e. n. adaro

# ENSAYO DE MECANIZACION CON ROZADORA K - 103 EN ANTRACITAS DE GAIZTARRO S.A.

P.E.N.

OCTUBRE 1984

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

50443

| | |
|---|---|
| TITULO | ENSAYO DE MECANIZACION CON ROZADORA K - 103 EN ANTRACITAS DE GAIZTARRO S.A. |
| CLIENTE | P.E.N. |
| FECHA | OCTUBRE 1984 |

Referencia: P38610

Departamento: Minería

50443

INDICE


| | PAG. |
|---|---|
| 1.- INTRODUCCION ..... | 1 |
| 2.- CARACTERISTICAS DEL CAMPO DE EXPLOTACION ..... | 4 |
| 2.1.- GEOLOGIA REGIONAL ..... | 4 |
| 2.1.1.- Estratigrafía ..... | 4 |
| 2.1.2.- Tectónica ..... | 6 |
| 2.1.3.- Estratigrafia de detalle del Carbonífero ..... | 9 |
| 2.1.4.- Tectónica y estructura del bloque - Fabero-Santa Cruz ..... | 13 |
| 2.2.- GEOLOGIA LOCAL ..... | 15 |
| 2.3.- PANEL DE ENSAYO ..... | 17 |
| 2.3.1.- Características geotécnicas de los hastiales ..... | 17 |
| 2.3.2.- Capa a explotar ..... | 21 |
| 2.3.3.- Infraestructura ..... | 26 |
| 3.- METODO DE EXPLOTACION ..... | 29 |
| 3.1.- CARACTERISTICAS DEL TAJO ..... | 30 |
| 3.1.1.- Máquina de arranque ..... | 30 |
| 3.1.1.1.- Sistema de corte ..... | 34 |
| 3.1.1.2.- Estructura de la rozadora | 36 |
| 3.1.1.3.- Sistema de carga .... | 38 |
| 3.1.1.4.- Sistema de traslación ... | 39 |
| 3.1.1.5.- Sistema de supresión de polvo ..... | 40 |
| 3.1.1.6.- Mantenimiento ..... | 41 |
| 3.1.2.- Sostenimiento ..... | 41 |
| 3.1.2.1.- Adaptación de las pilas existentes ..... | 43 |
| 3.1.2.2.- Cálculo del sostenimiento del tajo ..... | 45 |

INDICE (Cont.)


PAG.

3.1.3.- Transportador del tajo ..... 49
3.1.4.- Control del techo en la zona deshullada ..... 53
3.2.- GALERIAS DEL TAJO ..... 53
3.2.1.- Secciones ..... 54
3.2.2.- Sostenimiento ..... 54
3.2.3.- Avance de galerías ..... 56
3.3.- ORGANIZACION DE LOS TRABAJOS Y RENDIMIENTOS.. 57
3.3.1.- Producción esperada ..... 58
3.3.1.1.- Arranque bidireccional .... 60
3.3.1.2.- Arranque unidireccional ... 61
3.3.2.- Producción límite ..... 61
3.3.3.- Influencia de la velocidad de roza .. 62
3.3.4.- Rendimientos ..... 64
3.3.4.1.- Rendimiento de arranque .. 68
3.3.4.2.- Rendimiento del taller .... 69
3.3.4.3.- Rendimiento de panel ..... 69
3.4.- TRANSPORTE ..... 70
3.4.1.- Transporte de carbón ..... 70
3.4.1.1.- Transportador del tajo .... 70
3.4.1.2.- Transportador repartidor .. 73
3.4.1.3.- Cinta transportadora de panel ..... 74
3.4.1.4.- Transportador de enlace ... 76
3.4.2.- Transporte de materiales ..... 76
3.5.- VENTILACION ..... 79
3.5.1.- Circuito de ventilación ..... 79
3.5.2.- Resistencia equivalente del circuito. 79
3.5.3.- Necesidad de caudal ..... 83
3.5.4.- Características del ventilador .... 84
3.6.- ELECTRIFICACION ..... 86
3.6.1.- Subestación de exterior ..... 87
3.6.2.- Transporte de energía hasta la subestación de interior ..... 88

INDICE (Cont.)


PAG.

3.6.3.- Estación de transformación de interior 90
3.6.3.1.- Necesidades de potencia .... 91
3.6.3.2.- Dimensionado de cables ... 94
3.6.4.- Esquema en baja tensión ..... 97
3.6.5.- Cálculo de las corrientes de cortocircuito ..... 99
3.6.6.- Protecciones ..... 103
3.6.7.- Caidas de tensión ..... 108
3.6.8.- Cuadros de distribución en B.T. ..... 110
3.6.9.- Circuito de mando ..... 110
3.6.10.- Red de tierras ..... 111
4.- METOLOGIA PARA EL CONTROL DEL ENSAYO ..... 113
4.1.- CONTROL DEL TRABAJO DE LA ROZADORA ..... 113
4.1.1.- Datos de localización ..... 114
4.1.2.- Trabajos realizados ..... 114
4.1.3.- Jornales empleados ..... 114
4.1.4.- Materiales gastados ..... 115
4.1.5.- Tiempos de parada ..... 115
4.2.- CONTROL DE COMPORTAMIENTO GEOMECANICO DEL TAJO 117
4.2.1.- Control del techo y paramento ..... 117
4.2.2.- Control de sostenimiento ..... 118
4.2.3.- Control de rendimiento ..... 118
5.- PLANIFICACION DEL ENSAYO ..... 122
6.- PRESUPUESTO ..... 125

ANEXO: FORMULA CONTRACTUAL ..... 131

## INDICE DE PLANOS


PLANO Nº 1 - PLANO GEOLOGICO

" Nº 2 - PLANO DE LABORES GRUPO JARRINAS E: 1/10.000

" Nº 3 - PLANO DE LABORES GRUPO JARRINAS E:1/2.000

" Nº 4 - PERFIL CHIMENEA MONTURA

" Nº 5 - DISPOSICION GENERAL ROZADORA K-103

" Nº 6 - TAMBOR DE ARRANQUE Ø 630 mm DISPOSICION DE LAS PICAS

" Nº 7 - TAMBOR DE ARRANQUE Ø 710 mm DISPOSICION DE LAS PICAS

" Nº 8 - DISPOSICION DE LAS PALANCAS Y PULSADORES DE MANDO

" Nº 9 - SISTEMA DE APOYO Y ELEVACION DE LA ROZADORA K-103

" Nº 10 - ROZADORA K-103

" Nº 11 - ROZADORA K-103 - GUIA DE ENGRASE

" Nº 12 - ESQUEMA DE VENTILACION, GRUPO JARRINAS

## 1.- INTRODUCCION

En el Inventario de Recursos Nacionales de Carbón, se evalúan en la Cuenca de EL BIERZO unos 260 Mt que incluyen las reservas muy probables, probables y posibles.

En esta Cuenca las capas se presentan, en general, con inclinación menor de 20°y potencias comprendias entre 0,5 y 1 m,siendo muy frecuentes las potencias del orden de 0,6 m. Los hastiales de las capas tienen buenas propiedades geotécnicas, presentan escasa fracturación y una notable continuidad lo cual, unido a las moderadas profundidades de las explotaciones hace que las condiciones de explotación sean más favorables que en otras Cuencas españolas.

Sin embargo, la reducida potencia de la capa hace que el trabajo humano sea penoso y que los rendimientos estén notablemente limitados. A este factor negativo, se une la elevada dureza del carbón, que en muchas capas presenta una resistencia a compresión simple entre 20 y 35 Mpa, y a la presencia eventual en el medio de la capa de carbón de niveles estériles, llamados "CUÑAS", que por su gran dureza dificulta aún más los trabajos de arranque.

En las capas más potentes se ha utilizado con notable éxito, el cepillo, tanto ancla como gleit, para realizar el arranque

pero la dureza del carbón y la presencia de las Cuñas estériles, limitan notablemente su explotación.

Se han utilizado también rozadoras de brazo para regar el carbón y más recientemente, una rozadora bidireccional que está dando resultados espectacularmente buenos; pero las dimensiones de esta máquina hace que sólo sea utilizable en capas con potencia superior a 1 m que, desgraciadamente, son las menos frecuentes.

A la vista de esta situación la EMPRESA NACIONAL ADARO DE INVESTIGACIONES MINERAS, S.A., decidió someter a la consideración del Comité de Supervisión para los proyectos de investigación de Recursos Energéticos, con cargo al Presupuesto General del Estado para el P.E.N. la realización de un proyecto de explotación de capas con potencias inferiores a 1 m, mediante una rozadora tipo K-103 que, teóricamente, es de aplicación para capas de hasta 35º de pendiente y potencias comprendidas entre 0,62 y 1,5 m.

De acuerdo con el Grupo Asesor I + D Carbón se decidió realizar este ensayo en un taller sobre la 1ª Jarrina del grupo del mismo nombre de ANTRACITAS GAIZTARRO S.A., que tiene una pendiente prácticamente nula, una potencia media de 0,85 m y presenta una intercalación estéril o CUÑA de espesor mínimo de 10 cm que aumenta su potencia gradualmente hasta hacer inexplotable dicha capa debido al escaso rendimiento obtenido.

Por ello este proyecto de investigación presenta un doble objetivo ya que por un lado se pretende mecanizar el arranque de capas de potencia inferior a 1 m consiguiendo unos rendimientos razonables y por otro se pretende comprobar la viabilidad de utilizar este tipo de rozadoras en capas con cuñas estériles que actualmente presentan con los sistemas y medios utilizados una merma importante de los resultados.

Consecuentemente con todo lo anterior en el presente Proyecto se contemplan los aspectos técnicos necesarios para la puesta en marcha de este proyecto de investigación, su seguimiento y control así como el análisis de los resultados para extender las conclusiones obtenidas a otros campos de explotación y el marco contractual para acogerse a la protección del PEN.

## 2.- CARACTERISTICAS DEL CAMPO DE EXPLOTACION

De acuerdo con la Dirección de Antracitas de Gaiztarro , S.A. el ensayo objeto de éste proyecto se realizará en el campo de explotación SANTA TERESA de la capa 1ª Jarrinas del Grupo JARRINAS. En lo que sigue se exponen los datos más relevantes sobre las características geológicas y geotécnicas de este campo de explotación que pueden condicionar la marcha del ensayo.

### 2.1.- GEOLOGIA REGIONAL

La zona de Fabero-Matarrosa forma parte de la cuenca carbonífera de El Bierzo, que se localiza al suroeste de los materiales precámbricos que constituyen el núcleo de la antiforma del Narcea.

La zona estudiada se encuentra al Oeste de la cuenca de El Bierzo, aparece rodeada por materiales ordovícicos y silúricos y cubierta parcialmente por depósitos Terciarios, de espesor generalmente reducido en la parte central y con mayor importancia hacia el Sur. Plano nº 1.

#### 2.1.1.- Estratigrafía

a) Sustrato

Los materiales que forman el sustrato de la cuenca,pertene

cen al Ordovícico y Silúrico, en los que estratigráficamente se diferencian las unidades siguientes:

- Pizarras de Luarca (Ordovícico medio): formadas por pizarras negras con rocas volcánicas ocasionales.
- Formación Agüeira (Ordovícico superior): grauwacas y pelitas en facies turbidítica con algunas intercalaciones de cuarcitas y areniscas.
- Cuarcita de Vega (Ordovícico superior): formada por un potente banco de cuarcitas que constituyen el techo del Ordovícico.
- Silúrico: aparece constituído por ampelitas y cuarcitas, estas últimas en pequeños estratos centimétricos.

b) Carbonífero

Los materiales carboníferos han llegado a alcanzar espesores que superan probablemente los 2.000 m.

Están constituídos por brechas, pudingas, areniscas, lutitas y capas de carbón que se distribuyen en secuencias rítimicas, típicas de los ciclotemas del carbón.

Las facies son típicamente continentales, de abanico aluvial, con frecuentes niveles lacustres.

c) Recubrimiento Terciario y Cuaternario

Al Sur de la zona estudiada, existen importantes depósitos terciarios cuyos retazos más septentrionales se asientan sobre ma

teriales ya carboníferos constituyendo un conjunto de pequeños enclaves Terciarios que testimonian la mayor amplitud que debió poseer la Cuenca Terciaria.

Se trata de depósitos de naturaleza continental, formados por arenas, arcillas arenosas y arcillas; en estas últimas aparecen algunos niveles de poco espesor con arcillas calcáreas o margosas y calizas.

El Cuaternario está formado por tres tipos de depósitos:

- Depósitos de pie de monte y rañas; constituídos por arenas y gravas, con cantos generalmente cuarcíticos. Frecuentemente son difíciles de diferenciar de los materiales Terciarios.
- Terrazas fluviales; restringidas a las márgenes de los ríos Berlanga y Sil, en el cual aparecen bien desarrollados dos sistemas de terrazas.

  Están formadas por arenas y gravas.
- Depósitos aluviales localizados en el fondo de algunos valles compuestos por gravas y arenas de poco espesor.

2.1.2.- Tectónica

Los materiales precámbricos de la zona estudiada forman parte de las zonas internas de las cadenas Galáico-Astur-Leonesas, localizándose en la parte posterior del Arco Asturiano.

Fueron plegados durante la orogenia Hercínica, en su prime

ra fase, por esfuerzos de dirección general Norte-Sur que originaron estructuras de orientación Este-Oeste, con ejes horizontales o con una ligera inmersión hacia el Oeste.

Durante la segunda fase del plegamiento, no variaron las directrices tectónicas, originándose estructuras pequeñas tipo " chevron", pliegues en Z, King-Band, etc.

Las fallas originadas pueden agruparse en dos sistemas , uno longitudinal a las estructuras y otro transversal. El primero de ellos es el que contiene fracturas de gran importancia que limitan tectónicamente el área y la dividen en bloques.

Los bloques diferenciados de Norte a Sur son:

a) Bloque de Fabero-Santa Cruz

Abarca la parte septentrional de la zona. Está limitado en el Norte por un complejo sistema de fracturas que cerca del río Sil se reduce a una única falla, denominada-falla del Acueducto.

El límite Sur está formado por la prolongación occidental del complejo de fracturas de Matarrosa. Este sistema de fallas parece ha determinado un movimiento relativo de descenso del bloque de Fabero-Santa Cruz respecto al bloque de Langre, situado inmediatamente al Sur.

El límite oriental es la falla del Sil, que discurre por el valle del río que le da nombre, mientras que el borde occidental se caracteriza por una discordancia remo

vilizada por fallas.

La situación general del bloque corresponde a un amplio sinclinal (sinclinal de Fabero), cuyo flanco Sur, en las proximidades del complejo de fracturas de Matarrosa, evoluciona a un anticlinal cuyo flanco Sur, prácticamente ha desaparecido.

El sinclinal de Fabero, presenta un eje de dirección - OSO-ENE, asimétrico y mientras el flanco Sur es suave , el flanco Norte presenta mayor pendiente y se encuentra afectado de ligeras ondulaciones.

b) Bloque de Langre

Se encuentra limitado por importantes fallas. Al Norte por el complejo de fracturas de Matarrosa y al Sur por la falla deTombrio-Espina.

Este bloque podría corresponder con el que, al Este del río Sil, se ha denominado bloque de Librán.

La estructura general es la de un anticlinal (anticli - nal de Tombrio) que separa los sinclinales de Langre , al Norte de Murias, al Sur.

El anticlinal de Tombrio presenta un flanco Norte suave que se extiende hasta el complejo de fracturas de Matarrosa, en cuyas proximidades se dobla iniciando la formación del sinclinal de Langre. El flanco Sur se encuentra verticalizado y queda afectado por la falla de Tom

brio-Espina que, con la de la Campa, delimita el flanco Sur del sinclinal de Murias.

c) Bloque de Tremor de Arriba

Está localizado en el borde meridional de la zona; se trata de un bloque alargado que se extiende a lo largo de la Cuenca del Bierzo hasta las inmediaciones del río Luna, con una longitud de unos 60 km.

Este bloque se encuentra limitado al norte por la falla de Tombrio-Espina y al Sur por la falla de Candín-Valdesamario, que pone en contacto el Carbonífero con las ampelitas silúricas.

Gran parte de este bloque está cubierto por depósitos terciarios; no obstante los datos observados muestran, que, en general, aparece con una estructura ondulada que se hunde suavemente hacia el Norte.

### 2.1.3.- Estratigrafía de detalle del carbonífero

No es posible determinar con precisión el momento en que tiene lugar la deformación de los materiales pre-estefanienses y la subsiguiente apertura de las Cuencas del final del Carbonífero, sin embargo, por comparación con lo sucedido en zonas relativamente próximas, puede suponerse que haya tenido lugar durante la fase Astúrica de la Orogenia Hercínica.

Consecuencia de ello es la aparición de un importante relieve en el que se originan depresiones activas en las que se ins

talan las cuencas estefanienses. El fuerte relieve condiciona que el inicio de la sedimentación se realiza con el depósito de importantes niveles de conglomerados y ocasionalmente brechas.

Al ir evolucionando, el relieve se suaviza e irá disminuyendo el tamaño del grano y apareciendo areniscas, pizarras y capas de carbón en serie rítmicas, que constituirán la tónica general de la sedimentación en la cuenca.

Los depósitos son de facies continental, habiéndose determinado la existencia de niveles lacustres importantes; al análisis de sus características revela la existencia de un régimen fluvial de elevada energía (predominio de areniscas y micropudingas en lentejones, generalmente de paleocanal) alternando con períodos de estabilidad y escasa energía, que se han traducido en la formación de numerosos pasos y capas de carbón; la existencia de suelo de vegetación al muro de las capas indica su carácter autóctono.

Dentro del bloque donde se encuentra la zona del ensayo , Bloque de Fabero-Santa Cruz, se diferencian los tramos siguientes:

- Tramo de Base.- Constituído esencialmente por conglomerados que hacia el Oeste, presentan areniscas y pizarras intercaladas. Hacia el Este de la zona estudiada no afloran pero cerca del río Sil deben estar próximos a la superficie ya que afloran al Este del río.

  Presentan una potencia variable que en algunos puntos puede llegar a superar los 250 m, mientras en otros no existe en absoluto, pasando lateralmente al Tramo de Villamar y parte del de Internacionales.

- Tramo de Villamar.- Equivalente parcialmente al Tramo Basal donde no existen conglomerados, tiene por límite superior la capa Portuguesa de Antracitas de Gaiztarro , S.A.

  Hacia el Este el límite inferior no se conoce, pero existen aflorando por lo menos 500 m de serie y dado que su base es diacrónica, su potencia disminuye hacia el Oeste, hasta desaparecer contra los conglomerados.

  Es esencialmente fluvial, aunque se han reconocido algunos niveles lacustres de escasa importancia.

- Tramo de Internacionales.- Localizado encima del Tramo de Villamar, el límite inferior es la capa Portuguesa de Antracitas de Gaiztarro, S.A.

  El límite superior es, hacia el Este, la capa Alemana.Hacia el Oeste disminuye de potencia, tomando como límite superior la capa Ancha.

  Su potencia varía entre 180-250 m, pudiendo ser menor en aquellas zonas en que evoluciona al Tramo de Base.

  Al igual que el Tramo de Villamar, es esencialmente fluvial, excepto un poco por encima de la capa Inglesa donde existe una pequeña intercalación lacustre de gran continuidad.

- Tramo de Valdeferrera.- Situado sobre el tramo anterior, el límite superior viene marcado por la capa 5ª Jarrina.

Se trata de un tramo de características relativamente - constantes, tanto de litología, como de medio de sedimentación. Su potencia varía entre 150-200 m.

Una característica diferencial de este tramo son los numerosos niveles lacustres que presenta, fundamentalmente hacia el techo, manteniéndose prácticamente en todos los puntos de la cuenca.

- Tramo de Jarrinas.- Comprende los materiales que se encuentran entre la capa 1ª Jarrina y 5ª Jarrina que sirven de límite superior e inferior respectivamente.

  Se caracteriza por su homogeneidad, con una potencia próxima a 60 m con pequeñas variaciones en más o menos. Hacia el techo son importantes los bancos de areniscas,que a veces son microconglomerados y es de destacar la ausencia de niveles lacustres, tan abundantes en el tramo inferior (Tramo de Valdeferrera).

- Tramo de Fabero.- Situado inmediatamente encima del tramo de Jarrinas, tiene su límite inferior en la capa 1ª Jarrina y el superior en la capa 1ª Fabero.

  La potencia del tramo, es por lo general, del orden de 130 m aunque en algunos puntos es algo superior.

  Se caracteriza este tramo por la gran abundancia de niveles de areniscas que en ocasiones son microconglomerados, en bancos potentes de hasta 20-30 m, con capas de carbón con intercalaciones lutíticas.

Es fundamentalmente fluvial, a excepción de algunos niveles lacustres que existen hacia el techo.

- Tramo Superior.- Localizado encima del tramo de Fabero y en consecuencia con el límite inferior en la capa 1ª Fabero, siendo el límite superior variable, por haber sido erosionado en diferente medida.

  La potencia es superior a los 110 m.

  En los lugares donde existe este tramo, ocupa el núcleo del sinclinal de Fabero, siendo frecuentes los bancos de areniscas y muy escasos los niveles lacustres.

  Este tramo no contiene capas de carbón explotables y existen pocos pasos de carbón.

### 2.1.4.- Tectónica y estructura del bloque Fabero-Santa Cruz

La estructura y tectónica, que afecta al bloque considerado, es la siguiente:

El bloque se encuentra limitado en la casi totalidad de su perímetro por fracturas que van a ser descritas en primer lugar.

El límite norte del bloque es extraordinariamente complejo, apareciendo afectado por numerosas fracturas, algunas de gran importancia. Entre ellas cabe destacar las de Peña Baubela y Bárcena - Lillo, directas con una orientación general Este-Oeste; la primera afecta únicamente a la unidad occidental del límite Norte del bloque; las de Coriscado y Argayo, la primera directa e inversa la de

Argayo; su orientación general es OSO-ENE; más al Este la falla del Acueducto, de caracter directo constituye el límite del bloque entre la localidad de Argayo y el río Sil. Entre las que limitan el bloque sin pertenecer al sistema longitudinal, merce destacar la falla de S.Pedro, que desde las inmediaciones de la localidad de S.Pedro de Paradela, se prolonga hacia el Sureste hasta incidir con la falla de Argayo.

Las fracturas de Peña Baubela, S. Pedro, Coriscado y El Acueducto, ponen en contacto al Carbonífero con materiales más antiguos, ordovícicos y silúricos.

Además de las señaladas, existen otras muchas fallas de menor importancia que añaden complejidad tectónica al borde Norte del bloque.

