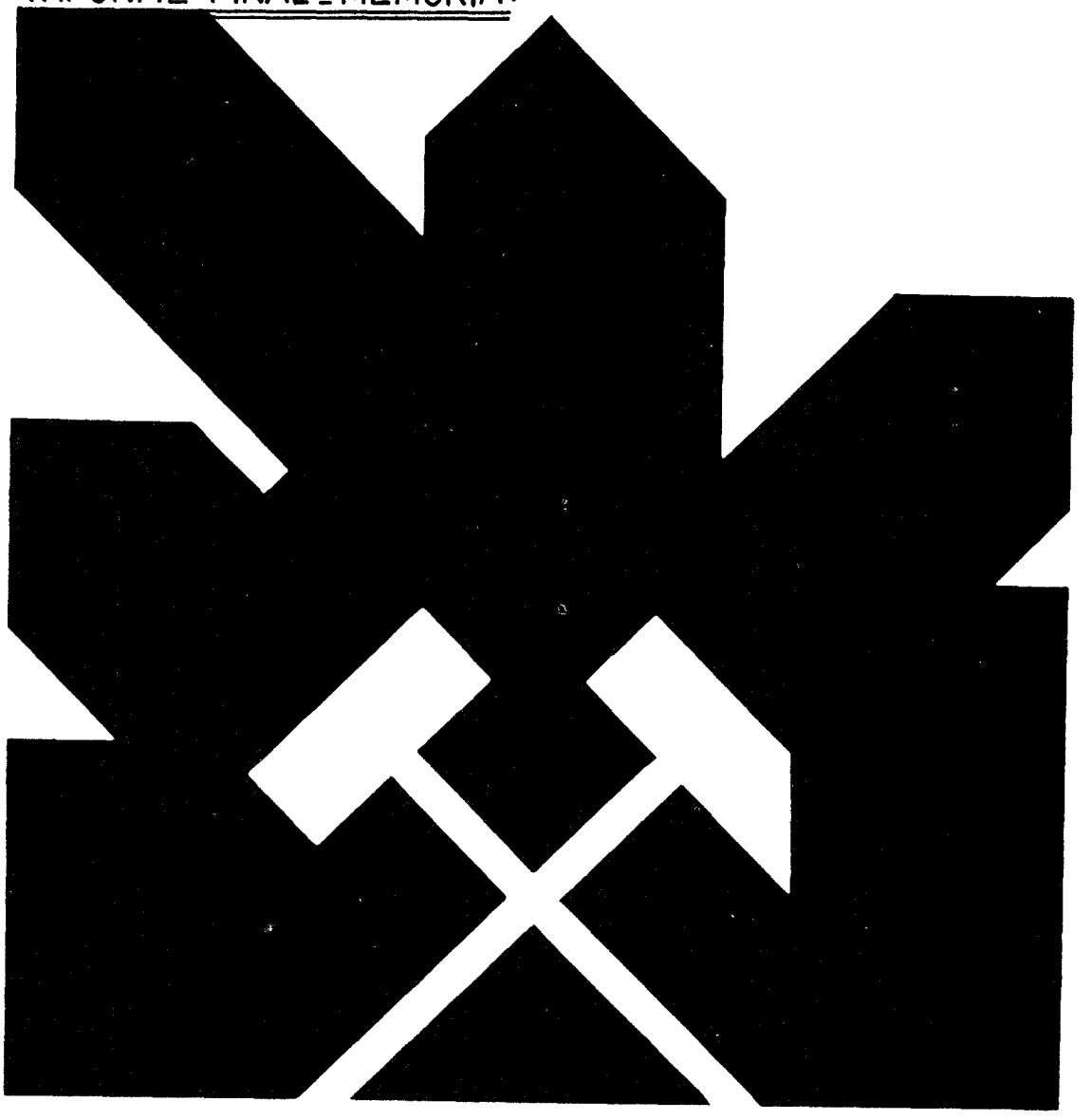
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
SECRETARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

CONVENIO ENTRE EL "IGME" Y "HUNOSA" PARA LA INVESTIGACION Y DESARROLLO DE UN NUEVO METODO DE EXPLOTACION INTEGRAMENTE MECANIZADO, PARA CAPAS DE CARBON ESTRECHAS Y CON FUERTE PENDIENTE.

INFORME FINAL - MEMORIA.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

E.N. HULLERAS DEL NORTE S.A.

10990

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

EMPRESA NACIONAL HULLERAS DEL NORTE, S.A.

CONVENIO ENTRE EL IGME y HUNOSA para la " Investigación y Desarrollo de un nuevo método de explotación, íntegramente mecanizado, para capas de carbón estrechas y con fuerte pendiente ".

INFORME FINAL. M E M O R I A

1. INTRODUCCION

Con fecha 28 de Diciembre de 1981, el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y la Empresa Nacional Hulleras del Norte (HUNOSA) firmaron un Convenio para la " Investigación y Desarrollo de un nuevo método de explotación, íntegramente mecanizado, para capas de carbón estrechas y con fuerte pendiente ".

Dicho Convenio respondía a la necesidad imperiosa, planteada ya desde hacía varios años, de acometer el ensayo de un equipo de arranque y sostenimiento totalmente mecanizados, en un yacimiento de capas verticales del tipo de los que abundan en las Cuencas del Norte y Occidente de España.

No existía en aquel momento ningún equipo que se adaptara a las especiales características de estos yacimientos, y por tal razón fue preciso acometer una investigación propia, en la que se aunaran los esfuerzos de una Empresa Minera, de Empresas constructoras de maquinaria y los de la propia Administración Española.

El Proyecto y sus ensayos correspondientes revestían gran complejidad. Se hizo especial hincapié en considerar toda la investigación a realizar como un NUEVO METODO en el que se integraran las distintas operaciones a realizar y los factores que influyen sobre las mismas.

Se realizaron estudios de previsión de las cargas y deformaciones del terreno, de sus efectos sobre la entibación, del comportamiento del relleno móvil basculado, de la ventilación y el desprendimiento del grisú, del transporte del escombro y la evacuación del carbón, del diseño de las galerías, de la organización de los trabajos y en general, de todo aquello que compone el METODO DE EXPLOTACION antes mencionado.

Estos estudios se recogieron en un PROYECTO titulado " Propuesta de Investigación y desarrollo de un nuevo sistema de explotación íntegramente mecanizado para capas de carbón de fuerte pendiente ", copia del cual se entregó al IGME y a él se hace referencia en la claúsula Tercera del Convenio. A partir del mismo se ha elaborado el Programa de trabajos a desarrollar que se cita en la claúsula Segunda.

El Convenio se ejecutó íntegramente de acuerdo con las Bases establecidas. Aún cuando estaba previsto desarrollarlo durante los años 1982 y 1983, fue preciso prolongarlo durante el año 1984, lo cual es justificable dada la complejidad antes mencionada.

La parte fundamental y decisiva del proyecto fueron los ensayos en mina, en los que, tras superar varios inconvenientes, se logró alcanzar una marcha regular durante 1 mes con buenos resultados. En este ensayo funcionaron conjuntamente la rozadora HUNOSA-1, desarrollada por esta Empresa, y la Entibación Autodesplazable para capas verticales, desarrollada por las Empresas Mackina Westfalia y Westfalia Lünen.

HUNOSA ha realizado el Proyecto y la solicitud de la maquinaria para continuar los ensayos en un taller de 100 m de longitud.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal que se proponía esta investigación era desarrollar un NUEVO METODO íntegramente mecanizado y comprobar su viabilidad y resultados sobre un panel de experimentación de 50 m de altura y 300 m de longitud, sobre la Capa Carbonero de María Luísa del Pozo Sotón.

Este objetivo principal, conllevaba otros parciales que constituían las diversas partidas que se citan en los DOCUMENTOS UNIDOS al CONVENIO, a saber :

1º) Programa de trabajos a desarrollar

2º) Relación de unidades de obra

Estos objetivos son los siguientes :

I. Completar la construcción de la rozadora HUNOSA-1, de su cabrestante de tracción y realizar los ensayos individuales para la puesta a punto de este complejo de arranque.

Este objetivo comprende las actividades Nr :

1. ROZADORA H-1
1.1. Equipo de mando por radio
1.2. Modificaciones al primer prototipo y primeros repuestos

2. CABRESTANTE PARA LA ROZADORA
2.1. Motor eléctrico
2.2. Equipo hidraúlico
2.3. Equipo mecánico y estructura
2.4. Proyecto de prototipo

3. PROYECTOS CONJUNTO ROZADORA-CABRESTANTE

3.1. Instrucciones de servicio, homologaciones, aprobaciones oficiales

5. ENSAYOS PREVIOS AL GENERAL

5.3. Ensayo individual de la rozadora

II. Realizar ensayos previos complementarios del general, con vistas a un mejor control de los terrenos circundantes, tales como la consolidación mediante resinas o la ejecución de pilares de anhidrita de protección de las galerías.

Este objetivo comprende las actividades Nr :

5. ENSAYOS PREVIOS AL GENERAL

5.1. Ensayos de ejecución de pilares de anhidrita

5.2. Ensayos de inyección de resinas en el carbón y en los hastiales

Así como la adquisición de los siguientes equipos para llevarlos a efecto :

8. EQUIPOS COMPLEMENTARIOS DE PROTECCION DE LAS GALERIAS

8.1. Equipo de bombeo de anhidrita

8.2. Equipo de bombeo de poliuretano

III. Realizar el ensayo en mina, con sus montajes y desmontajes correspondientes.

En esta fase se han realizado también numerosos ensayos previos en banco de pruebas, no considerados en el proyecto inicial, pero que se demostraron de gran eficacia.

Este objetivo corresponde a las actividades Nr :

6. LABORES MINERAS DE EJECUCION DEL ENSAYO

6.1. Montaje de equipos en taller y galerías

6.2. Desmontaje de equipos en taller y galerías

6.3. Ensayo de marcha conjunta de la rozadora y la entibación. Desarrollo del método

IV. Efectuar el control y seguimiento durante todo el ensayo, por un lado del comportamiento de los terrenos y de los equipos, y por otro de los resultados de producción y productividad.

