cien metros.

Los tramos de la sucesión en los que predominan las capas con lignito y los tramos estériles que separan los paquetes del carbón reciben una denominación minera particular. De esta forma, la sucesión se divide en dos grandes grupos de paquetes separados por el tramo de materiales estériles más potente que existe en toda la cuenca, denominado capa maestra. Los carbones situados debajo de ésta son nombrados con letras del alfabeto latino en orden descendente: el paquete más alto recibe el nombre de A, el siguiente, B, y así sucesivamente hasta llegar al M, el más bajo reconocido en la cubeta occidental. Los paquetes de lignito situados por encima del tramo estéril principal se denominan por medio de letras del alfabeto griego, de forma que, a medida que se asciende en la serie, el primer nivel importante de carbón recibe el nombre de paquete α , el siguiente, β , y así sucesivamente hasta llegar al ϕ , el más alto de la sucesión.

La denominación de los tramos de estériles entre paquetes de lignito viene definida por las capas de carbón que tienen por encima y por debajo. Así, entre los paquetes de carbón A y B se encontrará el estéril A-B. El estéril más potente, o capa maestra, recibe el nombre de α -A y separa los carbones "latinos" de los "griegos". Su espesor alcanza en algunas zonas sesenta metros, con una tonalidad mucho más clara que el resto. Los intervalos estériles se corresponden con periodos en los que a la cuenca llegaban sedimentos procedentes de los relieves más o menos cercanos al hueco. Estos materiales se denominan detríticos y fueron transportados por corrientes de flujos acuosos, dentro de unos sistemas sedimentarios llamados abanicos aluviales.

Un abanico aluvial (Fig. 6) es un sistema deposicional que presenta un cañón principal o "apex" por el que el sedimento sale una vez que se produce la erosión en las zonas altas del terreno, y un cuerpo sedimentario en forma de abanico (de ahí su nom-



Aspecto característico del conglomerado basal

cias que geológicamente se agrupaban en paquetes, de los que se establecieron diecinueve, con un espesor máximo que alcanzaba los 33 metros y una po-

2. Conjunto de caracteres petrográficos y paleontológicos que definen un depósito o una roca. Permite reconstruir el medio en el que ha sido depositado.

bre) en el que, debido a los procesos de gravedad y transporte, se van distribuyendo los materiales.

La zona proximal de un abanico es la de pendiente más acusada, en la que se acumulan los depósitos más gruesos, principalmente gravas y arenas. En la zona distal, se da una pendiente menor tendiendo hacia la horizontalidad en las llanuras, y por ello los sedimentos que llegan son de tamaño limo y, sobre todo, arcilla.

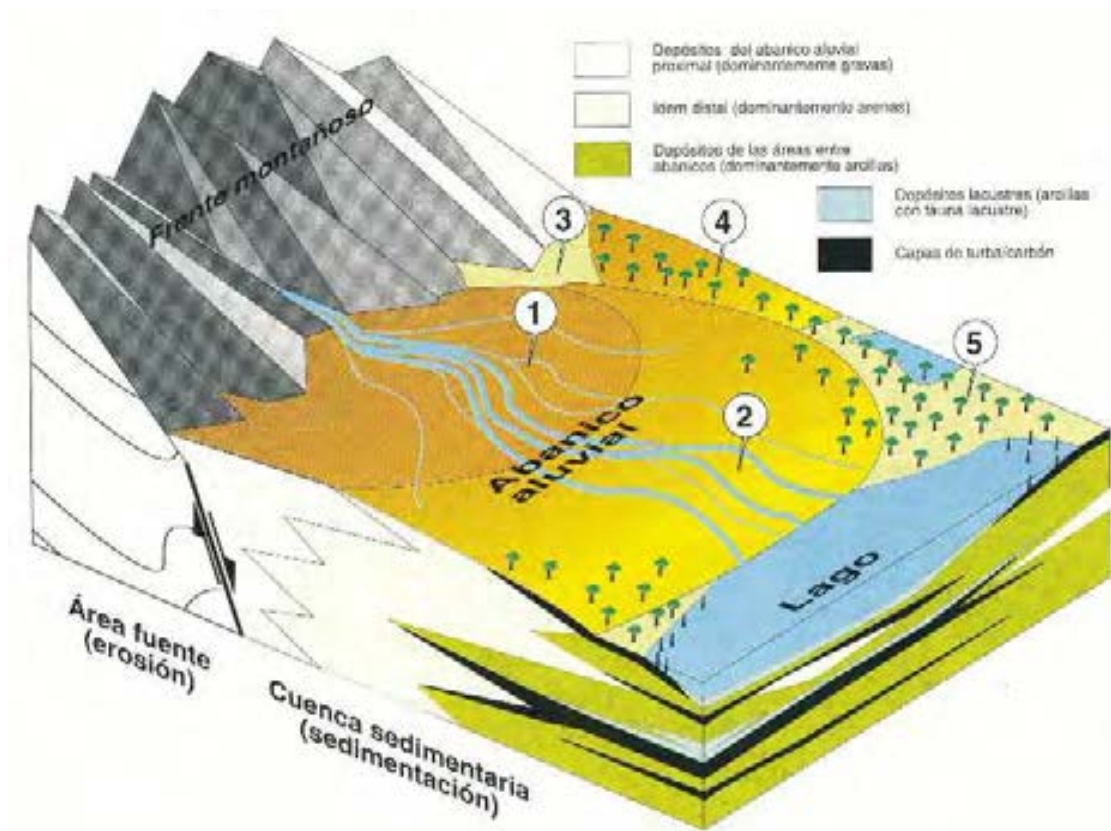
Los abanicos conviven interrelacionándose y también evolucionan a lo largo de todo el periodo que

dura el relleno de la cuenca. Entre ellos se desarrollan pantanos y lagos, lugares donde se genera y acumula materia orgánica de tipo vegetal principalmente, lo que origina las turberas precursoras de los lignitos, (Fig. 7).

Atendiendo a sus dimensiones, al volumen de sedimentos capaces de llevar y a la dirección de transporte respecto a la orientación de la cuenca, se distinguen dos tipos de abanicos: longitudinales y transversales a la cuenca.



Fig.6. Imagen aérea de un abanico aluvial. Esquema representativo de las distintas partes, sistemas sedimentarios y facies existentes en él



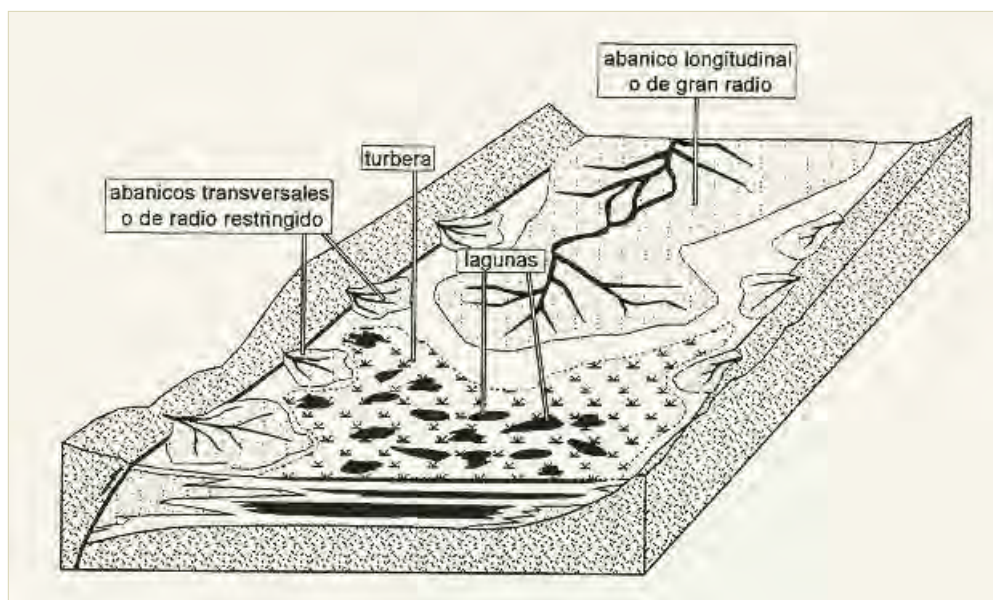
ABANICOS ALUVIALES LONGITUDINALES A LA CUENCA

Los abanicos aluviales longitudinales a la cuenca, también llamados de alta eficacia de transporte, tienen unos depósitos que se disponen en sentido longitudinal y contribuyen mayoritariamente al relleno. Forman lóbulos kilométricos que avanzan hacia las zonas de mayor acumulación de la cuenca. Presentan una amplia distribución de facies cuyo origen obedece a flujos acuosos en distinto grado.

Las facies más proximales desorganizadas y masivas de gravas angulosas, arenas lutíticas masivas y lutitas arenosas se encuentran en el oriente de la cuenca. Estas facies pasan rápido, desde el borde hacia el centro de la cuenca, a facies más finas, compuestas básicamente por arenas seleccionadas y cuerpos acanalados arenosos. Todas pasan de manera gradual a lutitas masivas y lutitas carbonosas típicas de las zonas más distales de transición con la llanura pantanosa de inundación y de las zonas terminales de los abanicos. Hacia la parte superior del relleno sedimentario abundan las facies fluviales canalizadas. Esto significa que los abanicos contienen sistemas fluviales de distribución de tipo entrelazado, con aportes procedentes de áreas relativamente lejanas.

Estos abanicos incrementan progresivamente su influencia hasta ocupar toda la cuenca, e impiden la formación de lignito, incluso en los márgenes más septentrionales y activos. Ello reduce la potencia y el área de deposición del carbón hasta su total desaparición.

Fig. 7. Bloque diagrama que ilustra las relaciones entre los dispositivos sedimentarios durante las etapas de generación de lignito en la cuenca de As Pontes. En las partes distales de los abanicos se desarrollan áreas palustres con lagunas, que experimentan expansiones y retracciones correspondientes a la disminución o aumento de los depósitos aluviales



ABANICOS ALUVIALES TRANSVERSALES A LA CUENCA

Los abanicos aluviales transversales a la cuenca, también denominados de baja eficacia de transporte, tienen un área fuente limitada probablemente a los relieves adyacentes. Se disponen orlando la cuenca con lóbulos hectométricos que avanzan hacia el centro. En ellos las facies más gruesas pasan rápidamente hacia lutitas de las zonas distales y de llanura de inundación.

ORGANIZACIÓN SEDIMENTARIA

Desde un punto de vista organizativo, la sucesión sedimentaria se divide en tres órdenes secuenciales definidos por la extensión de los pantanos y lagos existentes en el momento del depósito, (Ferrús, 1998). De menor a mayor rango son: secuencias elementales, secuencias compuestas y macrosecuencias compuestas (Fig. 8).

Las elementales tienen una potencia métrica y una duración entre 0.02 y 0.2 millones de años (Ma). En cada secuencia, sedimentológicamente se establecen cuatro etapas:

- 1º) Una implantación, donde se aprecia la llegada de la materia orgánica seguida de un periodo de estabilidad (etapa de expansión). En algunos puntos no se desarrollan zonas pantanosas; en su lugar se implantan y alcanzan su primer desarrollo los lagos.



Facies de canal distributivo a techo del paquete β

2°) Una distribución amplia de los lignitos o sedimentos lacustres que representan momentos en los que dominaban las áreas con pantanos y lagos.

3°) Una etapa donde se produce de nuevo la entrada de sedimentos detríticos en el sistema (etapa de retracción y/u obliteración) depositándose lutitas carbonosas y alternancias de lignitos y lutitas.

4°) Finalmente, una fase caracterizada por el amplio desarrollo de los estériles (máximo expansivo de los dispositivos aluviales).

Las secuencias compuestas son apilamientos de secuencias elementales; en el conjunto del yacimiento se establecieron diecisiete. Su potencia es de métrica a decamétrica y comprenden un período de depósito de entre 0.2 y un millón de años. Cada secuencia compuesta está formada por un tramo inferior donde se apilan varias elementales, de manera que los lignitos ganan cada vez más importancia (tramo expansivo palustre-lacustre) y un tramo superior de carácter detrítico (tramo retractivo) situado sobre el paquete de carbón. La correspondencia entre las secuencias compuestas y los paquetes de lignito se presenta en la figura 8.

A partir de las secuencias compuestas y de la tendencia general de máximo y mínimo desarrollo de los depósitos palustres, se definieron cinco macrosecuencias compuestas (I a V) de potencia decamétrica y con una duración de entre uno y dos millones de años (Fig.8). Los límites entre macrosecuencias están marcados cuando tramos de máximo desarrollo de pantanos y lagos culminan con zonas de amplio desarrollo de abanicos aluviales.

Uno de los aspectos más relevantes que se produjo durante toda la sedimentación de la cuenca se centra en la gran diferencia existente en la macrosecuencia I, situada por encima del conglomerado base, entre las cubetas oriental y occidental. Abarca desde el paquete M al G, y comprende más de 125 metros de espesor de material depositado en tan solo 1,83 millones de años, generándose la mayor tasa de sedimentación de toda la sucesión.

En esta etapa el umbral que separa los campos este y oeste provoca que ambas cubetas se rellenen y evolucionen de forma independiente a pesar de su proximidad. En la cubeta oriental la macrosecuencia I se caracterizaba por un espesor de unos cien metros con ausencia de tramos carboníferos de importancia, puesto que sólo se encontraba el paquete de lignito G. Estaba formada por sedimentos propios de pantanos y lagos de cierta profundidad. Las litologías más destacadas son lutitas verdes y grises, niveles carbonatados y niveles lutíticos oscuros que intercalaban bandas centimétricas de ritmitas con pares arcilla-carbonato. Los restos fósiles abarcaban gasterópodos, bivalvos, batracios, algas diatomeas, espículas de esponjas, restos de reptiles y ostrácodos.

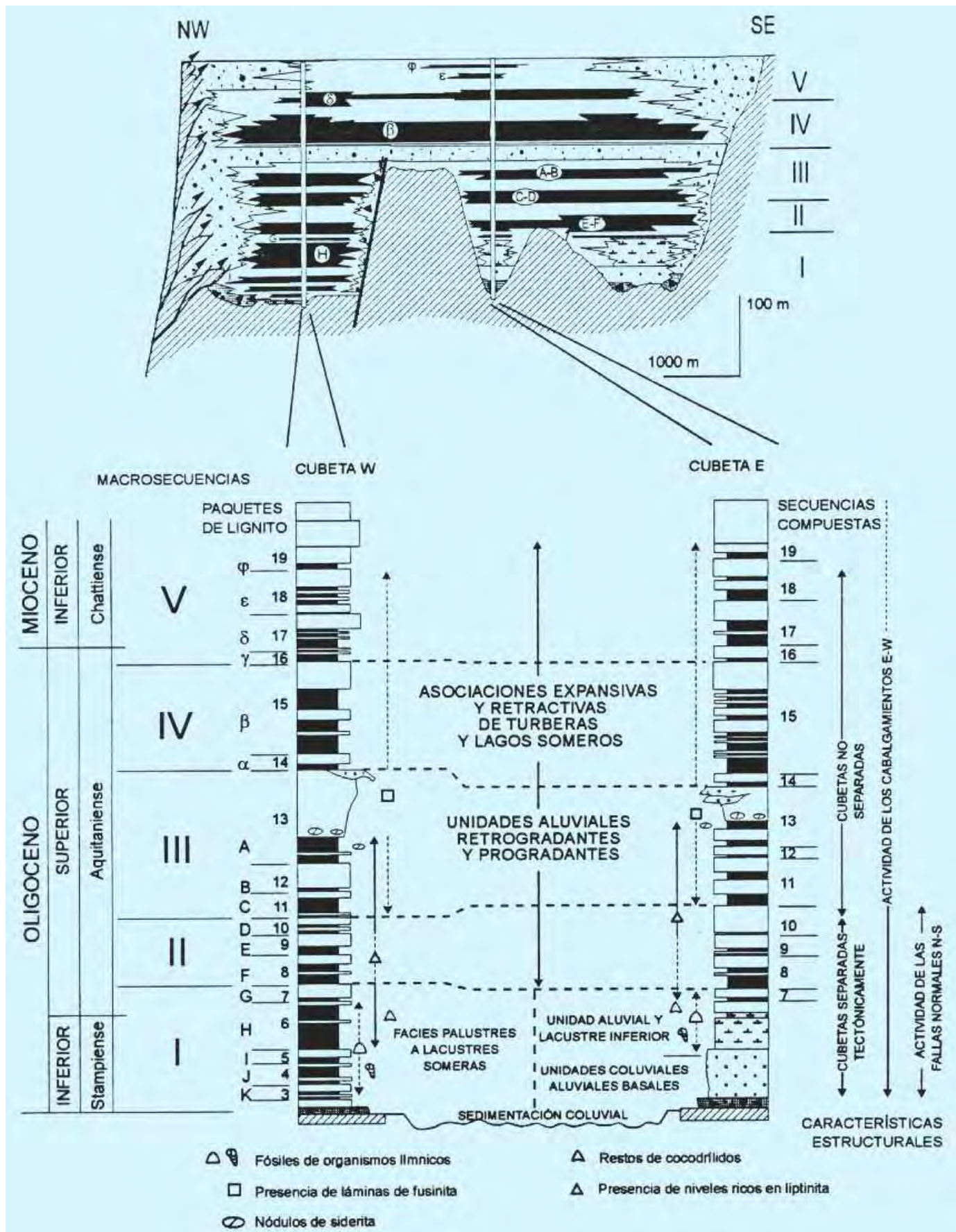
En la cubeta occidental, la macrosecuencia I estaba constituida por una alternancia de niveles lutítico-margosos de tonalidad gris verdosa y niveles de potencia variable de lignito y lutitas carbonosas. Los lutítico-margosos mostraban facies lacustres y palustres, contenían con frecuencia pequeños fragmentos fósiles denominados bioclastos y podían intercalar capas arenosas. Los bioclastos eran de gasterópodos, bivalvos, ostrácodos y algas carofitas.