Localmente, como sucede al Oeste de Argayo o de S.Pedro de Paradela, el contacto Carbonífero-zócalo es una discordancia; esta característica se manifiesta en aquellas zonas en que el Carbonífero se prolonga, en forma de pequeños apófisis, hacia el Norte.

El borde occidental está constituido por una fractura, la falla de Fontoria de carácter directo y dirección general NNO-SSE.

El límite Sur, en su parte oriental, está definido por la prolongación hacia el Oeste del Complejo de Fracturas de Matarrosa, al Este del río Sil, que en este área se reduce a dos fracturas:la falla de Matarrosa-Monzón al Norte y la falla de Barrio de Langre al Sur.

La falla de Matarrosa-Monzón aparece como una falla aparen

temente directa, tal como se deduce de dos sondeos, el FM-5 y FM - 6 dados al Norte y Sur de su traza superficial respectivamente.

Este hecho contrasta con lo que sucede al Este del río Sil, donde el movimiento relativo aparente es inverso al que acaba de indicarse. Esto podría ser indicio de que los movimientos que en períodos tardíos han removilizado algunas de las fracturas podrían - haber actuado de manera diferente a un lado y otro de la falla del Sil.

Además de este sistema de fallas que limitan el bloque, éste está cruzado por 2 fallas transversales parealelas de dirección S.SO-N.NO conocidas como falla de Reguera y falla de Valdesalgueiro; la primera, situada más al Oeste, pasa por las inmediaciones del Pozo Julia y la segunda se sitúa 900 m al Este de la anterior; ambas dividen el bloque en 3 sub-bloques, más hundido el Oeste que el Central a su vez más hundido que el Oriental.

Por otra parte, la estructura plegada del bloque es extraordinariamente sencilla; está constituída por un sinclinal muy suave, el Sinclinal de Fabero, cuyo eje orientado ENE-OSO, se extiende - desde el río Sil hasta el Sur de la localidad de Fontoria. A la altura de la localidad de Fabero aparece un sinclinal cruzado, orientado NO-SE, que se manifiesta claramente en las explotaciones de la capa Primera del paquete de Fabero; el recubrimiento Terciario - existente impide la observación de este pliegue en superficie.

## 2.2.- GEOLOGIA LOCAL

El ensayo, tal y como ha sido mencionado anteriormente , tendrá lugar en el grupo Jarrinas en la zona denominada Santa Tere

sa, de la que nos vamos a ocupar a continuación.

El ámbito de explotación en esta zona es un sinclinal cuyo eje presenta una dirección variable entre N 50° E y N 70° E, es el sinclinal de Fabero enmarcado por el Norte y por el Este por dos áreas fracturadas sensiblemente octogonales.

El eje sinclinal se sitúa en profundidad desplazado hacia el S-SE en relación con su traza superficial, lo cual es coherente con el mayor buzamiento del flanco meridional que se aprecia en superficie; este buzamiento hacia el NNW oscila entre 17° y 21° hasta una distancia de unos 800 m del eje luego va atenuándose hasta-aflorar la capa con inlinaciones en torno a los 10°.

El flanco Norte muestra un buzamiento de unos 10°- 20° en las proximidades del eje, para luego al alejarse, incrementarse la inclinación hasta 16°- 18°.

Tanto en el tercio suroriental como en el extremo noroccidental, aparecen sendas fallas paralelas, que introducen cambios significativos en los rumbos e inclinaciones de los buzamientos.

Estas fallas están lo suficiente alejadas entre sí, tal y como puede observarse en el Plano n° 2, y de la zona elegida para el ensayo que no introducen ninguna modificación.

La zona elegida es perfectamente conocida, y ha sido ampliamente explotada en los paneles contíguos.

Por otro lado, se dispone de las galerías, que definen el panel, lo suficientemente avanzadas, como para asegurar que no exis

ten trastornos geológicos importantes que afecten al desarrollo de la explotación minera.

## 2.3.- PANEL DEL ENSAYO

El panel elegido para la realización del ensayo está contenido en la zona Santa Teresa, sobre la capa 1ª Jarrina del grupo minero Jarrinas, y recibe la denominación de " 3er panel de Santa Teresa" Vease plano n° 3.

### 2.3.1.- Caracteristicas geotécnicas de los hastiales

De acuerdo con la información recopilada se ha elaborado el corte estratigráfico de la 1ª Jarrina que se muestra en la figura n° 1.

Esencialmente la información obtenida está constituída por los levantamientos estratigráficos de los sondeos JC-10 y JC-12 , próximos a la zona a explotar, y por los levantamientos facilitados por el Servicio geológico de Antracitas de Gaiztarro, S.A.

De acuerdo con todo ello puede afirmarse que el techo inmediato de la capa está constituído por un banco de pizarras de unos 2 m de potencia sobre el que se apoya un banco de arenisca con niveles lutíticos depequeña potencia.

El muro de la capa está constituído inicialmente por un banco de lutitas, con hiladas de carbón, que tiene una potencia media del orden de 2 m; a partir de este nivel las lutitas se van transformando a areniscas de grano grueso.

# CORTE ESTRATIGRAFICO (GRUPO JARRINAS)

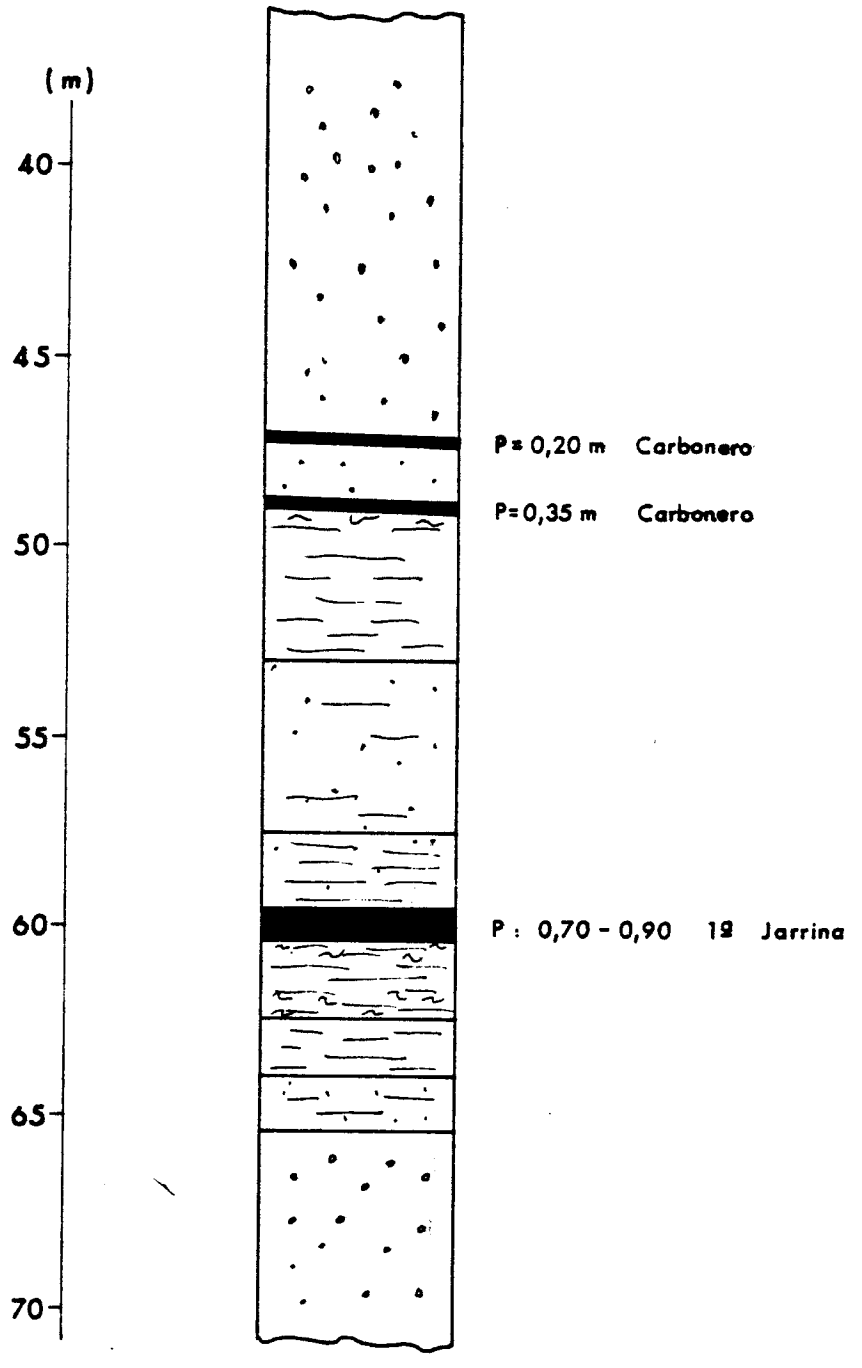



Fig. nº 1

Escala 1:200

No se han realizado ensayos mecánicos de resistencia sobre muestras tomadas específicamente en el área objeto del ensayo; pero pueden utilizarse para estimar las características necesarias de estas rocas los resultados de los ensayos realizados por Geocontrol, S.A. para un proyecto sobre el sostenimiento de galerías en El Bierzo que está realizando para el INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA. De acuerdo con los datos disponibles a las pizarras del techo de la capa cabe aunarle una resistencia a compresión simple del orden de 65 MPa, mientras que para las lutitas del muro la resistencia será del orden de unos 50 MPa. Estos valores re refieren a la roca intacta y deben corregirse en función de la fracturación existente. Para ello pueden utilizarse los factores propuestos por WILSON (1977) que se incluyen en el Cuadro I.

De acuerdo con ésto para el techo de la capa Jarrina, cabe utilizar un coeficiente reductor de 4 y de 5 para el muro. De acuerdo con ésto, la resistencia a compresión simple que resulta sería de 16,2 MPa para el techo y de 10 MPa para el muro.

La profundidad a que se encuentra el taller objeto del ensayo varía entre 30 y 60 m por lo que, con una densidad de los terrenos de 27 $KN/m^3$, resulta una presión vertical del macizo vírgen comprendidad entre 0,8 y 1,60 MPa. Comparando este valor con la resistencia a compresión simple, $\sigma_{CT}$, resulta para el techo de la capa que:

$$20 > \frac{\sigma_{CT}}{\sigma_V} > 10$$

| ESTADO DE FRACTURACION DEL MACIZO | VALOR DEL COEFICIENTE DE REDUCCION |
|---|---|
| Roca masiva sin discontinuidades (Hormigón) | 1 |
| Discontinuidades muy separadas en roca fuerte | 2 |
| Discontinuidades apreciables en roca fuerte | 3 |
| Discontinuidades muy próximas en roca normal | 4 |
| Discontinuidades muy próximas en roca blanda | 5 |
| Rocas rotas en las proximidades de las fallas | 6-7 |

CUADRO I. Valores del coeficiente de reducción para estimar la resistencia a compresión simple del macizo rocoso según WILSON (1977)

Esto podría hacer pensar que este taller debería estar sometido a golpes de techo importantes pero ello no es así ya que las pizarras del bajo techo al estar bastante estratificadas no tienen un comportamiento frágil y se deforman notablemente al trabajar a flexión en los vanos que crea la explotación. Por otro lado dada la reducida potencia de la explotación, el esponjamiento normal del banco de pizarra de 2 m, situado en el techo inmediato permite rellenar completamente el hueco creado por lo que la rotura del techo de arenisca produce efectos dinámicos muy limitados.

Por otro lado hay que tener en cuenta que la práctica de la explotación de esta capa en los últimos quince años no registra ningún incidente relacionado con golpes de techo.

En cuanto al muro de la capa la resistencia efectiva qué cabe esperar, del orden de 10 MPta, asegura que no debe haber ningún problema con el desplazamiento del sostenimiento hidráulico del tajo.

2.3.2.- Capa a explotar

La capa elegida para la realización del ensayo es la 1ª Jarrina, que ha sido ampliamente explotada por Antracitas de Gaiztarro, S.A. en el grupo minero Jarrinas, y por tanto, sus características y comportamiento son bien conocidas.

Las labores de preparación del panel elegido se encuentran muy avanzadas, de tal forma que se han podido reconocer 325 m en la galería de cabeza y 130 m del pozo de monta.

Las conclusiones obtenidas del reconocimiento realizado son:

- La capa mantiene una gran regularidad a lo largo de toda la corrida, siendo la potencia media de caja 0,836 m. Los valores más extremos observados han sido 1,03 m y 0,65 m, correspondiendo este último a una zona con un trastorno tectónico de ámbito muy reducido. En las figuras n° 2 y 3 se muestra la evolución de la potencia de la capa en la galería de cabeza y en el pozo de monta.

- La capa, de techo a muro, presenta la composición media siguiente:

  a) Un nivel de carbón duro y limpio de 0,313 m de espesor.

  b) Un nivel de lutita de 0,106 m de espesor, bastante duro.

  c) Un nivel de carbón, bastante limpio con abundancia de finos con un grosor medio de 0,249 m.

  d) Por último, al muro se presenta una lutita carbonosa, con numerosas hiladas de carbón, constituyendo un verdadero hojaldre que en algunas zonas es considerablemente dura. El espesor medio de este nivel es - 0,168 m.

En la figura n° 4 se muestra la composición media de la capa 1ª Jarrina en la galería de cabeza y en el pozo de monta del tajo así como la composición media total obtenida a partir de los datos anteriores.

Especial interés, bajo el punto de vista del ensayo de arranque por rozadora, tiene el grosor del nivel intermedio de lutita, conocido habitualmente como "CUÑA".

# CARACTERISTICAS DE LA CAPA EN GALERIA CABEZA

# 3er PANEL DE SANTA TERESA

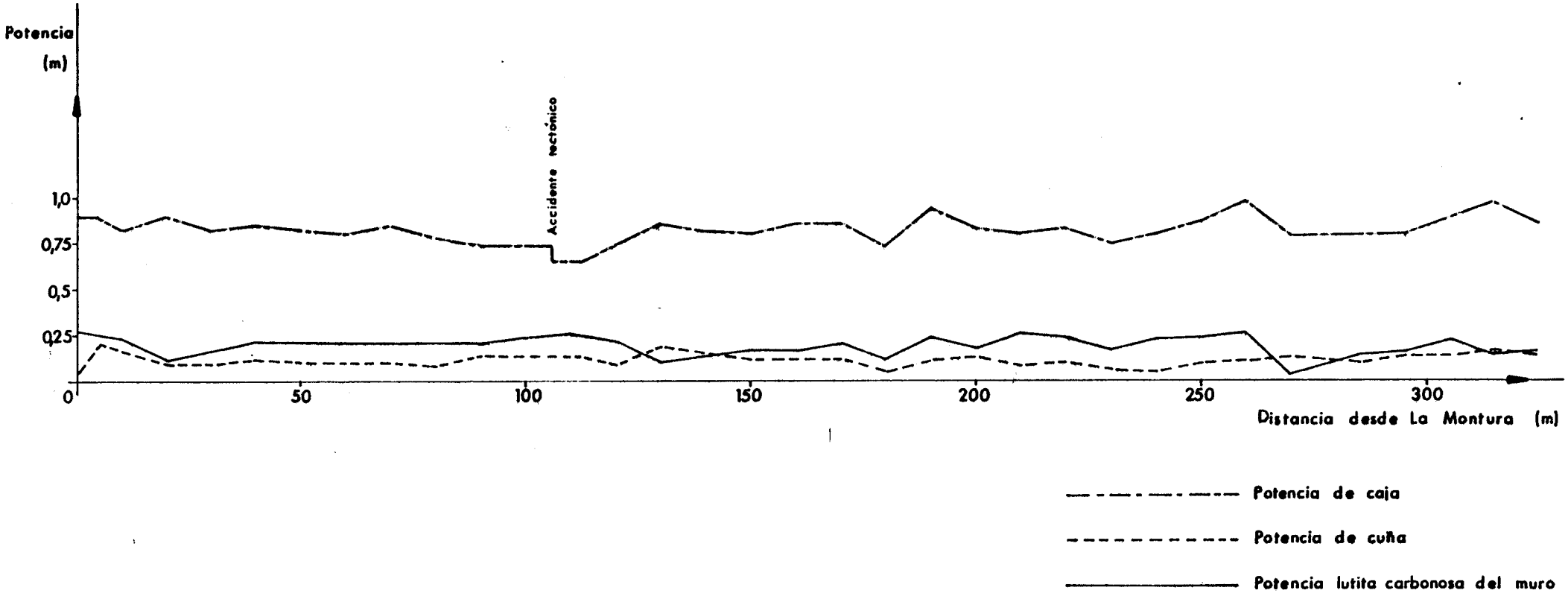



Fig. nº 2

# CARACTERISTICAS DE LA CAPA EN EL POZO DE MONTURA

## 3er PANEL DE SANTA TERESA

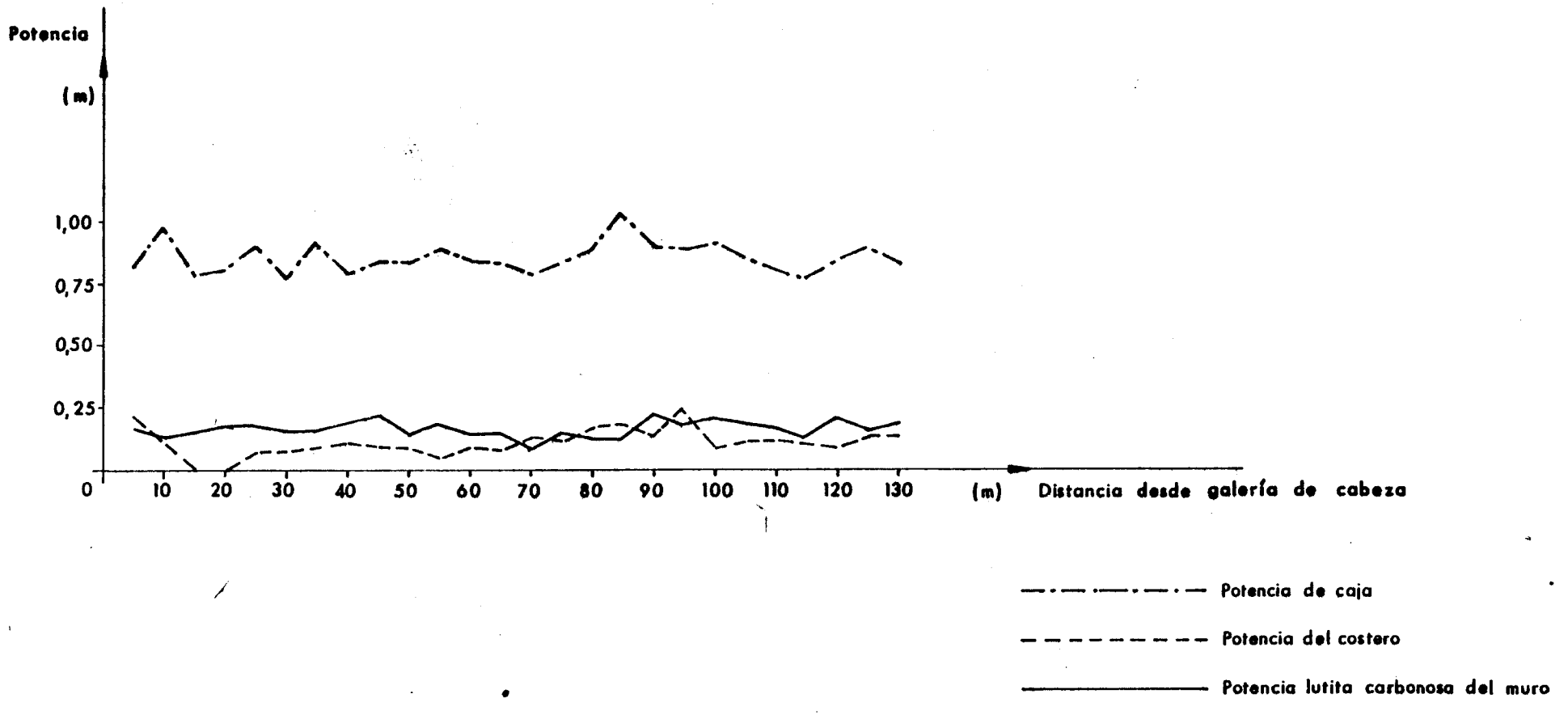
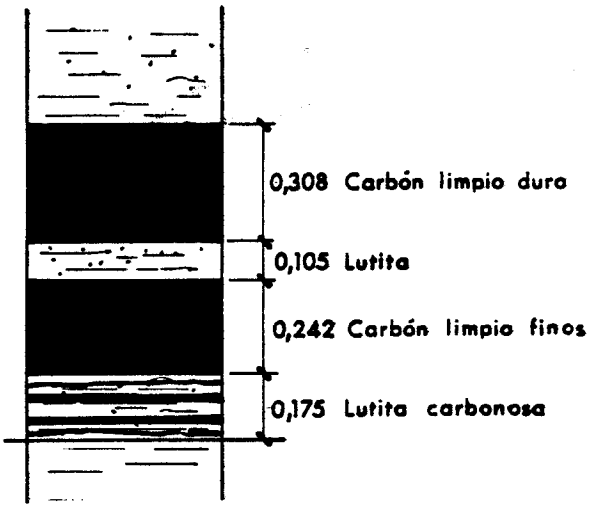



Fig. nº 3

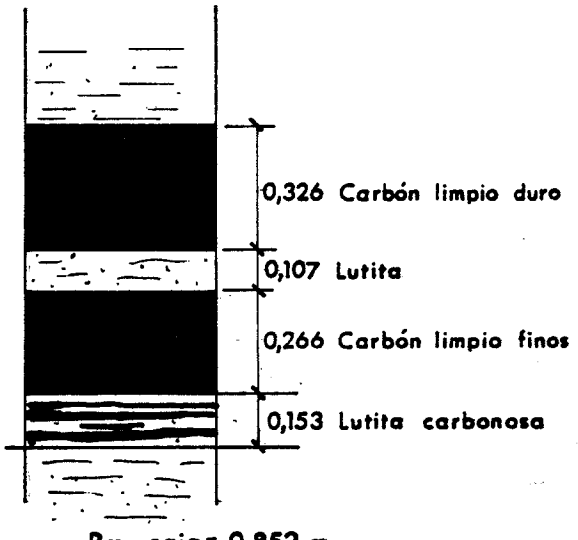
# COMPOSICION MEDIA DE LA CAPA

GALERIA CABEZA 3er PANEL DE SANTA TERESA



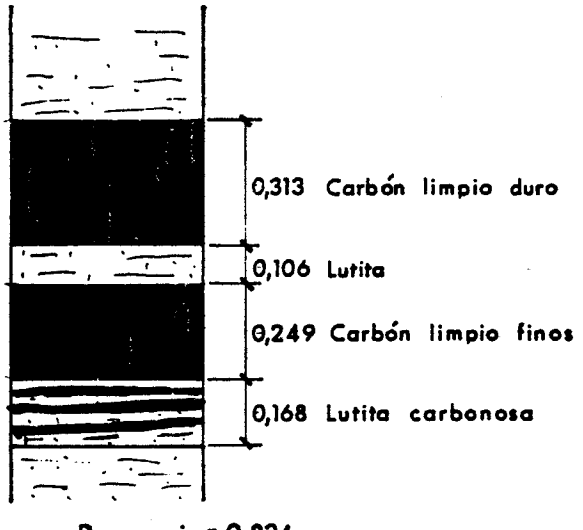

Pm caja = 0,830 m

POZO DE MONTURA 3er PANEL DE SANTA TERESA




Pm caja = 0,852 m

COMPOSICION MEDIA




Pm caja = 0,836 m

Fig. nº 4

Escala 1:20

Esta se mantiene muy regular a lo largo de la corrida, y supone el 12,7% de la caja, con una potencia media de 10,6 cm.