Este objetivo corresponde a las actividades Nr :

7. DIRECCION INGENIERIA Y SUPERVISION

7.1. Instrumentación y campaña de medidas de comportamiento del terreno y de la entibación, durante el ensayo.

7.2. Mes de Titulado Superior en dirección de obra

7.3 Mes de Titulado Medio en supervisión de obra

3. RESULTADOS ALCANZADOS

OBJETIVO Nº 1 : ROZADORA HUNOSA-1 Y CABRESTANTE

En el momento de la firma del Convenio (28/XII/1981), la rozadora se encontraba en avanzado estado de construcción. Por esta razón, sólo se incluyeron las modificaciones posteriores al primer ensayo, el mando por radio y los propios ensayos de la máquina.

La rozadora HUNOSA-1 y su cabrestante se ensayaron, en primer lugar, en una plataforma de hormigón especialmente construída, y después en la Capa Corral del Pozo Samuño (40 a 45º) y en la Capa Primera del Pozo Fondón (85º).

Fruto de estos ensayos es la puesta a punto total del prototipo, del que se encontrarán a finales de 1984, 6 máquinas trabajando y 4 más en construcción.

Los proyectos y experiencias recogidos se acompañan en los Anexos siguientes :

ANEXO 1 ROZADORA HUNOSA-1

1.A PROYECTO INICIAL

1.B PROYECTO FINAL

1.C MANDO POR RADIO

ANEXO 2 CABRESTANTE

2.A ESPECIFICACIONES GENERALES

2.B CABRESTANTE HIDRAULICO

2.C NUEVO PROYECTO DE CABRESTANTE

ANEXO 3 ENSAYOS DE LA ROZADORA Y CABRESTANTE

3.A ENSAYOS EN BANCO DE PRUEBAS

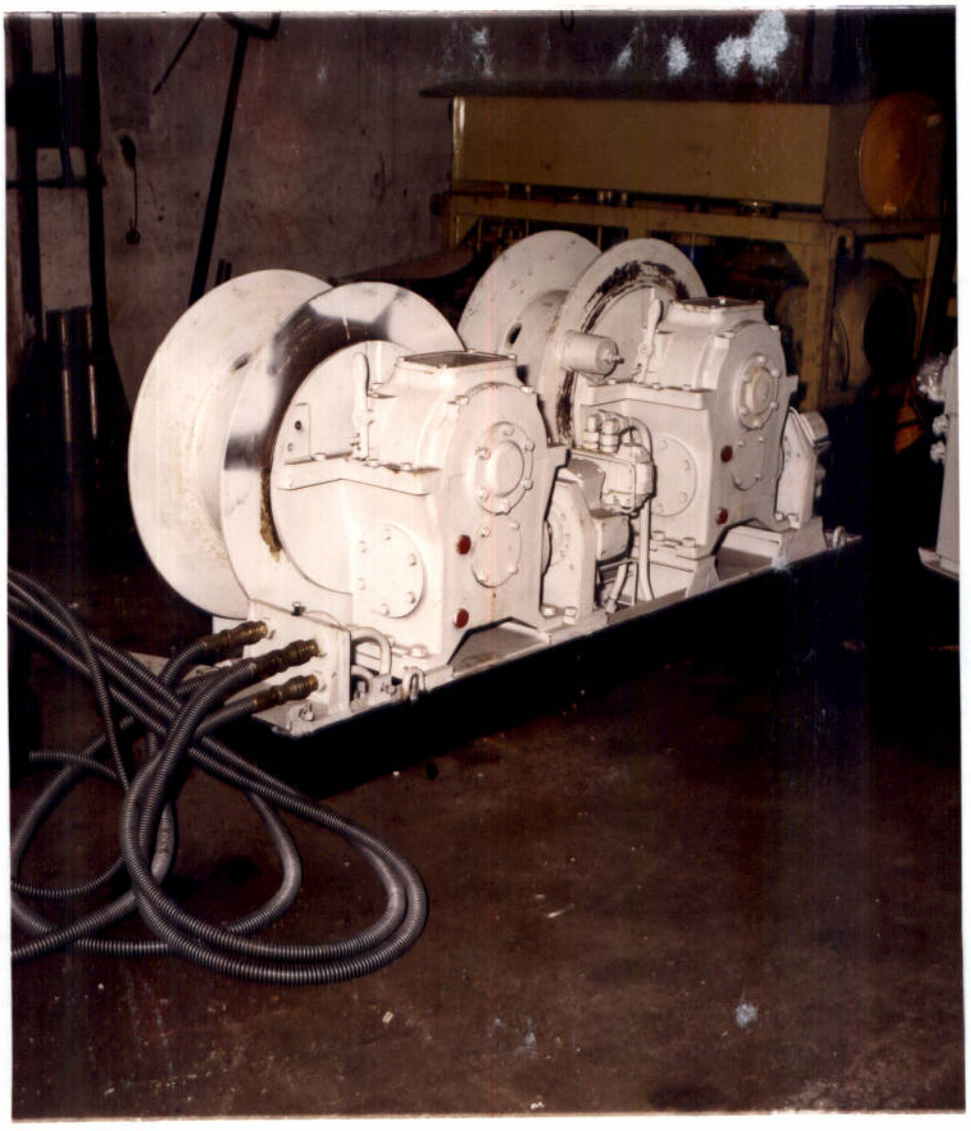
3.B ENSAYOS EN MINA

3.C MODIFICACIONES POSTERIORES AL ENSAYO

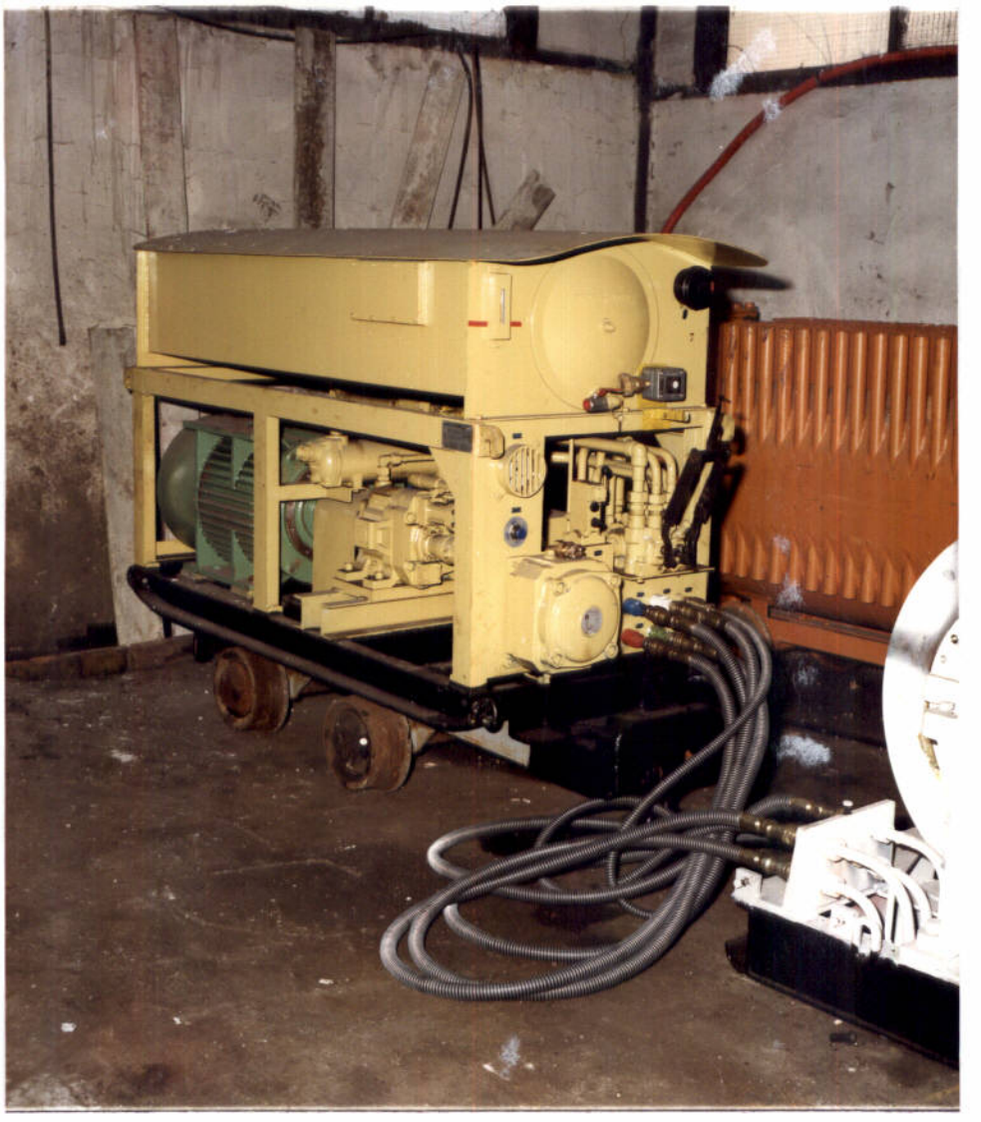
ROZADORA EN BANCO DE PRUEBAS EN EL EXTERIOR