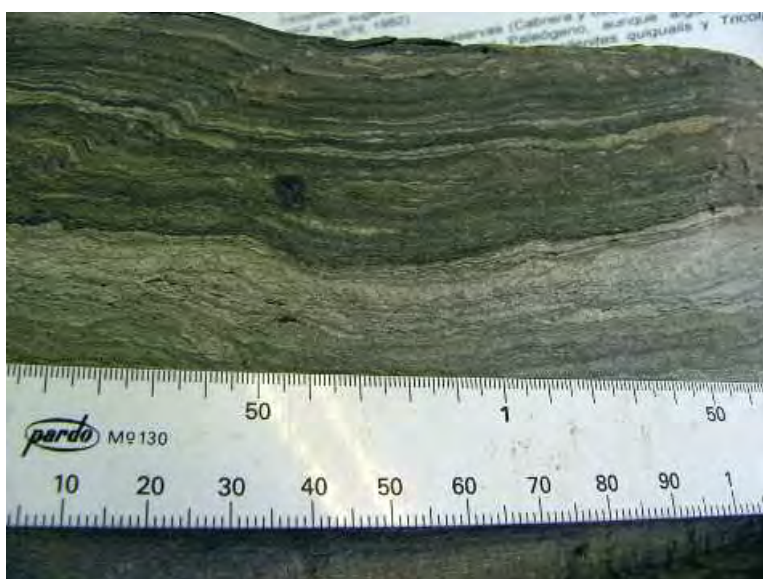
Entre los paquetes de lignito de macrosecuencia I en la cubeta occidental destacaba el H por llegar a alcanzar una potencia de hasta treinta metros. En él se encontraban acumulaciones de semillas, nódulos de sílex y abundantes restos de cocodrílidos y tortugas. En el tramo detrítico situado por debajo del paquete de lignito H, López Martínez et al. (1993) citan la presencia de micro y macro mamíferos, peces, moluscos y macro restos vegetales.

Esta notable diferencia entre una y otra zona indica que en la cubeta oriental había zonas con lagos y pantanos sin una importante acumulación de la materia orgánica vegetal. Por el contrario, la cubeta occidental presentaba una gran estabilidad en cuanto al aporte de materia orgánica, dando lugar al mayor desarrollo de turberas asociadas a pantanos y de lagunas de baja profundidad que se registra en toda la serie terciaria del yacimiento.

El registro fósil de animales y plantas encontrado en la macrosecuencia I indica que las condiciones reinantes en la zona eran tropicales y cálidas. La se-

Fig. 8. Cortes y perfiles estratigráficos simplificados del relleno sedimentario de As Pontes. Se indican las etapas de la evolución sedimentaria con sus características sedimentológicas y rasgos secuenciales principales. También se muestra la relación de acontecimientos tectónicos principales y su duración (Modificado de Cabrera et al; 1996)





Gasterópodos límnicos. El mayor es *Planorbarius* sp. y el pequeño *Hydrobia* sp

dimentación de este tramo en ambas cubetas culminaba con un tramo detrítico aluvial, denominado F-G, que carece de fauna o flora lacustres.

La macrosecuencia II tenía más de setenta metros de potencia máxima en la cubeta occidental y llegaba a los cien en la oriental (Fig. 8). Comprendía los paquetes de lignito F, E y D junto a los tramos estériles que los separaban. La sedimentación en las dos cubetas continuaba siendo independiente hasta la acumulación del tramo detrítico C-D, momento en que se formó un único cuerpo sedimentario extendido por ambas.

La sucesión sedimentaria de esta macrosecuencia es similar en las dos cubetas y estaba formada por una alternancia de niveles métricos lutítico-arenosos de facies aluviales y de lignito. La potencia de los paquetes de carbón apenas variaba de una cubeta a otra, aunque todavía quedaban separados por el umbral. Al igual que ocurría en la macrosecuencia I,

Laminación típica de la ritmita. Muestra localizada en las facies lacustres de la cubeta oriental. Los pares claro-oscuro representan etapas estacionales. Los tonos claros corresponden a etapas en el lago con circulación de la masa acuosa y precipitación de carbonato, mientras que los oscuros pertenecen a épocas sin circulación y/o más lluviosas con mayores aportes de materiales arcillosos. Las ritmitas son típicas de lagos con cierta profundidad

los niveles de lignito pasaban lateralmente a materiales terrígenos hacia los márgenes de la cuenca. Ésta representa el final de la existencia de lagos y no se encontraron restos de macrofósiles.

Durante la macrosecuencia II, los ambientes sedimentarios evolucionaron en ambas cubetas formando un solo sistema aluviopantanososo con tendencias secuenciales idénticas en cada una de las cubetas. En conjunto, se da una mayor importancia de los abanicos aluviales que en la macrosecuencia I. Se constata la instalación de abanicos transversales marginales rodeando toda la cuenca, siendo de mayor entidad los abanicos longitudinales en la cubeta oriental.

La macrosecuencia III (Fig. 8) incluía los paquetes de lignito C, B y A, que alcanzaban un espesor máximo de unos 125 metros. Las dos zonas de mayor acumulación de sedimentos se situaban en las I y II, junto a las fallas que conformaban las cubetas.



Paquetes de la macrosecuencia I aflorantes durante la excavación del depósito O7

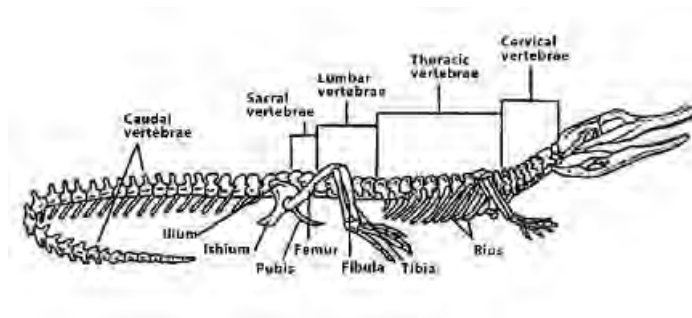


Campana de recogida de restos fósiles en el paquete "H"

El umbral que separaba las dos cubetas era solapado progresivamente, de tal forma que los tramos más altos de la macrosecuencia III, pertenecientes al detrítico α -A, "fossilizan" completamente los sistemas de fallas que formaban el umbral (Fig. 4).

La sedimentación se caracteriza por una alternancia de tramos arenosos-lutíticos y tramos de lignito de potencia métrica. Culmina a techo el tramo detrítico denominado α -A. Este tramo tiene más de 60 m de potencia y esta compuesto exclusivamente por lutitas, lutitas arenosas, arenas y gravas blanquecinas cuarzosas.

Los lignitos de las macrosecuencias I, II y III se caracterizaban por la presencia de las tres asociaciones de plantas establecidas en el yacimiento: límnicas, palustres y de zonas emergidas. Los datos polínicos y florísticos indican el predominio de la vegetación propia de los pantanos frente a los otros dos grupos. La flora acuática y subacuática sugiere que las zonas límnicas (lagunas) fueron lo suficientemente profundas y estables como para generar comunidades vegetales emergentes, flotantes y sumergidas. Probablemente alcanzaron profundidades de hasta dos metros (Cabrera et al., 1995).



Reconstrucción del esqueleto de *Diplocynodon* sp





Fragmentos de mandíbula y dientes de *Diplocynodon* sp





Resto vegetal silicificado

La macrosecuencia IV, con un espesor máximo de unos ochenta metros, incluía los paquetes de lignito α y β , destacando los sesenta metros de potencia máxima de este último. Estaba compuesta de numerosas secuencias menores indicadoras de un aumento y disminución de los sistemas palustres, dando lugar a las tan características alternancias centimétricas entre lignitos y lutitas del paquete. El alto porcentaje en detríticos marca el comienzo de una fuerte influencia de los abanicos aluviales, que se incrementa a medida que se colmata la cuenca.

Durante esta colmatación, la zona de sedimentación se retrae hacia el norte, produciéndose la macrosecuencia V, con un espesor máximo de 120 metros y que incluía los paquetes de lignito γ , δ , ϵ y

Nódulos de sílex intercalados en el paquete H



Detalle de una
acumulación bioclástica
de gasterópodos en el
muro del paquete I



Secuencia lacustre
somerizante por debajo
del paquete I en la
cubeta occidental. En
ella se tiene el paso de
otra zona con
predominio de
gasterópodos (zona algo
mas profunda) hacia una
zona intermedia en
donde abunda la
bioturbación por raíces y
concluye con la zona
más somera con
abundantes nódulos
carbonatados



φ. Tiene una duración mínima de 1,65 millones de años, con la tasa de acumulación más baja; representa el relleno final del hueco. Por encima del paquete δ se producía una retracción más brusca, restringiéndose la sedimentación a zonas del borde norte de la cuenca.

En contraste con los lignitos inferiores y medios, los de las macrosecuencias IV y V estaban constituidos solo por herbáceas, árboles y arbustos, asociaciones paleobotánicas palustres y de zonas emergidas; no se registran asociaciones de plantas acuáticas y subacuáticas. Abundan las asociaciones

Corte longitudinal a la cubeta occidental mostrando la macrosecuencia II. Los estériles blancos intercalados destacan por tener cualidades cerámicas





Macrosecuencia III mostrando un ligero plegamiento a lo largo de la longitudinal del campo oeste

de vegetación arbórea que no necesitan un medio especialmente húmedo, típicas de climas templados. Todo ello lleva a suponer que la lámina de agua durante la formación de las turberas precursoras de los lignitos de las macrosecuencias superiores era poco profunda y no mostraba zonas de lagunas o límnicas persistentes, condiciones diferentes a las de la parte inferior de la sucesión.

El final de la sedimentación de la cuenca de As Pontes es difícil de precisar debido a que, con posterioridad a su colmatación, se produjo la erosión de

la parte superior de su relleno antes de depositarse el "cuaternario". Terminada la sedimentación (quizás en el Plioceno) la cuenca se comunicó con la red del drenaje local (protoEume) y los procesos de erosión se incrementaron gradualmente hasta llegar a ser más importantes que los de depósito.

Por encima de los materiales terciarios se encuentran depósitos fluviales caracterizados por barras de conglomerado de cauces pleistocenos (cuaternario). Su contacto es erosivo y discordante sobre estos materiales.



Bosques de Laurisilva propios del clima tropical húmedo que existía en los orígenes de la cuenca



Zonas pantanosas actuales similares a las que dieron lugar al yacimiento de As Pontes





Tronco con el exterior carbonizado y el interior silicificado. El ejemplar afloró en el estéril α - β

Campana de verano centrada en el paquete β . Obsérvese en la parte superior del talud los tonos pardo-amarillentos del conglomerado “cuaternario”





Piñas fósiles encontradas en la capa δ





Restos de hojas del paquete δ

Conglomerado de edad pleistocena.
(Cuaternario)



CARACTERIZACIÓN DE LOS LIGNITOS DE AS PONTES

La clasificación de los lignitos que rellenan la cuenca de As Pontes se puede hacer a partir de una mera descripción visual o por medio de detallados análisis de aplicación tecnológica. También, desde el punto de vista genético, se suele realizar una observación bajo microscopio petrográfico de reflexión, con el fin de observar los restos vegetales que forman el carbón, denominados macerales, así como el nivel de degradación de estos. Atendiendo a los criterios indicados, los lignitos se dividen en pardos, piropisitas, fusenos y xiloides.

Lignito pardo: era la facies más abundante junto con las lutitas carbonosas. Presenta un color que va de marrón oscuro a negro. Examinado al microscopio, se ve que está compuesto de macerales de tipo huminita correspondientes a restos de madera y corteza gelificadas. Normalmente se disponía en estratos masivos, homogéneos y muy continuos, con espesores de decimétricos a métricos.

Intercalados en los lignitos pardos de los paquetes C, B, A y β , se reconocieron niveles de fusenos interpretados como episodios de incendios o de oxidación en la turbera precursora de los lignitos. La

extensión lateral de estos horizontes iba de unos cincuenta a cien metros, tenían potencia centimétrica y solían estar precedidos por niveles de caolinita gris claro. Se trata de niveles muy escasos y diseminados, con lo que su presencia con respecto al resto de los lignitos era mínima. Los pardos se interpretan como las principales facies generadas en las turberas de las zonas pantanosas.

Lignito claro o piropisítico: de coloración marrón-amarillo brillante y una baja densidad, aparecía en las tres macrosecuencias iniciales y, como veremos en apartados posteriores, tenía un alto contenido en materia volátil. Bajo el microscopio está formado por restos de algas y plantas resinosas.

Los lignitos claros surgen en las turberas de los pantanos donde existe una lámina de agua constante y de mayor espesor, a diferencia de los pardos, en donde la altura de la columna de agua siempre es menor e incluso la turbera puede estar ligeramente expuesta a la oxidación.

Lignito xiloide: se trata de carbón compuesto por restos leñosos cuya estructura se reconoce fácil-

Fragmento de piropisita marrón conteniendo fusenos de color negro y aspecto fibroso





Lignito xiloide. Los tonos verdes corresponden a las acumulaciones de azufre que se producen entre las estructuras vegetales

mente. Al igual que ocurre con los pardos, el contenido en materia mineral es variable, pero en general alto. Formaba niveles poco potentes y de restringida extensión lateral. Se reconocieron niveles de acumulación de troncos de coníferas en posición horizontal bien preservados.

Lutita carbonosa: su color, que depende del contenido en materia orgánica, va del gris oscuro al marrón oscuro. El contenido en materia orgánica variaba, desde lutitas con muy poca hasta lignitos arcillosos. Su continuidad lateral y potencia llegaban a

resultar muy importantes. Podían presentar sulfuros dispersos, trazas de bioturbación, nódulos de siderita y un alto grado de plasticidad.

Se interpretan como facies de tránsito entre los abanicos aluviales distales y los dispositivos palustres, acumuladas por decantación de material en suspensión al producirse avenidas que alcanzan las zonas más distales de los abanicos aluviales.

Desde el punto de vista tecnológico, la caracterización preliminar de los lignitos se realiza analizando los parámetros de calidad del carbón, que determinan el rango así como las propiedades físicas y químicas que condicionan el uso como combustible.

PORCENTAJES EN HUMEDAD Y CENIZAS

La humedad no estabilizada¹ media de los datos de sondeos era de 41,7%. Su valor se incrementaba levemente hacia el techo de la sucesión, pues depende de la compactación sufrida por los lignitos, ya que esta se encuentra principalmente rellenando la porosidad del carbón y sus discontinuidades. La compactación se relaciona directamente con el peso de la sucesión sedimentaria situada por encima del carbón, por lo que, a medida que nos acercamos a tramos superiores de la sucesión, la porosidad se incrementa y, por tanto, el valor de la humedad aumenta respecto a la de los lignitos inferiores.

Por otro lado, la variación lateral en la potencia total de la sucesión de As Pontes hacía que en las zonas donde se alcanzaba una potencia máxima de la sucesión, la humedad sin estabilizar llegaba a valores, en conjunto, inferiores a los de las áreas marginales de la cuenca con menor acumulación sedimentaria.

El contenido medio ponderado de ceniza, que condiciona la calidad y el tratamiento del lignito como combustible e incluso los parámetros emple-

ados para determinar el rango, alcanzaba el 29,5 %. Se trata de un valor alto teniendo en cuenta que los carbones comerciales no suelen superar el 15% o el 20% (Swaine, 1990; Thomas, 1992) e indica la fuerte influencia de los aportes detríticos procedentes de los abanicos aluviales que alimentaban la cuenca.

La distribución espacial de la ceniza de los paquetes de lignito está directamente relacionada con el contenido en detríticos, mostrando la influencia de los abanicos aluviales coetáneos con los dispositivos pantanosos. Así, las potencias máximas de carbón, que evidencian un mayor desarrollo de las condiciones pantanosas, coinciden con los mínimos contenidos en ceniza, corroborando que, cuanto más apartada estaba una zona de depósito respecto a la influencia de los abanicos aluviales, mejores condiciones se producían para el desarrollo de los lignitos.

No se observaban tendencias verticales claras en el contenido en cenizas, aunque se apreciaba que en los paquetes H, I y J era inferior al del resto de los paquetes superiores.

PODER CALORÍFICO INFERIOR, AZUFRE Y RANGO

El valor medio ponderado del poder calorífico inferior, según los datos registrados en los sondeos, ascendía a 2.592 Kcal/Kg sobre bruto, siendo los paquetes con alto contenido en piropisitas los que mayor valor alcanzaban.

El poder calorífico mostraba una tendencia a disminuir hacia el techo de la serie, a la inversa de lo que ocurría con la humedad. Los superiores parecían situarse en posiciones centrales de la cuenca, donde el desarrollo de los lignitos era máximo y el contenido en cenizas, mínimo. El poder calorífico depende básicamente de estas últimas y, por tanto, de la influencia detrítica sobre las turberas.

El contenido medio ponderado en azufre total era de 2,92% sobre bruto, con una tendencia a disminuir verticalmente desde el paquete I hasta el B. En los paquetes A y α los valores aumentaban bruscamente para disminuir de forma más o menos clara hacia los paquetes superiores.