En los 60 puntos observados a lo largo de los 455 m de labores reconocidas, el espesor máximo alcanzado es 25 cm y el valor medio obtenido es 10,6 cm; pero es necesario precisar que según aumenta el grosor también aumenta el número de hiladas de carbón contenidas en la misma, siendo por lo tanto menos resistente.

Se han realizado ensayos con la prensa Franklin con muestras de la cuña tomadas en el pozo de monta y, a partir de ellos, la resistencia a compresión simple de la roca intacta se puede estimar variable entre 30 y 70 MPa.

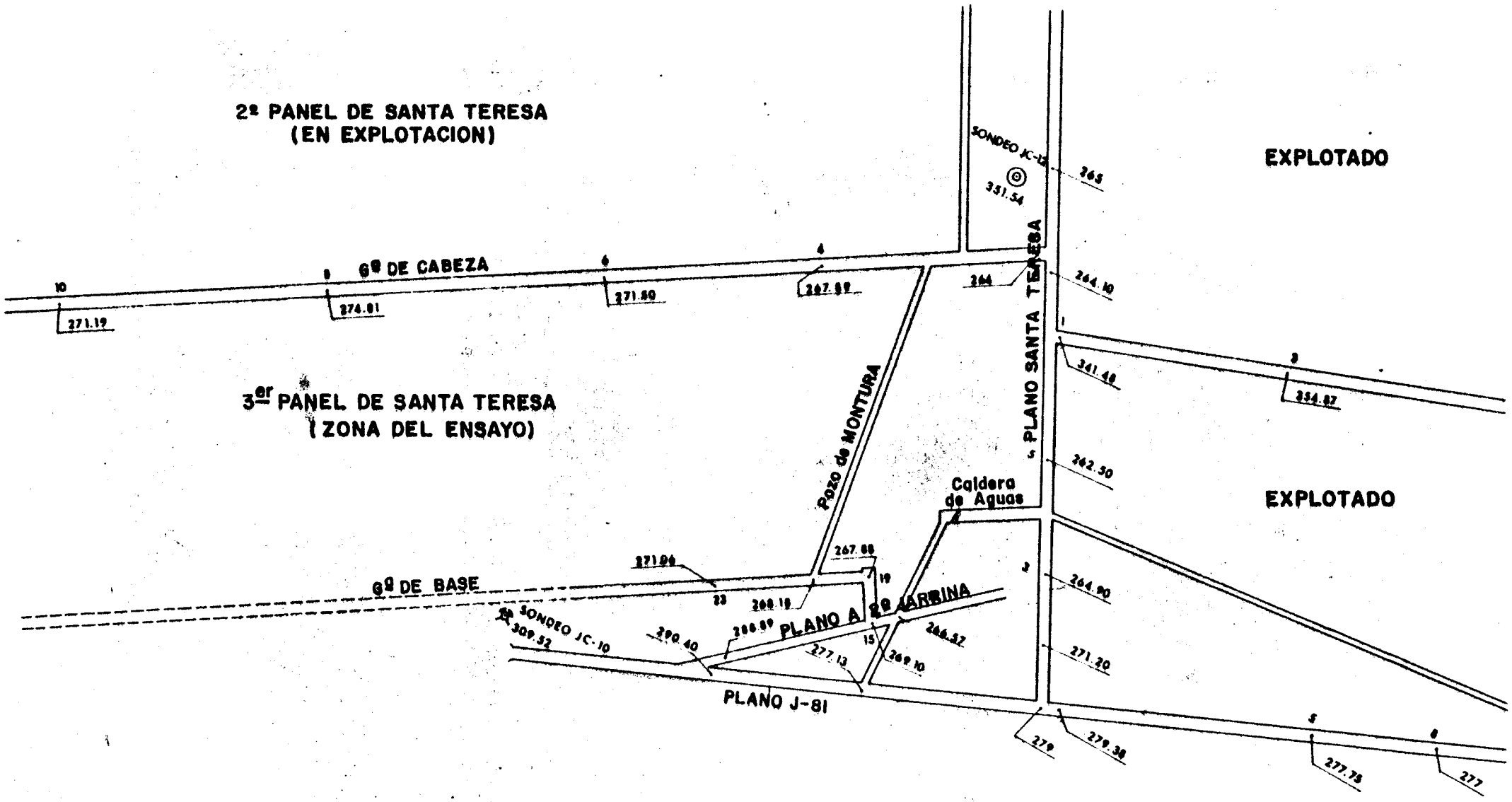
2.3.3.- Infraestructura

El panel donde se va a realizar el ensayo se encuentra muy próximo al exterior, ya se ha indicado que los recubrimientos son muy pequeños, y consecuentemente la infraestructura es muy simple tal como se muestra en la figura nº 5.

El acceso desde el exterior se hace a través del plano en roca J-81 del que a unos 65 m parte un recorte que enlaza directamente con la galería de base de la 1ª Jarrina en el panel objeto del ensayo. El acceso a la galería de cabeza se logra siguiendo la prolongación del plano J-81 hasta llegar al plano Sta. Teresa, que se ha trazado en capa, desde el que hay acceso directo a la galería de cabeza.

Es de destacar que para acceder por la galería de base al taller objeto del ensayo hay que efectuar un recorrido inferior a los 200 m, de los cuales aproximadamente 100 son de plano inclinado. Por esta razón el acceso y tiempo de presencia en el taller objeto

# GRUPO JARRINAS. INFRAESTRUCTURA




Escala: 1/2.000

Fig. 5

del ensayo son óptimos lo cual es muy favorable para el desarrollo del ensayo.

## 3.- METODO DE EXPLOTACION

El método de explotación que habitualmente se sigue en Antracitas de Gaiztarro es el de tajo largo en avance con hundimiento en la zona deshullada. En este caso como máquina de arranque se utilizará una rozadora "in web" soviética, modelo K-103; el sostenimiento de la calle de trabajo se encomienda a pilas hidráulicas marchantes WESTFALIA modelo K-11 y el transporte del carbón arrancado se realizará mediante un transportador blindado de rascletas modelo SP-202-B-1 de origen sovietico.

En el taller objeto del ensayo se llevará un nicho en la unión con la galería de cabeza mientras que en la galería de pie será la propia rozadora la que se ocupe de rozar todo el hueco necesario. La protección de las galerías respecto al tajo se realizará por medio de llaves de madera.

El transportador del tajo descargará en un repartidor situado en la galería de pie que verterá sobre una cinta transportadora que incorporará el carbón al circuito general de extracción.

En los apartados siguientes se expondrá detalladamente el diseño que se ha adoptado para el tajo largo objeto del ensayo y los servicios que le son necesarios.

## 3.1.- CARACTERISTICAS DEL TAJO

El tajo donde se va a realizar el ensayo se denominará 3$^{er}$ Panel Sta. Teresa y tendrá una longitud de 130 m. La corrida que se va a explotar será del orden de unos 500 m de los cuales en el período de los seis meses de ensayo se explotarán unos 360 m.

En la chimenea de monta, tal como se muestra en el plano n° 4, existe un desnivel medio de 1,2° aunque en el momento actual el taller será rigurosamente horizontal desde la galería de cabeza al punto medio y desde este punto hasta la galería de base tendrá una pendiente media de unos 4°.

En los apartados siguientes se indican las características más importantes de la maquinaria que se va a instalar en el tajo.

### 3.1.1.- Maquina de arranque

La máquina de arranque que se va a ensayar en este tajo es una rozadora cargadora bidireccional, soviética, modelo K-103. En la fotografía N° 1 se muestra una vista de la rozadora desde el lado del carbón a arrancar mientras que la fotografia n° 2 muestra la rozadora desde el lado del sostenimiento del tajo.

Esta máquina está diseñada para trabajar en capas de carbón de hasta 35° de pendiente, con una potencia comprendida entre 0,6 y 1,2 m. Para tajos con una pendiente superior a 7° es necesario el empleo de un cabrestante de seguridad colocado en la galería superior.

La rozadora K-103 tiene cuatro versiones cuyas características principales, en función del diámetro de los tambores con que va equipada, se muestran en el Cuadro II.

| DIAMETRO DE LOS TAMBORES DE CORTE (mm) | 560 | 630 | 710 | 800 |
|---|---|---|---|---|
| Límites de utilización (m) | 0,56-0,99 | 0,63-1,025 | 0,71-1,17 | 0,8-1,35 |
| Descenso del tambor por debajo del transportador (mm) | 70 | 80 | 90 | 60 |
| Longitud de la rozadora (m) | 4,6 | 4,7 | 5,1 | 5,2 |
| Altura máxima de la rozadora (mm) | 415 | 415 | 415 | 605 |
| Peso de la rozadora (kg) | 10.260 | 10.400 | 10.795 | 11.400 |

CUADRO II. Características generales de la rozadora K103

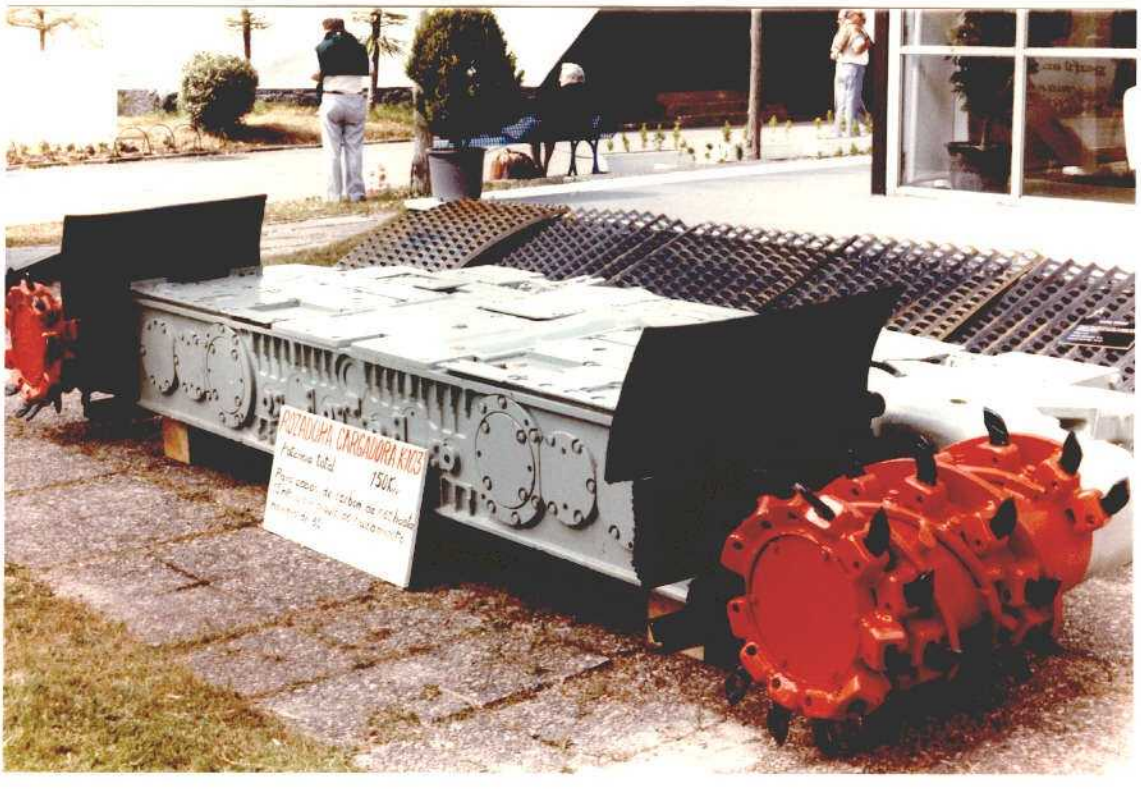



Foto nº 1

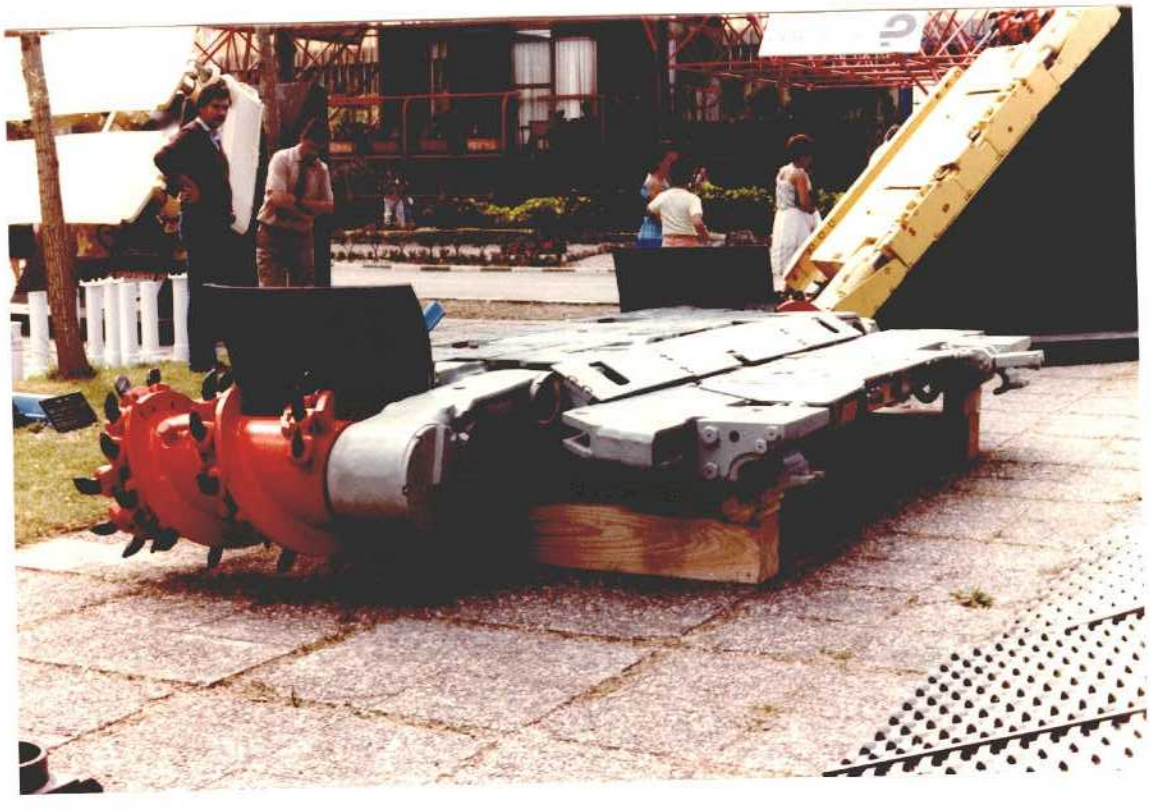


Foto nº 2

La rozadora que se va a ensayar en la capa 1ª Jarrina está equipada con tambores de 630 y 710 mm de diámetro, siendo la anchura de roza en todos los casos de 800 mm.

En el plano nº 5, obtenido del manual proporcionado por el fabricante se muestra la disposición general de la rozadora especificándose las piezas más importantes.

Las características más relevantes de esta rozadora son su pequeña altura y su reducida longitud. La pequeña altura se ha conseguido al colocar los motores y reductores en el hueco que existe entre los dos tambores de rozado, características comunes a todas las rozadoras "in web", y al hecho de utilizar un chasis de altura variable. La reducida longitud de la rozadora se debe a que el sistema de traslación se realiza mediante una cadena que, al contrario de las rozadoras habituales, no está fijado a los extremos del taller,sino a la propia rozadora mientras que en los extremos del taller se encuentran los motores de accionamiento de la cadena de traslación. Esto ha supuesto que pueda prescindirse en la rozadora del cabrestante de traslación con la lógica reducción de longitud y ganancia en potencia disponible para el arranque.

Conceptualmente la rozadora K-103 es una rozadora, en cuanto al sistema de corte y carga, pero su accionamiento de traslaciónesel habitualmente empleado en los cepillos.

A continuación se describirán detalladamente los componentes más importantes de la rozadora K-103.

3.1.1.1.- Sistema de corte

El sistema de corte de la rozadora K-103 está constituido por dos tambores provistos de picas que estan accionados por sendos motores gemelos de 75 KW, refrigerados por agua y alimentados a

500 V. El motor tiene una velocidad de sincronismo de 1.500 r.p.m. y la intensidad en el arranque, alimentado a 500 V, es de 480 A.

El par máximo que puede dar el motor es de 900 N.m. y el par en el arranque es de 800 N.m. El motor está dimensionado para realizar hasta 20 conexiones por hora.

Según las especificaciones del fabricante la rozadora puede cortar de forma económica carbones con una resistencia a compresión simple de hasta 30 MPa (300 $kg/cm^2$) y se admite que la capa de carbón tenga inclusiones de roca de hasta el 12% de la potencia en rozada con una resistencia a compresión simple de hasta 40 MPa (400 $kg/cm^2$).

En el caso concreto de la $1^a$ Jarrina el carbón dificilmente superará los 30 MPa de resistencia a compresión, aunque se aproximará a esa cifra, y por otro lado en la zona que ha sido examinada la cuña estéril presenta una potencia media de 10,6 cm que representa el 12,6% de la potencia total a rozar. Por otro lado la resistencia a compresión simple de la cuña se ha estimado entre 30 y 70 MPa. De estos valores cabe deducir que la rozadora se enfrenta a unas condiciones límite, por lo que se refiere a la capacidad de corte, pero de acuerdo con las experiencias recogidas en otros talleres donde se roza carbón y los terrenos de los hastiales, como en el caso de la rozadora K-105 que trabaja en Mequinenzas y en combustibles de Fabero así como la H-1 de HUNOSA, parece que los 150 KW con que está equipada la rozadora K-103 serán suficientes para obtener unos rendimientos razonablemente buenos.

En el plano n° 6 se muestra la disposición de las 32 picas con que está equipado cada uno de los dos tambores de corte de 630 mm de diámetro, mientras que en el plano n° 7 se muestra la disposición de picas y el desarrollo en un tambor de 710 mm de diámetro.

Las picas son de punto de fijación constante por lo que la altura de corte será variable a medida que se vayan afilando; habrá que clasificarlas cuidadosamente para que el tambor tenga un diámetro de corte homogéneo. La fijación de las picas se realiza por medio de un pasador de alambre que no parece demasiado robusto por lo que, a lo largo del ensayo, se controlará detalladamente su eficacia por si fuera conveniente adoptar un sistema de fijación más robusto. En el caso más extremo, si durante el ensayo se presentaran problemas de rotura o de pérdidas muy frecuentes de picas, se estudiará la posibilidad de equipar los tambores de corte con picas autoafilables.

La posición de los tambores durante el trabajo de corte puede ser regulada mediante sendos cilindros hidráulicos, gobernados por separado, que tienen cada uno una carrera de 175 mm. Los cilindros están situados en posición inclinada, de tal forma que con la carrera disponible cualquiera de los dos tambores puede situarse en la posición del corte que se desee dentro de la gama de potencia que se puede usar para cada tipo de tambores.

3.1.1.2.- Estructura de la rozadora

Estructuralmente la pieza más importante de la rozadora lo constituye el pórtico que tiene por misión conseguir el guiado y arrastre de los componentes de la rozadora.

El pórtico es un cuerpo de acero fundido en el que, del lado del frente a arrancar, van unidos los componentes de la máquina y, en el lado del sostenimiento de tajo, tiene incorporado el sistema de guiado y unión a la cadena de arrastre. El pórtico incorpora también todo el equipo hidráulico y la botonera de mando tal como se ilustra en el plano nº 8.

En la fotografia n° 2 se aprecian claramente las características principales del portico de la rozadora K-103.

Al pórtico está unido el sistema de guiado y apoyo de la rozadora que está compuesto por dos piezas, una llamada derecha y otra izquierda que se asientan mirando hacia el frente de carbón, que tienen cada una de ellas dos puntos de apoyo tal como se indica en el plano n° 9.

La rozadora va deslizando por medio de dos uñas, una en cada pieza de apoyo, en guiadera que está unida solidariamente al transportador del tajo. Del lado del frente de carbón las dos piezas de guiado tienen un apoyo que desliza sobre la parte horizontal de la pletina de carga que también está unida solidariamente al transportador. En la sección del plano n° 9 se aprecia perfectamente esta disposición.

Una singularidad de esta rozadora es que puede tener una altura variable respecto al muro de la capa permaneciendo el chasis (pórtico y sistema de guiado) totalmente horizontal en todas las posiciones. Para conseguir esto cada uno de los dos cuerpos de guiado dispone de un paralelogramo articulado con dos articulaciones móviles que es accionado por un gato hidráulico de elevación que actua en posición vertical situado sobre el patin de apoyo en el lado del frente del carbón. Ambos gatos hidrúalicos se gobiernan conjuntamente y cada uno tiene una carrera de 140 mm por lo que la altura del pórtico de la rozadora, medida desde el muro de la capa puede variar de acuerdo con los datos contenidos en el Cuadro III.

| DIAMETRO DE LOS TAMBORES (mm) | RANGO DE VARIACION DE LA ALTURA DEL PORTICO MEDIDA DESDE EL MURO (mm) |
|---|---|
| 560 y 630 | 415 - 555 |
| 710 | 415 - 555 |
| | (*) 520 - 660 |
| 800 | 605 - 745 |

CUADRO III. Variación de la altura del pórtico en la rozadora K-103

(*) En el caso de la rozadora equipada con tambores de 710 mm de diámetro en la versión normalizada el rango de variación de la altura del pórtico es de 415 a 555 mm pero puede pasar a ser de 520 a 660 mm utilizando unos suplementos especiales.

3.1.1.3.- Sistema de carga

La carga del carbón arrancado sobre el transportador del tajo se hace mediante tres mecanismos: tambor de rozado, deflector fijo y rampa de carga.