1ª PRUEBA EN EL INTERIOR

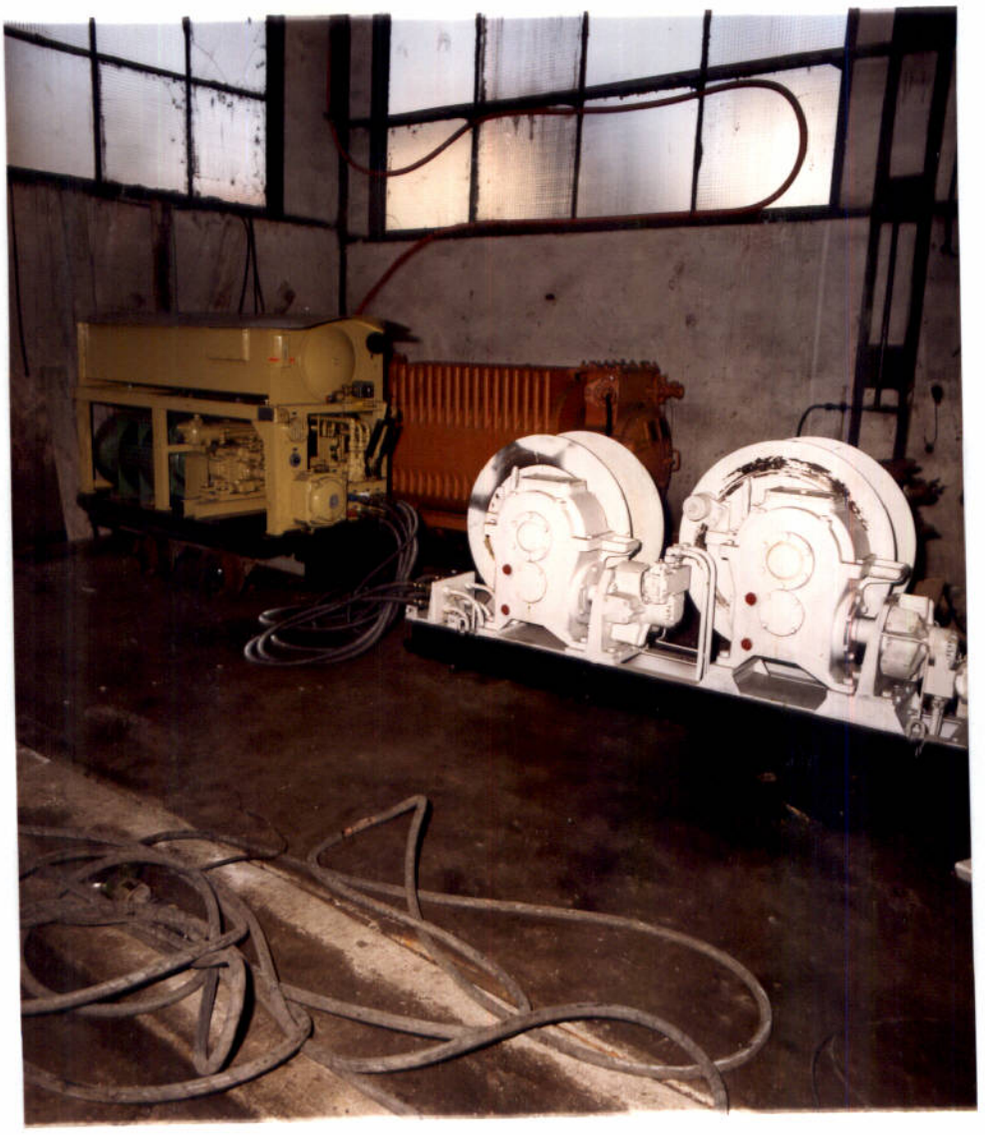
2ª PRUEBA EN EL INTERIOR



CABRESTANTE DE DOBLE TAMBOR



ESTACION HIDRAULICA PARA ACCIONAMIENTO DEL CABRESTANTE



Como conclusión de estos ensayos e informes, puede afirmarse que la rozadora HUNOSA-1 y su cabrestante han respondido a las especificaciones del Proyecto.

Su condición más importante ha sido la de franquear los estrechones y esterilidades que en otros casos habían obligado a retirar las máquinas. Con ello se cumple el objetivo de que la máquina de arranque sea capaz de abrir un hueco por detrás del cual pueda avanzar la entibación hidraúlica.

Se ha detectado que el corte sistemático de los hastiales puede producir chispas que, cuando proceden del contacto con Arenisca, son susceptibles de inflamar el metano. HUNOSA está estudiando actualmente este problema y a tal efecto se colabora con el WBK alemán y con el SMRE inglés.

El mando por radio de la rozadora ha sido proyectado y adquirido. El Proyecto sufrió un notable retraso debido a su complejidad técnica y a la falta de espacio sobre la máquina. No obstante, la solución final ha sido de una gran originalidad y será ensayado en la mina en los primeros meses de 1985. Se espera el éxito en este ensayo.

OBJETIVO Nº 2. ENSAYOS COMPLEMENTARIOS PREVIOS AL GENERAL

Estos ensayos tenían por objeto poner a punto una serie de técnicas complementarias, que habrían de servir de apoyo durante el desarrollo de los ensayos.

Concretamente, se trataba de :

- Poner a punto técnicas de consolidación de los terrenos mediante inyección de resinas.

BOMBA DE INYECCION DE RESINAS

EQUIPO DE LANZAMIENTO Y TRANSPORTE DE ANHIDRITA

- Poner a punto la técnica de aplicación de la anhidrita para ejecutar los bordes de protección del taller en su unión con las galerías.

Los ensayos previos fueron realizados y de ellos se informa en el ANEXO 4, incluyendo :

ANEXO 4.A. Ensayos de inyección de resinas
ANEXO 4.B. Ensayo de ejecución de tabiques de anhidrita
ANEXO 4.C. Instalación de transporte de anhidrita

Durante el ensayo de avance con la entibación, la aplicación de estas técnicas fue muy escasa.

En zonas de gran debilidad del techo y en anchurones de la potencia, se trató de consolidar las rocas con poliuretano. No se consiguió éxito en tal intento.

Tampoco se llegó a aplicar muros de anhidrita durante el avance del tajo, ya que la reducida altura del taller (aprox. 45 m), permitió controlar los bordes de la galería con llaves de madera.

No obstante, en los próximos tajos a instalar, con alturas de 100 m entre plantas, se utilizarán los citados bordes de anhidrita. La experiencia ya obtenida los hace muy recomendables cuando la explotación se lleve en " avance ", conservando la galería de cabeza.

El empleo de resinas parece más problemático, pués su eficacia en los casos de verdadera necesidad, es reducida.

OBJETIVO III. ENSAYOS EN MINA

Los ENSAYOS conjuntos de la rozadora y de la entibación constituyeron el núcleo central de la Investigación objeto de este Proyecto. Todos los demás objetivos se supeditan a éste.

En él debía ponerse en marcha un nuevo complejo de entibación autodesplazable, cuya idea original procedía del Ingeniero español D. Javier Arsuaga y cuyo proyecto y construcción fue realizado por la firma alemana Westfalia Lünen (GEW).

El diseño de la entibación era totalmente original y su característica más importante era la de haber sido proyectada específicamente para una explotación vertical, rompiéndose así con la tendencia, no válida para nuestro caso, de adaptar a las capas muy inclinadas equipos procedentes de las capas horizontales.

En las figuras de las páginas que siguen se representa un esquema de un conjunto de tres unidades de entibación o " pilas ", y otro del conjunto de las unidades montadas en el taller.

Descripción de la entibación.- El conjunto de la entibación consiste fundamentalmente en una serie de eslabones (1), unidos por pasadores formando la cadena, en cada uno de los cuales existe una ménsula (2) a la que se fija un dispositivo de dirección (3) que pivota alrededor de un eje (9), de manera que el dispositivo (3) puede adoptar distintos ángulos con relación a la cadena (1). La unidad de entibación propiamente dicha consta de dos estemples (4) ligados por la base mediante ballestas, que a su vez se ligan con el dispositivo de dirección (3) mediante la pieza guía (6). Solidariamente unidos a la unidad de entibación van la plataforma de apoyo de la pata trasera (5), el muro de contención de relleno (10) y la propia pata trasera con su cilindro de regulación (8). El movimiento de cada unidad de entibación se realiza mediante el cilindro de ripaje (7), que está unido por una parte con la pieza guía (6) y por otra al dispositivo de dirección (3). Al avanzar una unidad de entibación su movimiento está guiado por el apoyo de la pata trasera y por el dispositivo de dirección (3) a través de la pieza de guía (6). Una vez avanzadas todas las unidades de entibación, maniobra que se realiza siempre de abajo a arriba, los mismos cilindros de ripaje

(7), actuando en sentido contrario, hacen que la cadena se ripe en toda su longitud. El circuito hidráulico está diseñado de forma que la actuación de los cilindros (7) es simultánea en todo el tajo.

El movimiento de cada unidad de entibación se hace desde la que está inmediatamente encima y con este fin se han dispuesto los mandos de cada unidad de entibación en la superior.

Para ripar una pila se levanta primero ligeramente la pata de la pila superior, se baja el muro de contención del relleno procurando que las gomas de cerramiento no se despeguen del techo y se bajan también los estemples, con lo que la unidad queda apoyada en la pila inferior y en los elementos de guía. Actuando sobre el cilindro de ripaje la entibación avanza hasta quedar nuevamente pegada a la cadena.

El control del movimiento hacia arriba y hacia abajo del conjunto de la entibación se realiza mediante la posibilidad de orientar la pila actuando con el cilindro de la pata trasera.

El trabajo de arranque y avance se realiza de la forma siguiente :

La rozadora abre su calle de abajo a arriba, para lo que previamente en la parte inferior está preparado el nicho correspondiente, labor que se lleva unos cuantos metros avanzada. Cuando la rozadora empieza a cortar, las unidades de entibación están retrasadas y tienen el extremo de los bastidores de techo bastante próximos al carbón. El tambor de la rozadora, con una anchura de 900 mm, produce un corte que en dirección horizontal se traduce en una profundidad variable (función del ángulo de inversión del tajo) de algo más de un metro. Cuando la rozadora ha pasado se van avanzando las unidades de entibación una carrera que equivale a la mitad de la profundidad rozada. Una vez terminada la roza se baja la rozadora, se avanza la cadena de la entibación y se hace un nuevo ripaje de las unidades de entibación, con lo que después de avanzar

nuevamente la cadena el ciclo queda cerrado, ya que el vertido del relleno es simultáneo. Esta es una de las mayores ventajas del sistema porque permite trabajar con varios relevos de arranque al día y dentro de cada relevo con rozas sucesivas, en función de las condiciones imperantes.