Las formas en que se presentaba el azufre eran tres:

Azufre pirítico: alcanzaba el contenido medio máximo en el paquete F, con un 3,1% sobre bruto y condicionando la alta presencia de S de este paquete.

(1) La humedad expresada en estas líneas se refiere a muestras sin estabilizar. Por tanto corresponde a la suma de la humedad estabilizada más la humedad situada en las discontinuidades y poros del lignito. Los valores de humedad sin estabilizar se emplean para cálculos relacionados con el aprovechamiento del lignito como combustible

Azufre en sulfatos: el origen de estos sulfatos se encontraba en la alteración del azufre orgánico y pirítico.

Azufre orgánico: el alto contenido en S del paquete H se debía, fundamentalmente, al elevado contenido en azufre orgánico, en contra de lo que ocurría en el F.

El contenido en azufre constituye uno de los parámetros fundamentales para establecer la calidad

del carbón, ya que se trata del principal elemento que marca los niveles de emisión en la central térmica.

El rango de un carbón es la forma de medir su madurez; se trata del sistema de clasificación más utilizado. Los de As Pontes se consideraban poco maduros, de modo que se catalogaban en su conjunto como de lignito tipo B a subbituminosos C.

CLASE	GRUPO	%C fijo (daf)		%mat. volátil (daf)		Poder calorífico (Kcal/Kg) (húmedo ^A , af)		Carácter de aglomeración
		>=	<	>	=<	=<	>	
ANTRACITA	1. Meta-antracita	98			2			no aglomerado
	2. Antracita	92	98	2	8			
	3. Semiantracita ^B	86	92	8	14			
BITUMINOSO	1. bajo en volátiles	78	86	14	22			normalmente aglomerado ^D
	2. medio en volátiles	69	78	22	31			
	3. A alto en volátiles	--	69	31	--	7.800 ^C	--	
	4. B alto en volátiles					7.250 ^C	7.800	
	5. C alto en volátiles					6.390	7.250	
SUBBITUMINOSO						5.840	6.400	no aglomerado
	1 A					5.840	6.400	
	2. B					5.280	5.840	
LIGNITO	3. C					4.600	5.280	no aglomerado
	1. A					3.500	4.600	
	2. B						3.500	

Fig. 9. Clasificación ASTM D-388-1984. En sombreado se encuentra el rango de los lignitos de As Pontes

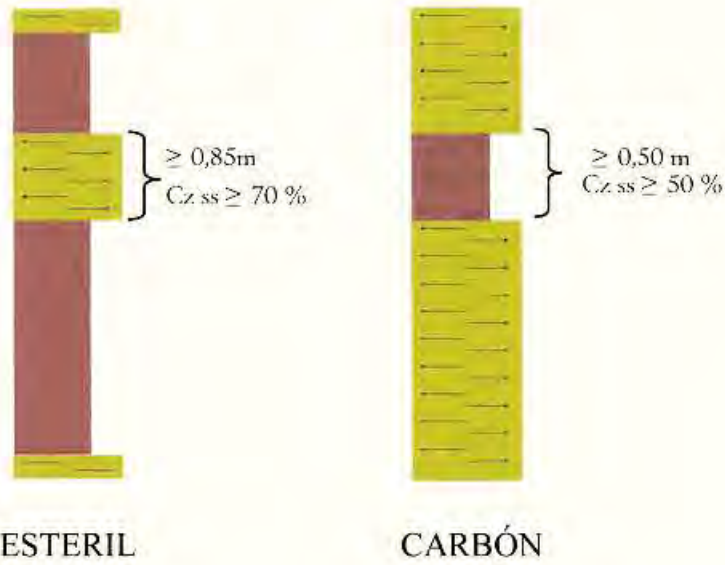
DESDE LA INVESTIGACIÓN HASTA LA PLANIFICACIÓN

Durante el bienio 1971/1972 Endesa realizó dos importantes campañas de investigación cuyos resultados propiciaron la presentación, en 1974, de un nuevo "Proyecto General de Explotación Mina Puentes Segunda Fase". Ambas campañas contribuyeron a un primer conocimiento de los parámetros fundamentales que determinaban la rentabilidad del yacimiento. Además permitieron fijar los criterios de

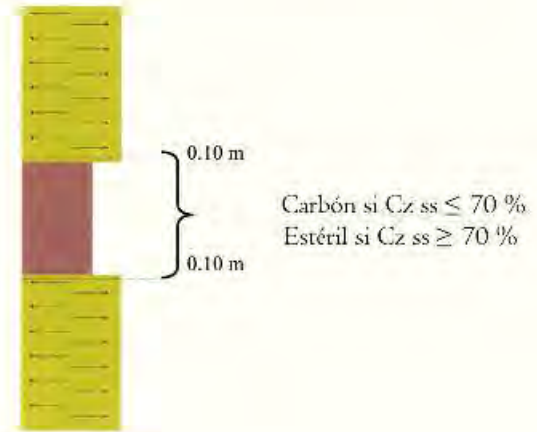
selectividad (Figs. 10 y 11) para las capas de lignito teniendo en cuenta el método de explotación, así como realizar una nueva cubicación.

También se iniciaron numerosos trabajos para conocer con mayor detalle los condicionantes geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos, y se desarrollaron las primeras planificaciones de corto, medio y largo plazo de la nueva etapa de explotación.

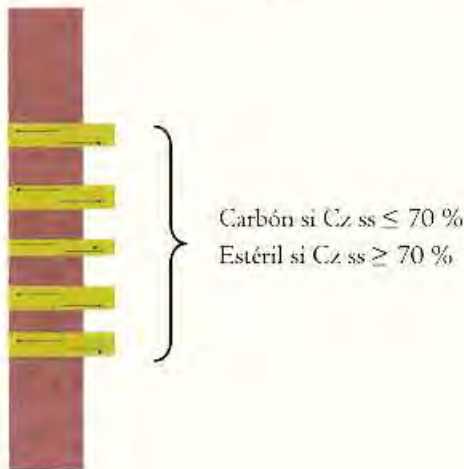
1.- Distinción entre estéril y carbón explotable



2.- Ensuciamiento del carbón explotable



3.- Intercalaciones de estériles y carbones entre carbones explotables



4.- Intervalo de estéril comprendido entre 25 y 85 centímetros intercalado entre carbones

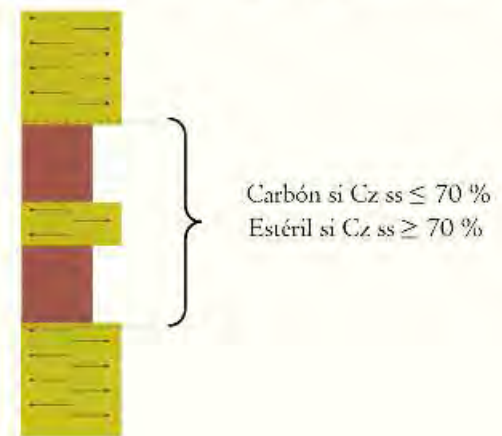


Fig. 10. Criterios de selección de carbón y estéril. Se considera carbón explotable toda capa con espesor mayor o igual a 50 cm y un contenido en cenizas sobre seco inferior o igual al 50%. Para su selección se incluye un ensuciamiento con 10 cm superiores e inferiores de estéril y si, de este modo, el contenido en cenizas no supera el 70 % se sigue considerando carbón, en caso contrario pasa a definirse como estéril. En cuanto a las intercalaciones, si existen estériles con espesor comprendido entre 25 y 50 cm intercalados entre dos carbones explotables se consideran carbón si el conjunto no tiene más del 70 % de cenizas. Si el espesor de los estériles es menor de 25 cm se considera carbón directamente

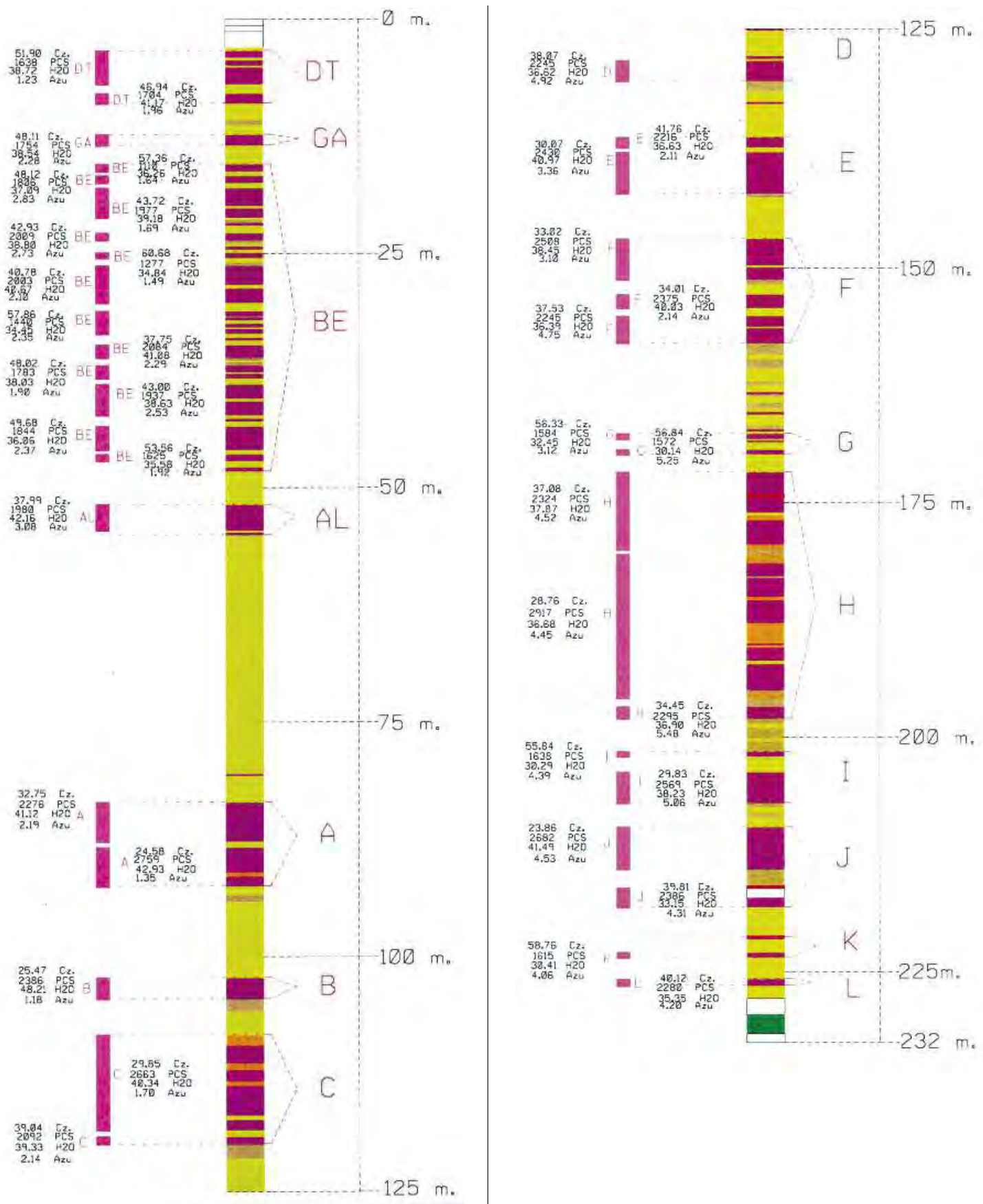


Fig. 11. Columna estratigráfica del yacimiento de As Pontes correspondiente a un sondeo. A la izquierda se muestran los agrupamientos generados por los criterios de selección y los valores de los parámetros resultantes en cada asociación

En esta época se interpretaban “a mano” los primeros perfiles a escala 1/500 y se plasmaban las primeras cartografías geológicas de detalle, tanto de las rasantes como de los taludes vistos que iban dejando las rotopalas al efectuar sus pasadas de excavación. Al final de la década de los 70 se habían testificado unos 150.000 metros de sondeos, dispuestos en una malla de 150 por 150 metros, realizándose análisis químicos de miles de muestras de lignito y ensayos de parámetros geotécnicos e hidrogeológicos.

Durante los años 80 la investigación continuó en paralelo a la explotación, se reinterpretaron los cortes geológicos y, simultáneamente, comenzó la introducción de datos en innovadoras herramientas informáticas que permitían el manejo de gran cantidad de información. Con dichas aplicaciones resultó posible generar diversos formatos de salida que sirvieron de base a otras disciplinas mineras, como la planificación, la geotecnia y las obras auxiliares.

Debido a la complejidad del yacimiento, se estimó conveniente reducir la malla de sondeos hasta 106 por 106 metros. Esta nueva trama resultaba de incluir un sondeo en el centro de cada cuadrado que conformaba la anterior malla de 150 metros de lado. En zonas más problemáticas del borde norte y oeste se realizaron sondeos fuera de malla para intentar comprender estructuras geológicas que condicionaban geotécnicamente los diversos avances del laboreo minero.

A fin de crear un modelo de la geometría y cubicación del yacimiento, durante los años 90, se digitalizaron los perfiles generados manualmente, integrándolos más tarde en un complejo programa informático utilizado en prospecciones petrolíferas. De este modo, Endesa obtuvo 97 perfiles geológicos principales, 34 L (longitudinales) y 63 (transversales), además de otra serie de perfiles geotécnicos denominados X e Y, que se emplearon para resolver problemas de estabilidad de taludes. De los perfiles se pasó a generar un modelo de las diferentes superfi-

Paquete	Potencia total	Lignito	Estéril	Humedad	Ceniza	PCI	Volátiles	Azufre
	m	m	m	%	% ss	KCal/Kg sb	%	% s/b
φ	2,3	1,9	0,4	44,6	29,8	2.327	38,9	1,6
ε	11,5	2,5	9,0	43,5	32,0	2.342	39,2	1,5
δ	17,8	3,8	14,0	43,3	31,7	2.356	39,0	2,0
γ	1,1	0,8	0,3	42,6	35,2	2.266	37,2	2,9
β	33,5	9,7	23,8	42,6	32,0	2.405	39,8	2,1
α	3,4	2,0	1,4	43,4	32,3	2.333	39,8	3,4
A	6,5	4,2	2,3	43,4	26,1	2.585	42,9	2,8
B	1,5	1,4	0,1	44,0	24,4	2.676	45,3	1,8
C	7,4	4,6	2,8	42,9	27,4	2.662	44,2	2,2
D	3,0	1,4	1,6	39,9	36,0	2.557	39,6	2,7
E	5,1	2,4	2,7	40,6	31,0	2.612	40,7	3,3
F	6,7	4,0	2,7	39,4	31,8	2.611	39,5	3,6
G	1,6	1,0	0,6	39,4	32,9	2.759	42,6	4,7
H	22,2	16,0	6,2	39,2	26,9	2.897	44,6	4,6
I	2,7	2,4	0,3	40,2	24,8	2.831	43,5	5,0
Promedio total lignito				41,7	29,5	2.592	41,8	2,9

s/s: Muestra sobre seco s/b: Muestra sobre bruto

Fig. 11.- Tabla mostrando diversos parámetros medios para cada uno de los paquetes de lignito que conforman la serie estratigráfica de la mina de As Pontes. Se han tenido en cuenta 26.375 muestras de lignito registradas en nuestra base de datos

cies geológicas que sirvió para realizar finalmente una cubicación fiable del yacimiento.

La planificación de corto plazo requería una información geológica detallada sobre las geometrías o pasadas que excavaban las rotopalas. Cada pasada estaba compuesta por dos perfiles, uno visto y otro interpretado, en el que se dibujaban las capas de lig-

nito correspondientes en cada momento, Fig. 13.

La interpretación geológica de los perfiles conjugaba observaciones de campo con datos de sondeos, perfiles generales cercanos y modelos tridimensionales de superficies geológicas. Por último se añadían las características de cada paquete de lignito según los modelos establecidos.