Cada tambor de rozado dispone de una pletina soldada en posición helicoidal junto a los portapicas, tal como se ilustra en la foto nº 1, que permite dirigir una parte importante del carbón arrancado hacia el transportador del tajo.

Justo detras de cada tambor existe un deflector fijo, solidario al cuerpo de la rozadora, que también colabora en el trabajo del cargue del carbón. Este deflector tiene un cuerpo central, que es una chapa metálica unida al cuerpo de la rozadora, al que en la parte inferior está unida una raqueta metálica orientable que es la que se encarga de realizar la mayor parte del trabajo. En la parte superior está colocado un suplemento flexible con objeto de impedir el paso de trozos del carbón arrancado hacia el cuerpo de la rozadora.

3.1.1.4.- Sistema de traslación

El sistema de traslación de la rozadora K-103 es, conceptualmente, similar al que se utiliza en los cepillos tipo ancla. En este caso la rozadora se desplaza arrastrada por una cadena de eslabones redondos de 26 x 92 mm, que admite un esfuerzo máximo de tracción de 200 KN. La cadena va amarrada en sus dos extremos a sendos alojamientos que existen en el pórtico de la rozadora y está guiada a lo largo del tajo en un alojamiento solidario al transportador del tajo; lógicamente el ramal que tira de la rozadora está situado en la parte superior de la canaleta, con salida libre al exterior, mientras que el ramal de retorno está alojado en la parte inferior de la canaleta. En las secciones A-A y B-B del plano nº 9 se aprecia claramente la canaleta de alojamiento de la cadena de tracción.

En los extremos del tajo, tal como se ilustra en el plano nº 10, estan situados sendos accionamientos de la cadena constituidos por conjuntos moto-reductores con una potencia unitaria de 37 KW cada uno y variación continua de velocidad entre 0 y 5 m/minuto.

De esto se deduce que la máxima velocidad de la rozadora, tanto en roza como en traslación, es de 5 m/minuto. Esta velocidad es suficiente para el trabajo de corte de la máquina, pero es pequeña para una traslación en vacio. Esto practicamente obliga a trabajar bidireccionalmente con la rozadora ya que el trabajo unidireccional dará una productividad sensiblemente inferior.

3.1.1.5.- Sistema de supresión de polvo

La rozadora K-103 lleva incorporados diversos difusores de agua a presión para eliminar el polvo que se produce durante el arranque del carbón. Los difusores estan situados en la parte alta del deflector fijo y en los tambores de corte junto a las picas de arranque. Estos últimos además de contribuir a eliminar el polvo producido tienen como misión crear una nube de agua que contrarreste la acción de las posibles chispas que se produzcan durante el trabajo de la rozadora.

El consumo de agua en condiciones normales oscila entre 90 y 130 litros por minuto, de los cuales el 60% aproximadamente se consume en los difusores de los tambores de roza.

La presión habitual del agua de riego es de 3,5 MPa (35 $kg/cm^2$) y la rozadora lleva incorporada una válvula electromagnética que corta la alimentación eléctrica a la rozadora cuando la presión del circuito del agua de riego en la rozadora es inferior a 1,2 MPa (12 $kg/cm^2$).

Para garantizar la presión del agua de riego, en la galería inferior debe colocarse un grupo motobomba con un motor de 30 KW alimentado a 500 V, que dispone de un filtro centrifugo para impedir la llegada de impurezas en los difusores.

3.1.1.6.- Mantenimiento

En principio está previsto que durante el desarrollo del ensayo se trabaje a dos relevos, uno de los cuales será dedicado a labores de arranque y el otro al mantenimiento de la rozadora.

Dentro de las operaciones de mantenimiento preventivo que se deben realizar debe dedicarse una especial atención al control de las picas de los tambores de roza y a verificar el nivel de aceite en los distintos accionamientos de las máquinas.

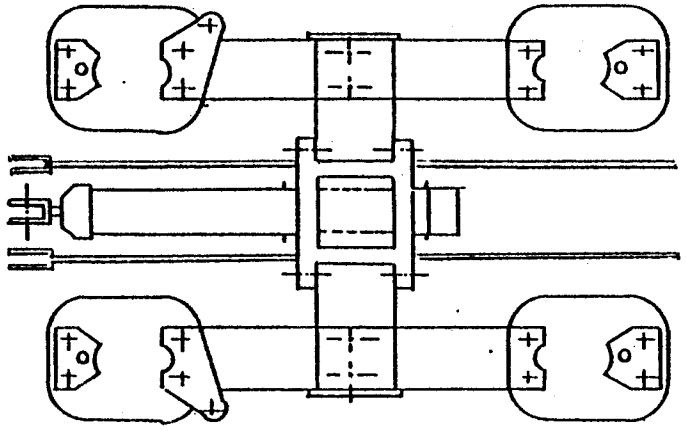
Las picas perdidas, rotas, dobladas o desgastadas deben ser repuestas inmediatamente por otras, nuevas o reafiladas,que tengan los angulos de corte originales. Cuando se utilicen picas reafiladas se procurará que todas las picas presenten la misma altura de corte para que el trabajo de la rozadora sea lo más uniforme posible.

Se deberá prestar especial atención a las fugas de aceite que se aprecien en la máquina para lo cual habrá que tener muy en cuenta la información recogida en el parte de trabajo del relevo anterior en el que se recogerán todas las anomalías registradas.

En el plano nº 11 se muestra la disposición de los tapones de control y llenado para realizar el engrase de la rozadora K-103.

3.1.2.- Sostenimiento

El sostenimiento del tajo se realizará con pilas autodesplazables hidráulicas WESTFALIA tipo K-1.1. que se han venido utilizando en ANTRACITAS DE GAIZTARRO, S.A., desde hace varios años, con plena satisfacción. En la figura nº 6 se muestra un esquema con las dimensiones de estas pilas.



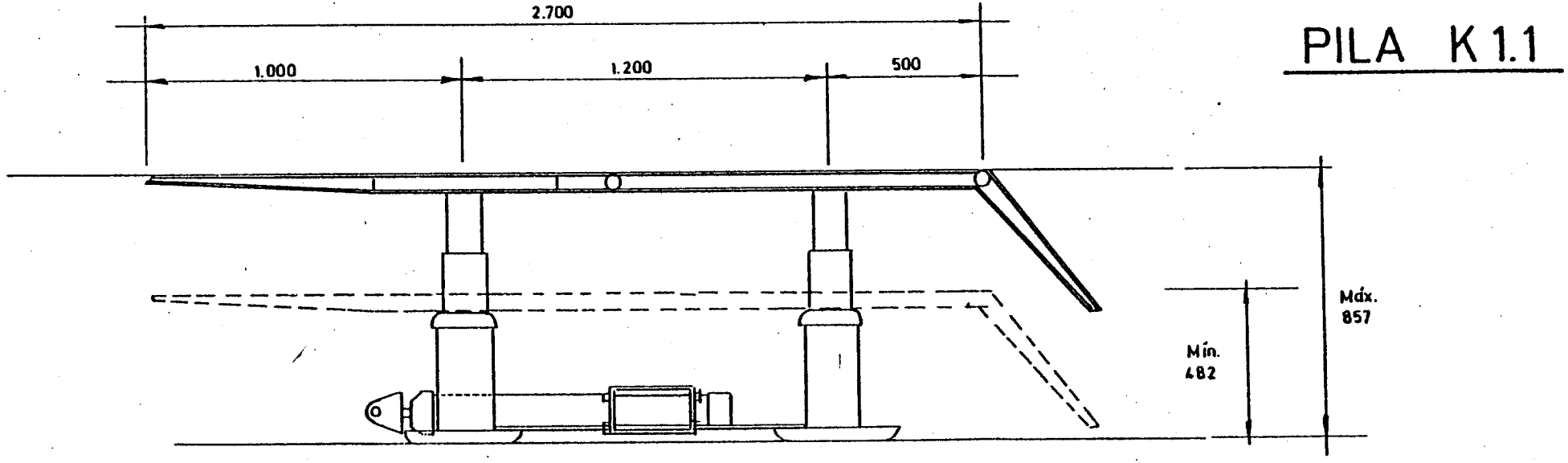



Figura nº 6

3.1.2.1.- Adaptación de las pilas existentes

Dado que hasta ahora estas pilas se han utilizado en ANTRACITAS DE GAIZTARRO, S.A., en tajos largos equipados con cepillos ha sido necesario proyectar una serie de reformas para adaptar estas pilas a las condiciones de trabajo específicas del tajo equipado con la rozadora K-103.

Estas reformas afectan al accionamiento de las pilas, a su sujeción al transportador del tajo y al espacio dedicado al paso del personal.

Hasta ahora en los tajos de ANTRACITAS DE GAIZTARRO, S.A. las pilas hidráulicas, que eran del tipo de cuadros gemelos, estaban independizadas del transportador ya que ellas disponían de un cilindro para realizar el avance de cada uno de los cuadros de la pila y el transportador era ripado por otros cilindros, que actuaban contra el techo del tajo, independientemente de las pilas. La carrera del cilindro de desplazamiento de las pilas era del orden de 600 mm, y con la profundidad de roza prevista en el tajo de la rozadora K-103 ha sido necesario modificar la carrera de los cilindros de desplazamientos para facilitar la operatividad en el tajo. Para ello se han unido los dos cuadros de las pilas formando una unidad compacta, ahora del tipo pilas monobloc, que se ha dotado de un cilindro desplazador de doble efecto que tira de la pila con una fuerza de 62 KN y empuja al transportador del tajo con una fuerza de 160 KN. De esta forma se consigue eliminar también los cilindros de ripado con lo cual se simplifica el trabajo en el tajo.

Para facilitar el trabajo de los nuevos cilindros de desplazamiento se han colocado dos barras de guiado y dos patines laterales a cada una de las pilas, cuya anchura total es ahora de 1,5 m, tal como se muestra en la fotografia nº 3.

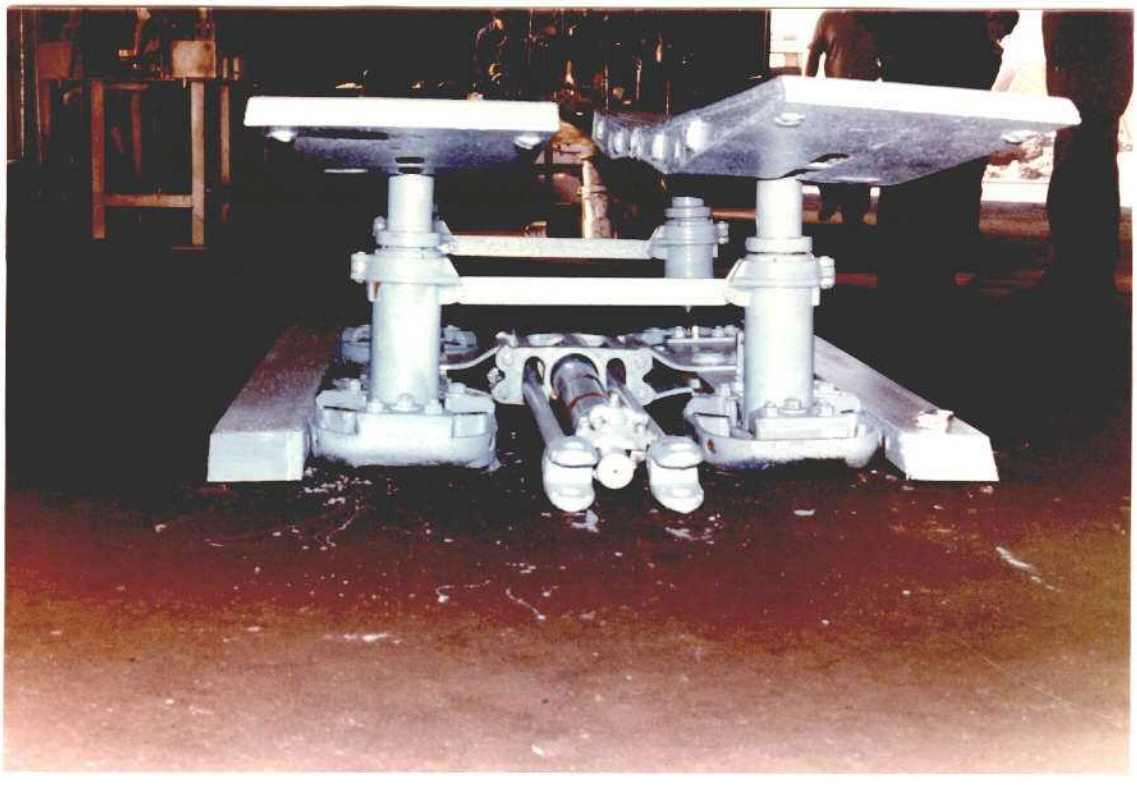


Foto nº 3.- Detalle del nuevo cilindro de desplazamiento y de las barras y patines de guiado.

El accionamiento de las pilas de cuadros gemelos se realizaba desde cada uno de los cuadros de cada pila; ahora al desplazar la pila como una monobloc el accionamiento de la pila se efectuará desde la contigua para garantizar la seguridad del operario encargado del desplazamiento. Para conseguir esto ha sido necesario modificar los distribuidores hidráulicos de las pilas y sustituir los latiguillos hidráulicos por otros más largos que permitan ubicar los distribuidores en la pila contigua.

Para facilitar el paso del personal a lo largo del tajo se ha habilitado el espacio entre los estemples de las pilas para lo cual se han ocultado los latiguillos de mando de los estemples delanteros y del cilindro desplazador y también se ha modificado la posición de los distribuidores que ahora estan situados junto a los estemples traseros. De esta forma, tal como se ilustra en la fotografia n° 4, queda un espacio mínimo para la circulación del personal de 1,0 x 0,56 $m^2$ que mejora notablemente la situación anterior.

3.1.2.2.- Cálculo del sostenimiento del tajo

En los tajos largos como el que es objeto de este proyecto resulta especialmente indicado aplicar la teoria de Jacobi para calcular si la presión del sostenimiento sobre el techo es la correcta.

Según Jacobi en un tajo largo subhorizontal con hundimiento, la portancia del sostenimiento está definida por la expresión:

$$P = \frac{M}{(f-1)} \cdot \gamma \cdot K \qquad (1)$$

Foto nº 4.- Detalle de la calle de paso de personal en las pistas de tajo equipado con la rozadora K-103.

Donde:

K : es un coeficiente de seguridad (1,6)
f : coeficiente de expansión de los estratos del bajo techo (1,5)
$\gamma$ : peso específico del terreno (25 $KN/m^3$)
M : potencia de la capa (m)
P : portancia ($KN/m^2$)

Sustituyendo K, f y $\gamma$ en (1), se tiene:

$$P = 80 \cdot M \ (KN/m^2) \qquad (2)$$

La potencia de la capa a explotar es 0,85 m, sustituyendo este valor en la expresión (2), se obtiene una portancia de 68 $KN/m^2$.

Si se estima que el voladizo de terreno suspendido sobre cada pila se extiende en una longitud de 2,0 m por detrás de la entibación y 0,8 m por delante del frente, y dado que la distancia entre el frente y el extremo posterior de la entibación es de 3,6 m, antes del paso de la rozadora, la longitud total del voladizo sería 6,4 m. La portancia necesaria por metro de frente sería 435,2 KN.

En el instante posterior al paso de la rozadora, la longitud de voladizo se verá incrementado en la anchura de la roza 0,8 m; siendo por tanto en este caso 7,2 m y la portancia por metro de frente 489,6 KN.

Como la anchura nominal de las pilas es de 1,5 m, la fuerza aplicada sobre cada unidad sería 652,8 y 734,4 KN antes y después del paso de la rozadora.

Las pilas Westfalia modelo K.1.1. están dotadas de cuatro estemples verticales, con un diámetro interior de cilindro de 110 mm.

El suministro de fluído hidráulico a las pilas se efectúa a una presión de 25 $MN/m^2$, que dada la sección de los cilindros supone una fuerza de colocación de las pilas de 950 KN.

Por otro lado, la presión máxima en las pilas está limitada por una válvula de seguridad regulada a 45 $MN/m^2$, siendo el empuje máximo que puede obtener la pila antes de su deslizamiento de 1.710 KN.

Los valores anteriores muestran que la portancia de las pilas cubren el campo de presiones del terreno.

La instalación hidráulica está compuesta de 3 bombas acopladas en paralelo a la red, y de una unidad adicional en reserva, que suministrarán fluido a dos tajos en operación, teniendo acopladas 180 pilas a la red, de las cuales, 85 unidades corresponden al taller de la rozadora.

Las bombas son gemelas, modelo URACA, dotadas de 3 émbolos KD-208, y válvulas de seguridad HHW5-64 capaz de actuar en un campo de presiones de 14 a 40 $MN/m^2$. La potencia de cada unidad es de 22 KW y suministra un caudal de 30 l/min., a una presión máxima de 30 $MN/m^2$. Se dispone de un depósito de fluído hidráulico de 0,6 $m^3$ de capacidad, siendo la composición de la emulsión empleada de 5% aceite y el resto agua.

La red general de suministro y retorno de fluido hidráulico está compuesta de tubería de 19 y 25 mm de diámetro interior, respectivamente, siendo la unión de las tuberías del tipo NW rapido.

### 3.1.3.- Transportador del tajo

En la figura n° 7 se muestra el perfil de las chapas del transportador del tajo que es del tipo SP-202-B-1 que equivale a uno del tipo PFI-500 fabricado por Westfalia. Este es un transportador de tipo medio, adecuado a un taller de las características del que va a ser equipado con la rozadora K-103. El transportador dispone de dos grupos de accionamiento, uno en cada uno de los extremos del tajo, equipados originalmente cada uno con un motor eléctrico de 55 kilowatios, un acoplador hidráulico y un reductor que permite que la velocidad de las racletas sea de 1,2 m/seg.

Las chapas del transportador estan cerradas en su cara en contacto con el muro de la capa para disminuir al máximo el arrastre de carbón por el retorno y para facilitar el desplazamiento del transportador. Del lado del macizo de carbón a arrancar el transportador lleva incorporada una rampa metálica que tiene como misión terminar el carque del carbón arrancado y servir de pista de apoyo al patín de la rozadora. En el lado del sostenimiento el transportador del tajo incorpora la guia de apoyo de la rozadora, las canaletas para el guiado de la cadena de arrastre de la rozadora y el alojamiento de los cables eléctricos y manguera de agua. En el plano n° 9 se ilustra claramente esta disposición.

Para facilitar el desplazamiento del transportador del tajo, en la galería de base se colocará un anclaje hidráulico WESTFALIA, que se ilustra en las figuras n° 8 y 9, que es habitualmente utilizado en los tajos de ANTRACITAS DE GAIZTARRO, S.A. Este anclaje sirve además de apoyo a la cabeza motriz del transportador que practicamente estará fuera del tajo, en la galería de base, con lo cual se puede eliminar el nicho inferior del tàller. La entrada en roza de la rozadora se conseguirá mediante pasadas oblicuas cortas, o "cuñas", ayudada por el empuje de los cilindros de desplazamiento.

# TRANSPORTADOR DE TAJO SP-202-B-1

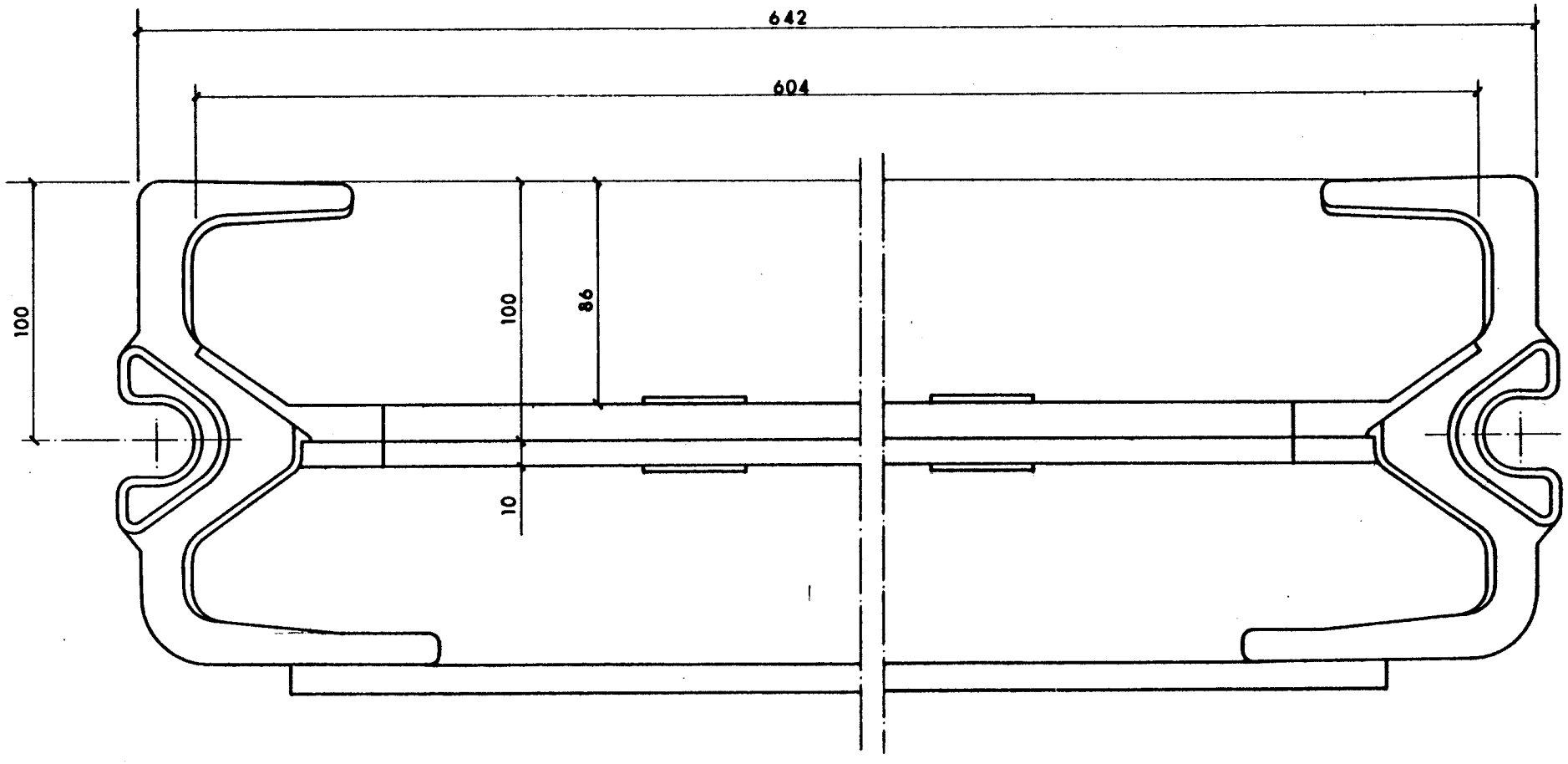



Fig. nº 7

# ANCLAJE EN GALERIA DEL PANCER DE TAJO

(PLANTA)