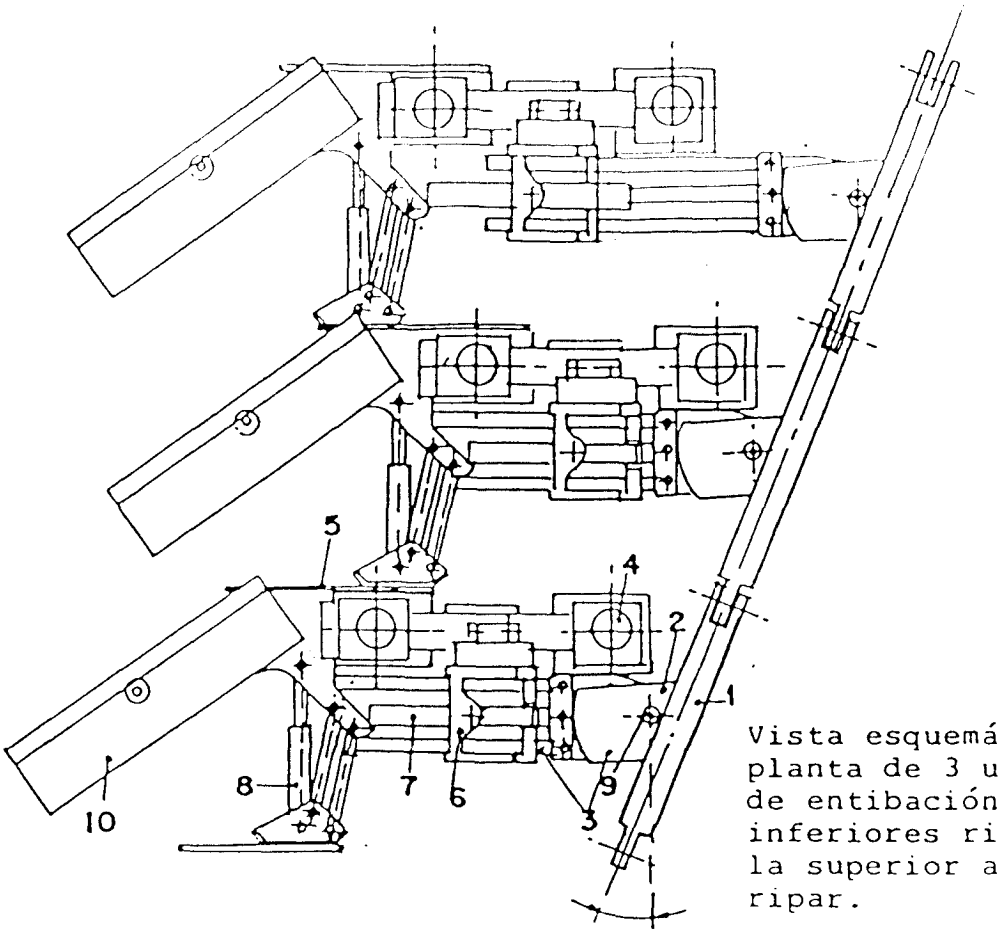
Durante el proceso de arranque y ripado están en el tajo solamente dos operarios, uno encargado de la rozadora y otro de la entibación. El resto de personal fuera del tajo es el mismo que se necesita en un tajo convencional con rozadora.

Dado que se trataba de un nuevo prototipo y dado, además, las difíciles condiciones en las que iba a trabajar, se consideró de gran importancia realizar, antes de introducir en la mina, ensayos en el exterior sobre una plataforma que reprodujera lo más fidedignamente posible las condiciones de la mina.

Dicha plataforma fue construída por Westfalia Lünen y en ella se realizaron todos los ensayos que se reflejan en el ANEXO 5. Parte de los mismos formaron parte del expediente del Certificado que expidió el Laboratorio Oficial Madariaga para la homologación por parte de la Dirección General de Minas.

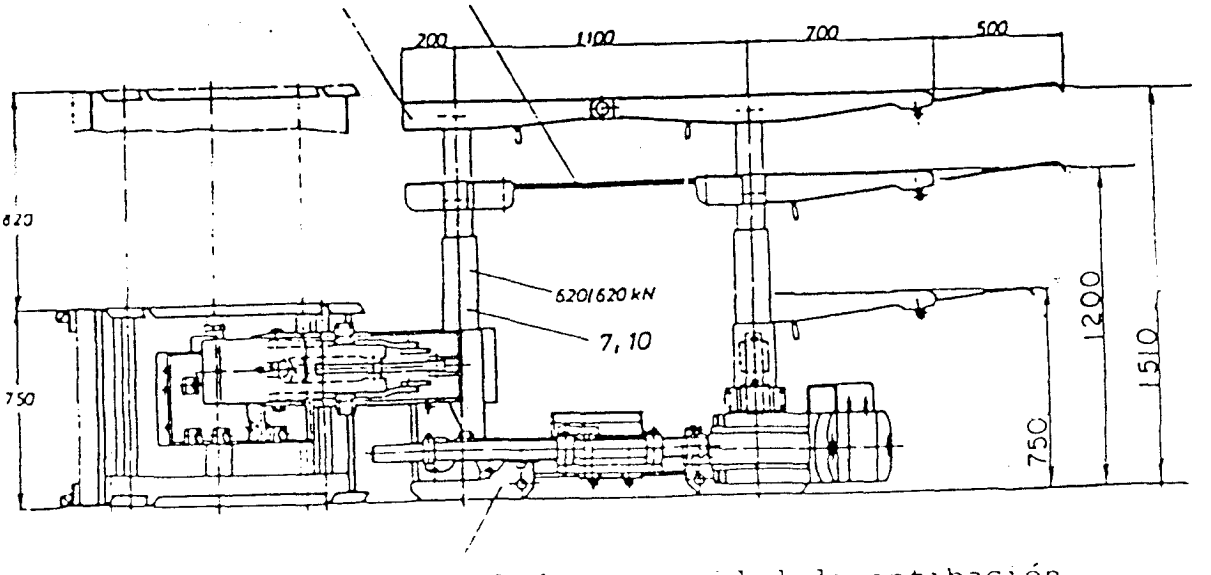
Dentro de los ensayos merece especial atención el que se hizo sobre la interrelación entre las cargas en el muro trasero con las presiones en el cilindro de la pata y el cilindro de ripaje.

Este ensayo tenía por objeto poder de alguna manera medir las presiones reales del relleno a través de las presiones en el cilindro de la pata, para lo que se dotaron a éstos de los correspondientes manómetros y luego en la mina se completó el sistema con un dispositivo de lectura y registro electrónico desarrollado por AITEMIN a tal efecto.



Vista esquemática en planta de 3 unidades de entibación.Las dos inferiores ripadas y la superior antes de ripar.

1. Eslabón de la cadena articulada.
2. Ménsula de fijación del dispositivo de dirección.
3. Dispositivo de dirección.
4. Estemples.
5. Plataforma de apoyo de la pata trasera
6. Pieza guía.
7. Cilindro de ripaje.
8. Cilindro de la pata trasera.
9. Centro de giro del dispositivo de dirección.
10. Muros de contención del relleno.



Vista parcial lateral de una unidad de entibación con cadena (en rojo) y elementos de guía(en azul).

Estos ensayos, no previstos en principio, fueron la causa principal de retrasos en el Proyecto, pero se demostraron de gran eficacia.

Los ensayos en la mina se realizaron de acuerdo con el " Proyecto para la Explotación del Taller Carbonero María Luísa con rozadora y entibación autodesplazable para capa vertical ", que constituye el ANEXO 6 y que fue presentado a la Dirección Provincial del Ministerio de Industria de Oviedo.

ENSAYOS EN MINA

En Marzo del 83 se decide por fin hacer una prueba en la mina, pero limitada a 15 unidades de entibación para estudiar su comportamiento. Las 15 unidades llegan a Asturias en los primeros días de Junio y quedan completamente montadas el 30 de este mes. La unidad de entibación ha resultado compacta y relativamente ligera, pués su peso total, con todos sus elementos, incluídos latiguillos y bloques de mando, es de 2000,5 kgs. Cada unidad completa se monta en la superficie sobre una mesilla que se introduce en la jaula y luego va sobre una mesilla que se introduce en la jaula y luego va hasta la cabeza del tajo (ver fotografía). El montaje de esta primera serie de 15 unidades se realiza con cierta facilidad pese a la natural inexperiencia del personal por tratarse de un trabajo que se realizaba por primera vez. En la segunda fase de las pruebas, cuando ya se completó el tajo, se llegaron a montar 5 unidades por turno. Se ha llegado a la conclusión de que con una organización adecuada se puede llegar a montar una unidad por hora. El record se batió con la pila nº 18 que tardó en colocarse 35 minutos. Quedaban así cumplidos varios de los condicionamientos que nos habíamos impuesto al iniciar el proyecto.

Las 15 unidades se montaron en la parte superior del tajo (ver esquema en la página siguiente) y el resto del mismo se llevó por testeros. En los primeros pasos de la entibación se continuó posteando por detrás

PILA DE LA ENTIBACION EN MESILLA DE TRANSPORTE

MONTAJE DE LA ENTIBACION

En definitiva, podríamos calificar de muy satisfactorio el ensayo hasta el punto de que todos los técnicos que habíamos intervenido en el mismo estábamos sorprendidos de que no surgieran dificultades de mayor entidad. Se decidió entonces, como antes dijimos, construir las nuevas unidades para hacer el ensayo en la altura completa del tajo (50 m), con las únicas modificaciones de hacer todos los bastidores rígidos y dotar a los muros traseros de unas pantallas telescópicas que cerraran mejor la entrada de piedras del relleno.

Siguiendo el programa previsto se fabricaron 22 nuevas unidades de entibación, que se enviaron a mediados de Octubre, de las que sólo 18 van a ser necesarias para completar el tajo. Este segundo montaje se hace en un grupo independiente de 18 pilas que luego se tratarán de unir con las 15 que ya estaban montadas en la parte superior. El grupo de las 18 unidades se monta ligeramente avanzando (unos 3 m) y un poco más bajo.