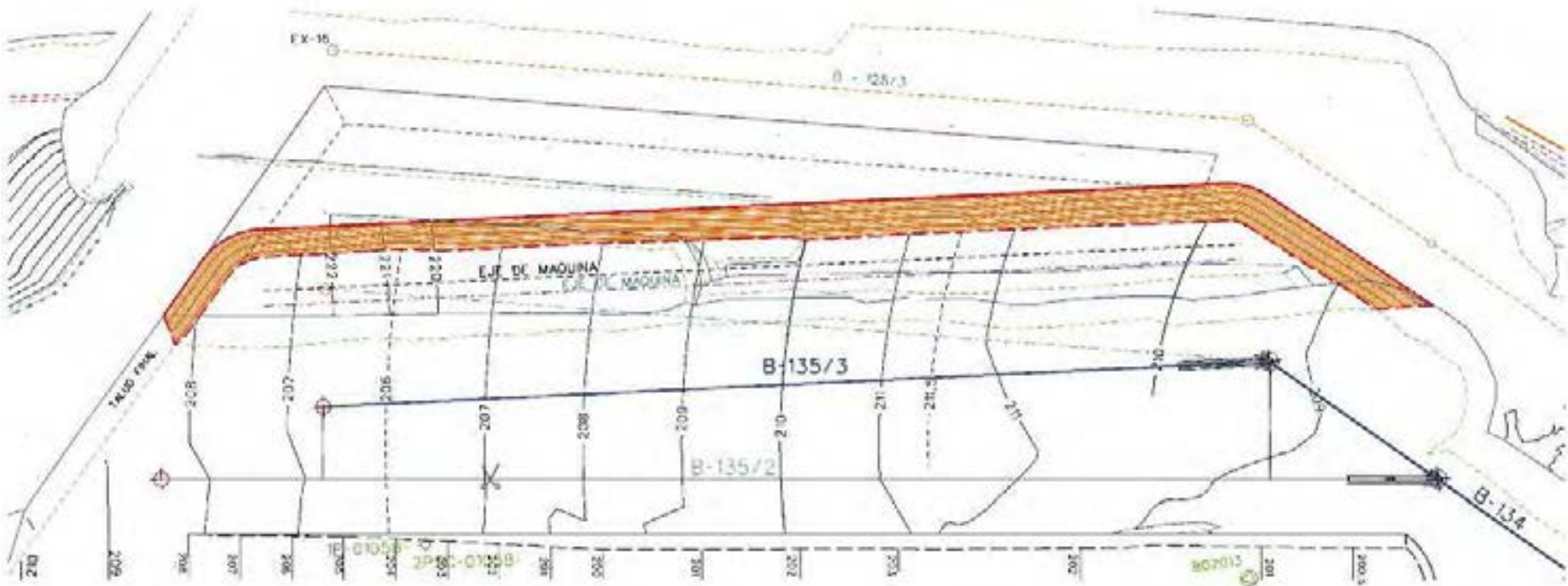


Fig. 12. Ejemplo de geometría a realizar por una excavadora de rodete

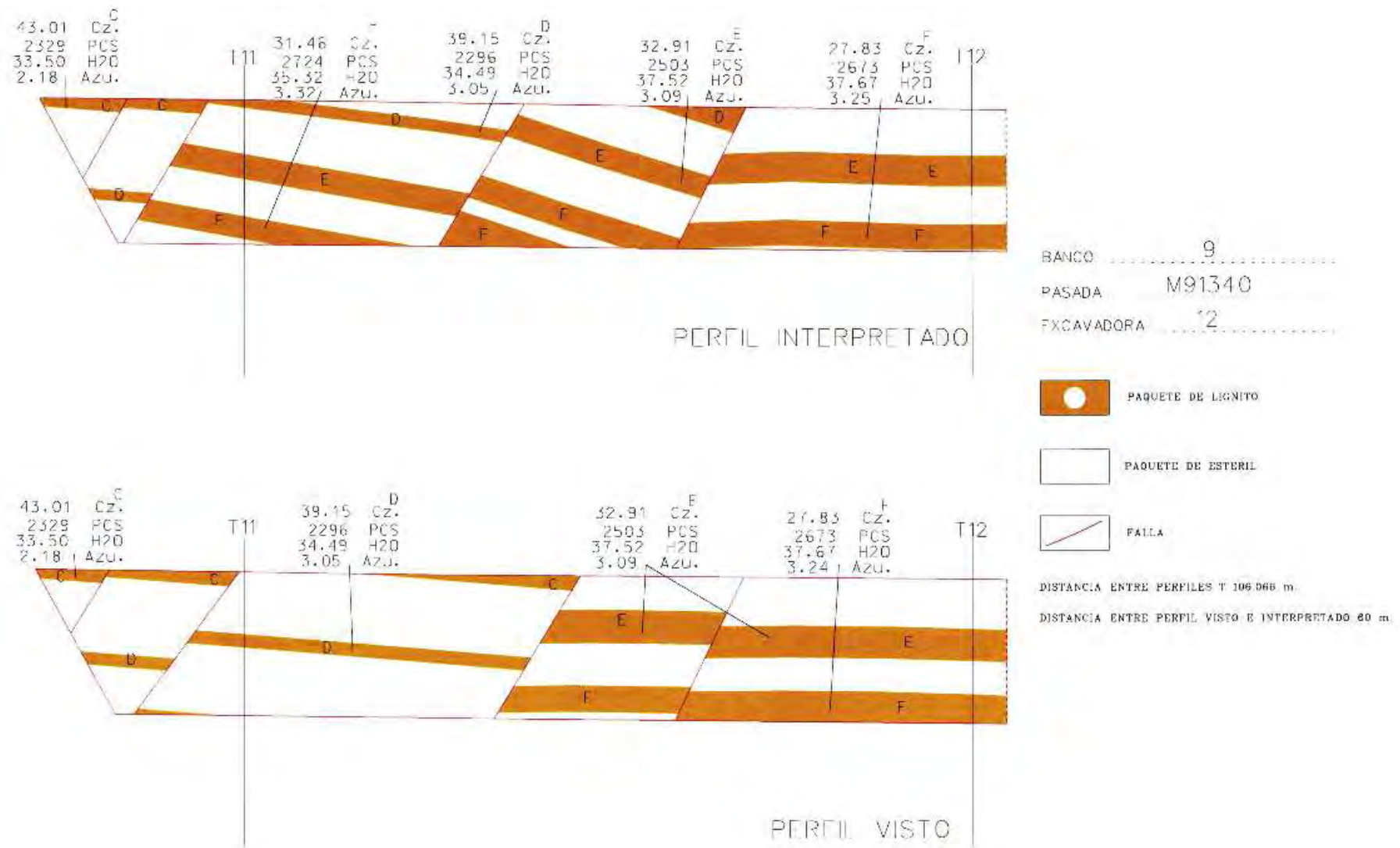


Fig. 13. Perfiles visto e interpretado utilizados para cubicar parte de una pasada

El primer apunte sobre la plasticidad de los estériles de la cuenca de As Pontes parte de las observaciones del ingeniero alemán Guillermo Schulz, en 1835. A este le siguieron diversos estudios llevados a cabo desde finales de los años 80 hasta principios de 2000, con resultados muy positivos sobre la utilización de ciertos niveles arcillosos.

En 2006, y a raíz del interés suscitado por un fabricante de pavimentos cerámicos, se desarrolló una nueva campaña de muestreo, centrada en los paquetes C-D y D-E del campo oeste de la explotación, ya que eran los únicos que presentaban inicialmente características similares a las buscadas. Se recogieron veintiocho muestras sobre las que se realizaron ensayos de caracterización en el laboratorio de la propia empresa cerámica. Los resultados sirvieron para reiterar, por un lado, la certeza de la existencia de arcillas con potencial cerámico, al comprobar que coincidían con los de estudios anteriores y, por otro, para centrar las futuras labores de muestreo, tanto en re-

lación con las áreas en las que se iban a realizar, como en los niveles principales dentro de cada intervalo de los paquetes C-D y D-E.

A partir de entonces, se llevaron a cabo durante los años 2006 y 2007 diversas campañas de muestreo, merced a las cuales se caracterizaron 102 nuevas muestras.

La extracción de arcilla con las rotopalas era inviable debido al alto grado de selección que se requería y a la imposibilidad de utilizar los circuitos de transporte continuo de carbón, ya que las arcillas se verían altamente contaminadas. Por ello, el método de extracción consistió en la selección de los niveles cerámicos mediante el empleo de excavadoras hidráulicas. La potencia de estos niveles estuvo comprendida entre 0,7 y 2 metros.

Durante el bienio 2006-2007 se obtuvieron unas 180.000 toneladas de material que fue transportado con camiones de obra convencionales hacia una zona de acopio de la que después fueron retiradas.

Promedia composición química		Parámetros tecnológicos medios	
Componente	Contenido (%)	Parámetro	
Si O ₂	69,17	Contracción Lineal (%)	4,15
Al ₂ O ₃	18,58	Absorción Agua (%)	10,19
Fe ₂ O ₃	1,64	Densidad aparente en seco (g/cm ³)	1,83
Ti O ₂	1,38	Resistencia a la flexión (Kg/cm ²)	1.780
Ca O	0,19	<i>Nota: Datos para una Temperatura de cocción a 1120°C</i>	
Mg O	0,34	Rechazo a 100 micras (%)	1,95
Na ₂ O	0,36	Índice de Plasticidad	22
K ₂ O	2,18	Óxidos de Fe (%)	1,64
C	0,30	Óxidos de Ti (%)	1,38
Ppc*	5,91	Carbono (%)	0,30

* para una temperatura de 1000 °C.

Fig. 14. Valores medios de los análisis y ensayos realizados entre los años 2006 y 2007

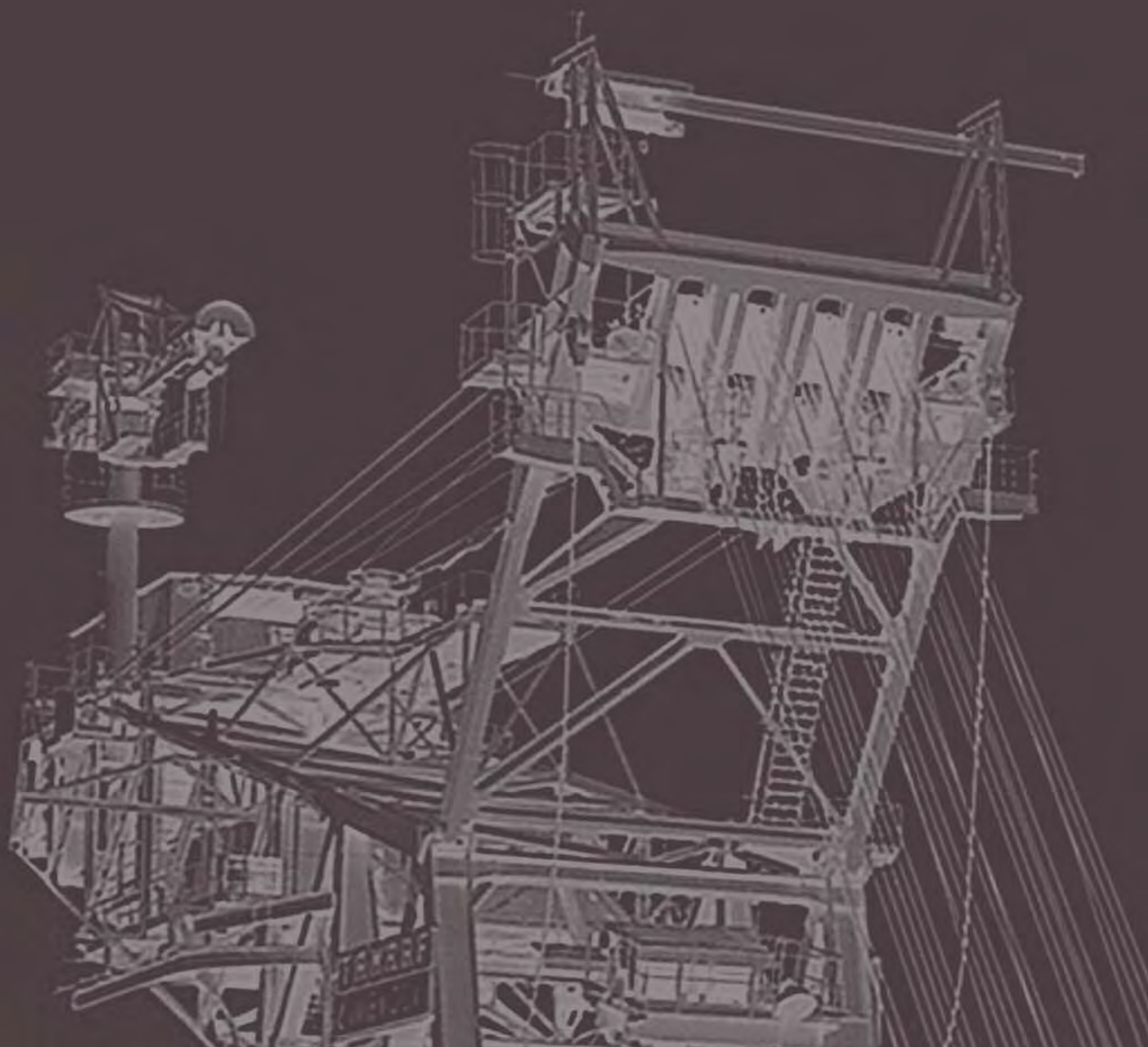
Excavadoras convencionales
limpiando el nivel productivo, 2006



Extracción de arcillas cerámicas.
En ocasiones fue necesario ripar el
material con bulldozer debido a su
gran dureza, 2006



EL MÉTODO



EL MÉTODO

EL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

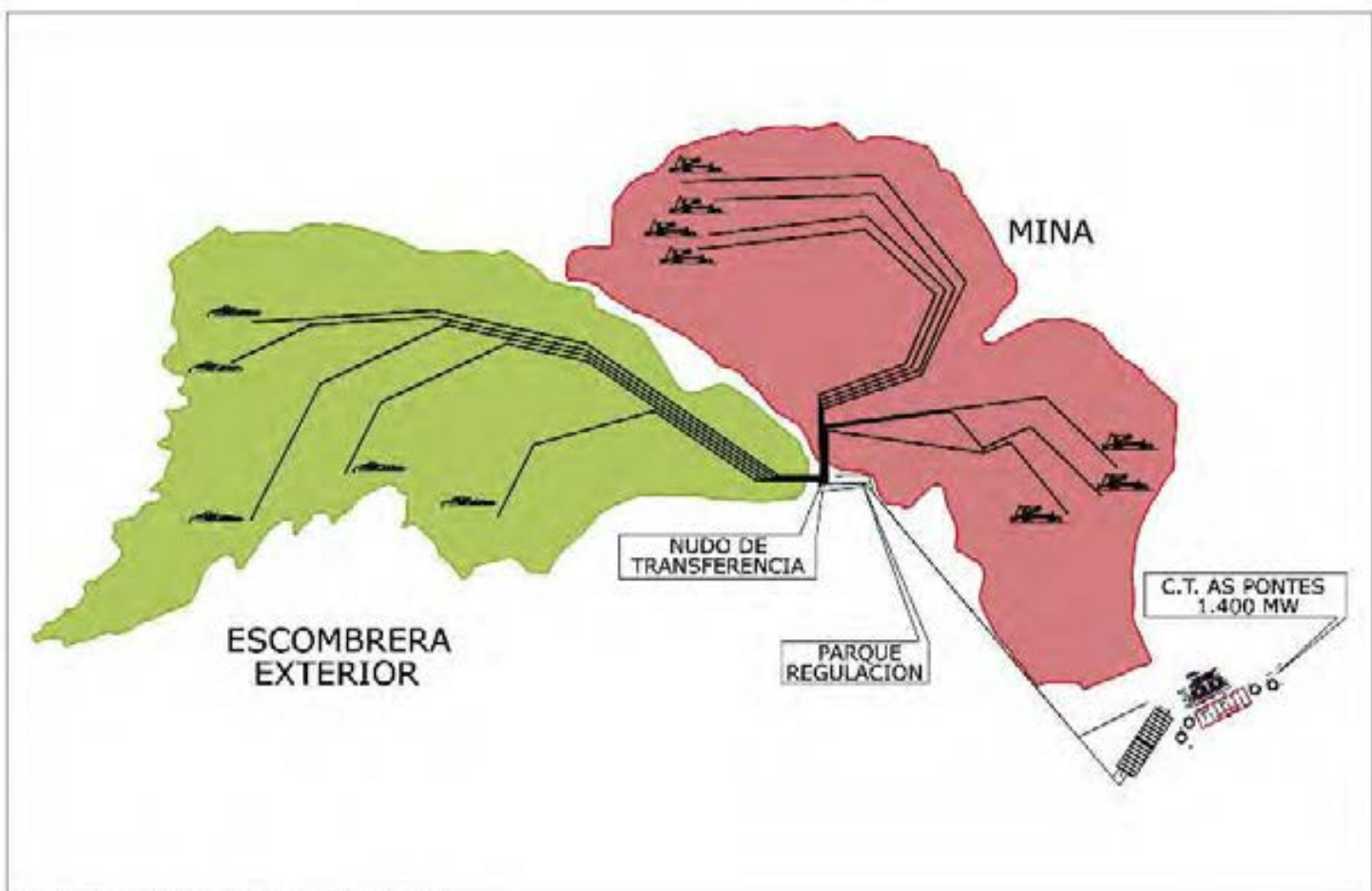
El método de explotación elegido para aprovechar el yacimiento de As Pontes fue el "alemán", llamado así por haber sido desarrollado en minas de lignito germanas. Consiste básicamente en el arranque y carga del material con excavadora de rodete o rotopala, que se transporta mediante cintas a la central térmica cuando se trata de carbón, o a la escombrera, en el caso de estéril, donde el vertido se hace con apiladora.

Este método se aplica a yacimientos con recubrimientos que presenten bajas resistencias y material poco abrasivo, de forma que permita el arranque directo. Entre sus ventajas se encuentran la gran producción y el rendimiento horario obtenidos, la alta selectividad, al poder seguir las inflexiones de las

capas, y un bajo consumo de energía, al ser alimentado eléctricamente todo el circuito de arranque, carga y transporte.

También se advierten ciertas debilidades en el método: la maquinaria empleada es cara, presenta una baja disponibilidad global y tiene poca flexibilidad, por lo que requiere de gran esfuerzo planificador y de control. Asimismo, necesita de un amplio programa de mantenimiento mecánico, eléctrico y electrónico.

La rotopala consta de un brazo de arranque y carga, portador de un rodete de cangilones, de un sistema de descarga constituido por varias cintas transportadoras y de un mecanismo de traslación formado por orugas de gran anchura.