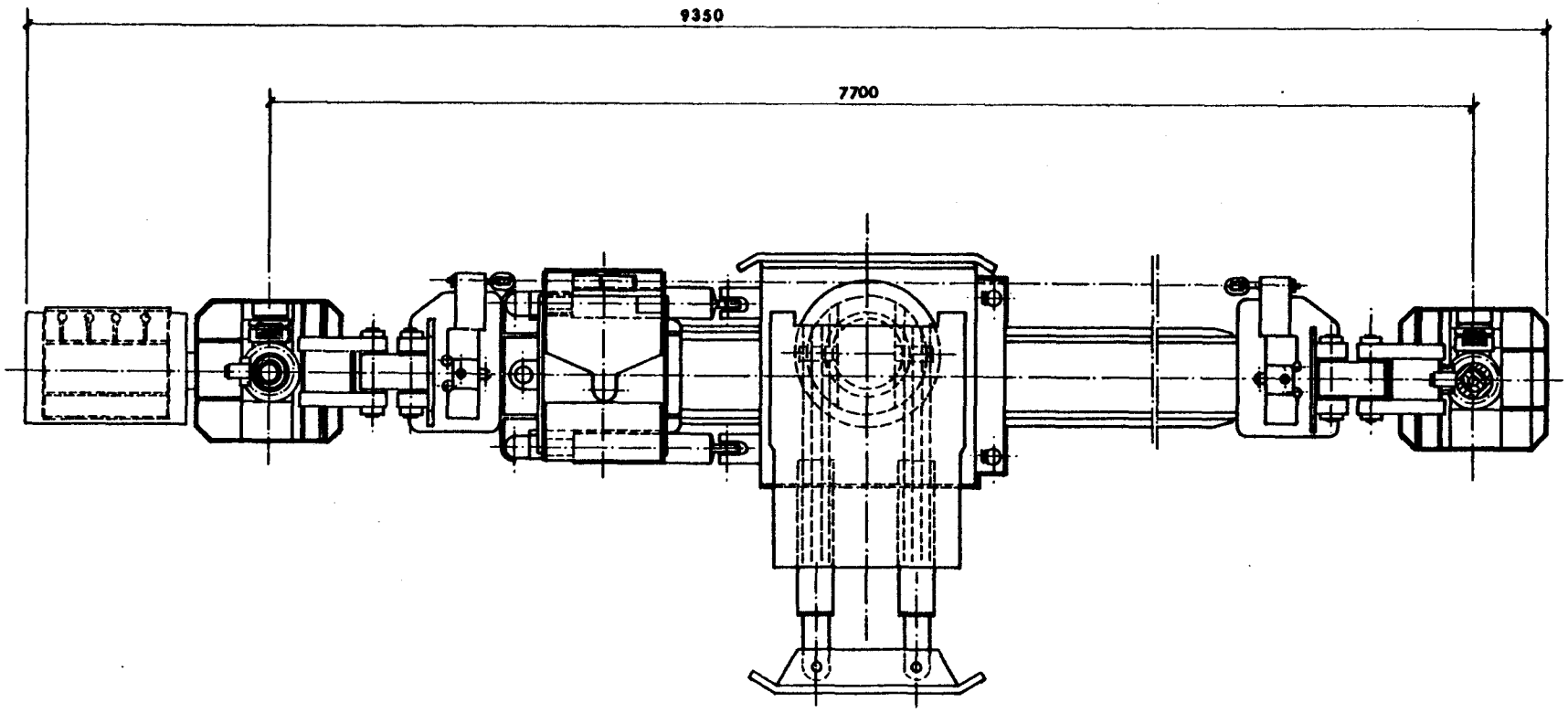



Fig. nº 8

## ANCLAJE EN GALERIA DEL PANCER DE TAJO

(ALZADO)

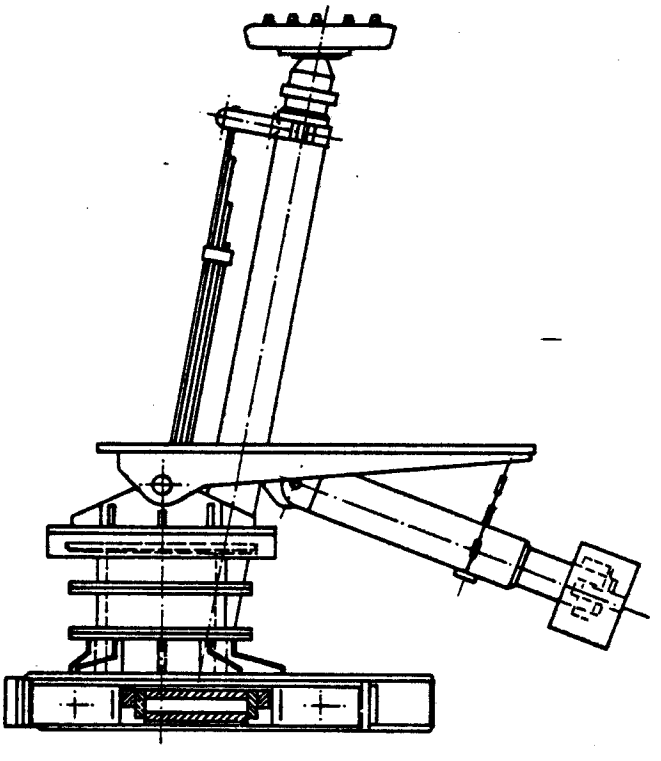


Fig. nº 9

En la galería de cabeza no se podrá colocar este anclaje para no impedir el servicio al tajo que esta avanzando en el segundo panel; por ello, será necesario llevar un nicho adelantado que se avanzará a martillo picador.

### 3.1.4.- Control del techo en la zona deshullada

El hueco correspondiente a la zona deshullada se rellenará con los terrenos procedentes del hundimiento del techo que es la práctica habitual en ANTRACITAS DE GAIZTARRO, S.A.

Para proteger las galerías del tajo de los efectos del hundimiento en la zona deshullada se colocarán siguiendo el avance del tajo tres filas de llaves de madera en cada uno de los dos extremos del taller. Estas llaves de madera tendrán un mínimo de nueve puntos de contacto, estarán hechas con madera encuadrada de 2 m de largo y tendrán una separación longitudinal en sentido de avance del taller de 1 m.

## 3.2.- GALERIAS DEL TAJO

La galeria de cabeza del tajo parte del Plano Sta. Teresa y es a su vez galería de base del tajo que arranca el segundo panel Sta. Teresa, que está muy adelantado respecto al tajo objeto del ensayo. Actualmente se dispone en esta galería de un avance de 390 m que es ampliamente suficiente.

La galería de base esta asida al plano inclinado a 2ª Jarrina, mediante un recorte en roca de unos 20 m de longitud. Actualmente la galería de base está avanzada unos 120 m por delante del pozo de monta del tajo objeto del ensayo.

### 3.2.1.- Secciones

Las galerías son de sección trapezoidal con 3,5 m de altura, 4,5 m de ancho en la base y 4 m en el techo lo cual supone una sección final de 14,87 $m^2$. En todos los casos el techo de la galería se corresponde con el techo de la capa. En la fotografia nº 5 se muestra una vista del frente de avance actual de la galería de base del tajo objeto del ensayo. La sección de estas galerías está ampliamente dimensionada para las exigencias de los tajos.

### 3.2.2.- Sostenimiento

El sostenimiento de estas galerías se efectua con cuadros metálicos mixtos ya que la trabanca es rígida y está realizada con perfil laminado tipo I120 mientras que los pies derechos estan realizados con perfiles metálicos tipo TH de 21 kg/m. Los pies derechos tienen una grapa que permite su deslizamiento en sentido vertical y están unidos a la trabanca mediante una articulación.

Los cuadros metálicos se colocan cada metro de galería y están unidos entre sí por medio de dos tresillones metálicos.

Los hastiales de las galerías se mantienen firmes antes y después del paso de la explotación, no produciéndose derrabes, por lo que no se procede a su enrachonado.

Aunque el techo es muy regular, con una fracturación escasa y una resistencia media alta, el sostenimiento de estas galerías debe ser reforzado trás el paso del tajo. Para ello se coloca en el centro de la galería un puntal metálico constituido por dos tramos rectos de perfil TH de 21 kg/m asidos por las grapas.

Con este sostenimiento las galerías de tajos del grupo Jarrinas de ANTRACITAS DE GAIZTARRO, S.A. se utilizan para dar servi-

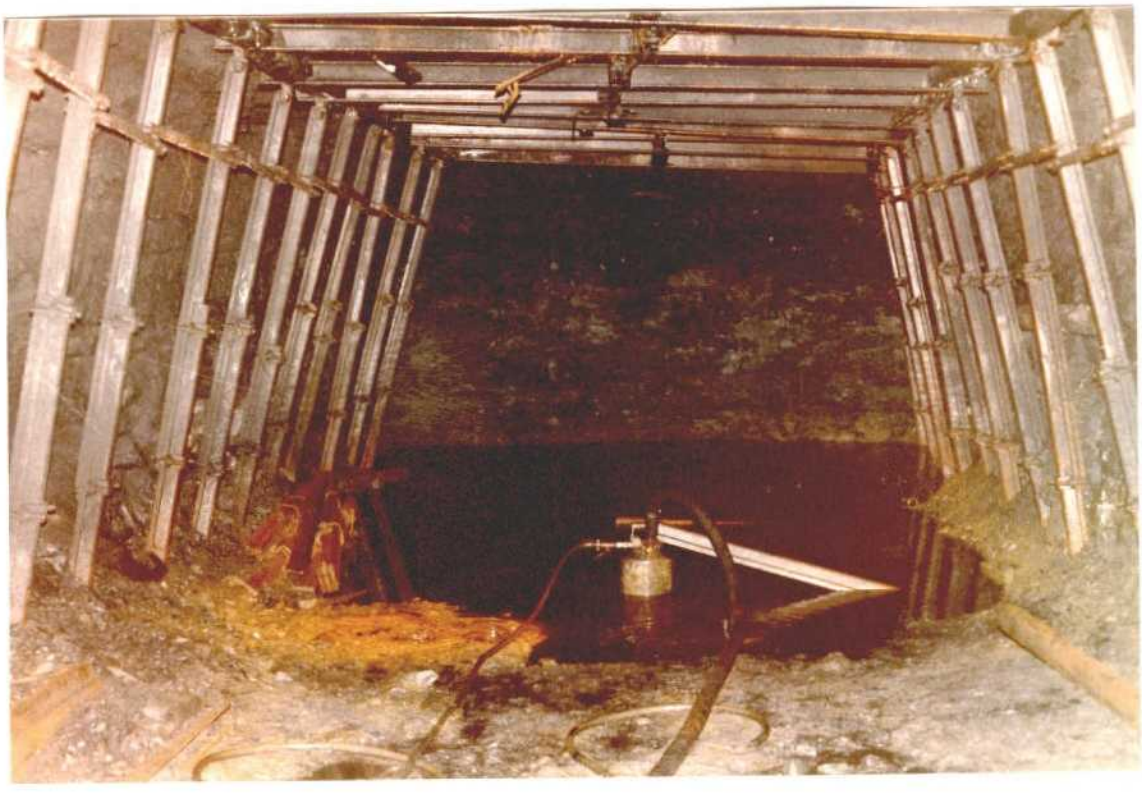


Foto n°5.- Estado actual del frente de la galeria de base. (Nótese que la capa a explotar está en el techo de la galería).

cio a dos tajos, que se desplazan en avance, quedando al final una sección residual razonable.

3.2.3.- Avance de galerías

El avance de las galerías se realizará a tres relevos para conseguir un avance medio de 3 m/día.

La organización de los trabajos en los distintos relevos es la que se expone a continuación:

1er relevo: El trabajo a realizar es el carque del escombro de la pega. Para ello se utiliza una pala de descarga lateral SALZGITTER, de 40 KW que descarga sobre un transportador blindado.

La dotación de personal en este relevo es: 1 palista, 1 ayudante y 1 encargado del pancer.

2° relevo: El trabajo a realizar es la colocación de los cuadros de sostenimiento.

La dotación de personal es de 1 posteador y 2 ayudantes.

3er relevo: En este relevo se realiza el barrenado, cargue de barrenos y disparo de la pega.

La perforación se realiza con martillos neumáticos de columna y se barrena a 3,2 m.

En total se barrenan 27 tiros, realizándose un cuele en cuña en la capa de carbón.

La dotación de personal es de 1 barrenista, 1 ayudante y 1 artillero a tiempo parcial, es decir 2,5 jornales.

El avance medio es de 3 m/día y como el total de jornales, sin vigilancia, es de 8,5 resulta un rendimiento de avance de 0,35 m/jornal que es razonable teniendo en cuenta que la sección de la galería es de casi 15 $m^2$.

### 3.3.- ORGANIZACION DE LOS TRABAJOS Y RENDIMIENTOS

Considerando que el tajo objeto del ensayo y sus galerías forman una sola unidad que es el cuartel de explotación hay que decir que los trabajos a realizar durante el ensayo se desarrollarán a tres turnos. En el primer turno se realizarán las actividades correspondientes a arranque y transporte de carbón, cargue del escombro del avance de galería y transporte de materiales, en el segundo relevo se realizarán las labores de mantenimiento del tajo, colocación del sostenimiento de las galerías de tajo y transporte de materiales. Por último en el tercer relevo se dedicará exclusivamente a la perforación, atacado y disparo de la pega. En el Cuadro IV se muestra la distribución de trabajos dentro del ciclo.

| CONCEPTO | 1er turno | 2° turno | 3er turno |
|---|---|---|---|
| ARRANQUE | ——— | | |
| TRANSPORTE CARBON | ——— | | |
| MANTENIMIENTO | | ——— | |
| AVANCES DE GALERIAS | (1) ——— | (2) ——— | (3) ——— |
| TRANSPORTE DE MATERIALES. VARIOS | - - - - - - - | - - - - - - - | |

(1) desescombro; (2) Sostenimiento; (3) Perforación y voladura

CUADRO IV. Ciclo de trabajo

La preparación de galerías se ha dispuesto en tres turnos de tal forma, que el turno de desescombro de los frentes coincida con la evacuación y extracción del carbón, aprovechándose los mismos equipos de personal del circuito de transporte.

Por último, el transporte de materiales y servicios varios se estructurarán en uno o dos relevos según las necesidades de los trabajos a realizar.

A continuación se hace una estimación de la producción y rendimientos que cabe obtener en el ensayo a realizar.

### 3.3.1.- Producción esperada

La producción diaria de un tajo largo equipado con rozadora puede evaluarse siguiendo el modelo establecido por CARRASCO, CELADA y VALCARCE (1977) según los cuales la producción diaria puede calcularse mediante la expresión:

$$P = L \cdot a \cdot h \cdot d \cdot n \qquad (3)$$

Siendo:

L: longitud del tajo (m)
a: anchura de roza (m)
h: potencia de la capa (m)
d: densidad del bruto ($t/m^3$)
n: número de ciclos de trabajos al día.

El tiempo de disponibilidad de la rozadora TM, será una fracción del tiempo de presencia al día en el tajo, Tp, de tal forma que

$$T^M = X \cdot TP \qquad (4)$$

El tiempo necesario para efectuar un ciclo de roza, $T_c$, se compone de:

- Tiempo para preparar máquina en el nicho ($t_n$)
- Tiempo para el rozado ($t_r$)
- Tiempo para subir la rozadora en vacio ($t_s$), si se trabaja unidireccionalmente.

Así pues:

$$T_c = t_n + t_r + t_s \qquad (5)$$

El número de ciclos de trabajo al día será:

$$n = \frac{T_M}{T_C} = \frac{T_M}{t_n + t_r + t_s} \qquad (6)$$

Por lo tanto, la producción del tajo por día de trabajo entrando con (6) en(3), será:

$$P = L \cdot a \cdot h \cdot d \cdot \frac{T_M}{t_n + t_r + t_s} \qquad (7)$$

Si $V_r$ es la velocidad media de roza en el ciclo (m/hora) y $V_s$ la velocidad media de subida de la rozadora en vacio (m/hora), en el caso de que el método de trabajo sea unidireccional para una longitud L, de tajo, tenemos:

$$t_r = \frac{L}{V_r} \quad ; \quad t_s = \frac{L}{V_s}$$

Con lo cual

$$P = L \cdot a \cdot h \cdot d \; \frac{T_M}{t_n + \frac{L}{V_r} + \frac{L}{V_s}} \qquad (8)$$

A continuación se estudiarán los dos métodos posibles de trabajo, unidireccionalmente y bidireccionalmente, para establecer las diferencias que pueden existir entre ambos.

3.3.1.1.- Arranque bidireccional

Con esta modalidad se obtiene la mayor producción pero el cargue del carbón puede presentar problemas si los sistemas previstos a tal fin no funcionan a la perfección.

En este caso los datos que se emplean para el cálculo son:

$L = 130$ m
$a = 0,8$ m
$h = 0,85$ m
$d = 1,8$ t/m$^3$
$t_n = 0,16$ horas
$T_M = 3,3$ horas
$V_r = 138$ m/h (2,3 m/minuto)
$V_s = \infty$

Se ha supuesto que la realización de la cuña supondrá 0,16 horas y como solo se trabajará a un relevo se ha supuesto que el tiempo de disponibilidad de la rozadora por relevo será de 3,3 horas.

Entrando con estos valores en la expresión (8) resulta - que la producción que se puede obtener es de 474 t/turno, que equivalen practicamente a tres rozas, es decir suponen un avance de 2,4 m por turno.

3.3.1.2.- Arranque unidireccional

En este caso la rozadora sólo trabaja en un sentido normalmente hacia la galería de base y en el otro se desplaza a la máxima velocidad que le permite el sistema de traslación.

Para evaluar la producción que es posible obtener los datos son los mismos que los utilizados en el apartado anterior excepto la velocidad de subida que, en este caso, vale $V_s$ = 300 m/h con lo cual la producción en roza unidireccional resulta ser:

P = 356 t/turno

La producción que se pierde al hacer trabajar la rozadora unidireccionalmente es superior a 100 t/turno, que representa casi el 25% de la producción que puede obtenerse trabajando bidireccionalmente. Esto es debido a que la velocidad máxima que proporciona el sistema de traslación es escasa para una marcha en vacio.

Por todo ello durante el ensayo se deberá trabajar bidireccionalmente, realizando los esfuerzos necesarios para que el sistema de cargue de la rozadora trabaje lo mejor posible.

3.3.2.- Producción límite

La producción que se podría obtener, si se aumentase indefinidamente la longitud del taller, manteniendo el resto de los parámetros constantes, viene dada por la expresión $\lim_{L\to\infty} P(L)$, es decir

en este caso:

$$\lim_{L \to \infty} \frac{4,04\ L}{0,165 + L/138} \qquad (9)$$

Con lo cual la producción límite resulta ser

$$P\ (L) = 558\ t/turno$$

La expresión P (L) se encuentra representada en la figura nº 10.

El ensayo propuesto, con una longitud de taller de 130 m, se situa en un punto de la curva, a partir de donde aumentos importantes de la longitud del taller se producen incrementos reducidos de la producción.

Por lo tanto, puede afirmarse que la longitud elegida del taller es buena bajo el punto de vista de la producción a conseguir excluyendo las consideraciones de tipo económico.

### 3.3.3.- Influencia de la velocidad de roza

Cuando se ha estimado la producción a alcanzar así como la producción límite, se ha partido del supuesto de que la rozadora será capaz de mantener una velocidad media de roza de 2.3 m/s.

Sin embargo la velocidad de avance de la rozadora depende de múltiples factores, entre los que cabe resaltar, la resistencia del carbón y en nuestro caso el espesor y resistencia de la cuña central.

La sensibilidad de la producción según la velocidad media de roza, vendrá dada por la función de producción $P\ (V_R)$, siendo $V_R$ la velocidad de roza expresada en m/min.

# PRODUCCION LIMITE

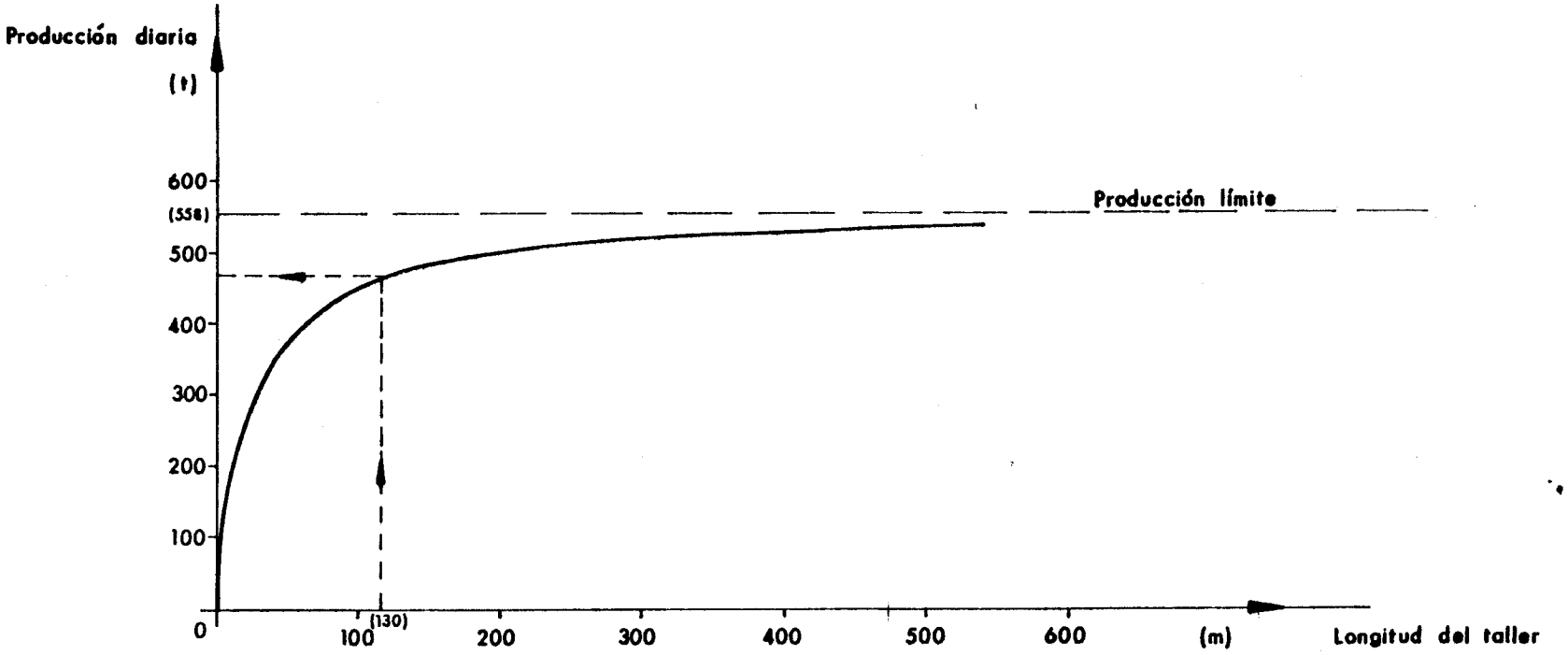



Fig. nº 10

$$P = 159,12 \frac{3,3}{0,165 + \frac{130}{V_R \times 60}} \qquad (10)$$

La expresión (10) está representada en la fig. nº 11,donde se observa casi una proporcionalidad lineal entre la velocidad de roza y la producción obtenida.