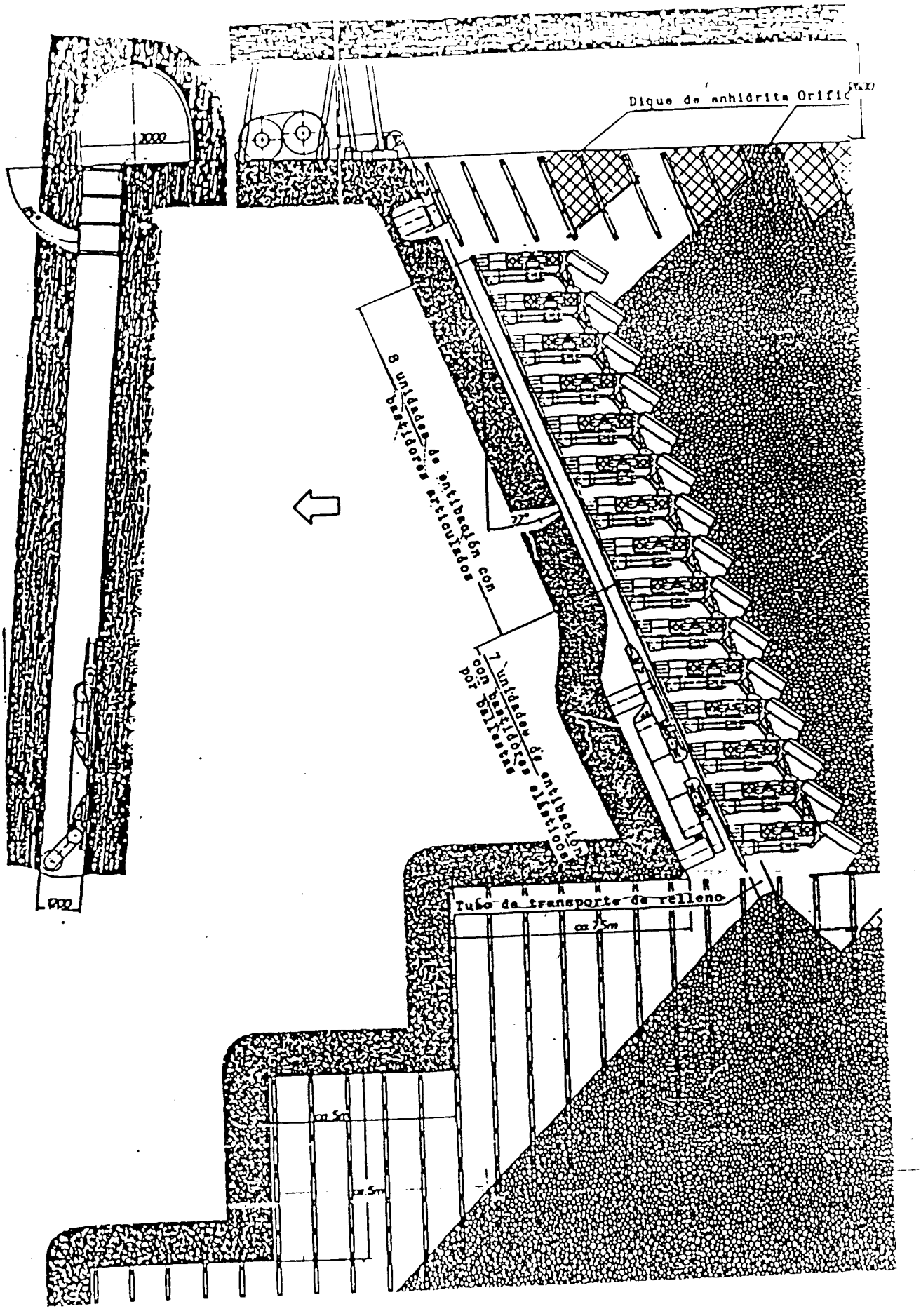
La secuencia de unión de los dos tramos fue la siguiente :

Las fechas a que nos referimos son todas de Noviembre 83.

Se corrió el tramo superior de la entibación 5 calles, para ponerlo en posición de montaje sobre el de abajo (días 8 y 9).

Se movieron las pilas de su posición, en el tramo superior, al inferior. Al ser un trabajo nuevo, desconocido, hubo de aprenderse. La secuencia de desmontaje-montaje fue la siguiente :

Día 9	- 1/2 pila
Día 10	- 2 pilas
Día 11	- 3 1/2 pilas
Día 14	- 5 pilas
Día 15	- 4 pilas


Dique de anhidrita Orifi
8 unidades de entibación con bastidores articulados
7 unidades de entibación con bastidores con ballestas elásticas
Tubo de transporte de relleno
ca 7.5m
ca 5m
ca 5m

El último día, además, se colocó el cilindro de cabeza de la cadena, cuya finalidad es evitar el vuelco de la pila superior al aflojar los estemples y el escudo, en el momento del ripado.

El aprendizaje obtenido con el cambio de estas pilas resultó muy útil, en cuanto a que puede ser el mismo trabajo que el necesario para desmontar las pilas, una vez llegados al final del panel. El orden en que hay que hacer los trabajos de desmontaje, y la intuición de los esfuerzos en la entibación y de los puntos en los que resulta efectivo tirar, es algo que solo se aprende en la práctica en el tajo. Eso es lo que se hizo en esta fase.

El 18 se arranca por fin con todo el tajo entibado con la idea de avanzar primero con precaución y luego ir incrementando el ritmo de avance para empezar a probar las posibilidades del equipo con la sorpresa de que empiezan a aparecer problemas en la cadena. Estos problemas consisten fundamentalmente en su arrugamiento. Los eslabones se separan del muro y forman ángulos bastante acusados, que al final impiden el ripado de la cadena.

La secuencia de la marcha e incidencias entre el 18 y el 29 de Noviembre es la siguiente :

Día	Rozas	Carreras entibación	OBSERVACIONES
18	1	2	Puesta en marcha
21	2	2	Comienza a plegar la cadena
22	1	3	
23	1	2	Techo en malas condiciones y anchurón
24	0	1 (incompleto)	2 patines descalzados
25	0	1	
26	1	1	La cadena empeora
28	0	1	Se empieza a tirar de la cadena
29	0	1 (incompleto)	ENTIBACION ATASCADA
1	0	0	En los días sucesivos se hicieron esfuerzos por estirar la cadena.

Se observa perfectamente que una vez puesta en marcha, van aumentando las dificultades hasta impedir totalmente el movimiento el día 29. Explicamos el mecanismo de atascos. Al plegar la cadena, las pilas quedan alternativamente altas y bajas de la cabeza. Tanto es así, que al final llegamos a tener los bastidores de techo solapados. Al sufrir el mismo efecto en los escudos del relleno, llegamos a tropezar con la punta del techo de uno de ellos con la del inferior,estando éste en una pila ya ripada y el de arriba no. Dado ese caso, ya no es posible seguir moviendo la entibación, puesto que el movimiento de las pilas es necesariamente secuencial. En la página que sigue se acompaña información gráfica del estado en que quedó el taller.

Visto el comportamiento del tajo se decide parar y estudiar las medidas precisas para corregir los fallos observados, que en cierta medida podían haber sido esperados. Nos referimos, por ejemplo, a que en el montaje del tajo completo no se habían incluído los eslabones de cadena telescópicos por no estar todavía terminados, pero había sido tan correcto el funcionamiento de la cadena en la primera parte del ensayo que pensamos que se podía intentar arrancar sin dichos eslabones.

También queremos mencionar que ya en los primeros diseños de la cadena se había pensado en unos limitadores de ángulo de eslabones, pero luego en aras de una mayor adaptabilidad de la cadena a las oscilaciones del muro se abandonó la idea. Quedaba patente que estas dos circunstancias habían perjudicado notablemente el comportamiento de la entibación.

Se procedió de forma inmediata a fabricar por Mackina-Westfalia en Madrid unos limitadores de ángulo provisionales, y se esperó a que los eslabones telescópicos llegaran de Alemania para proceder inmediatamente a su montaje.

El resultado de este trabajo en equipo fue que el día 3 de Enero estaba otra vez el tajo de disposición de marcha. Desde esa fecha no hemos

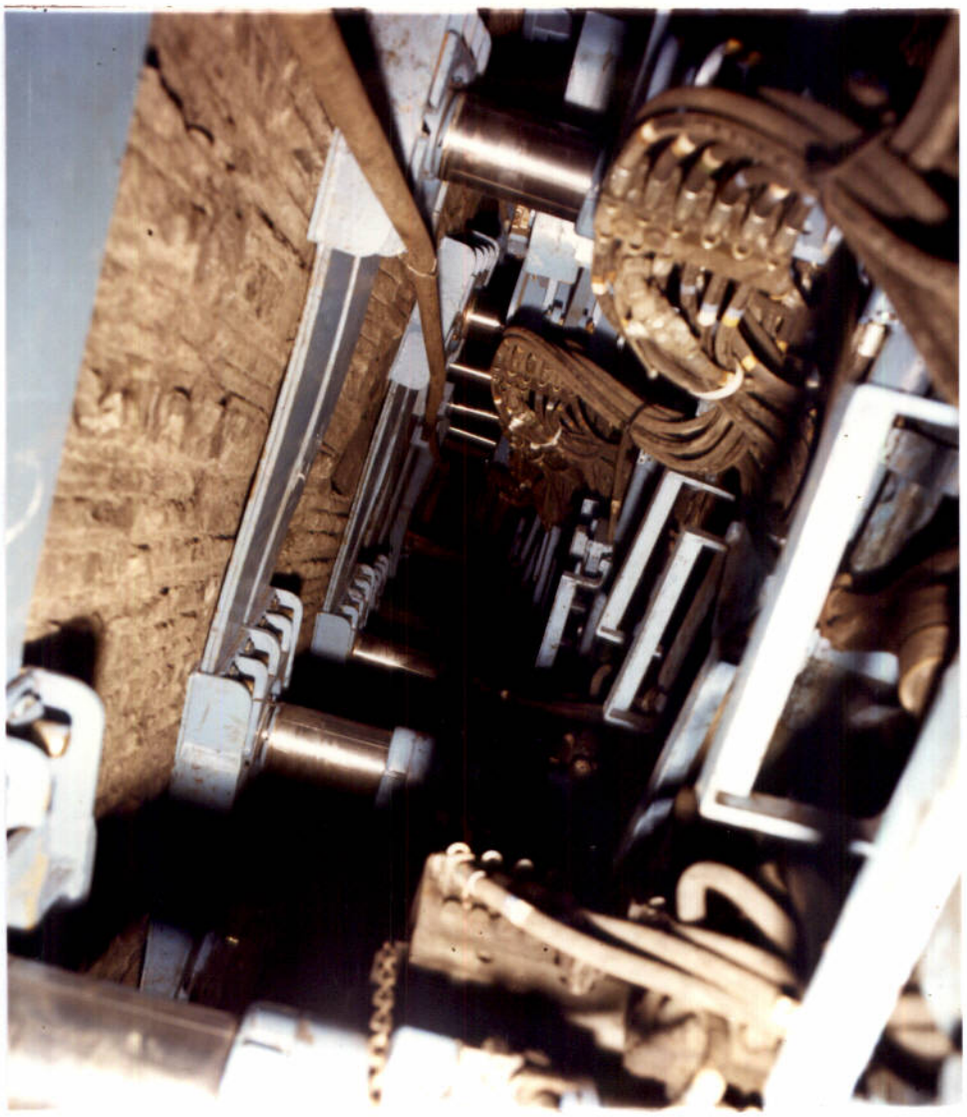
vuelto a tener dificultades con la cadena, por lo que podemos dar por definitivamente resuelto ese problema. La limitación del ángulo de dos eslabones se ha establecido en ± 4º, lo que da a la cadena la suficiente adaptabilidad al muro, desde luego superior a la de cualquier panzer normal, al contar con un ángulo similar y ser el eslabón más corto que una canal.

En este momento, con todo el taller montado, comienza el ensayo definitivo.