...IOLK06/EsquemaMinaPuentes2.dgn 30/06/2011 9:40:40

Esquema de cintas. En el período de máxima producción, la explotación se desarrolló con siete excavadoras y cinco apiladoras

Las excavadoras de rodete de la mina de As Pontes podían trabajar en bancos de veinte metros de altura desde la rasante de la cinta de banco, aunque también eran capaces de hacerlo en profundidad con un desnivel máximo desde la zona de excavación hasta la rasante de la cinta de dieciocho metros. El material arrancado directamente se vertía sobre el carro, que a su vez lo transfería a una calle de cintas de banco. Estas transportaban el material extraído hasta el llamado nudo de transferencia, que se componía de una calle de entrada por cada excavadora y una de salida por cada apiladora de estéril, y otra correspondiente al circuito de carbón. Todas las calles de entrada podían verter sobre cada una de

las calles de salida gracias a la instalación de cabezas desplazables.

El equipo humano que operaba la excavadora en el frente de trabajo realizaba la selección de lignito y estéril, cuyo destino final se marcaba en el citado nudo. En este punto, el material continuaba bien por la calle de carbón, hacia el parque de regulación o la central térmica, bien por una de las de estéril, hacia la escombrera. La cinta que enlazaba con la central medía 3.325 metros de longitud y 1.600 milímetros de anchura.

Si el carbón no se enviaba directamente a la central, iba a parar a un parque auxiliar llamado parque regulador. La misión de este consistía en homoge-

Excavadora 12 ejecutando una pasada en profundidad, 2003



neizar la calidad del lignito, así como evitar tiempos de parada de las excavadoras, ocasionados por indisponibilidades de la cinta de transporte a la central o por la coincidencia de máquinas en carbón debido a su mayor capacidad de evacuación.

El vertido en la escombrera se realizaba con apiladoras montadas sobre orugas y con brazo giratorio provisto de una cinta sinfín. Tenían la posibilidad de verter, nominalmente, por debajo del nivel de apoyo de la máquina (13-15 metros de profundidad) o por encima (10-15 metros de altura).

Puesto que tanto las apiladoras como las excavadoras no mantenían su posición a lo largo del

tiempo, se precisaba trasladar las cintas transportadoras cada vez que finalizaba una pasada de máquina (arranque en altura, arranque en profundidad, apilado en altura o apilado en profundidad). Estas maniobras de movimiento de cintas se denominan ripajes y se realizaban con maquinaria auxiliar convencional: tiendetubos, bulldozers y retos. El ripaje de cintas solía venir acompañado de cambios de longitud, por lo que también se empleaban prensas y equipos especiales para el vulcanizado de empalmes en la banda.

Cada una de las diferentes calles estaba compuesta por varias cintas, interconectadas entre sí, for-

Nudo de transferencia, años 80





Apiladora apilando en profundidad, 1997

mando una línea poligonal adaptada a la geometría necesaria para realizar el montaje del circuito de transporte.

Tanto las grandes máquinas, excavadoras de rodete y apiladoras, como las cintas transportadoras, eran accionadas mediante energía eléctrica, para lo cual la mina contaba con un parque de transformación en el que confluían dos líneas de 132 kW procedentes de la central térmica. Desde este parque (subestación O Tesouro) salían dos circuitos de líneas a 20 kW destinados a alimentar el centro de cortes, cuya misión consistía en suministrar energía eléctrica a toda la instalación, actuando como centro de distribución. Estaba formado por un conjunto de cabinas de 20 kW con todos los elementos de corte y protección necesarios.

Desde esta instalación se alimentaban, a 20 kW,

con centros de transformación a 6 kW y 380 W, cada una de las excavadoras y apiladoras, el parque de regulación, las calles de transporte de carbón a la central térmica y varios talleres y edificios.

El sistema de cintas permitía la incorporación de equipos de mando a distancia que posibilitaban la marcha automática del conjunto de la instalación minera.

Estos automatismos se agrupaban en el centro de control desde donde se gobernaba el arranque y parada del transporte, se seguía toda la operación minera y se recogía información detallada sobre tiempos de utilización, averías, causas de parada, caudales instantáneos y acumulados, rendimientos, etc. En suma, coordinaba toda la actividad de la forma más eficaz posible para conseguir producciones y disponibilidades elevadas.



Vista de la subestación, 2007

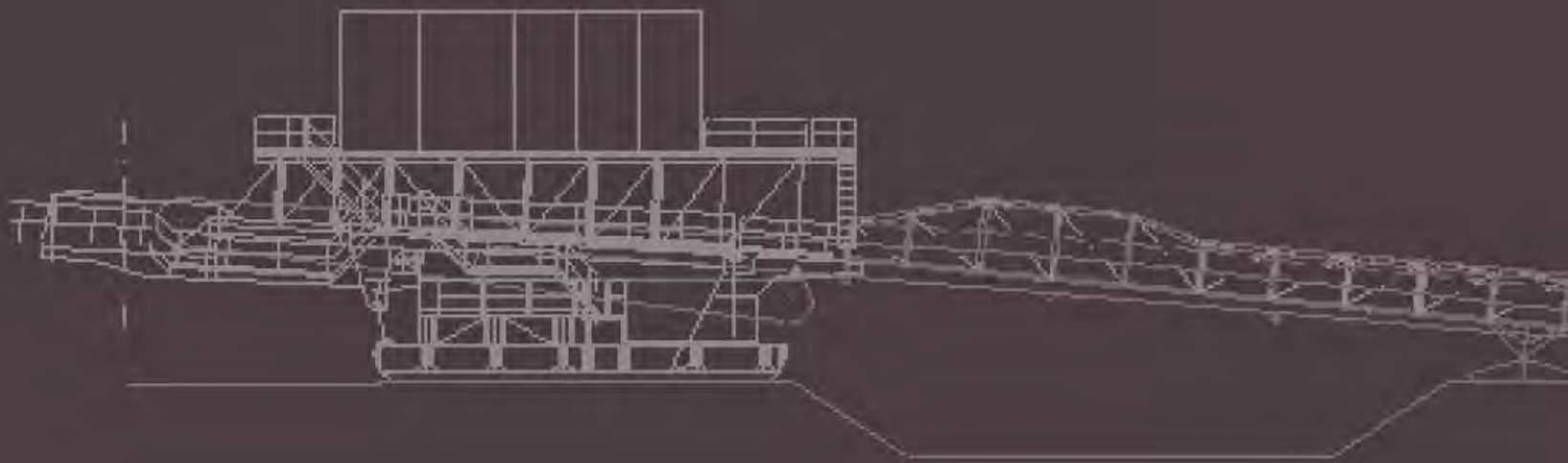
Vista de la subestación, 2004



Sala de Control, 2007



LOS EQUIPOS



LOS EQUIPOS

Durante el período de explotación 1976-2007, el laboreo de la mina y el desarrollo de las escombreras, se llevó a cabo por medio de siete excavadoras y cinco apiladoras.

Las cinco primeras excavadoras fueron modelo Buckau, denominadas E-11, E-12, E-13, E-14, E-15 y las dos últimas, modelo Takraf: E-16, E-17.

Por otro lado, tres apiladoras correspondían al modelo Weserhütte-1800: A-26, A-27, A-28 y dos al modelo Weserhütte-2200: A-25, A-29.

Como complemento a estos equipos, el parque de regulación de carbones funcionó con una recogedora modelo Kóch y una apiladora Krupp-2200.

A continuación se detallan las características básicas de cada una de ellas:



Cronograma de funcionamiento de excavadoras y apiladoras

		1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
EXCAVADORAS	BUCKAU	E-11														
		E-12														
		E-13														
		E-14														
		E-15														
	TAKRAF	E-16														
		E-17														
APILADORAS	WESERHÜTTE 1800	A-26														
		A-27														
		A-28														
	WESERHÜTTE 2200	A-25														
		A-29														

**Excavadora
Buckau**

Capacidad teórica de la excavación	3.405 m ³ /h
Ancho de cintas principales	1800 mm
Velocidad cintas principales	3,6 m/s
Peso del conjunto en servicio	2346 t
Presión media sobre el suelo	0,8 kg./cm ²
Potencia en el accionamiento del rodete	610 kW
Diámetro del rodete	11,7
Número de cangilones	16 x 1250 l
Velocidad de corte	69 min-1 o 2,6 m/s
Fuerza específica de corte aprox.	80 kN/m
Longitud tota	119 m
Altura total	40 m
Anchura	28 m
Máxima altura de la excavación	+ 30 m
Excavación bajo plano	- 7 m
Longitud entre centro de rodete y centro de exc.	38 m
Longitud del puente	54 ± 6 m
Longitud cinta de descarga	15 ± 1 m
Diámetro de la pista de bolas	9,6 m.
Pendiente admisible en funcionamiento	1/25
Radio mínimo de curva	60 m.

Excavadora SRs 1640 $\frac{30}{7}$ + VR

1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007

**Excavadora
Takraf**

Capacidad teórica de la excavación	3.400 m ³ /h
Ancho de cintas principales	2.000 mm
Velocidad cintas principales	3,6 m/sg
Peso del conjunto	2550 t
Presión media sobre el suelo	0,8 kg./cm ²
Potencia instalada	4.000 kW.
Potencia en el accionamiento del rodete	1220 kW
Diámetro del rodete	11,4
Número de cangilones	20 x 850 l
Velocidad de corte	105,5 min-1 o 3,15 m/s
Fuerza específica de corte aprox.	124 kN/m
Longitud tota	118 m
Altura total	38 m
Anchura	26 m
Máxima altura de la excavación	+ 28 m
Excavación bajo plano	- 3 m
Longitud entre centro de rodete y centro de exc.	37 m
Longitud del puente	54 ± 6 m
Longitud cinta de descarga	15 ± 1 m
Diámetro de la pista de bolas	8.5 m.
Pendiente admisible en funcionamiento	1/25
Radio mínimo de curva	60 m.

Excavadora SRs 1800 $\frac{28}{3}$ + VR



**Apiladora PWH
PHB Weserhütte
2200**

Capacidad teórica de apilado	10365 m ³ /h
Ancho de cintas principales	2200 mm
Velocidad cintas principales	5,6 m/s
Peso del conjunto en servicio	3001 t
Presión media sobre el suelo	0,65 kg/cm ²
Longitud total carro + apiladora	231 m
Altura total	45 m
Anchura	30 m
Altura de vertido	entre 8 y 18 m
Longitud de la apiladora	140 m
Longitud de la pluma de vertido	75 m
Longitud del puente intermedio	50 m
Longitud del carro	91 m
Longitud pluma del carro	20 m
Diámetro de la pista de bolas de la apiladora	10 m
Pendiente admisible en funcionamiento	1/25
Radio mínimo de curva	60 m

Apiladora AR Sbh HTB $\frac{10365}{2200}$ 16 $\frac{50}{75}$ + URbh 2200 . 20



**Apiladora
Weserhütte
1800**

Capacidad teórica de apilado	5800 m ³ /h
Ancho de cintas principales	1800 mm
Velocidad cintas principales	5,2 m/s
Peso del conjunto en servicio	1356 t
Presión media sobre el suelo apiladora	0,75 kg/cm ²
Presión media sobre el suelo del carro	0,69 kg/cm ²
Longitud total carro + apiladora	160 m
Altura total	32,4 m
Anchura	30 m
Altura de vertido	entre -0,4 y 20,5 m
Longitud de la apiladora	95 m
Longitud de la pluma de vertido	60 m
Longitud del puente intermedio	42,5 m
Longitud del carro	65 m
Longitud pluma del carro	14 m
Diámetro de la pista de bolas de la apiladora	7,2 m
Pendiente admisible en funcionamiento	1/25
Radio mínimo de curva	50 m

Apiladora AR Sbh HTB $\frac{5800}{1800}$ 18 $\frac{42,5}{60}$ + URbh 1800 . 14



Recogedora KÖCH	Capacidad nominal	2000 t/h
	Capacidad máxima	2500 t/h
	Ancho de banda	1600 mm
	Velocidad de la banda	3,35 m/s.
	Altura de la parva	14 m
	Ancho entre carriles	51 m
	Potencia instalada	485 Kw
	Peso en servicio	428 t
	Velocidad	1.5-15 m/min.
	Nº rodets x Nº cangilones x Capacidad	2 x 8 x 850 l.
	Diámetro de rodets	8,6 m
	Velocidad de giro de los rodets	6,25 RPM
	Velocidad de desplazamiento lateral	2.81 m/s.
	Nº descargas	50 min-1
	Potencia principal rodete	2 x 110 Kw.
Velocidad de traslación	2,4 - 24 m/min	

Apiladora KRUPP	Capacidad nominal	9900 t/h
	Ancho de Cintas	2200 mm
	Peso en servicio	450 t
	Altura máxima de la pluma	20 m
	Longitud del tripper	63 m
	Longitud de la pluma	34 m
	Pendiente máxima del tripper	+ 12%
	Velocidad de traslación	31 m/min
	Traslación de la apiladora y tripper	sobre carriles



Cintas 2200	Ancho de cinta	2200 mm
	Velocidad de transporte	5,2 m/s
	Capacidad de transporte	11550 m ³ /h
	Guirnaldas superiores	
	Distancia entre guirnaldas	1,25 m
	Nº de guirnaldas por módulo	6
	Rodillo central	159 x 530
	Rodillos laterales	159 x 900
	Angulo artesa	45°
	Guirnaldas inferiores	
	Nº de guirnaldas por módulo	1
	Rodillos	159 x 850
	Angulo de artesa	15°
	Guirnaldas de carga	
	Nº de guirnaldas por estación	9
	Composición	5x 193,7 x 460
	Pesos sin accionamientos	
	Cabeza	324 t
	Cola	44 t
	Potencia de cada accionamiento	1100 kW
	Tensiones	
De alimentación	20 kV	
De distribución	6000/380 V	
Frecuencia	50 hz	
Carro portacabezas	Longitud	11 m
	Ancho	6,9 m
	Peso de la unidad	165 t
	Empuje de los cilindros	450 t
	Presión sobre el suelo vacío/carga	0,29 a 1,58 k/cm ²
	Potencia	250 kW



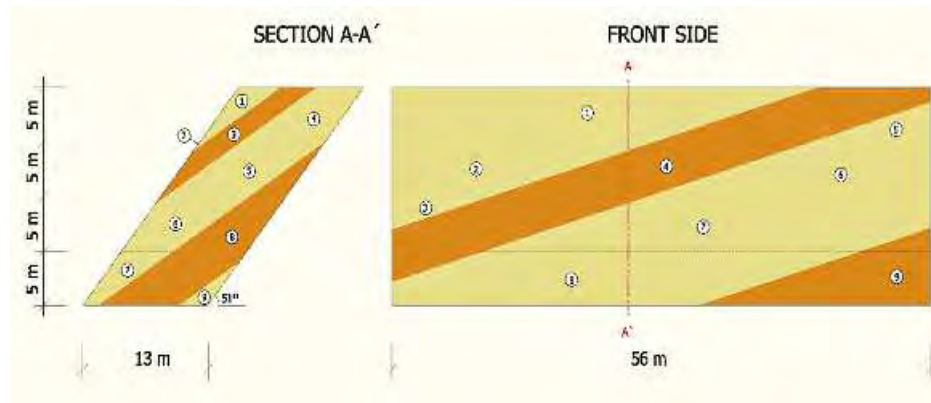
Cintas 1600/1800		1600 mm	1800 mm
Ancho de banda		1600 mm	1800 mm
Velocidad de transporte		5,2 m/s	5,2 m/s
Capacidad de transporte		5800 m ³ /h	7560 m ³ /h
Guirnalda superiores			
Distancia entre guirnalda		1,25 m	1,25 m
Nº de guirnalda por módulo		5	5
Rodillo central		159 x 530	159 x 530
Rodillos laterales		159 x 600	159 x 700
Angulo artesa		45°	45°
Guirnalda inferiores			
Nº de guirnalda por módulo		1	1
Rodillos		159 x 850	159 x 950
Angulo de artesa		15°	15°
Guirnalda de carga			
Nº de guirnalda por estación		9	9
Composición		1 x 193,7 x 400 2 x 193,7 x 380 2 x 193,7 x 300	5 x 194 x 380
		1600 y 1800	
Pesos (sin accionamientos)			
Cabeza de 1600 /1800		147 t	
Cola de 1600/1800		14 t	
Pontón auxiliar		5 t	
Dimensiones de los tambores			
Motrices		1250 x 2000	
Reenvío		1000 x 2000	
Inflexión		400 x 2000	
Potencia de cada accionamiento		460 kW	
Tensiones			
De alimentación		20 kV	
De distribución		6000/380 V	
Frecuencia		50 hz	



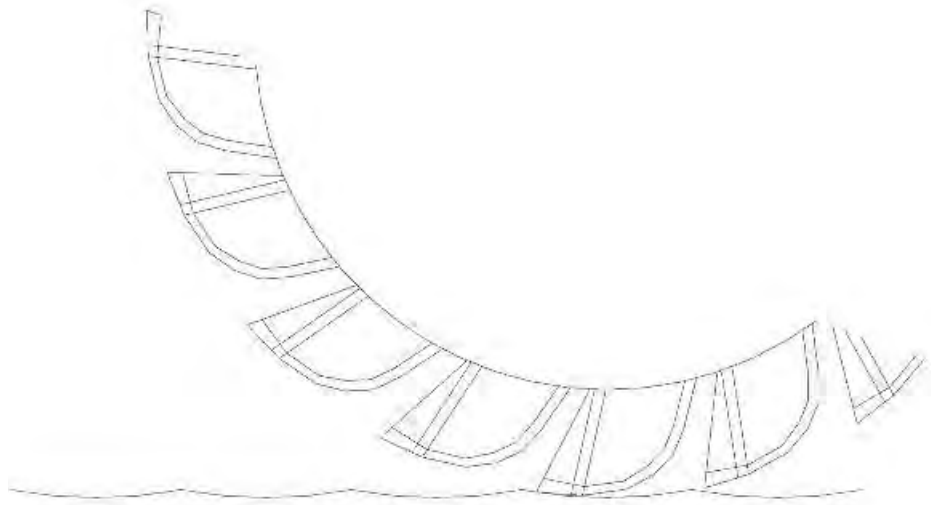
LA EXCAVADORA

La excavación selectiva de múltiples capas de carbón con diferentes inclinaciones, fallas y con intercalaciones de estéril, se puede realizar con un alto grado de aprovechamiento gracias a la precisión en el control de la elevación, traslación y giro de la máquina, proporcionado por los motores de corriente continua instalados.