En los cálculos efectuados se ha considerado que la rozadora trabaja a 2,3 m/minuto lo cual supone que ésta trabaje al 46% de su capacidad por lo que se considera que los objetivos del ensayo deben alcanzarse sin excesivos problemas.

3.3.4.- Rendimientos

Con objeto de evaluar los rendimientos que cabe obtener a lo largo del ensayo en primer lugar se evaluarán las necesidades de personal.

Por lo que se refiere al relevo de arranque la dotación - que se precisa es de 19 jornales tal como se especifica en el Cuadro V.

Es importante resaltar que la dotación del relevo de arranque se fijó en una reunión desarrollada en ANTRACITAS DE GAIZTARRO, el día 7 de agosto de 1984 en la que además de los responsables de ANTRACITAS DE GAIZTARRO, S.A. estaban presentes los técnicos soviéticos encargados de poner a punto la rozadora y los responsables de la realización del proyecto por parte de ENADIMSA y GEOCONTROL, S.A.

En cuanto al relevo de mantenimiento la dotación necesaria se estima en 7 jornales según el desglose que se indica en el Cuadro VI.

# SENSIBILIDAD DE LA PRODUCCION DEL TALLER SEGUN LA VELOCIDAD DE ROZA

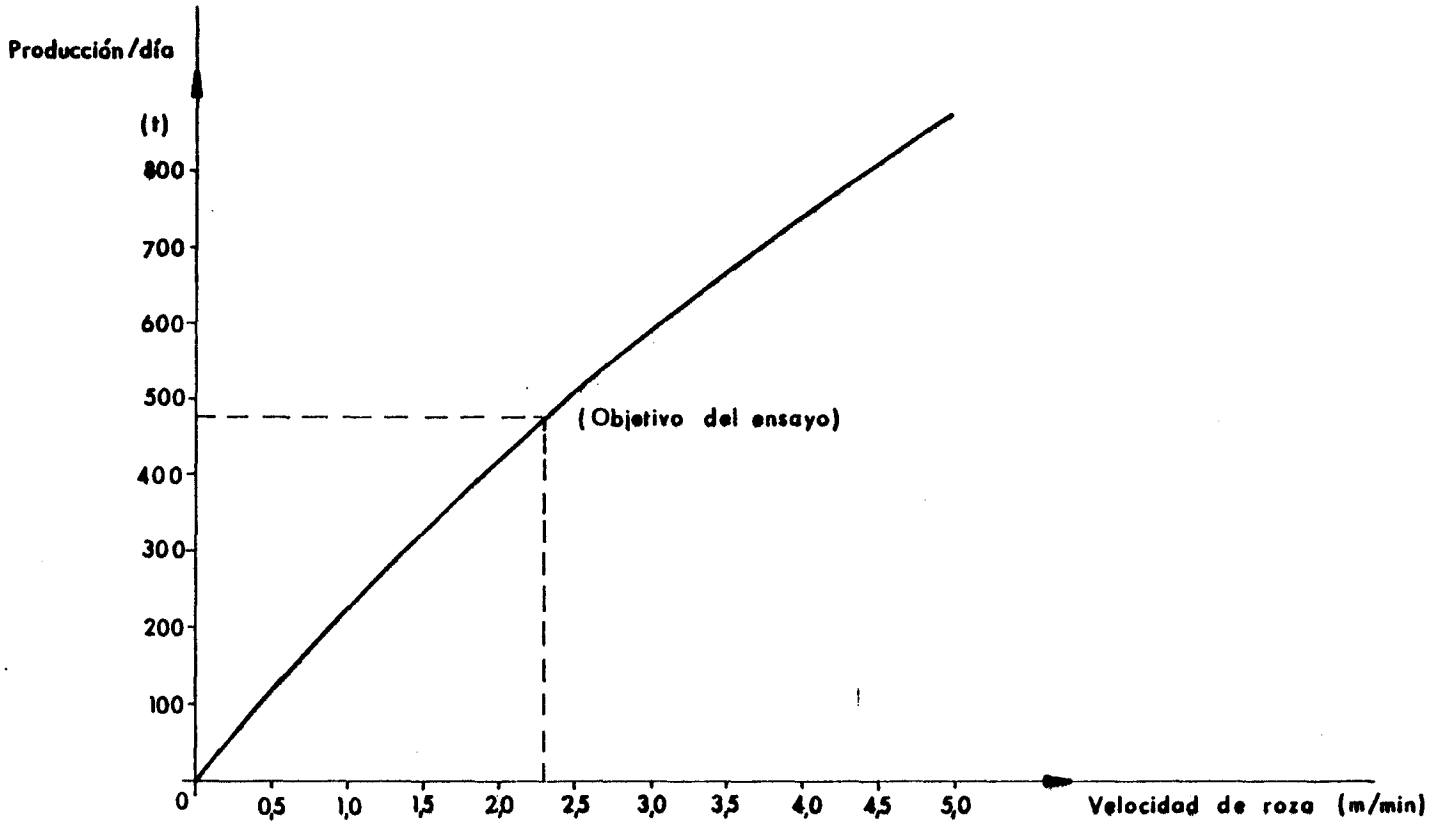



Fig. nº 11

| SITUACION | LABOR A REALIZAR | CATEGORIA | Número de Jornales |
|---|---|---|---|
| Nicho inferior | Anclaje y galería | Maquinista arranque | 1 |
| | | Entibador | 1 |
| | | Ayudante minero | 1 |
| | Tratamiento postaller | Llavista | 1 |
| | Transporte | Ayudante minero | 1 |
| | Mantenimiento | Electricista | 1 |
| | | | 6 |
| Taller | Ripaje y sostenimiento | Estemplero | 4 |
| | Mantenimiento | Mecánico | 2 |
| | Operación rozadora | Rozador | 1 |
| | | Ayudante rozador | 1 |
| | | | 8 |
| Nicho superior | Excavación nicho | Picador | 2 |
| | | Rampero | 2 |
| | Tratamiento postaller | Llavista | 1 |
| | | | 5 |
| T O T A L | | | 19 |

CUADRO V. Dotación de personal en el turno de arranque

| CATEGORIA | NUMERO DE JORNALES |
|---|---|
| MECANICO | 3 |
| AYUDANTE MINERO | 3 |
| ELECTRICISTA | 1 |
| TOTAL | 7 |

CUADRO VI. Dotación del equipo de mantenimiento

El equipo de mantenimiento se cuidará además, de poner a punto el equipo del tajo, del desplazamiento del transportador repartidor y de la prolongación de la cinta transportadora a medida que el taller avance.

El avance de las galerías exige 8,5 jornales por cada frente tal como se ha justificado en el apartado 3.2.3.

El tajo necesita dos galerías en capa, pero la de cabeza está compartida con el tajo que está avanzando en el 2° Panel Sta. Teresa, razón por la cual se deben imputar a la preparación del tajo 1,5 galerías x 8,5 jornales/galería = 12,75 jornales.

En el circuito de transporte del carbón, desde el tajo hasta el circuito principal de transporte, son necesarios tres jornales para la vigilancia y control de los transportadores y cintas.

En total, de acuerdo con las previsiones realizadas para la explotación del 3$^{er}$ Panel Sta. Teresa son necesarios 41,75 jornales que se resumen en el Cuadro VII.

| CONCEPTO | JORNALES |
|---|---|
| ARRANQUE | 19 |
| MANTENIMIENTO | 7 |
| PREPARACION GALERIAS | 12,75 |
| TRANSPORTE | 3 |
| T O T A L | 41,75 |

CUADRO VII . Desglose de personal necesario para la explotación del 3$^{er}$ Panel Sta. Teresa

3.3.4.1.- Rendimiento de arranque

El rendimiento de arranque es el que se obtiene dividiendo la producción esperada, que es 474 t/turno, por el número de jornales empleados en el arranque, que son 19. Según esto el rendimien-

to de arranque resulta ser:

$$R_A = \frac{474 \text{ t/turno}}{19 \text{ jornales/turno}} = 24,9 \text{ t/jornal}$$

En la reunión celebrada en ANTRACITAS DE GAIZTARRO, S.A. el día 7 de agosto de 1984 se convino en adoptar la cifra de 24,9 t/jornal como rendimiento de arranque a conseguir durante el ensayo de la rozadora para juzgar como positivo el resultado del ensayo.

3.3.4.2.- Rendimiento del taller

El rendimiento de taller se calcula considerando la producción esperada y los jornales que deben trabajar dentro del tajo, en operaciones de arranque y mantenimiento que suman 26 jornales. - Con estos datos resulta:

$$R_T = \frac{474 \text{ t/día}}{26 \text{ jornales/día}} = 18,23 \text{ t/jornal}$$

3.3.4.3.- Rendimiento de panel

En el rendimiento de panel se incluyen todos los jornales que están asociados al arranque, mantenimiento, avance de galerías y transporte que suman, según los datos anteriores, 41,75 jornales.

Con estos datos resulta:

$$R_P = \frac{474 \text{ t/día}}{41,75 \text{ jornales/día}} = 11,35 \text{ t/jornal}$$

## 3.4.- TRANSPORTE

En los apartados siguientes se contemplarán los aspectos concernientes al transporte de carbón y materiales en el tajo objeto del ensayo.

### 3.4.1.- Transporte de carbón

El circuito de transporte de carbón desde el tajo hasta el exterior es muy sencillo y está compuesto por los siguientes elementos:

- Transportador de tajo de 130 m de longitud.
- Transportador repartidor de galería, de 60 m de longitud colocado en la galería de base.
- Cinta de la galería de base que tendrá una longitud máxima de 400 m.
- Transportador de enlace, de unos 20 m, situado en el recorte al 2° Panel Sta. Teresa que verterá el carbón en la cinta situada en el plano a 2ª Jarrina que, a su vez, vierte en la cinta del circuito principal.

Todos estos elementos estarán enclavados entre sí de tal forma que la parada de uno de estos implicará la de los que están situados detrás de él, más alejados del exterior.

A efectos de este proyecto se han considerado los cuatro primeros elementos de transporte que son los especificamente necesarios para la marcha del tajo a ensayar.

#### 3.4.1.1.- Transportador del tajo

El transportador del tajo es de origen sovietico y corres-

ponde al tipo SP-202-B-1; en la fig. n° 8 se muestran las dimensiones del perfil de los canales del transportador. El transportador está equipado con dos grupos motoreductores de 55 KW cada uno - que, a través de un acoplamiento hidráulico, impulsan las cadenas - del transportador a una velocidad de 1,2 m/seg.

Como una referencia más familiar se puede indicar que el transportador SP-202-B-1 se corresponde prácticamente con un WESTFALIA del tipo PF1-500 que tuviera las chapas canales cerradas en el fondo.

Para comprobar que las características del transportador SP-202-B-1 se corresponden con las exigencias del tajo objeto del ensayo se ha utilizado el programa TRANSTAJ que ha sido puesto a punto por AITEMIN para calcular los transportadores que equipan los tajos largos. Este programa ha sido desarrollado basándose en las recomendaciones proporcionadas por WESTFALIA-LUNEN para el cálculo de transportadores y ha sido contrastado con la práctica habitualmente seguida en diversas minas españolas. El programa TRANSTAJ evalúa la producción media del tajo, según las características de la máquina de arranque, calcula las potencias necesarias de los dos motores y dimensiona la cadena a utilizar calculando el coeficiente de seguridad disponible.

Los datos de entrada que se han proporcionado al programa TRANSTAJ han sido los siguientes:

- Densidad del producto a arrancar "in situ": 1,8 $t/m^3$
- Densidad del producto arrancado: 1,2 $t/m^3$
- Tiempo de presencia en el tajo: 5,5 horas
- Potencia de la capa: 0,85 m

- Longitud del taller: 130 m
- Profundidad de pasada: 0,8 m
- Angulo de inclinación transversal del transportador: 2° (subiendo)
- Tipo de máquina de arranque: rozadora
- Velocidad media de roza: 2,3 m/min
- Velocidad máxima de roza: 5 m/min.
- Tipo de transportador: PFI 500
- Velocidad del transportador del tajo: 1,2 m/seg.
- Presencia de fallas en el tajo: NO
- Desalineación máxima del transportador del tajo: 0

Con estos datos el programa TRANSTAJ ha proporcionado las siguientes salidas.

- Producción media: 553 t/día
- Potencia del accionamiento: 54 KW
- Potencia del accionamiento secundario: 8 KW
- Sección máxima de transporte: 763 $cm^2$
- Tipo de cadena: 14 x 50
- Coeficiente de seguridad de la cadena: 4,7
- Clase de acero de la cadena: Tipo I

3.4.1.2.- Transportador repartidor

En la galería de base se instalará un transportador blindado repartidor marca TAIM tipo T-500, con una velocidad de cadena de 0,53 m/seg. equipado con chapas de realce a ambos lados, de 378 mm de alto que permitan una sección de transporte de unos 1.886 $cm^2$.

Con estos datos el volumen máximo a transportar por el transportador repartidor es:

$$Q_R = V \cdot S = 0,53 \text{ m/seg} \times 1.886 \text{ cm}^2 \times \frac{1 \text{ m}^2}{10^4 \text{ cm}^2} = 0,1 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Como este volumen es superior al volumen que puede transportar el transportador del tajo, resulta que el transportador repartidor de la galería puede cumplir perfectamente su misión.

El cálculo de la potencia necesaria para el motor del transportador repartidor se hará para la máxima producción que puede obtenerse, aplicando la expresión:

$$P_R = V_F \cdot 9,8 \left(\mu_1 . d . V_{max} . S . h \cdot 1000 . \frac{L}{V_F} + \mu_2 . 2 . L . q_k + 2 . L . q_k\right) \qquad (11)$$

donde,

$P_R$ = potencia total del transportador (watios)

$V_F$ = velocidad del transportador repartidor (0,53 m/seg)

$\mu_1$ = coeficiente de rozamiento entre el producto transportado y la chapa del transportador (0,4)

d = densidad del producto a transportar "in situ" (1,8 $t/m^3$)

$V_{max}$ = velocidad máxima de rozado (5 m/min = 0,083 m/seg.)

S = profundidad de rozado (0,8 m)

h = potencia de rozada (0,85 m)

$L$ = longitud del transportador (60 m)

$\mu_2$ = coeficiente de rozamiento chapa-cadenas (0,25)

$q_x$ = peso de la cadena por metro lineal (6,5 kg/m para 18 x 64)

Con esto resulta una potencia necesaria

$$P_R = 28.101 \text{ W} = 28,1 \text{ KW}$$

A efectos prácticos el transportador repartidor estará equipado con un motor de 44 KW.

3.4.1.3.- Cinta transportadora de panel

En la galería de base, inmediatamente detrás del transportador repartidor, se instalará una banda transportadora que se irá prolongando sucesivamente a medida que avance el tajo en explotación.

La cinta transportadora tendrá una anchura de transporte de 800 mm que se desplazará a una velocidad de 3 m/seg.

A efectos del cálculo se considera que debe transportarse un caudal de 272 t/h que corresponde a la producción por turno de 474 t suponiendo que se obtiene en 3,5 horas y con un coeficiente de punta de 2, es decir:

$$A = \frac{474 \text{ t/T} \cdot 2}{3,5 \text{ h/t}} = 272 \text{ t/h}$$

La longitud de la cinta transportadora se ha supuesto que es de 400 m con una altura de elevación de 10 m.

Con estos datos la fuerza que debe suministrar la cabeza - de la cinta transportadora puede calcularse mediante la expresión:

$$F = c.f.L \ (P_Q + 2\ P_B) \ . \cos \delta + P_S + P_I \ + H \ . \ P_Q \qquad (12)$$

c = coeficiente de seguridad (1,1)

f = coeficiente de rozamiento de los rodamientos de los rodillos (0,025)

L = longitud de la cinta transportadora (400 m)

$P_Q$ = peso del material a transportar por metro de banda (kg/m) que se puede estimar mediante la expresión

$$P_Q = \frac{Q}{3,6\ V} \qquad (13)$$

Q = caudal a transportar (272 t/h)

V = velocidad de transporte (3 m/seg)

A partir de la expresión(13) resulta

$$P_Q = \frac{272}{3,6\ .\ 3} = 25,2 \ \text{kg/m}$$

$P_B$ = peso muerto de la cinta transportadora por metro (13,5 kg/m)

$\delta$ = pendiente media de la cinta (2°)

$P_S$ = peso de las partes móviles del ramal superior de la cinta por metro (11,4 kg/m)

$P_I$ = Peso de las partes móviles del ramal inferior de la cinta por metro (7,6 kg/m).

H = altura de transporte (10 m)

Con estos datos resulta aplicando la expresión (12) que

F = 1.034,9 kg,

y de aqui se obtiene la potencia necesaria mediante la conocida expresión:

$$P(CV) = \frac{F \cdot V}{75 \cdot \delta} = \frac{1.034,9 \cdot 3}{75 \cdot 0,8} = 52 \text{ CV}$$

A efectos prácticos, la cinta estará equipada con un motor de 44 KW (60 C.V.).

3.4.1.4.- Transportador de enlace

En el recorte que une la galería de base con el plano a 2ª Jarrina se instalará un transportador blindado marca TAIM tipo T-500 de las mismas características que el transportador repartidor ya descrito; a excepción de la longitud que se ve reducida en este caso a 20 m.

Bajo las mismas hipótesis de carga que el pancer repartidor, y además sometido a un desnivel ascendente de 6 m, entrando en la expresión (11), la potencia resultante es de 15.652 W, es decir, 15,6 KW.

A efectos prácticos el transportador será equipado con un motor de 22 KW (30 C.V.).

3.4.2.- Transporte de materiales

El transporte de materiales al tajo objeto del ensayo se desarrolla por un circuito que se inicia en el exterior por el pozo inclinado J-81, para continuar por el pozo inclinado a 2ª Jarrina, que por medio de un recorte conecta con la galería de base del panel del ensayo.

La inclinación de estos pozos varia entre 15° y 18°.

Para el transporte de materiales y equipos se dispone de un monocarril por cable SCHARF.

La distancia desde el exterior hasta la galería de base es de 200 m aproximadamente.

El cabrestante SCHARF está dotado de un grupo hidráulico KW 28/28, regulado a la presión de 220-240 $Kg/cm^2$, accionado por un motor de 40 KW. El reductor, modelo KST-III-58, dispone de una relación i = 40 : 1.

De acuerdo con el gráfico del tiro estático del cabrestante, que se muestra en la figura n° 12 en el que se puede apreciar - que, para la presión de trabajo escogida y la relación de reducción del cabrestante de 40 : 1, el esfuerzo de gancho está comprendido entre 3.400 y 3.500 kg que es ampliamente suficiente para las necesidades del transporte.

La estructura de la linea del monocarril esta formada por perfil normal, I 140, siendo la longitud de cada unidad de 3 m. El radio mínimo de curvatura es de 5 m.

Existe un circuito alternativo para el transporte que discurre por la galería de cabeza del $1^{er}$ panel de Santa Teresa hasta el plano de Santa Teresa. Los materiales son transportados en vagones y mesillas arrastradas por una locomotora diesel de 30 C.V. de potencia.

Para el transporte por el plano Santa Teresa se dispone de un cabrestante de 30 C.V. de potencia.

# GRAFICO DEL TIRO ESTATICO DE LA CABEZA DE MONOCARRIL CON DISTINTOS REDUCTORES.

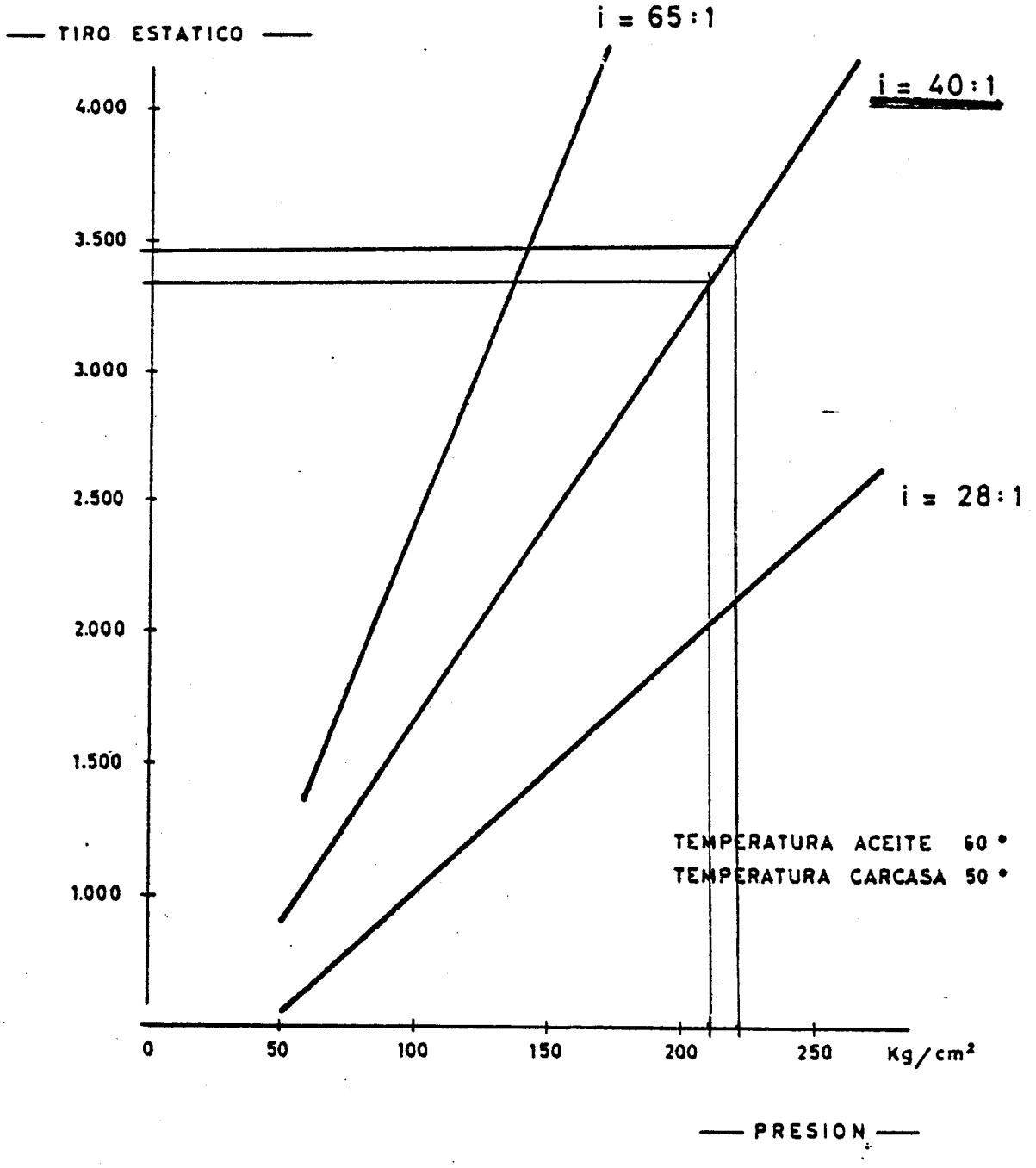



Figura nº 12

Desde este plano, parte la galería de cabeza del taller de ensayo, donde, para el transporte de materiales en vagones y mesillas se dispone de un cabrestante de 5,5 KW y una caballería.