Los meses de Enero y Febrero fueron de auténtica dificultad por razones de tipo geológico, constituyendo una auténtica prueba de fuego para la entibación y para el método. Se han presentado anchurones de hasta 1,90 m en zonas muy amplias del tajo, con un repuelgo de más de 80 cm y sobretodo con unos hastiales muy falsos, hasta el punto de que nada más pasar la rozadora se desprendían dejando huecos muy considerables. Las dificultades han sido, por tanto, muy grandes, sobretodo porque la altura de la entibación completamente extendida no llegaba a cubrir el hueco y era preciso auxiliarse de llaves de madera. Hay que pensar que estas labores había que realizarlas en una capa con una pendiente entre 80° y 85° y con un relleno colgado que gravitaba sobre toda la entibación.

Pese a todo lo anteriormente expuesto, en las casi 8 semanas que duró este trastorno se ha dado prácticamente una calle por día (1,10 m) en un turno de trabajo y algunos días en que las condiciones eran más favorables incluso dos calles (2,20 m), todo ello trabajando con las máximas precauciones posibles, pero sobretodo se pudo comprobar que las condiciones que se exigían al método se habían alcanzado casi en su totalidad.

En el mes de Marzo surgen nuevas dificultades, pero esta vez son de tipo laboral. La Cuenca estuvo parada prácticamente todo el mes a causa de la huelga motivada por la discusión del Plan Trienal y Convenio Colectivo. Se vuelve a rozar el 9 de Abril de 1984.



ENTIBACION VERTICAL HUNOSA EN EL INTERIOR

Esta parada tuvo malas consecuencias sobre un tramo de la galería superior afectado por el trastorno geológico ya citado. Al iniciar la marcha se produjo un deslizamiento del muro que obligó a reforzar la galería. Se preparó rápidamente un pilar de hormigón y se gunitó con anhidrita los huecos producidos, a la vez que se imprimía un ritmo de marcha fuerte para alejarse rápidamente de la zona afectada.

A partir de este momento, el ensayo entró en su fase crucial. Las condiciones geológicas del taller mejoraron notablemente y la alta velocidad de avance lograda, que llegó a ser de 4 y hasta 5 m/día, contribuyeron a que el comportamiento fuera aún mejor.

En este momento, todos los esfuerzos se centraron en la mejora de la organización. Se fue pasando, sucesivamente a 2, 3 y hasta 4 relevos, con lo que el número de rozas aumentó correlativamente. Las organizaciones seguidas se citan en los cuadros adjuntos.

Los últimos días de Mayo y el mes de Junio se completó la organización y se ensayaron las posibilidades del méotod. Los resultados fueron espectaculares, tal como se ve en el cuadro siguiente :

	28 Mayo 2 Junio	4 Junio 8 Junio	11 Junio 15 Junio	18 Junio 23 Junio	25 Junio 29 Junio	28 Mayo 29Junio
Producción por día	430	449	408	507	405	440
Rozas por día	4	4	3,8	4,8	3,4	4
Trabajadores por día	32,7	33	32,4	39,2	40	35,46
Rendimiento kg/j	13.163	13.600	12.593	12.934	10.125	12.403
Avance semanal, m	(6días)	(5días)	(5días)	(5días)	(5días)	(26días)

En los días 7 siguientes del mes de Julio 84, se procedió al desmontaje del taller, una vez llegados a la zona trastornada del taller, cuando se había pasado por zonas de buzamiento superior a 90°, es decir, el techo pasó a ser muro y viceversa.

ENTIBACION VERTICAL HUNOSA EN EL INTERIOR

El desmontaje se efectuó del mismo modo que el cambio de pilas en el montaje del taller de 37 pilas. Se comenzó por la última soltando el relleno por debajo y sacando las pilas por el frente. En el gráfico de la página que sigue se resumen las fases por las que pasó el ensayo en la mina.

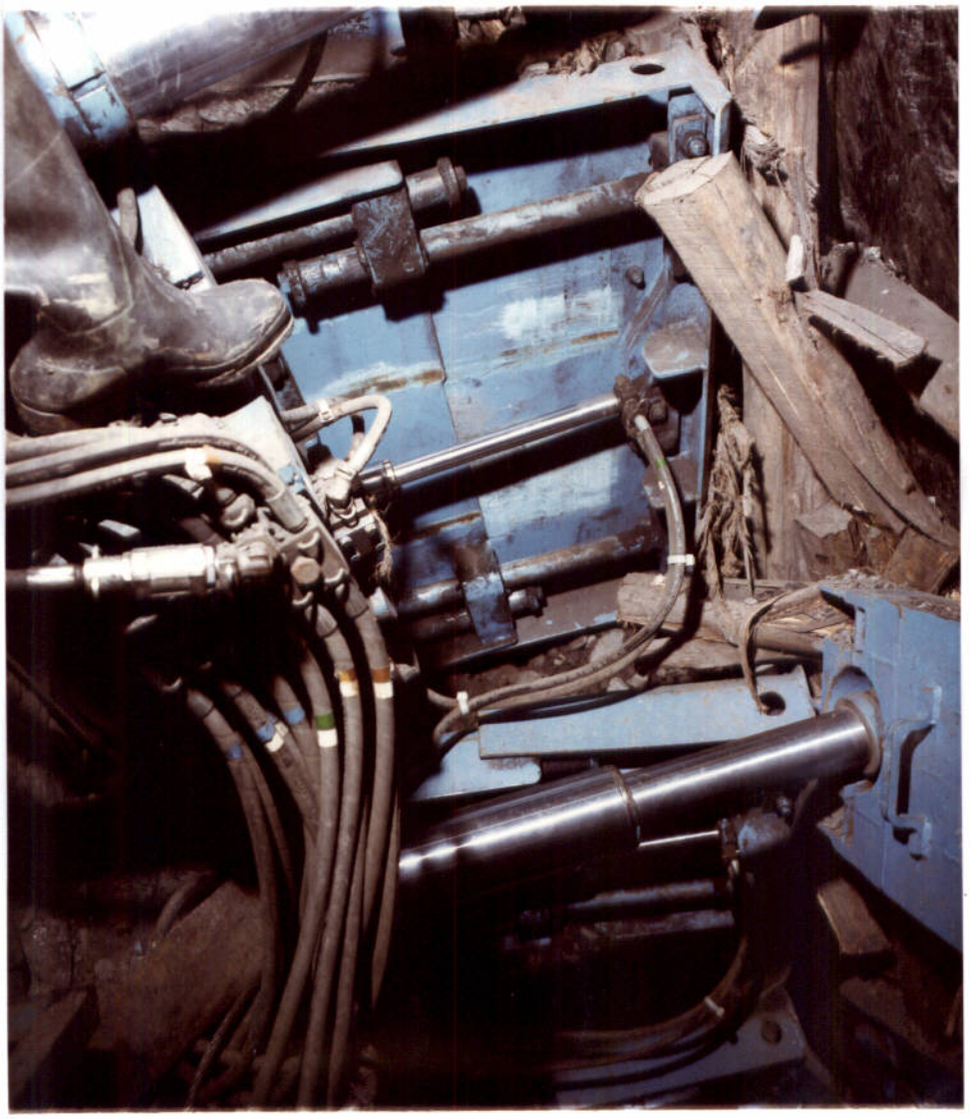
En el ANEXO 7 se recogen pormenorizadamente las incidencias ocurridas durante el ensayo. En la página que sigue se acompaña igualmente información gráfica del ensayo. Se acompaña aparte, un vídeo grabado dentro del taller.

OBJETIVO IV. CONTROL Y SEGUIMIENTO

Durante los ensayos con 15 pilas y con 37 pilas se mantuvo un control del terreno y de la entibación utilizando medios manuales y electrónicos, tal como aparece en el ANEXO 8. Este último tipo de equipos se desarrolló en conjunto con AITEMIN, pensando en las necesidades actuales y futuras de una toma de datos electrónica en minería de ambiente explosivo - - con grisú - teniendo que adoptarse los métodos de protección en seguridad intrínseca, lo que requiere una tecnología muy depurada. Las fases de este desarrollo y los equipos finales pueden verse en el ANEXO 8.1.

La interpretación de los datos y los controles efectuados, han servido en primer lugar para rediseñar aquellas partes de las pilas con posibilidad de mejora, como han sido :

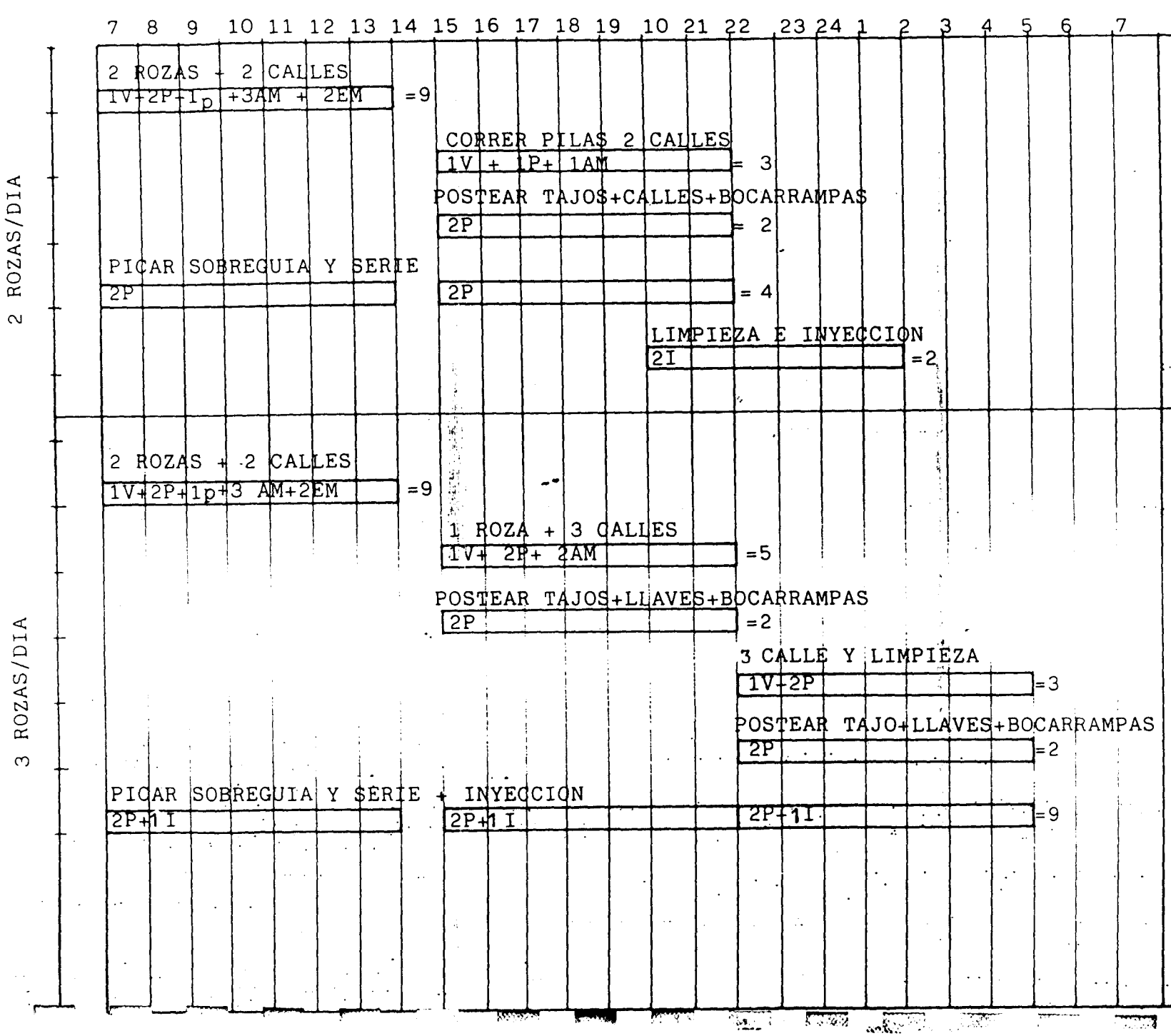
- Alargamiento de la pared de relleno
- Aumento del paso de ripado
- Previsión de prolongaciones a los estemples
- Semirigidización de la viga articulada
- Introducción de eslabones telescópicos
- Guiado de la rozadora