En las figuras siguientes se muestra la secuencia de excavación realizada en un frente que presenta varias capas de carbón con intercalaciones de estéril:



El diseño de los elementos que componen el rodete (rueda y cangilones) determina el grado de limpieza de una capa obtenido con la máxima capacidad de excavación. En el caso de las excavadoras Buckau Wolf, el diámetro del rodete (con cangilones) de 11,7 m permite limpiar la capa hasta un espesor límite de 10 cm.



Para poder posicionar la cabina del operador en las mejores condiciones de visibilidad, ésta cuenta con un mecanismo de elevación y otro de giro. De esta forma, independientemente de la posición del brazo del rodete el operador tiene visibilidad suficiente para realizar la selección de las capas.



FLEXIBILIDAD DE OPERACIÓN

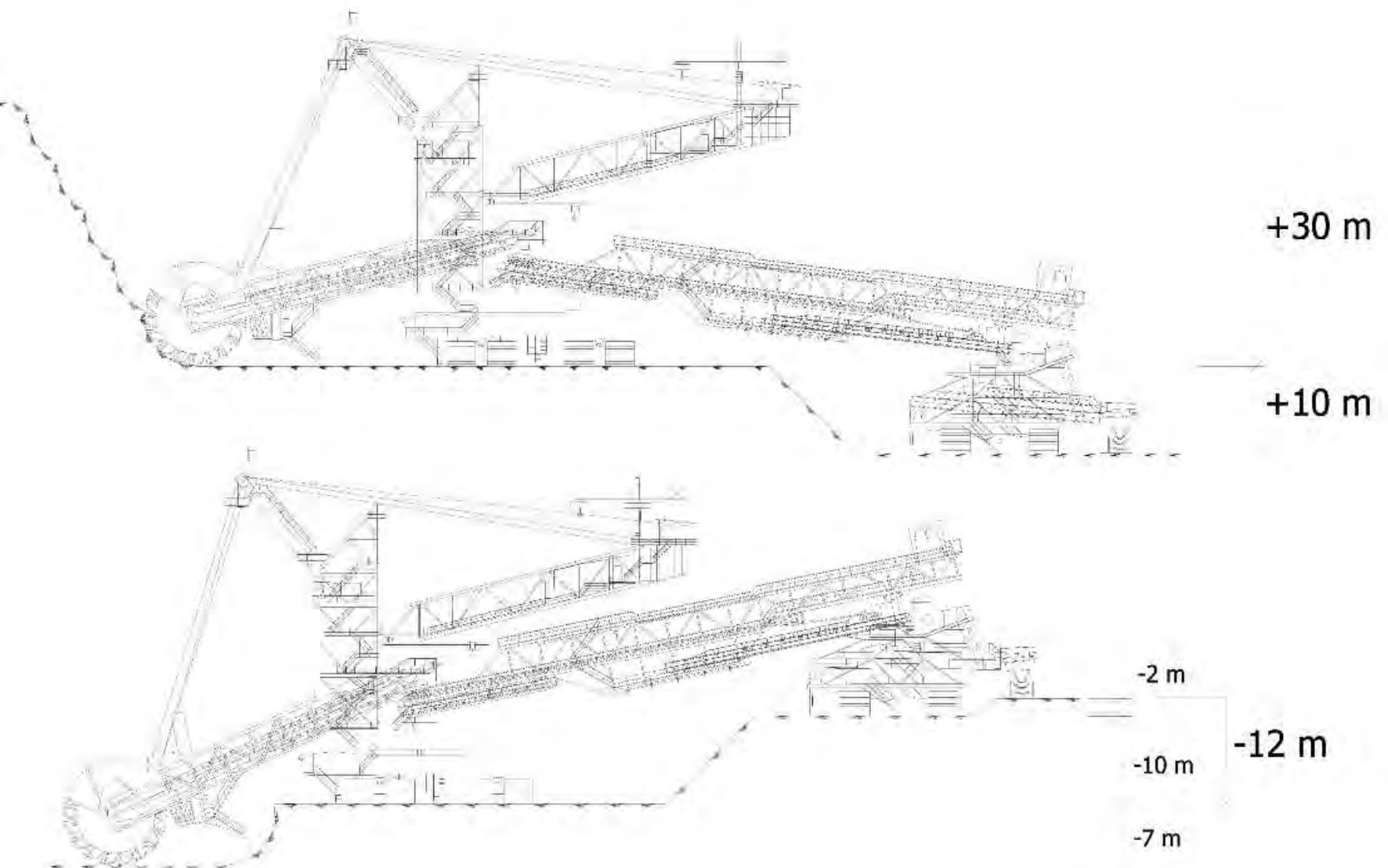
Debido a su configuración, esta máquina no precisa de un carro-cinta para realizar rasantes a diferente nivel respecto a la de la cinta de banco.

Tal y como se muestra en las siguientes figuras, la excavadora Buckau Wolf SRs 1800+VR es capaz de excavar en una posición elevada 10 m por encima de la cinta de transporte de banco y hasta 12 m por debajo de esa misma cinta.

El rodete puede excavar hasta 7 m por debajo del nivel de orugas de la excavadora.

El carro de descarga puede situarse 2 m por debajo de la cinta de banco.

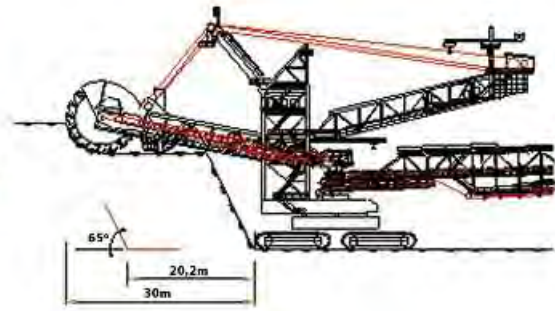
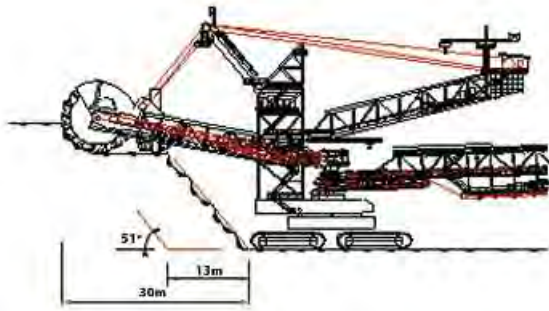
Estas características permiten a la máquina excavar hasta 40 m por encima de la cinta de banco y 19 m por debajo de esa misma cinta. Esta flexibilidad de excavación es importante, ya que de esta forma la máquina puede trasladarse a otro banco de explotación por sus propios medios; es decir, sin necesidad de excavaciones de apoyo realizadas por otros equipos.





AVANCE DE LA MÁQUINA

La longitud del avance viene dada por la distancia existente entre el extremo del rodete y las orugas de la máquina. En el caso de la excavadora Buckau Wolf SRs 1800+VR, esta distancia es de 30 m, que se traduce en longitudes de avance de 13 m para frentes con taludes de 51°. Se puede conseguir mayor longitud de avance a medida que se verticaliza el talud del frente de excavación; así por ejemplo, para taludes con 65° la longitud de avance es de 20,2 m y de 30 m para taludes con 90°.



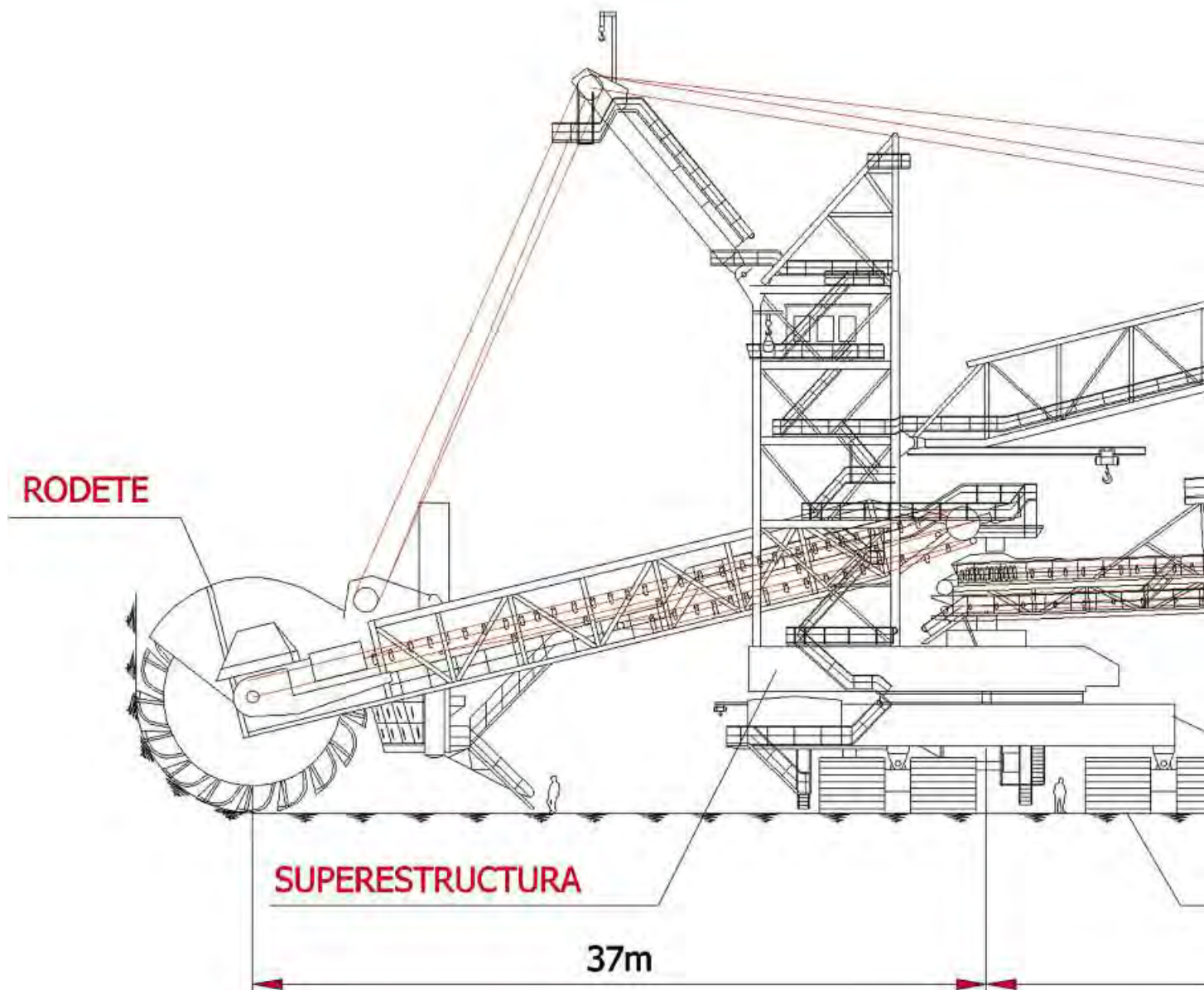
POSIBILIDADES DE MANIOBRA

El diseño del conjunto excavadora-carro de descarga permite amplios ángulos de giro entre las diferentes secciones:

- La superestructura tiene un ángulo de giro de 360° respecto a la infraestructura.
- El ángulo de giro de la superestructura respecto del puente de transferencia es de $206^\circ (\pm 103^\circ)$.
- El ángulo de giro del puente de transferencia respecto de la infraestructura es de 306° .
- El ángulo de giro del puente de transferencia respecto del carro es de $206^\circ (\pm 103^\circ)$.

Esta posibilidad de giro de las diferentes secciones flexibiliza las tareas de excavación de la máquina, permitiendo diferentes posibilidades, entre las que destacan:

- Trabajo de la excavadora en dos direcciones opuestas sin necesidad de realizar el giro de la infraestructura. Esto se consigue simplemente girando el brazo del rodete 180° e invirtiendo el sentido de avance de la máquina.
- Trabajo de la excavadora en la zona de cola, sin necesidad de girar el carro de descarga.



DESCRIPCIÓN DE LA EXCAVADORA

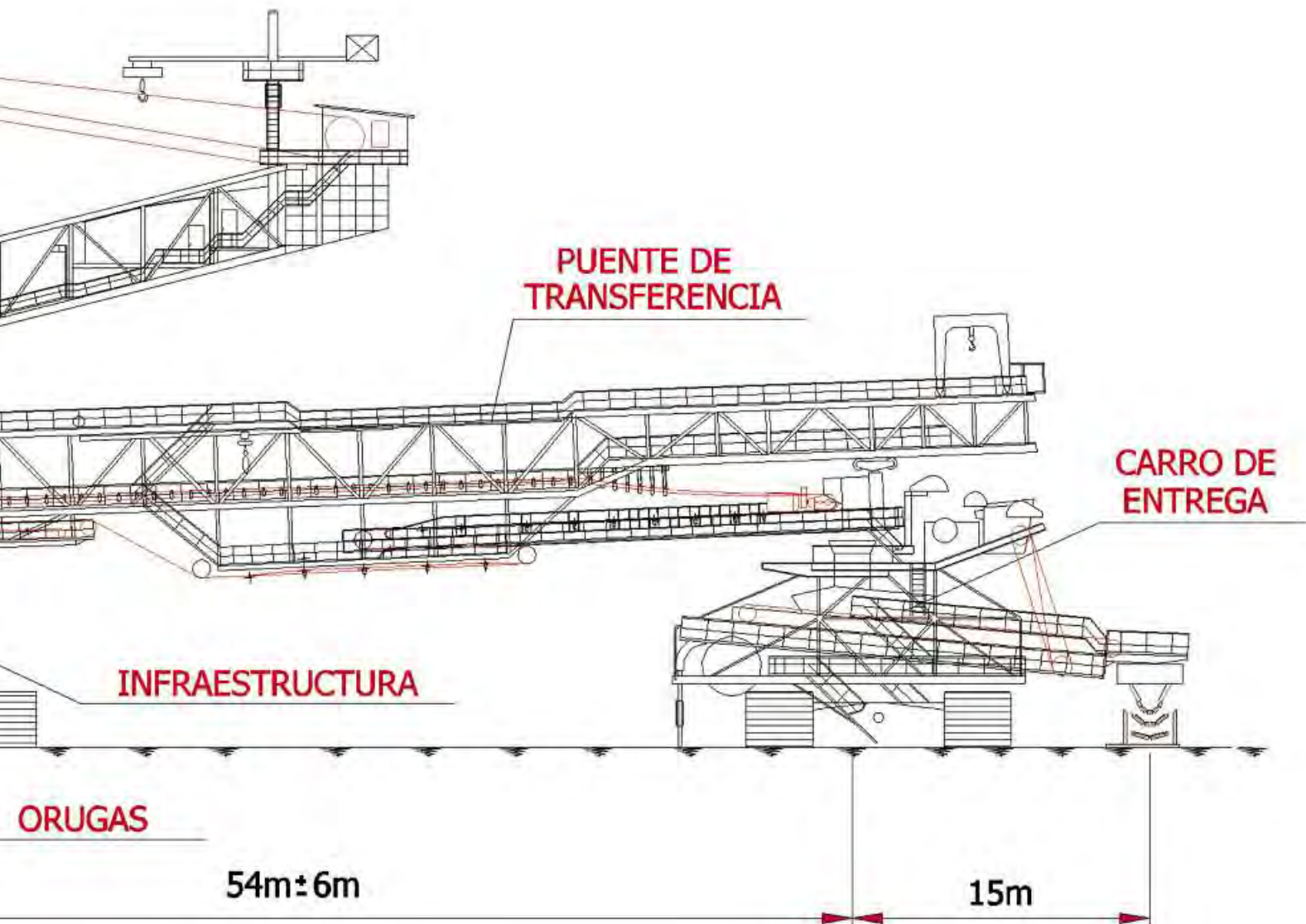
El equipo de excavación está formado por una excavadora de rodete SRs 1800 y un carro de descarga (VR), ambos montados sobre orugas y unidos mediante un puente de transferencia telescópico.

En la excavadora de rodete se distinguen dos partes: infraestructura (donde se sitúa la traslación de la excavadora) y superestructura (en la que se sitúan el rodete, la torre y el contrapeso). El giro de la superestructura respecto a la infraestructura se logra gracias a una pista de bolas de 9,6 m de diámetro.

INFRAESTRUCTURA

El elemento más importante de la infraestructura es el sistema de traslación, que está compuesto por tres carretones con dos orugas cada uno. Dos de estos carretones pueden desalinearse permitiendo a la excavadora conseguir un radio de giro mínimo de 60 m.

Cada oruga tiene una longitud de 10 m y una anchura de 3,35 m, lo que permite que la máquina ejerza una presión específica sobre el suelo de 0,8 kg/cm².



El mecanismo de accionamiento de cada oruga está formado por motores de corriente continua, con velocidad regulable entre 2 y 7 m/min. Esto confiere a la máquina gran precisión en la penetración de los cangilones en el frente de excavación, permitiendo optimizar el rendimiento de la máquina en función de la dureza del material a excavar.