La longitud de este circuito es de 1.400 m.

## 3.5.- VENTILACION

En los apartados siguientes se realizarán los cálculos de la ventilación necesaria y de las características del ventilador que se debe instalar en el grupo Jarrinas para garantizar el caudal necesario que es preciso para el taller objeto de este ensayo, así como para el que está avanzando en el 2° Panel Sta. Teresa.

### 3.5.1.- Circuito de ventilación

De acuerdo con la Dirección de Antracitas de Gaiztarro el circuito de ventilación previsto para el grupo Jarrinas será el indicado en el plano n° 12.

La entrada de ventilación será por la bocamina de la galería de cabeza del $1^{er}$ panel de Santa Teresa, continuando por el pozo de montura de este panel hasta alcanzar la galería de base, que es a su vez, galería de cabeza del 2° panel de Santa Teresa, que está en producción actualmente, hasta alcanzar el frente, que recorrerá hasta llegar a la galería de base. Esta galería es la de cabeza del $3^{er}$ panel de Santa Teresa; zona donde este caudal se unirá al que entre por el pozo general de acceso (J-81) que recorriendo la galería de base y el tajo del $3^{er}$ panel de Santa Teresa, será forzado mediante un ventilador axial situado en la galería de base del 2° panel J-81, para salir al exterior por la galería J-5110-E.

### 3.5.2.- Resistencia equivalente del circuito

La resistencia R al paso del aire de la ventilación por

una galería se suele expresar en Kilo murges y puede calcularse mediante la fórmula

$$R = K \frac{P \cdot l}{S^3} \qquad (14)$$

K = coeficiente de rugosidad (K murges/$m^4$)
P = perímetro de la sección (m)
l = longitud del tramo considerado (m)
S = sección de la galería en el tramo considerado ($m^2$)

De acuerdo con el circuito de ventilación que se ha definido en el apartado 3.5.1. en el Cuadro VIII se muestran los datos que se han utilizado para el cálculo de la resistencia de cada uno de los datos del circuito. Los datos geométricos correspondientes a los distintos tramos del circuito se han obtenido por medición "in situ" de las distintas labores mineras afectadas. La resistencia específica para cada tipo de tramo se ha escogido en función de la bibliografia existente de acuerdo con las normas habituales que se siguen en la realización de estos trabajos.

El circuito de ventilación puede simplificarse en tres tramos: AF, RF y FQ, cuyas resistencias equivalentes se calculan a continuación.

$$R_{AF} = R_{AB} + R_{BC} + R_{CA} + R_{EF} \qquad (15)$$

Entrando en (14) con los valores calculados en el Cuadro - VIII queda:

$$R_{AF} = 0{,}99360 \text{ K murges} \qquad (16)$$

$$R_{RF} = R_{RS} + R_{ST} + R_{TU} + R_{VX} + R_{XF} \qquad (17)$$

| TRAMO | LONGITUD (m) | PERIMETRO (m) | SECCION (S) ($m^2$) | $S^3$ ($m^6$) | K Kmurgues/m/m/$m^2$ | R (K murgues) | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AB | 250 | 16,5 | 14,8 | 3.268 | 0,0012 | 0,00151 | No se observan fugas. Galería limpia |
| BC | 160 | 6,8 | 2,3 | 11,4 | 0,0040 | 0,38175 | Montar |
| CD | 120 | 16,6 | 15,7 | 3.840,4 | 0,0013 | 0,00067 | Sellado con espuma |
| DE | 170 | 6,8 | 2,3 | 11,4 | 0,006 | 0,60842 | Tajo en operación |
| EF | 110 | 16,2 | 13,7 | 2.560,1 | 0,0018 | 0,00125 | Maquinaria en galería |
| FG | 470 | 14,6 | 12,0 | 1.728,0 | 0,0018 | 0,00715 | Galería de transporte de carbón y materiales |
| GH | 20 | 14,6 | 12,0 | 1.728,0 | 0,0013 | 0,00022 | Macizo de protección lateral |
| HI | 50 | 14,3 | 8,05 | 521,7 | 0,0020 | 0,00274 | |
| IJ | 50 | 13,5 | 5,75 | 190,1 | 0,0020 | 0,00710 | Sellado con espuma y hundidas macizadas |
| JK | 300 | 15,3 | 10,9 | 1.304,0 | 0,0019 | 0,00669 | |
| KL | 100 | 15,8 | 13,2 | 2.300,0 | 0,0013 | 0,00089 | Macizo de protección lateral |
| LM | 200 | 17,0 | 17,5 | 5.359,4 | 0,0013 | 0,00082 | " " " |
| MN | 70 | 16,0 | 15,0 | 3.375,0 | 0,0013 | 0,00043 | " " " |
| NO | 230 | 15,0 | 11,8 | 1.648,3 | 0,0016 | 0,00335 | Explotado a ambos lados |
| OP | 150 | 5,7 | 1,7 | 4,9 | 0,0040 | 0,69796 | |
| PQ | 1.555 | 12,0 | 8,75 | 669,9 | 0,0014 | 0,03900 | Posibles fugas por galerías abandonadas |
| RS | 63 | 18,0 | 20,0 | 8.000,0 | 0,0018 | 0,00026 | |
| ST | 70 | 19,0 | 21,7 | 10.218,0 | 0,0018 | 0,00023 | Plano de transporte |
| TU | 18 | 18,5 | 18,6 | 6.419,0 | 0,0018 | 0,00009 | |
| UV | 20 | 17,0 | 17,5 | 5.359,0 | 0,0018 | 0,00011 | |
| VX | 380 | 15,8 | 13,2 | 2.300,0 | 0,0018 | 0,00470 | Galería base |
| XF | 130 | 6,8 | 2,3 | 11,4 | 0,006 | 0,46526 | Tajo en operación |

CUADRO VIII. Cálculo de la resistencia de los tramos del circuito de ventilación

De la misma forma, a partir de la resistencia de cada tramo, se obtiene que:

$$R_{RF} = 0,47065 \text{ K murgues} \qquad (18)$$

$$R_{FQ} = R_{FG} + R_{GH} + R_{HI} + R_{IJ} + R_{JK} + R_{KL} + R_{LM} + R_{MN} + R_{NO} + R_{OP} + R_{PQ} \qquad (19)$$

Entrando en (19) con los datos antes obtenidos resulta que:

$$R_{FQ} = 0,76635 \text{ K murgues} \qquad (20)$$

Los tramos AF y RF están en paralelo de modo que, a su vez, la resistencia equivalente estará dada por:

$$\frac{1}{\sqrt{R_{AR-F}}} = \frac{1}{\sqrt{R_{AF}}} + \frac{1}{\sqrt{R_{RF}}}$$

$$R_{AR-F} = \frac{R_{AF} \cdot R_{RF}}{(\sqrt{R_{RF}} + \sqrt{R_{AF}})^2} \qquad (21)$$

Sustituyendo en (21) los valores de (16) y (18) queda:

$$R_{AR-F} = 0,16513 \text{ K murgues} \qquad (22)$$

Por último los tramos $R_{AR-F}$ y $F_Q$ están en serie, de modo que su resistencia T equivalente, que será la total de la mina, valdrá:

$$R_T = R_{AR-F} + R_{FQ} \qquad (23)$$

Entrando en (23) con (20) y (22) resulta que

$R_T$ = 0,93148 K murgues (24)

3.5.3.- Necesidades de caudal

El caudal necesario para la ventilación se ha calculado,en función del personal, semovientes y maquinaria, que existan en el relevo con mayor número de presencias considerando los caudales específicos exigidos por la legislación vigente.

No se ha considerado caudal alguno para la dilución del grisú ya que esta mina está clasificada como de 1ª categoría.

El caudal de ventilación necesario resulta ser de 6,84 $m^3$/seg para el 2° panel Sta. Teresa y de 9,9 $m^3$/seg para el 3er panel de acuerdo con los datos del Cuadro IX.

| CONCEPTO | CAUDAL ESPECIFICO ($m^3$/seg) | 2°PANEL STA.TERESA | | 3er PANEL STA.TERESA | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | DOTACION | CAUDAL NECESARIO (m3/seg) | DOTACION | CAUDAL NECESARIO (m3/seg) |
| Personal | 0,04 | 30 | 1,2 | 25 | 1,0 |
| Semovientes | 0,12 | 2 | 0,24 | - | - |
| Personal reprofundización plano | 0,04 | - | - | 20 | 0,8 |
| Máquinas Diesel | 0,18 | 30 CV | 5,4 | 45 CV | 8,1 |
| TOTAL | | | 6,84 | | 9,9 |

CUADRO IX - CAUDALES NECESARIOS DE VENTILACION

Para la ventilación del 3$^{er}$ panel, y dado que posee menor resistencia que la rama anterior, el caudal de aire que recorrerá esta rama (RF), sin imposición de restricciones y manteniendo el caudal de la otra rama fijo, viene dado por:

$$Q_{RF} = Q_{AF} \sqrt{\frac{R_{AF}}{R_{AF}}} \qquad (25)$$

Sustituyendo los valores de los diferentes parámetros se tiene

$$Q_{RF} = 9,9 \ m^3/S$$

Valor que corresponde exactamente con las necesidades requeridas.

Por lo tanto el caudal total es:

$$Q = 16,74 \ m^3/s$$

Dado que la sección de las galerías de retorno, es de 10,9 $m^2$, la velocidad de la corriente de aire será 1,54 m/s que es muy moderada.

### 3.5.4.- Características del ventilador

La depresión, en mm de columna de agua, que debe suministrar el ventilador está dada por la expresión:

$$H = R \cdot Q^2 \qquad (26)$$

Donde:

R = resistencia total del circuito, en K murgues
Q = caudal de ventilación, en $m^3/seg$.

Con los datos antes calculados, resulta:

$$H = 261 \text{ mm c.a.} \qquad (27)$$

Por otro lado, el orificio equivalente de la mina se puede calcular mediante la fórmula:

$$A = 0{,}38 \frac{Q}{\sqrt{H}} \qquad (28)$$

De acuerdo con (28) con los datos disponibles, resulta ser $A = 0{,}39\ m^2$ que es un valor razonable.

Por último la potencia requerida para accionar el ventilador se puede calcular a partir de la expresión:

$$P = \frac{Q \cdot H}{75 \cdot \eta} \qquad (29)$$

P = potencia necesaria, en C.V.
Q = caudal de ventilación, en $m^3$ seg
H = depresión en mm c.a.
$\eta$ = rendimiento del ventilador

Con los datos anteriores, considerando un rendimiento del ventilador de 0,8 resulta una potencia necesaria de 72 C.V.

De acuerdo con todo lo anterior las características que debe tener el ventilador a instalar son las siguientes:

- Potencia ..... 72 C.V.
- Depresión ..... 261 mm c.a.
- Caudal ..... 16,74 $m^3$/seg

El cálculo de la ventilación se ha realizado de una forma simplificada para poder lograr unos resultados razonablemente preci-

sos en concordancia con los datos disponibles sobre la resistencia de las galerías; por ello resulta conveniente prever la colocación de compuertas de regulación en algunos tramos del circuito, que están representadas en el plano n° 12.

- Galería de cabeza del 1$^{er}$ panel de Santa Teresa. Se precisa una puerta de regulación, situada al este del pozo de montura. Por este tramo circulará un caudal de 5,4 $m^3/s$.

- Galería de cabeza del 2° panel de Santa Teresa. Se precisa una puerta de regulación situada al este del frente del taller.

- Plano de Santa Teresa. Se necesita una puerta de regulación en un punto intermedio, entre la conexión del Plano Santa Teresa con el pozo J-81 y la galería de retorno de ventilación. Por este tramo circulará un caudal de 8,5 $m^3/s$.

### 3.6.- ELECTRIFICACION

Este capítulo se refiere a la distribución y dimensionado de cables y aparatos eléctricos de las redes de B.T. y M.T. en el interior del Grupo Jarrinas, así como a su interconexión por medio de la estación de transformación del interior con la red general. Igualmente se definirán en los apartados siguientes la distribución básica de la subestación de A.T. del exterior.

Estas redes de B.T. y M.T. así como las estaciones de transformación anteriormente citadas, afectan directa y exclusivamente al tajo equipado con la rozadora K-103.

El Grupo Jarrinas recibe energía a 33 KV de una línea aérea propiedad de AGSA, de aproximadamente 7 km de longitud, procedente de la subestación que Unión Fenosa posee en Matarrosa del Sil.

En el exterior del Grupo existen dos subestaciones de transformación 33/5 KV denominadas J-79 y Jarrinas Grupo. Desde ambas y por sendas líneas a 5 KV se transporta la energía al interior de la mina.

Desde la primera, donde hay mayor potencia instalada, se alimenta el tajo actualmente en producción en el 2° Panel Sta. Teresa, las cintas del transporte, incluidas las del taller equipado con rozadora K-103, la estación de bombas hidráulicas para ambas instalaciones, el desagüe general y otros servicios auxiliares.

Se reserva la segunda línea de alimentación a 5 KV para el tajo con rozadora y únicamente para la parte de su instalación que avanza con el taller.

En los apartados siguientes se definirán y calcularán los cables y elementos de maniobra y control que son necesarios para la utilización de los equipos eléctricos móviles del tajo equipado con la rozadora K-103.

### 3.6.1.- Subestación de exterior

Esta subestación, situada en el exterior, se encargará de transformar la tensión de alta, de 33 KV, a la tensión de entrada a la mina que es de 5 KV. La estación está compuesta por un transformador, refrigerado por aceite, de 630 KVA y tensión de cortocircuito del 4,68%.

La protección en alta se efectuará con cortacircuitos fusibles de alta capacidad de ruptura de 25 A. Dispondrá además de seccionador para dejarlo fuera de servicio en caso de averías o mantenimiento.

En el secundario irá instalado un interruptor de potencia de pequeño volumen de aceite tipo DSF 250/10 de 400 A y un poder de corte a 5 KV de 160 MVA, suficiente para las corrientes de cortocircuito que se esperan, según se refleja del cálculo de dichas corrientes. Este interruptor estará equipado con relés directos térmicos y electromagnéticos de 50 A de $I_N$, regulados convenientemente para proteger el transformador.

El neutro del transformador estará aislado, según es costumbre generalizada en AGSA. Por medio de un neutro artificial tipo RTAT para 5 KV formado por impedancias, se realiza la vigilancia permanente del aislamiento, por inyección de corriente continua.

Un relé tipo DA-20 provoca el disparo del interruptor de 5 KV cuando el aislamiento baja de un nivel previamente determinado.

Un seccionador para 5 KV con puesta a tierra pondrá fuera de servicio la linea que sale de la subestación y además a tierra, por si fuera necesario para una intervención en la misma.

Dentro de la estación transformadora irán instaladas autoválvulas de 5 KV para neutro aislado y altitud superior a los 1.000 metros, con el fin de proteger el interior de las sobretensiones de tipo atmosférico.

En el esquema de la figura nº 13 se muestra la disposición unifilar de la subestación de exterior.

### 3.6.2.- Transporte de energía hasta la subestación de interior

Desde la subestación a la bocamina del pozo J-81, por donde entrará la alimentación al taller con rozadora, el transporte en M.T. se hará con una línea aérea sobre postes de hormigón tipo 160-9 y con cable de aluminio-acero de 50 $mm^2$, apoyada en aisladores de 11 KV.

Esquema unifilar de fuerza 33/5 KV de la subestación Jarrinas Grupo.

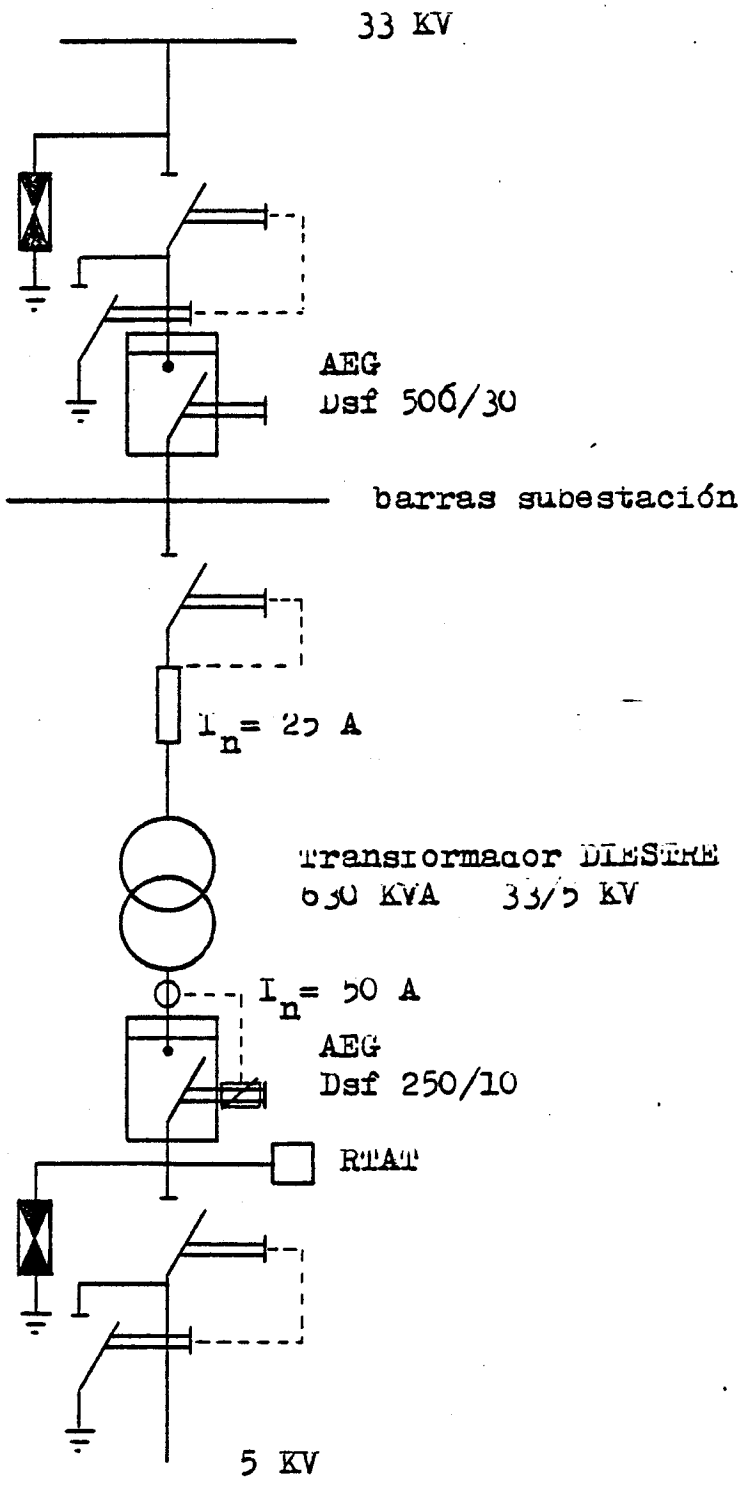



Figura nº 13

La longitud de esta línea será de 420 m.

El transporte a M.T. por el interior se realizará con cable armado de 3,5/6 KV tipo Minas para instalaciones fijas. La sección será de 3 x 25 $mm^2$ de cobre y la armadura tendrá la conductividad suficiente para constituir el conductor de tierra.

Este cable puede transportar una corriente máxima de 100 A, por lo que la capacidad máxima de esta línea será por tanto de 865 KVA.

El cable irá suspendido del techo del pozo y galería por medio de grapas adecuadas y por lugar distinto al resto de conducciones.

Esta línea tendrá una longitud variable, dependiendo del avance del taller. La inicial será de 190 m.

3.6.3.- Estación de transformación de interior

En la guía de base y a una distancia máxima de 100 m detrás del taller irá la estación transformadora de interior.

Por su carácter semifijo se trasladará sin tensión de 100 en 100 m, una vez avance la explotación dicha longitud. Los tramos de cable de 6 KV se irán empalmando con kit de resina sintética, con la precaución de dar continuidad eléctrica a la armadura.

La estación consta de:

- Una celda de protección y maniobra en M.T. tipo rotabloc de 17,5 KV con cortacircuito de 100 A de alta capacidad de ruptura y seccionador-interruptor de 400 A con puesta a tierra.

- Un transformador antideflagrante, SAIT tipo TAR-500, de 500 KVA de relación 5 $\pm$ 5%/0,55 KV y tensión de cortocircuito de 3,9%.

- Un armario de protección en B.T. compuesto por un interruptor de alto poder de corte tipo N 1.000 a 1.000 A de $I_N$ y 660 V, dotado con relés magnéticos y térmicos de 3,2 a 6,3 KA y 500 a 1.630 A de regulación respectivamente, y relé de mínima tensión a 220 V.

El neutro del transformador estará aislado. Un relé tipo AM 4 que inyecta corriente continua en la red de B.T. a través de un neutro artificial DS 5, provocará la caida del interruptor cuando el aislamiento descienda por debajo de 20.000 ohmios.

La celda M.T. permanecerá fija sobre un anclaje de fábrica al principio de la guía de base.