ESTADO DE LA ENTIBACION TRAS EL ENSAYO

ESTADO DE LA ENTIBACION TRAS EL ENSAYO

ORGANIZACION DE RELEVOS (REAL) 31-5-84



OBSERVACIONES

JORNALES= 20

El número de jornales os ciló entre 18 y 22

JORNALES= 30

Aquí hay más personal de rigurosamente necesario, pues hay 1 Vigilante y 2 Picadores en formación p ra pasar a 4 Rozas/día

ORGANIZACION RELEVOS

31-5-84

4 ROZAS/DIA

7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 1 2 3 4 5 6 7

2 ROZAS + 2 CALLES
1V+2P+1p+3AM+2 EM =9

2 ROZAS + 2 CALLES
1V+2P+1p+2 AM+1EM =7

4 CALLES + PUESTA A CERO
1V+2P+1 AM. =4

POSTEAR TAJOS+LLAVES+BOCARRAMPAS
2P 2P =4

PICAR SOBREGUIA Y SERIE + INYECCION
2P+ 2I 2P+2I 2P+2I =9

OBSERVACIONES

JORNALES = 33

Posiblemente sean necesarios dos picadores más, para avanzar la sobreguía y la serie, y un Ayudante Minero para cargar al 2º relevo.

RENDIMIENTOS: 1 ROZA 100 tb

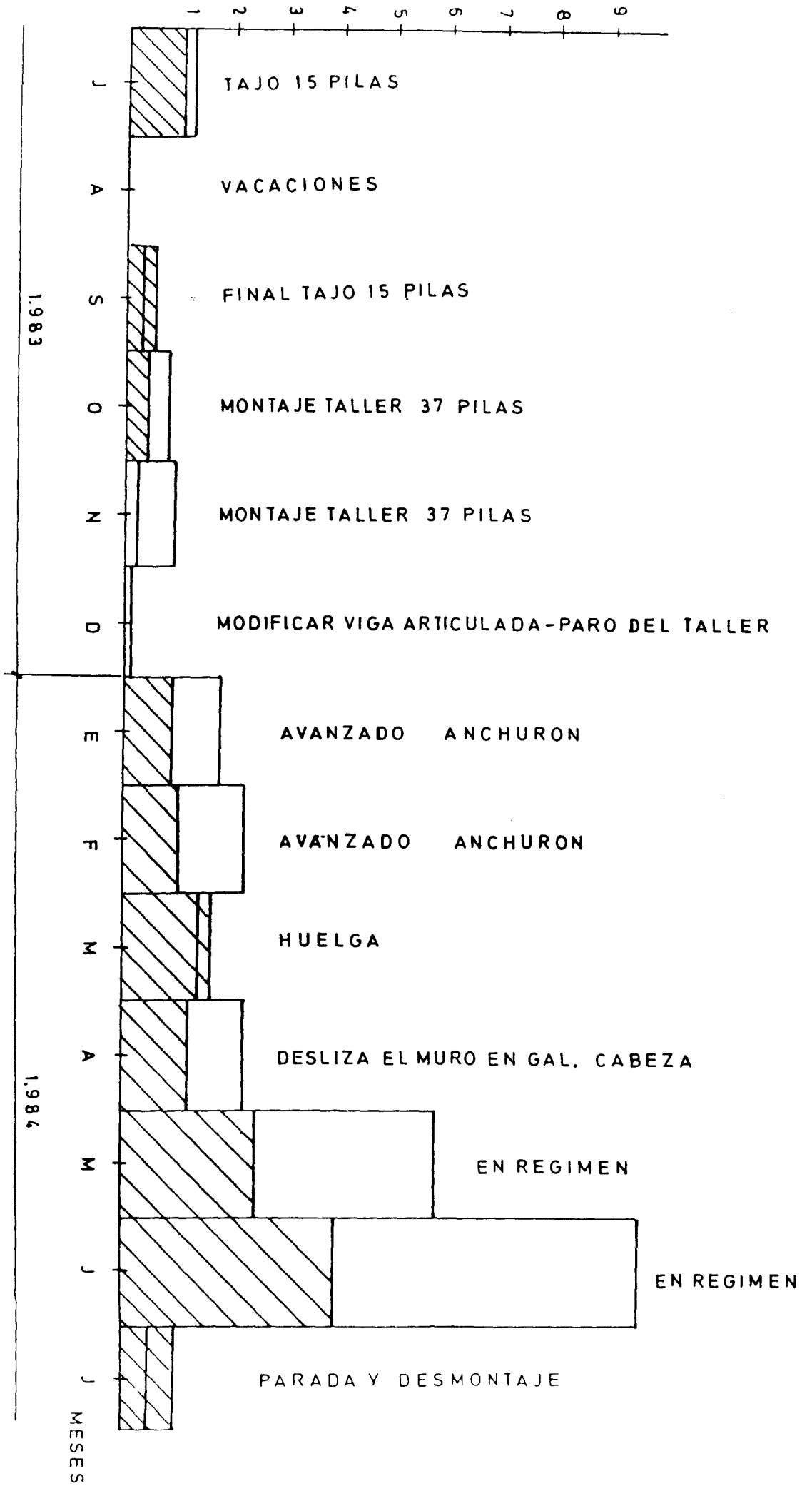
2 ROZAS/DIA: $R = \frac{200.1000}{20} = 10.000$ Kg/j

3 ROZAS/DIA: $R = \frac{300.1000}{30} = 10.000$ Kg/j

4 ROZAS/DIA: $R = \frac{400.1000}{33} = 12.121$ Kg/j

4 ROZAS/DIA (Con 36 jornales): $R = \frac{400.1000}{36} = 11.111$ Kg/j

En segundo lugar, ha dado a conocer valores de parámetros hasta ahora poco estudiados como son las presiones dinámicas del relleno, movimiento del mismo, y respuesta de las unidades de entibación, que sin duda contribuirán a futuros desarrollos al combinarlos con otras situaciones mineras, como pueden ser menores buzamientos, hundimiento, etc. Estas interpretaciones aparecen en el ANEXO 8.2.


1 2 3 4 5 6 7 8 9
X 1000 VAGONES
ROZAS/DIA
TAJO 15 PILAS
VACACIONES
FINAL TAJO 15 PILAS
MONTAJE TALLER 37 PILAS
MONTAJE TALLER 37 PILAS
MODIFICAR VIGA ARTICULADA-PARO DEL TALLER
AVANZADO ANCHURON
AVANZADO ANCHURON
HUELGA
DESLIZA EL MURO EN GAL. CABEZA
EN REGIMEN
EN REGIMEN
PARADA Y DESMONTAJE
J A S O N D E F M A M J J
MESES
1.983
1.984

CONCLUSIONES

El ensayo realizado con la colaboración del Instituto Geológico y Minero de España, ha peritido poner a punto la primera fase de un NUEVO METODO de Explotación íntegramente mecanizado, que constituye una auténtica novedad mundial.

El método ha requerido el desarrollo de una nueva máquina, la rozadora HUNOSA-1, y de un complejo de entibación autodesplazable, llamado ENTIBACION VERTICAL HUNOSA.

Todos los objetivos han sido plenamente cumplidos, a excepción del II

En esta primera fase el taller tenía sólo 50 m de altura, cuando la normal en la minería moderna de capas verticales son 100 m. Por esta razón, a principios de 1985 HUNOSA iniciará una segunda fase de ensayos, esta vez con 100 m de altura de taller.

Este nuevo tajo llevará una serie de reformas que son consecuencia de la primera experiencia. La más importante es que la carrera de avance de la entibación será de 900 mm, en lugar de los 500 mm actuales, con lo que cada roza requerirá 1 solo ripado.

En el ANEXO 9, se acompañan las especificaciones técnicas para instalar un tajo de estas características y el proyecto de la nueva entibación.

4. INFORME ECONOMICO

4.1. PRESUPUESTO DE GASTOS

Los gastos del Proyecto han sido realizados conforme a las partidas presupuestadas.

En el Cuadro anexo se detallan los gastos totales realizados por HUNOSA, que ascienden a 233.020.300 PTA y los facturados al IGME, que de acuerdo con el Convenio han ascendido a 99.693.000 PTA.

Los Servicios Económico-Financieros de la Dirección Técnica de HUNOSA disponen de un " dossier " completo en el que se documentan todos los gastos realizados.

Los gastos relativos a la entibación han sido sufragados, durante el ensayo, por las firmas Mackina-Westfalia y Westfalia-Lünen.

4.2. ESTUDIO DE RENTABILIDAD

La instalación futura de la entibación requiere dos condiciones básicas :

- Por un lado, regularidad geológica suficiente y hastiales de buena calidad.