Todo el sistema de traslación dispone de un circuito de lubricación centralizado que realiza los ciclos necesarios para distribuir perfectamente el lubricante.

En la infraestructura se encuentran instaladas diversas cabinas de servicio de la máquina (talleres, lubricación, aire comprimido, operarios)

SUPERESTRUCTURA

Está compuesta por la torre, el contrapeso y el brazo del rodete.

La superestructura se apoya en la infraestructura por medio de una pista de bolas de 9,6 m de diámetro dotada de 120 bolas de 200 mm. El giro se realiza por medio de dos accionamientos con motores de 50 kW de corriente continua, lo que permite gran precisión en la velocidad de giro (regulable entre 5 y 30 m/min) para optimizar el rendimiento de la máquina, juntamente con la penetración del cangilón en el frente de excavación.

El brazo del rodete dispone de una articulación que permite la elevación del conjunto por medio de los cabrestantes situados en el contrapeso de la máquina. Para la elevación del brazo del rodete únicamente es necesario uno de los dos cabrestantes instalados, pero por razones de seguridad se ha duplicado el sistema de soporte y elevación del brazo del rodete.

Cada cabrestante de elevación está dotado de un motor de 135 kW de corriente continua, lo que permite gran precisión en la velocidad de izado del ro-



dete. La velocidad de elevación es regulable entre 1 y 5 m/min para adaptar perfectamente el rodete a la inclinación de la capa. Es este mecanismo el que permite excavar de forma selectiva las capas de lignito y estéril de diferentes buzamientos (inclinaciones) con una precisión de hasta 10 cm.

El rodete tiene un diámetro de 11,74 m y tiene instalados 16 cangilones de 1.250 l de capacidad. La velocidad de rotación es de 4,3 rpm, resultando 69 descargas por minuto. La potencia del accionamiento principal es de 610 kW y dispone de un accionamiento auxiliar de 30 kW para realizar fácilmente el cambio de cangilones y otras maniobras auxiliares de mantenimiento.

Los cangilones están sujetos al rodete mediante bulones y cuñas, de modo que su sustitución resulta una operación sencilla que puede realizarse con rapidez (4 horas para el juego completo).

Para alargar la duración de los cangilones es conveniente recubrir el labio de corte con recargue de soldadura de alta dureza.

La cabina del operador está situada en condiciones óptimas de visibilidad y dispone de un cabrestante de elevación y de un mecanismo de inclinación, de modo que el operador puede situar la cabina en la posición que más convenga a su trabajo.

PUENTE TELESCÓPICO

La unión entre la excavadora y el carro de descarga se realiza mediante un puente extensible, con una longitud variable entre 48 m y 60 m ($54m \pm 6m$) y que se apoya en grandes rodamientos axiales tanto en el lado de excavadora como del lado del carro de descarga.

En este puente extensible se sitúa la cinta de transferencia, que transporta el material excavado desde la excavadora hasta el carro de descarga.

El apoyo del extremo del puente en el lado de la excavadora se produce sobre una articulación giratoria y basculante, que mantiene al puente en una posición horizontal independientemente de la pendiente de trabajo de la excavadora. Esta horizontali-

dad del puente asegura el correcto transporte de la carga evitando su derrame, al tiempo que facilita el centrado del material en el punto de transferencia al carro de descarga.

CARRO DE DESCARGA

El carro de descarga está diseñado para entregar el material excavado a la cinta de banco, a la vez que soporta la carga del puente telescópico. Se desplaza sobre dos orugas accionadas por motores de 75 kW y dispone de una cinta de descarga que va unida en su extremo a la cinta de banco.

El elemento principal del carro es la cinta de descarga y el sistema conexión con la cinta de banco. Esta conexión se realiza a través de la denominada "mesa de entrega", que es un conjunto formado por una tolva y 12 guirnaldas de carga que abrazan a la banda e impiden el derrame del material. Esta cinta de descarga cuenta con tres posibilidades de regulación para ajustar la entrega de la carga a la cinta de banco del modo más conveniente:

La cinta de descarga se puede desplazar longitudinalmente respecto al eje del carro $\pm 1m$.

La cinta de descarga puede ser izada mediante un cabrestante que eleva el tambor de descarga entre 4,05 m y 8 m respecto a la rasante de las orugas del carro. Gracias a esto se pueden absorber irregularidades en la rasante de la cinta de banco. También permite situar el carro hasta 2 m por debajo del nivel de dicha cinta.

Por último, la tolva de entrega dispone de un sistema de ajuste hidráulico que permite compensar desalineaciones angulares entre el carro y la cinta de banco de $\pm 7^\circ$.

En la superestructura del carro se sitúa la cabina del maquinista, desde la cual se controla la traslación y giro de la máquina, así como el desplazamiento, altura y alineación de la tolva de entrega respecto a la cinta de banco. Las posibilidades de regulación citadas facilitan el centrado de la carga, evitando el derrame de material a lo largo de la cinta de banco y disminuyendo las posibilidades de desvío de la banda transportadora.

LA APILADORA PHB 2200

En la apiladora se distinguen las siguientes partes: infraestructura, superestructura, transportador intermedio y carretón de apoyo.

INFRAESTRUCTURA

Es una estructura metálica triangular dispuesta horizontalmente y que se apoya sobre los tres pares de orugas de la máquina. De este modo se consigue la máxima estabilidad de la máquina cuando se desplaza por terrenos irregulares.

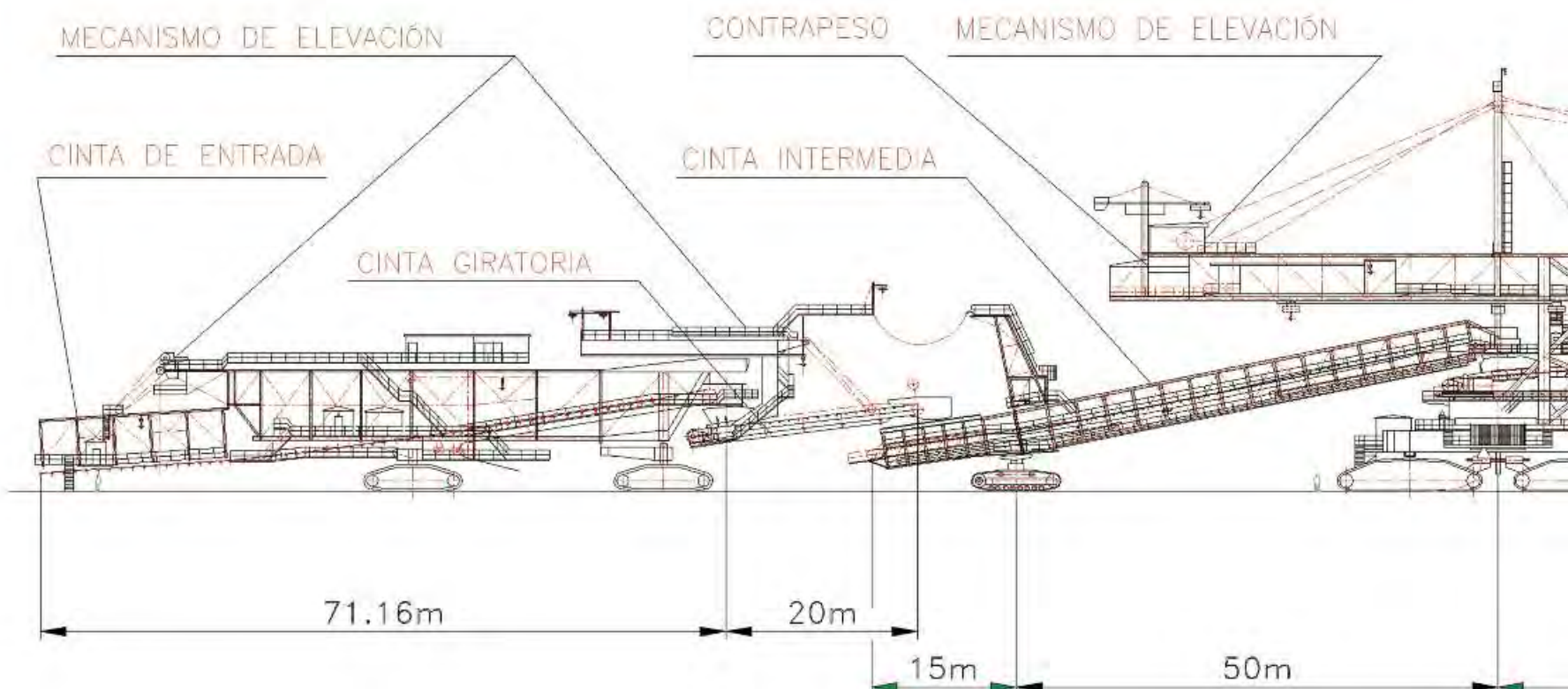
El sistema de traslación está compuesto por seis orugas de 14,88m x 3,60m. Cada oruga cuenta con su propio accionamiento, que transmite el movi-

miento a la cadena de placas a través de una rueda poligonal.

En la infraestructura se aloja la base de la pista de bolas de 10 m de diámetro con 132 bolas de 200 mm. Junto a esta pista de bolas se dispone la corona dentada en la que engranan los accionamientos de giro que se encuentran anclados a la superestructura.

En la infraestructura se sitúan las cabinas de eléctricas y diversos compartimentos dedicados a talleres, vestuarios, etc.

La alimentación de la máquina se produce a través de un cable de 1.000 m de longitud que se enrolla en un tambor que también se encuentra en la infraestructura.





SUPERESTRUCTURA

Se compone de una estructura cuadrangular en la que se encuentra la parte superior de la pista de bolas y la torre, que se apoya en dicha base.

La torre es una estructura metálica de celosía gracias a la cual se mantiene la cinta de descarga en voladizo y en la que se encuentran los apoyos del contrapeso.

En la parte más baja de la torre se encuentran las articulaciones de la cinta de descarga, cuya elevación se realiza mediante los accionamientos instalados en el contrapeso.

Del brazo del contrapeso cuelga el mecanismo de sustentación del transportador intermedio, que permite tanto girar como bascular dicha cinta.

La superestructura y la infraestructura pueden girar 360°, sin embargo la superestructura únicamente puede girar $\pm 105^\circ$ respecto al transportador intermedio.

TRANSPORTADOR INTERMEDIO Y CARRETÓN DE APOYO

El transportador intermedio es una estructura de celosía metálica en la que se apoya la cinta 1 de la apiladora. Esta cinta recibe el material desde el carro distribuidor y lo entrega a la cinta de descarga.

Un extremo del transportador intermedio cuelga del contrapeso de la apiladora y el otro extremo se apoya en el carretón, que cuenta con dos orugas de traslación que le permiten girar y desplazarse sin problemas alrededor de la apiladora.

DESCRIPCIÓN DEL CARRO DISTRIBUIDOR

El carro distribuidor (tripper car) es una máquina que se desplaza sobre orugas a lo largo de la cinta de banco de la escombrera, elevando la banda y, mediante un tripper, hacer posible el vertido del mate-



rial sobre un brazo de descarga giratorio que a su vez descarga en el transportador intermedio.

El carro distribuidor está dotado de cuatro orugas, todas con mecanismo de orientación independiente y tiene un peso en servicio de 755 t, ejerciendo una presión sobre el suelo de 6,5 N/cm².

En el carro distribuidor se distinguen las siguientes partes: infraestructura, superestructura, puente de entrada y brazo giratorio.

En la infraestructura se encuentra el sistema de traslación, compuesto por cuatro orugas que pueden desalinearse de forma independiente gracias al sistema de husillos instalado. Las dos orugas traseras están montadas sobre un bastidor oscilante, mientras que las delanteras se disponen sobre un bastidor fijo solidario con la superestructura.

La superestructura es una construcción de celosía cuyo apoyo en la infraestructura se logra gracias a los dos bastidores antes mencionados. En esta estructura se encuentran los dos tambores que configuran el tripper de la cinta de banco.

En la superestructura también se disponen los equipos eléctricos de potencia y control, así como un grupo electrógeno que alimenta al sistema de traslación del carro durante los ripajes que, por razones de seguridad, deben hacerse cortando la alimentación eléctrica del equipo.

En los ripajes polares el carro se traslada a la cola de la cinta para disminuir la superficie barrida.

El puente de entrada es una estructura rígida que se apoya en la parte trasera de la superestructura y dispone de un mecanismo de orientación horizontal hidráulico y un sistema de izado mediante cabrestante para adecuarle a las irregularidades que pudiera tener la cinta de banco.

La cinta giratoria es la encargada de transferir el material desde la descarga del tripper hasta la cinta del transportador intermedio de la apiladora (cinta 1). Cuenta con un mecanismo de giro y elevación para el correcto posicionado del tambor de descarga sobre dicha cinta 1. La longitud de la cinta giratoria es de 20 m.



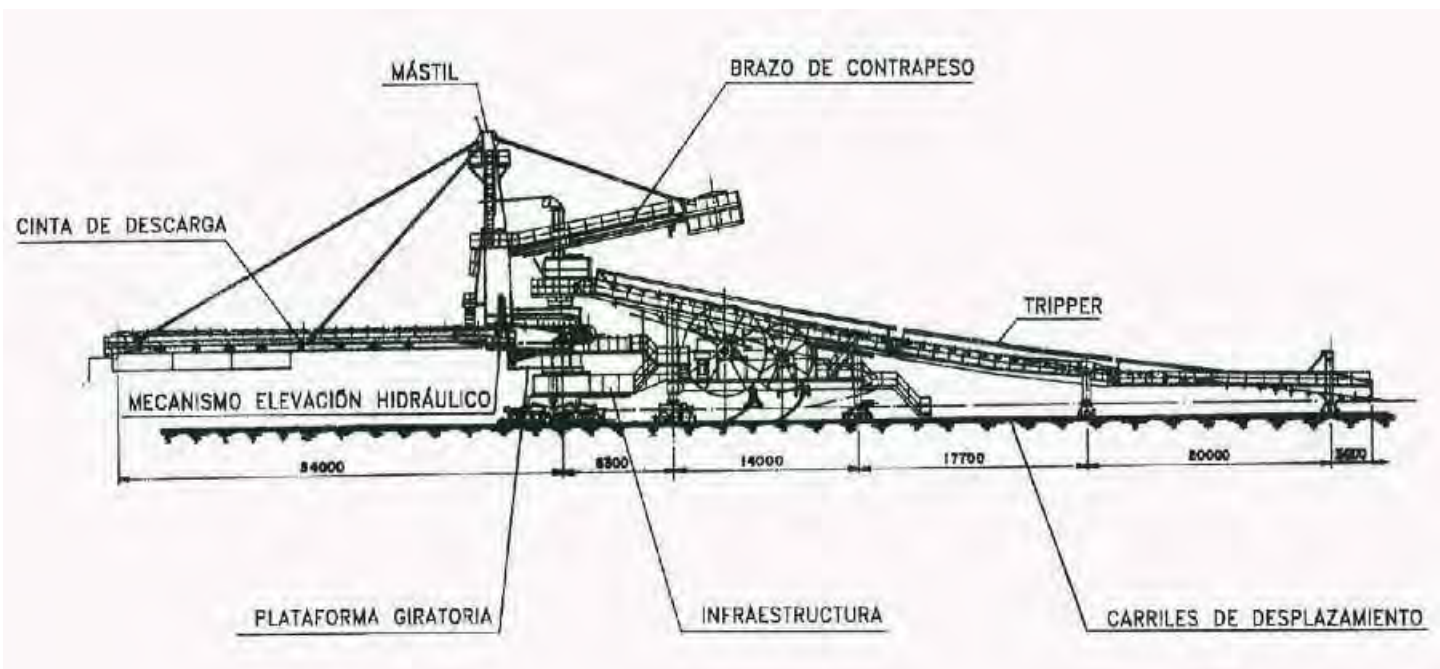
LA APILADORA DE PARQUE KRUPP 2200

El sistema de apilado de carbón se realiza mediante una apiladora sobre raíles, marca KRUPP con banda de 2.200 mm de ancho, que consta de los siguientes elementos:

- Apiladora
- Tripper

Tanto la apiladora como el carro se desplazan sobre una pareja de carriles situados a ambos lados de la cinta, separados una distancia de 6 m. La apiladora tiene 16 ruedas de tracción, todas ellas motrices, mientras que el tripper se apoya en 14 ruedas, cuatro motrices y diez conducidas.

La apiladora se compone de infraestructura y superestructura. En la infraestructura se ubican el sis-





tema de giro y ocho grupos de traslación. En la superestructura se encuentra la plataforma giratoria, el brazo, la torre y el contrapeso. Estos tres elementos forman un conjunto que bascula solidariamente sobre una articulación situada en la plataforma mediante un sistema hidráulico.

El carro es la estructura que eleva la cinta hasta el tambor del tripper, en él se alojan las cabinas eléctricas y las mangueras de alimentación, mando y

riego. En su pórtico delantero se ubican dos de los grupos de traslación de que dispone la máquina.

Carro y apiladora están unidos mediante una articulación situada a la altura del pórtico delantero de apoyo del carro

Aunque esta máquina fue diseñada para apilar una parva a cada lado de la cinta, en la mina de Puentes se dispuso sobre un caballero desde el cual vertía el carbón siempre hacia el mismo lado.

ESTACIÓN MOTRIZ

En las estaciones motrices, conocidas coloquialmente por cabezas, van instalados todos los equipos necesarios para el movimiento de la cinta: accionamientos, reductoras, sistemas de frenado, equipos de tensado y equipamiento eléctrico necesario.