- Corrida suficiente para sufragar los gastos de montaje y desmontaje

Se ha realizado un estudio económico para determinar la corrida mínima necesaria para igualar los costes de explotación con este método y con el de rozadora convencional y madera. Se acompaña en el ANEXO 10, y sus conclusiones son :

PROYECTO ASTUR FALIA

PARTIDA	CODIGO		PRESUPUESTO TOTAL	GASTADO 1.981	GASTADO 1.982	GASTADO 1.983	GASTADO 1.984	TOTAL	OBSERVACIONES
1) - REVISIONES POSTERIORES A LA 1ª	0320/6743/1	HUNOSA	4.233.399		1.160.320	3.585.041		4.745.361	
	(1.2)	IGM.	5.000.000		5.000.000			5.000.000	
Primeros Repuestos	"	INV.	2.000.000		153.694	262.303	261.440	677.437	
	(1.2)	IGM.	Incluido linea superior						
Equipo de Mando por Radio	"	INV.	-				2.450.000	2.450.000	
	(1.1)	IGM.	1.800.000				1.800.000	1.800.000	
2) - CABRESTANTE PARA LA ROZADORA	"								
Motor Eléctrico	"	INV.	-		350.500			350.500	
	(2.1)	IGM.	550.000		550.000			550.000	
Equipo Hidráulico	"	INV.	-		1.129.899		21.900	1.151.799	
	(2.2)	IGM.	1.400.000		1.400.000			1.400.000	
Equipo Mecánico y Estructura	"	INV.	5.000.000		3.928.000		271.888	4.199.888	
	(2.3)	IGM.	6.000.000		6.000.000			6.000.000	
Proyecto de Prototipo	"	INV.	1.000.000		1.591.000	179.090		1.770.090	
	(2.4)	IGM.	1.100.000		1.100.000			1.100.000	
3) - PROYECTO DE CONJUNTO ROZ/CABTE.		INV.	-		1.000.000			1.000.000	
	(3.1)	IGM.	1.000.000		1.000.000			1.000.000	
EQUIPO ELECTRICO DE LA ROZADORA Y ENTIBACION	0320/6743/2	HUNOSA							
Equipo Eléctrico Rozadora y entibación	"	INV.	10.463.600		2.046.298	3.008.317	12036370	17.090.985	
		IGM.	-						
Alumbrado de Tajo	"	INV.	375.000				437.270	437.270	
		IGM.	-						
Alumbrado Galería	"	INV.	137.500						
		IGM.	-						
Control Rozadora Y Entibación	"	INV.	1.500.000			351.385		351.385	
		IGM.	-						
Control Ambiental	"	INV.	825.000						
		IGM.	-						
4)- Comunicaciones	"	INV.	970.000				3.530.665	3.530.665	
	(4.1)	IGM.	4.900.000			4.900.000		4.900.000	
Telecontrol	"	INV.	4.080.000				6.230.000	6.230.000	
	(4.1)	IGM.	Incluido linea superior						
Instalación Eléctrica Galería Pie	"	INV.	6.210.000			493.106		493.106	
		IGM.	-						

PROYECTO ASTURFALIA

PARTIDA	CODIGO		PRESUPUESTO TOTAL	GASTADO 1.981	GASTADO 1.982	GASTADO 1.983	GASTADO 1.984	TOTAL	OBSERVACIONES
4.)- Monorrail cable Rozadora	0320/6743/3	INV.	1.050.000		412.675	218.932	875.544	1.507.151	
		IGM.	-						
Instalación de Agua para riego y Pulverización	"	INV.	650.000		373.337	1.195.651	327	1.569.315	
		IGM.	-						
8)- Equipos Galería de Cabeza (Loc.vag.etc)	"	INV.	11.750.000		50.258	21.207.491	5.053.764	26.311.513	
		IGM.	-						
Equipo Galería de Pié	"	INV.	14.456.260		8.390.226	3.634.623	966.330	12.991.179	
		IGM.	-						
EQUIPO BOMBEO ANHIDRITA	0320/6743/4 (8.1)	INV.	10.400.000			11.252.922		11.252.922	
		IGM.	8.300.000		8.300.000			8.300.000	
Equipo Bombeo Poliuretano	" (8.2)	INV.	600.000		740.000			740.000	
		IGM.	550.000		550.000			550.000	
Estemples Hidráulicos, Prot.Galería	"	INV.	2.900.000	(Estación de bombas hidraúlicas)		9.848.514		9.848.514	
		IGM.	-						
4)- Transporte de las Pilas - Mesillas	0320/6743/5	INV.	1.200.000						
		IGM.	-						
Utillages para Transporte, etc.	"	INV.	2.900.000			352.380		352.380	
		IGM.	-						
7)- DIRECCION Jornales Titulados Superiores	0320/6743/6 (7.2)	INV.	4.500.000	679.428	2.037.800	2.717.228	2.824.300	8.258.756	
		IGM.	4.320.000		2.160.000	1.080.000	1.080.000	4.320.000	
Jornales Técnicos de Grado Medio	" (7.3)	INV.	7.600.000	150.000	3.772.000	3.998.320	4.220.000	12.140.320	
		IGM.	7.200.000		3.600.000	1.800.000	1.800.000	7.200.000	
INGENIERIA Proyecto de ensayo Entibación	"	INV.	3.000.000	350.000	1.200.000	650.000		2.200.000	
		IGM.	-						
Proyectos Varios	"	INV.	3.000.000	350.000	1.252.618	93.115		1.695.733	
		IGM.	-						
CONTROL Y MEDICIONES Mano de Obra, Ejecución medidas	0320/6743/7	INV.	5.000.000		2.204.385	2.389.101	2.520.000	7.113.486	
		IGM.	-						
Instrumentación	" (7.1)	INV.	6.000.000	370.440	1.740.976	108.209	4.940.296	7.159.921	
		IGM.	4.040.000		3.432.990	606.000		4.038.990	
5)- ENSAYOS PREVIOS Ejecución Pilares Anhidrita	0320/6743/8 (5.1)	INV.	1.917.000		1.200.000			1.200.000	
		IGM.	1.500.000		750.000	750.000		1.500.000	
Inyección Resinas	" (5.2)	INV.	500.000		400.000			400.000	
		IGM.	475.000		475.000			475.000	
Ensayo Individual Rozadora	" (5.3)	INV.	4.557.000		7.241.320			7.241.320	
		IGM.	3.725.000	2.793.750	931.250			3.725.000	

PROYECTO ASTURFALIA

PARTIDA	CODIGO		PRESUPUESTO TOTAL	GASTADO 1.981	GASTADO 1.982	GASTADO 1.983	GASTADO 1.984	TOTAL	OBSERVACIONES
6)-LABORES MINERAS EJEC. Avance Galerías	0320/6743/8	INV	37.624.500		18.000.000			18.000.000	
		IGM	-						
Chimeneas	"	INV	7.798.835			2.000.000		2.000.000	
		IGM	-						
Montajes	" (6.1)	INV	21.145.565					Incluído en 6.3	
		IGM	4.000.000			4.000.000		4.000.000	
Desmontajes	" (6.2)	INV	VER MONTAJES					Incluído en 6.3	
		IGM	14.400.000			8.135.580	6.264.420	14.400.000	
Ensayos marcha conjunto	" (6.3)	INV	51.304.000		1.225.000	14.927.745	36.253.886	52.406.631	
		IGM	17.190.000			12.290.430	4.899.176	17.189.606	
Beneficio Industrial I. G. M. E.	0320/6743/0	INV			4.152.673			4.152.673	
SUMA		INV	236.647.659	1.899.868	65.752.979	82.473.473	82.893.980	233.020.300	
SUMA		IGM	87.450.000	2.793.750	35.249.240	33.562.010	15.845.000	87.450.000	
14 % BI + G.G.		IGM	12.243.000	391.125	4.934.893	4.698.682	2.218.300	12.243.000	
SUMA TOTAL		IGM	99.693.000	3184.875	40.184.133	38.260.692	18.063.300	99.693.000	

Producción por roza	Corrida mínima para la instalación del tajo mecanizado	Precio de coste de la tb para la corrida mínima
140	1.389	2.396
150	742	"
160	512	"
170	385	"
180	312	"
190	256	"
200	225	"

La inversión necesaria para la instalación de un tajo mecanizado con este sistema, para una longitud de frente de 100 m, se acompaña en el cuadro que sigue. Un desglose detallado en el ANEXO 10.

HUNOSA	DIRECCION TECNICA U.C. Investigación Minera	ENTIBACION VERTICAL HUNOSA	FECHA

Posic. Nº	Nº Elementos	DESCRIPCION	VALORACION Coste Fijo Ptas./	Coste Variable Ptas./por	Factor multiplic. parte variable	REFERENCIA SUMINISTRADOR	HUNOSA	Fecha del Precio
1	v	Complejo de entibación, con instalación de bombas de alta presión, motores eléctricos, juego de repuestos y accesorios (pul-lifts, etc..) alumbrado. **Ejemplo:** **β=80º ∝ = 22º H= 80-100m.**	23.226.051 +	1.998.478 X 2.280.662 X 131.807 X 50.791 X	$\frac{N.16}{17}$ + $\frac{N.1}{17}$ + $\frac{N}{2}$ + $(\frac{N}{4} + 3)$	* N= Nº de pilas $N = \frac{\frac{\frac{H-3}{\text{sen}\,\beta} - 4}{\cos\alpha} - 3}{1,212} + 2$	ejemplo: β=80º ∝ = 22º $N = \frac{H - 9,6785}{1,10666} + 2$	01-10-84 H=altura entre plantas. ∝=inversión β=buzamiento
		23.226.051 + 1.760.214 X H						
2	1	Rozadora HUNOSA - 1, con accesorios y cable eléctrico.	33.868.636					
	1	Poleas especiales con 4 estemples.	1.284.130					
	1	Mando por radio (opcional)	2.500.000					
3		Equipo eléctrico AEG, megafonía y parada de emergencia.(no incluye transformador)	16.172.585					
4		Cables eléctricos	5.167.180					
5		Instalación en galería de cabeza. (anhidrita, etc..)	8.483.560					
6		Ventilación secundaria.(2 electroventiladores,600m.tubería estanca y 2 cañones niebla)	4.626.330					
6		Instalación galería pié.(bocarrampa especial y cabrestante)	1.500.000					
7		Transporte carbón y escombro,Tamdem 2x8t. 50 vag.3.000 l. y 24 vag.2.400 l.	50.128.734					
8		Telecontrol	6.825.000					