Cada estación motriz está preparada para la instalación del máximo número de accionamientos (4), independientemente de los que se requieran para cada proyecto; es decir, se pueden instalar 1, 2, 3 ó 4 accionamientos.

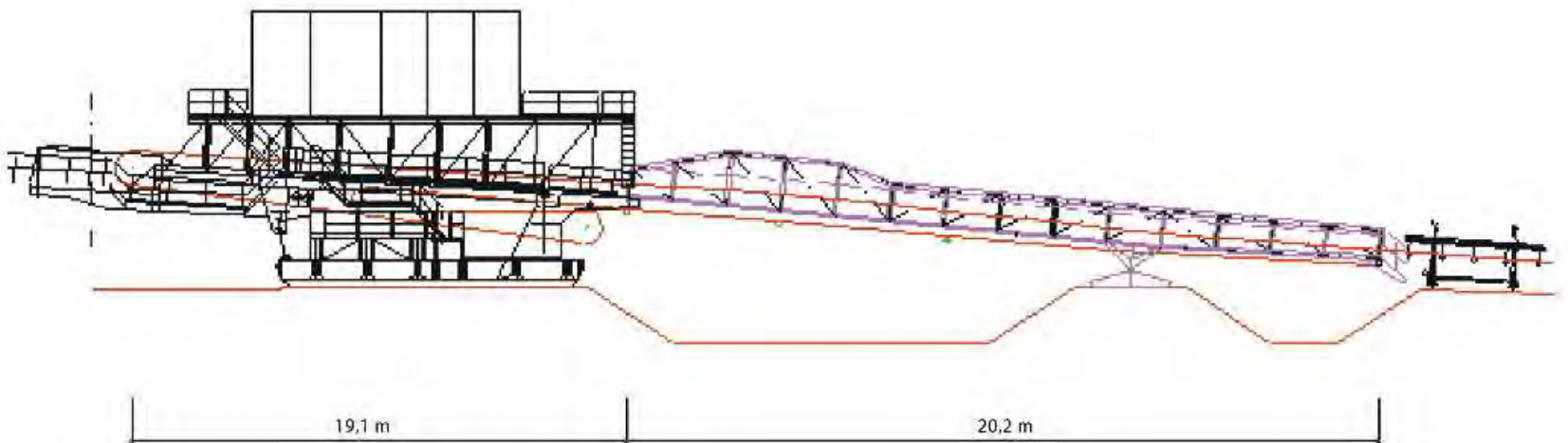
Cada estación motriz consta de los siguientes elementos:

- Plataforma para equipo eléctrico.
- Bastidor principal con puntos de articulación para el bastidor delantero y el puente de entrada.
- Pontón soporte de toda la cabeza de cinta dotado de orejetas para conectar los equipos de arrastre de la cabeza.
- Puente de entrada con pontón.
- Dispositivo de tensado (accionamiento de tensado y tambor de tensado).
- Tambores motrices y los accionamientos necesarios (hasta 4).



Transporte de una cabeza Krupp 2.200 por carro portacabezas

- Rodillos portantes superiores e inferiores.
- Rascadores.
- Equipo eléctrico, electrónico y de control.
- Instrumentación (desvíos, paradas de emergencia, sonda de atascos y control de tensado).
- Accesorios de limpieza y placas de rebote.



Esquema. Estación motriz para cintas de 1600/1800 mm.

La estructura de la cabeza está montada sobre un pontón metálico de gran robustez y diseñado para desplazar la estación motriz mediante tiro con bulldozers en las operaciones de traslado. El pontón está dotado de orejetas para conectar los cables de arrastre.

En la siguiente figura puede verse el esquema de una cabeza de cinta junto con el puente de entrada.

El bastidor principal de la cabeza es una estructura metálica que soporta el tambor de descarga y el de tensado. Dispone de una articulación para regular la altura de la descarga de la cinta de la forma más conveniente a cada caso de operación.

La unión de la cabeza con el puente de entrada también es articulada, permitiendo adaptarse a distintas posiciones.

En la cabeza de vertido se dispone una placa metálica (placa de rebote) orientable en diferentes direcciones, cuya misión es recibir el impacto del material transportado y dirigirlo adecuadamente a la tolva de la siguiente cinta, con lo que se evitan desvíos de banda causados por una descarga mal centrada.

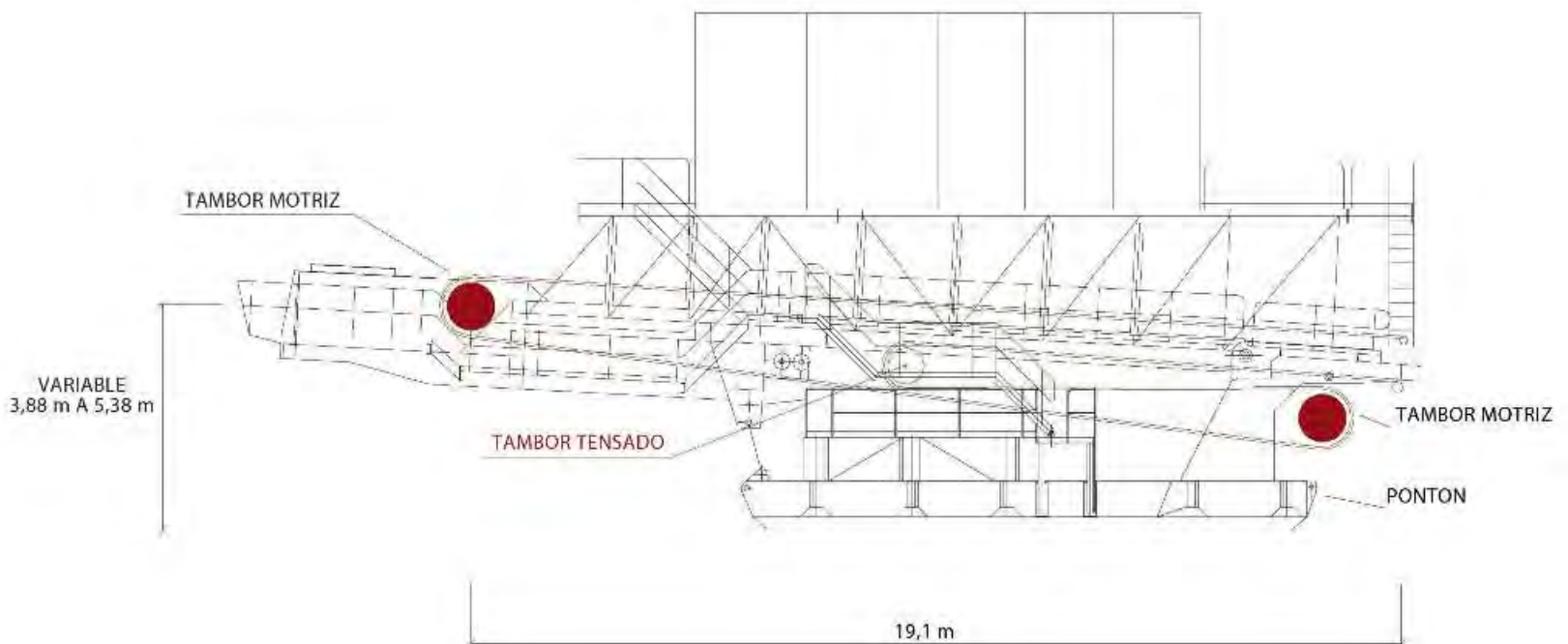
El mecanismo de tensado de la banda es un cabrestante accionado por 1 ó 2 accionamientos

(según el caso) de 15 kW que, mediante unas poleas desplaza el tambor de tensado a lo largo de una estructura metálica que actúa como guía. Para ajustar la tensión de la banda a cada caso de operación se instalan unas cápsulas dinamométricas y un dispositivo electrónico de medida, que cuenta con las protecciones necesarias para desconectar eléctricamente la cinta en el caso de sobrepasar los límites establecidos.

Tanto los dos tambores motrices como el tambor de tensado tienen el recubrimiento de goma indicado para asegurar una óptima adherencia entre el tambor y la banda.

Para evitar la acumulación de material en la cara superior de la banda se instalan rascadores de cable y de listón. Estos últimos se mantienen en contacto con la banda mediante un contrapeso. En aquellas circunstancias que así lo indiquen también podrán colocarse rascadores de tambor que eliminen el material adherido a la superficie de rodadura.

Todas las estaciones motrices cuentan con dispositivos controladores del deslizamiento de las bandas, sensores de desvío lateral, cápsulas dinamométricas para la medición del tensado y una sonda de control de sobrecargas.



Esquema. Bastidor principal

BASTIDORES

Los bastidores son las estructuras metálicas en las que se disponen los rodillos sobre los que desliza la banda. Estos rodillos se disponen en forma de guirnaldas.

Debido a los grandes esfuerzos que deben soportar durante el ripado se construyen con perfiles metálicos de gran resistencia: UPN 200 para los largeros y HEA 140 en las patas; además se disponen perfiles rigidizadores que unen entre sí las bases (traviesas) de la estructura. Esto les confiere un diseño muy robusto que se traduce en un peso elevado: 1.028 kg

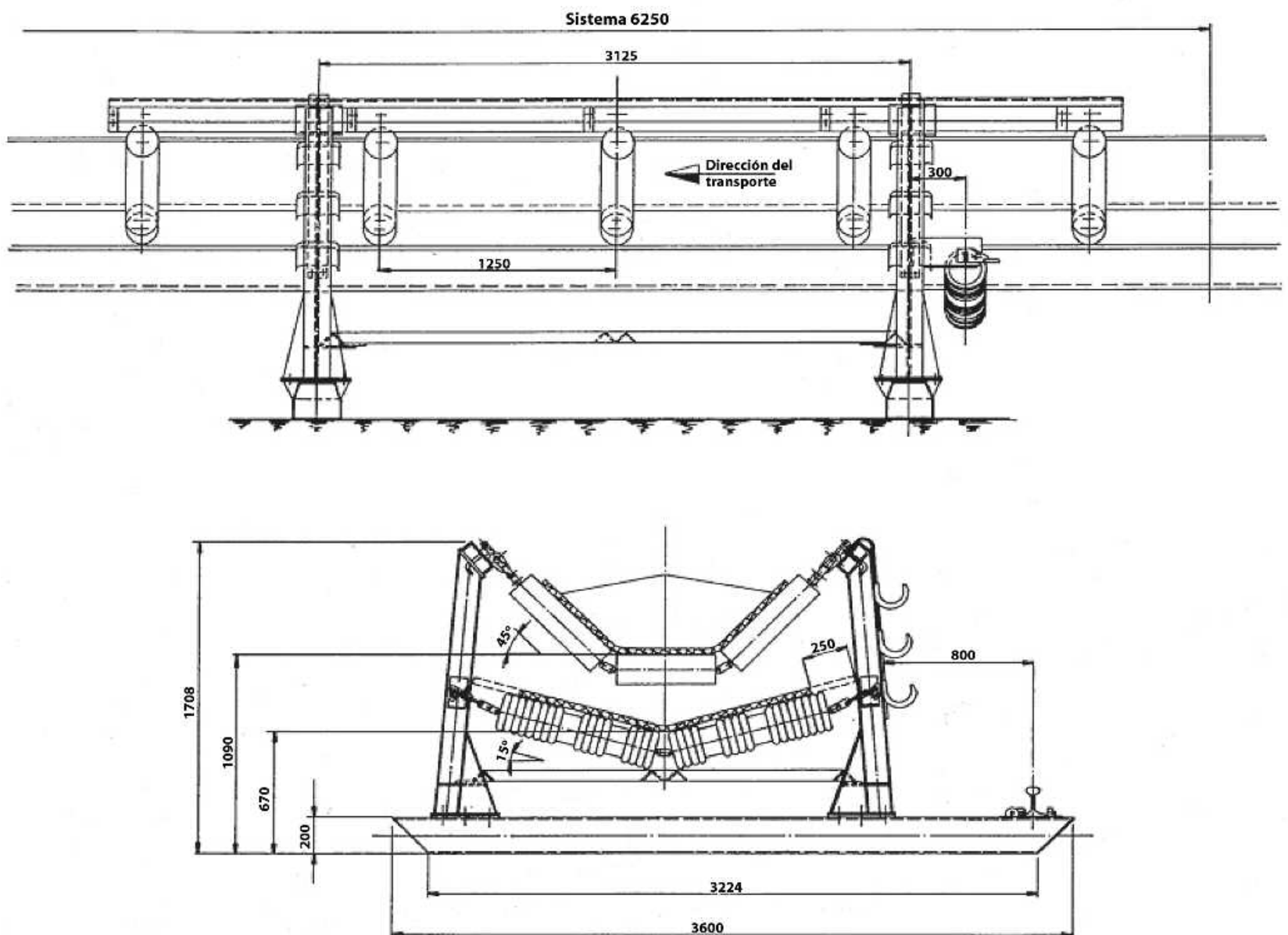
por unidad ripable sin contar el peso de las guirnaldas y 1.500 kg con guirnaldas.

La longitud de cada bastidor es de 5360 mm y se disponen cada 6,25 m.

Los rodillos de carga tienen una artesa de 45°, que asegura un perfecto confinamiento del material evitando derrames, al tiempo que contribuye de manera eficaz al centrado de la banda.

Los bastidores son de dos tipos: ripables o fijos; dependiendo de si se montan para una cinta móvil o fija.

Esquema. Bastidor ripable para cintas de 1600 mm.



COLA MOTRIZ

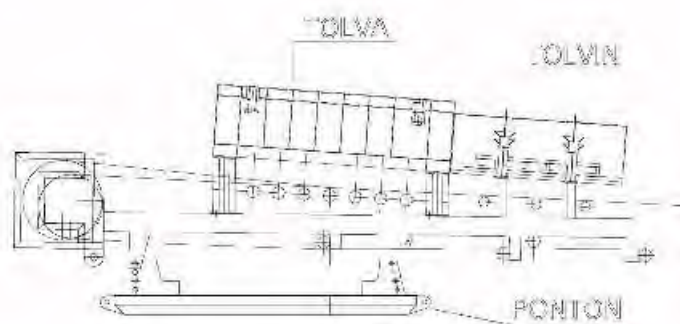
La cola es la estructura en la que se dispone el tambor de reenvío de la cinta sinfín y en la que se encuentran los elementos necesarios para su anclaje al terreno y los acoplamientos para la colocación de la tolva y el correspondiente tolvín.

La instalación de tolvas cerradas con tolvín asegura el confinamiento del material en la cinta receptora, evitando así el ensuciamiento de la zona de trabajo de la cola y disminuyendo el riesgo de desvío lateral de la banda. En la siguiente figura se aprecia la disposición de los rodillos de carga en la tolva y la configuración de las chapas del tolvín.

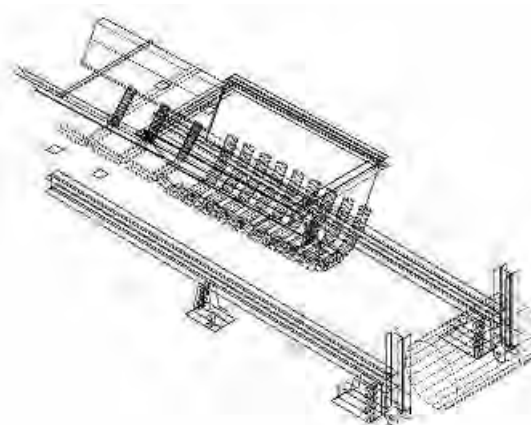
En la tolva se colocan las guirnaldas de carga formando una artesa de 60° con 5 rodillos de 193,7 mm de diámetro y eje de 50 mm, diseñadas para recibir los impactos del material provocados por su transferencia desde otra cinta transportadora.

La cola va montada sobre un pontón de gran robustez dotado de orejetas para poder ser arrastrado mediante bulldozers.

El peso de una cola para cintas de 1.600/1.800 mm con pontón, tolva y tolvín es de 14 t.



Esquema. Cola para cintas de 1600 mm



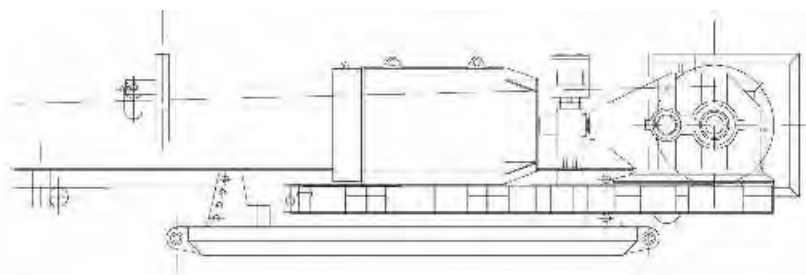
Esquema. Guirnaldas de carga en cola

BANDA

La banda sobre la que se transporta el material es banda de goma con alma metálica de las siguientes características:

Ancho	1.600 mm
Alma metálica	ST
Resistencia long	2500 N/mm y 3150 N/mm
Recubrimiento de goma cara superior	14 mm
Recubrimiento de goma cara inferior	8 mm
Peso por metro lineal	69,6 kg

El refuerzo de la goma mediante de cables metálicos aumenta la vida útil de la banda, lo cual disminuye el gasto de mantenimiento y reduce el número de paradas para sustitución de banda dañada por otra nueva.



Esquema. Cabeza plana

Este tipo de banda soporta altas flexiones laterales, lo que permite ángulos de artesa de 60° en los puntos de entrega del material y 45° en los bastidores de transporte. Estos ángulos de artesa aseguran el confinamiento del material en la banda e impiden su derrame.