En la figura N° 14 se muestra el esquema unifilar de M.T. correspondiente a la subestación de exterior y a los tres elementos diferenciados que constituyen la estación semifija de transformación instalada en el interior.

3.6.3.1.- Necesidades de potencia

Todos los motores que comprende la instalación del tajo de la rozadora K-103 estan equipados a 500 V. En el cuadro X se muestran la potencia nominal y aparente para cada uno de ellos.

El dimensionado de los cables de potencia a utilizar en esta instalación se realizará de acuerdo con los datos contenidos en el Cuadro X.

Esquema unifilar de fuerza en M.T.

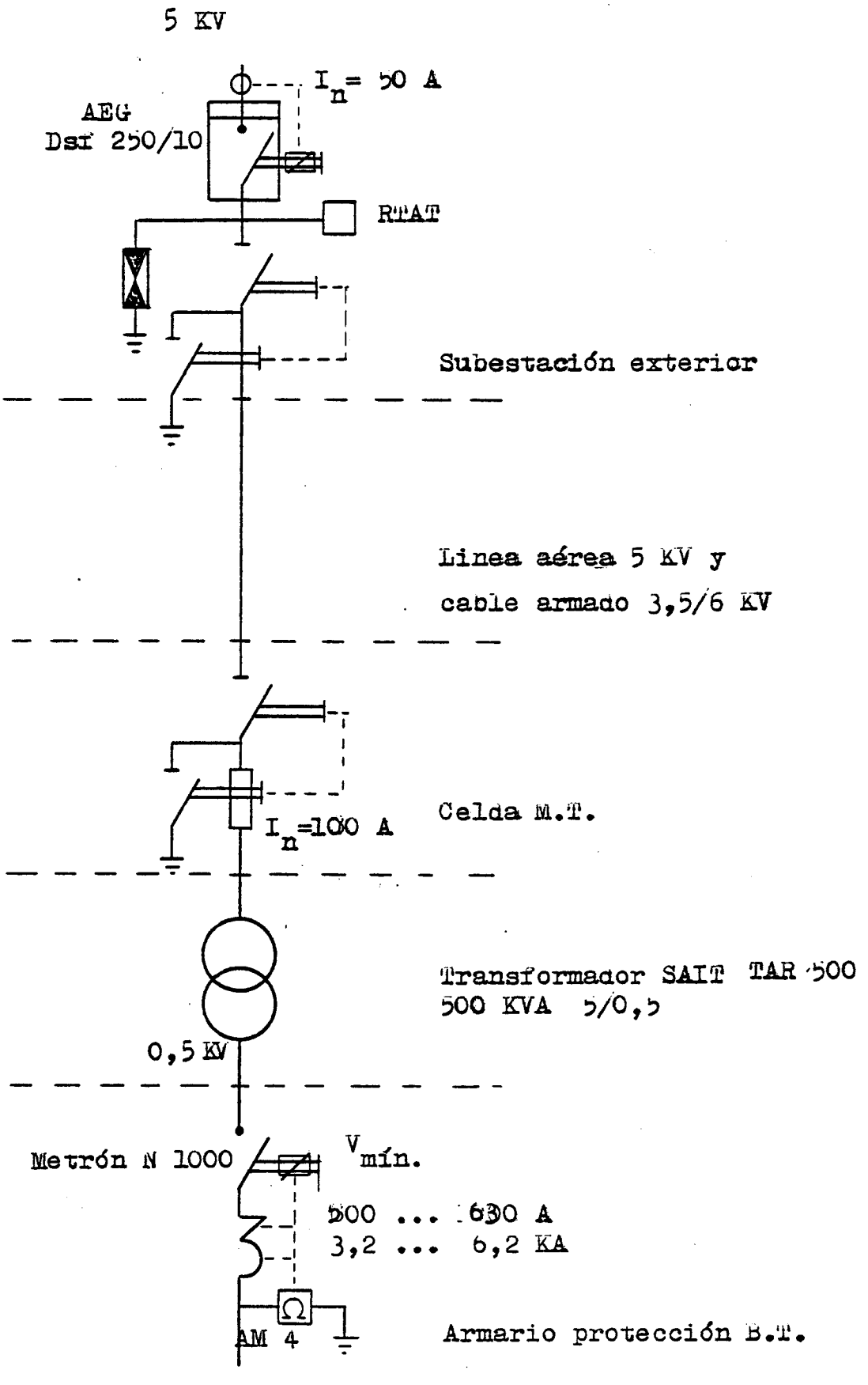



Figura nº 14

| MOTOR | DESIGNACION | UBICACION | KW | COS Ø | KVA |
|---|---|---|---|---|---|
| Transportador tajo | M1 | Nicho superior | 22 | 0,8 | 28 |
| Transportador tajo | M2 | Nicho inferior | 55 | 0,8 | 69 |
| Sistema de avance | M3 | Nicho superior | 37 | 0,75 | 50 |
| Sistema de avance | M4 | Nicho inferior | 37 | 0,75 | 50 |
| Bomba de riego | M5 | Guia de pie | 30 | 0,8 | 38 |
| Sistema de rozado | M6 | Rozadora | 75 | 0,7 | 107 |
| Sistema de rozado | M7 | Rozadora | 75 | 0,7 | 107 |
| Transportador | M8 | Guia de pie | 22 | 0,85 | 26 |
| Ventilador de taller | M9 | Guia de pie | 22 | 0,85 | 26 |
| Pala cargadora | M10 | Guia de pie | 30 | 0,8 | 38 |

CUADRO X - CARACTERISTICAS DE LOS MOTORES INSTALADOS

Para comprobar que la potencia del transformador es suficiente es necesario tener en cuenta los coeficientes de utilización de cada uno de los motores instalados. Estos coeficientes deben ser definidos en función del grado de sobredimensionado en la potencia de cada motor respecto a la marcha normal.

De acuerdo con esto en el Cuadro XI se muestran los coeficientes de utilización estimados para cada uno de los motores instalados y la potencia que realmente se demandará.

| MOTOR | KVA | COEFICIENTE DE UTILIZACION | POTENCIA REAL KVA |
|---|---|---|---|
| M1 | 28 | 0,9 | 25,2 |
| M2 | 69 | 0,9 | 62,1 |
| M3 | 50 | 0,7 | 35,0 |
| M4 | 50 | 0,7 | 35,0 |
| M5 | 38 | 0,7 | 26,6 |
| M6 | 107 | 0,9 | 96,3 |
| M7 | 107 | 0,9 | 96,3 |
| M8 | 26 | 0,9 | 23,4 |
| M9 | 26 | 0,8 | 20,8 |
| M10 | 38 | 0,7 | 26,6 |
| TOTAL | 529 | | 447,3 |

CUADRO XI - POTENCIA REALMENTE DEMANDADA POR LOS MOTORES INSTALADOS

Como puede comprobarse la necesidad real de potencia es inferior a los 500 KVA disponibles por lo que el transformador está bien dimensionado.

El coeficiente de simultaneidad de todos los motores se ha supuesto del 100%.

3.6.3.2.- Dimensionado de cables

A partir de las intensidades que corresponden a la máxima potencia que puede absorber cada uno de los motores, según se ha indicado en el Cuadro X, se han dimensionado los cables necesarios siguiendo los criterios del R.I.E.M., Art. 21.

Para la determinación de los cables de fuerza se han tenido en cuanta los siguientes criterios:

1°) Se considera la temperatura ambiente en el interior de la mina - de unos 20°C.

2°) Los motores eléctricos del equipo rozadora están sobredimensionados como corresponde a la tendencia actual en el diseño de máquinas del interior.

3°) La rozadora trabaja un porcentaje de tiempo pequeño respecto al día completo, el cual no se puede considerar como régimen permanente de carga. Esto es válido incluso en el caso de dos relevos/día, debido a la duración del trabajo en el interior y al reparto de relevos.

En el cuadro XII se indican las características de los cables que se han seleccionado para esta instalación.

| MOTOR | POTENCIA (KW) | INTENSIDAD NOMINAL (A) | CABLE | | RIEM 21 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | TIPO | SECCION ($mm^2$) | |
| M-1 | 22 | 32 | F | 3 x 25 | 110 |
| M-2 | 55 | 79 | F | 3 x 25 | 110 |
| M-3 | 37 | 53 | F | 3 x 25 | 110 |
| M-4 | 37 | 53 | F | 3 x 25 | 110 |
| M-5 | 30 | 43 | F | 3 x 25 | 110 |
| M-6 | 75 | 108 | F | 3 x 70 + 3 x 16 | 215 |
| M-7 | 75 | 108 | | | |
| M-8 | 22 | 32 | SF | 3 x 25 | 110 |
| M-9 | 22 | 32 | SF | 3 x 25 | 110 |
| M-10 | 30 | 43 | SF | 3 x 25 | 100 |

CUADRO XII - CARACTERISTICAS DE LOS CABLES A UTILIZAR.

Los cables de tipo MINAS FLEXIBLE poseen un conductor de tierra independiente.

En el caso concreto del cable que alimenta a los motores de la rozadora, se elige el cable flexible MINAS de 3 x 70 + 3 x 16 que ha de subir por las protecciones adosadas al pancer de la explotación. Este cable tiene 40 mm de diámetro exterior y 316 mm de radio mínimo de curvatura que permite el bucle necesario para entrar y salir de su soporte.

Los cables de tipo MINAS SEMIFLEXIBLE utilizan la armadura como conductor de tierra pues tiene la conductividad necesaria.

El consumo total en 0,5 KV es de 663 A.

De acuerdo con el esquema unifilar de la instalación que se muestra en la figura nº 15, del armario de protección en B.T. saldrán los siguientes cables:

1º) El de alimentación a los arrancadores P1, P2, P3, P5 y P6. La $I_N$ en este cable será de 523 A y se instala uno de 3 x 150 + 3 x 25 flexible MINAS, teniendo en cuenta un coeficiente de no plena carga de 0,75 y una temperatura ambiente de 20°C.

2º) El de alimentación al arrancador P8, de 65 A de $I_N$ y sección de 3 x 25 semiflexible MINAS.

3º) El de alimentación a los arrancadores P9 y P10, de 75 A de $I_N$ y sección de 3 x 25 semiflexible MINAS.

La intensidad total pasada al circuito de 5 KV es de 67 A. El cable de 3,5/6 KV será de 3 x 25 armado MINAS para instalaciones fijas y admite hasta 100 A en régimen permanente.

### 3.6.4.- Esquema en baja tensión

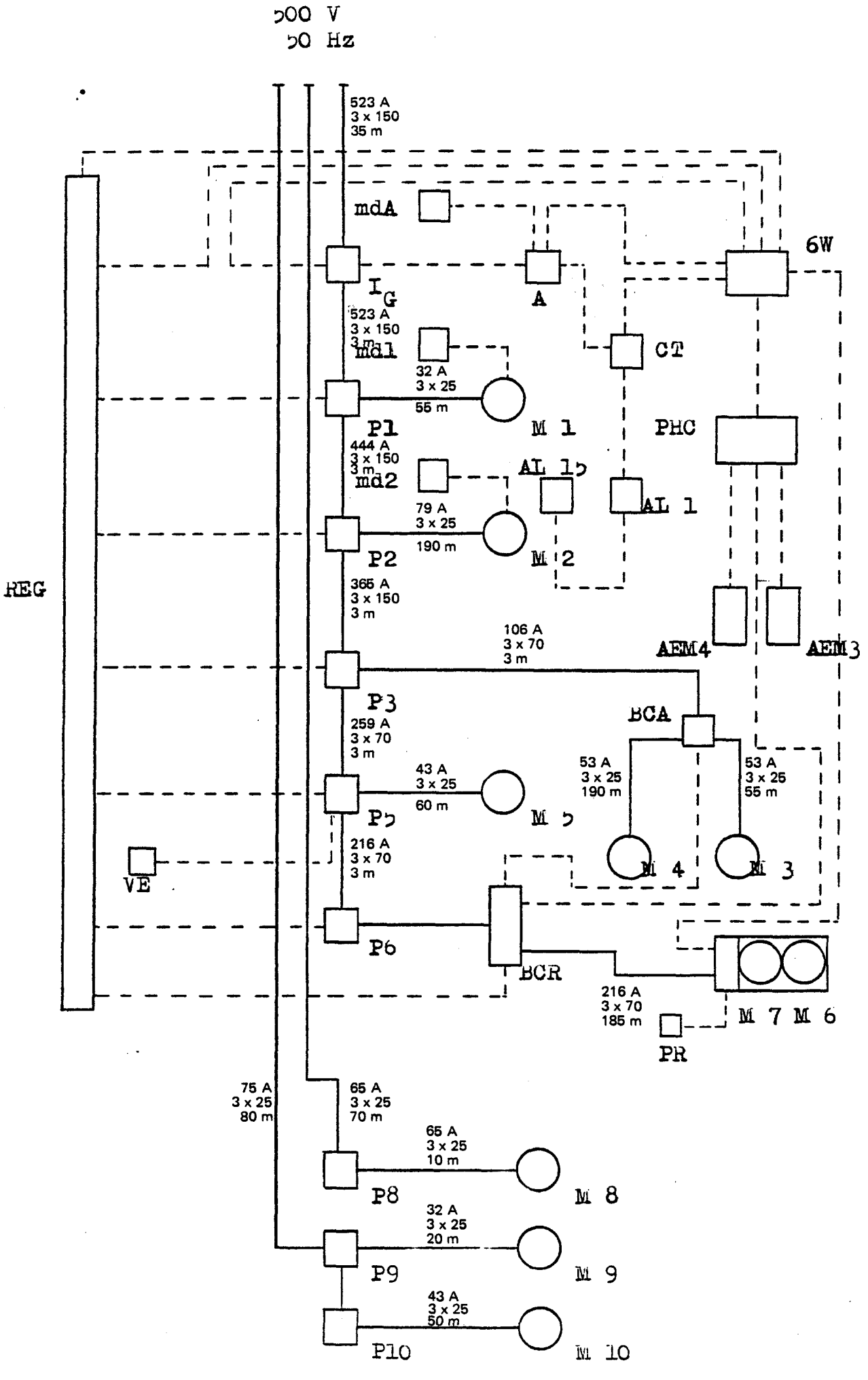
En el esquema unifilar de fuerza en B.T. se reflejan los cables eléctricos con sus secciones, longitudes e intensidades nominales. Estos cables de fuerza están representados en trazo continuo.

Se reflejan igualmente en el esquema los cables de mando, tanto de señales, automatismos o enclavamientos. Estos y los de alimentación de tensión se representan en trazo discontinuo.

La nomenclatura utilizada en el esquema es la siguiente:

| | | |
|---|---|---|
| $I_G$ | .... | Interruptor general |
| P1 - P6 | .... | Arrancadores antideflagrantes |
| P8 - P10 | .... | Arrancadores no antideflagrantes |
| M1 - M10 | .... | Motores eléctricos a 500 V y 50 Hz |
| VE | .... | Válvula electromagnética del equipo de riego |
| PR | .... | Presostato del riego en rozadora |
| BCR | .... | Bloque de control de los motores de rozadora |
| BCA | .... | Bloque de control de los motores del avance |
| AEM | .... | Acoplamientos electromagnéticos de deslizamiento |
| 6W y PHC | .... | Elementos del sistema de avance |
| CT | .... | Centralita de altoparlantes |
| AL1 - AL15 | .... | Altoparlantes por el taller |
| A | .... | Fuente de alimentación |
| md | .... | Mandos a distancia |
| REG | .... | Regletero |

FIG. 15.– ESQUEMA UNIFILAR DE FUERZA EN B. T.



Los motores instalados en el cabezal superior, M2 y M4,así como la rozadora, se alimentan con cables independientes que suben por el taller apoyados en unas protecciones adosadas al transportador de la explotación.

Todos los elementos representados en el esquema de fuerza excepto los motores, forman el tren energético que irá instalado en la galería de base.

3.6.5.- Cálculo de las corrientes de cortocircuito

UNION-FENOSA suministra la energía eléctrica a 33 KV en su subestación de Matarrosa del Sil con una potencia de cortocircuito de 2.500 MVA. La intensidad de cortocircuito simétrica es 43,79 KA y considerando la transformación anterior y el transporte como esencialmente inductivo, la impedancia en el punto A del esquema global para el cálculo de las corrientes de cortocircuito de la página siguiente, será $Z_A = 0{,}436j$, ya que:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3}\ V} \quad y \quad \bar{Z} = \frac{V}{\sqrt{3}\ I_{cc}} \qquad (30)$$

La línea aérea a 33 KV Matarrosa-Jarrinas, propiedad de AGSA, de 7 km de longitud, es de aluminio-acero de 10 mm Ø y dispuestas sus fases según un triángulo de 2,5 m de lado de media aproximada. A esta línea A-B le corresponde X = 0,36 $\Omega$/km. Por consiguiente $Z_{A-B} = 2{,}52j$.

La impedancia en B -barras de la subestación de Jarrinas- será:

$$Z_B = Z_A + Z_{A-B} = 2{,}956j \quad y \quad \bar{Z} = 2{,}956$$

La impedancia del transformador $T_1$ de 33/5 KV, 630 KVA y $V_{cc}$ = 4,68% es:

$$X_{T1} = \frac{V_{cc}}{100} \frac{V_p}{P} = 80,9;$$

En C, $Z_C = (2,956 + 80,9)j\ m_1^2 = 1,92j$

siendo $m = \frac{V_s}{V_p}$ . El módulo $\bar{Z}_C = 1,92$

La línea C-D de 5 KV de Al-Ac de 50 $mm^2$ y 420 m tiene

$R = 0,65\ \Omega/km$ y $X = 0,25\ \Omega/km$

$Z_{C-D} = 0,273 + 0,105j;$

En D, $Z_D = 0,273 + 2,025j$ y $\bar{Z}_D = 2,04$

La línea D-E es un cable de 6 KV de 3 x 25 Armado, de $R = 0,73\ \Omega/km$ y $X = 0,103\ \Omega/km$. La longitud en el caso del taller al final de su corrida será de 680 m.

$Z_{D-E} = 0,496 + 0,07j;$

En E, $Z_E = 0,769 + 2,095\ j$ y $\bar{Z}_E = 2,23$

La impedancia del transformador $T_2$ de 5/0,5 KV, 500 KVA y $V_{cc}$ = 3,9% es:

$$X_{T2} = \frac{V_{cc}}{100} \frac{V_p^2}{P} = 1,95;$$

En F, $Z_F = (0,769 + 4,045j)\ m_2^2 = 0,0077 + 0,0405\ j,$ y

$\bar{Z}_F = 0,041$

La línea F-G de 35 m y cable de 3 x 150 $mm^2$ flexible, tiene R = 0,16 Ω/km y X = 0,063 Ω/km.

$Z_{F-G} = 0,0056 + 0,0022j;$

En G, $Z_G = 0,0133 + 0,0427j$ y

$\bar{Z}_G = 0,045$

Líneas de 0,5 KV a motores $M_i$; i = 1 .... 10

Línea G-$M_1$ de 55 m y cable de 3 x 25 $mm^2$ de

R = 0,76 Ω/km y X = 0,085 Ω/km

$Z_{G-M1} = 0,0418 + 0,0047j;$

En $M_1$, $Z_{M1} = 0,0551 + 0,0474j$ y $\bar{Z}_{M1} = 0,073$

Línea G-$M_2$ de 190 m y cable de 3 x 25

$Z_{G-M2} = 0,1445 + 0,0162j;$

En $M_2$, $Z_{M2} = 0,1578 + 0,0589j$ y

$\bar{Z}_{M2} = 0,168$

Las líneas a $M_3$ y $M_4$ son iguales a las $M_1$ y $M_2$ respectivamente.

Línea G-$M_5$ de 60 m y cable de 3 x 25

$Z_{G-M5} = 0,0456 + 0,0051j;$

En $M_5$, $Z_{M5} = 0,0589 + 0,0478j$ y $\bar{Z}_{M5} = 0,076$

Línea G-$M_6$ de 185 m y cable de 3 x 70 $mm^2$ flexible de R = 0,253 $\Omega$ /km y X = 0,079 $\Omega$ /km.

$Z_{G-M6} = 0,0468 + 0,0146j;$

En $M_6$, $Z_{M6} = 0,06 + 0,0573j$ y $\bar{Z}_{M6} = 0,083$

La línea G-$M_6$ es común para los motores $M_6$ y $M_7$.

Línea G-$M_8$ de 80 m y cable de 3 x 25 $mm^2$

$Z_{G-M8} = 0,0608 + 0,0068j;$

En $M_8$, $Z_{M8} = 0,0741 + 0,0495j$ y $\bar{Z}_{M8} = 0,089$

Línea G-$M_9$ de 100 m y cable de 3 x 25 $mm^2$

$Z_{G-M9} = 0,076 + 0,0085j;$

En $M_9$, $Z_{M9} = 0,0893 + 0,0512j$ y $\bar{Z}_{M9} = 0,103$

Línea G-$M_{10}$ de 130 m de cable de 3 x 25 $mm^2$

$Z_{G-M10} = 0,0988 + 0,0111j;$

En $M_{10}$, $Z_{M10} = 0,1121 + 0,0538j$ y $\bar{Z}_{M10} = 0,124$

Siendo $I_{cc3} = \frac{V}{\sqrt{3}\ \bar{Z}}$ e $I_{cc2} = \frac{V}{2\ Z}$, las corrientes de cortocircuito en los puntos esenciales del circuito M.T. y B.T. del interior de la mina son:

| Punto | $I_{cc_3}$ (KA) | $I_{cc2}$ (KA) |
|---|---|---|
| D | 1,42 | 1,22 |
| E | 1,3 | 1,12 |
| F | 7,05 | 6,1 |
| G | 6,42 | 5,55 |
| $M_1$, $M_3$ | 3,96 | 3,42 |
| $M_2$, $M_4$ | 1,72 | 1,48 |
| $M_5$ | 3,8 | 3,28 |
| $M_6$ $M_7$ | 3,48 | 3,01 |
| $M_8$ | 3,25 | 2,81 |
| $M_9$ | 2,8 | 2,42 |
| $M_{10}$ | 2,33 | 2,01 |

3.6.5.- Protecciones

Frente a los cortocircuitos se protege la instalación con cortacircuitos fusibles en los puntos G, D y B del esquema y con relés electromagnéticos sobre interruptor de potencia en los C y F.

En G, los fusibles serán del tipo NH de característica lenta, característica tipo gT según UNE 21103, que admiten las puntas de arranque de los motores de rotor en cortocircuito cuando se escogen de $I_N$ (fusibles) = 1,6 $I_N$ (motor).

Con este criterio los fusibles correspondientes a cada motor serán los indicados en el Cuadro XIII.

Esquema global para el cálculo de las corrientes de cortocircuito

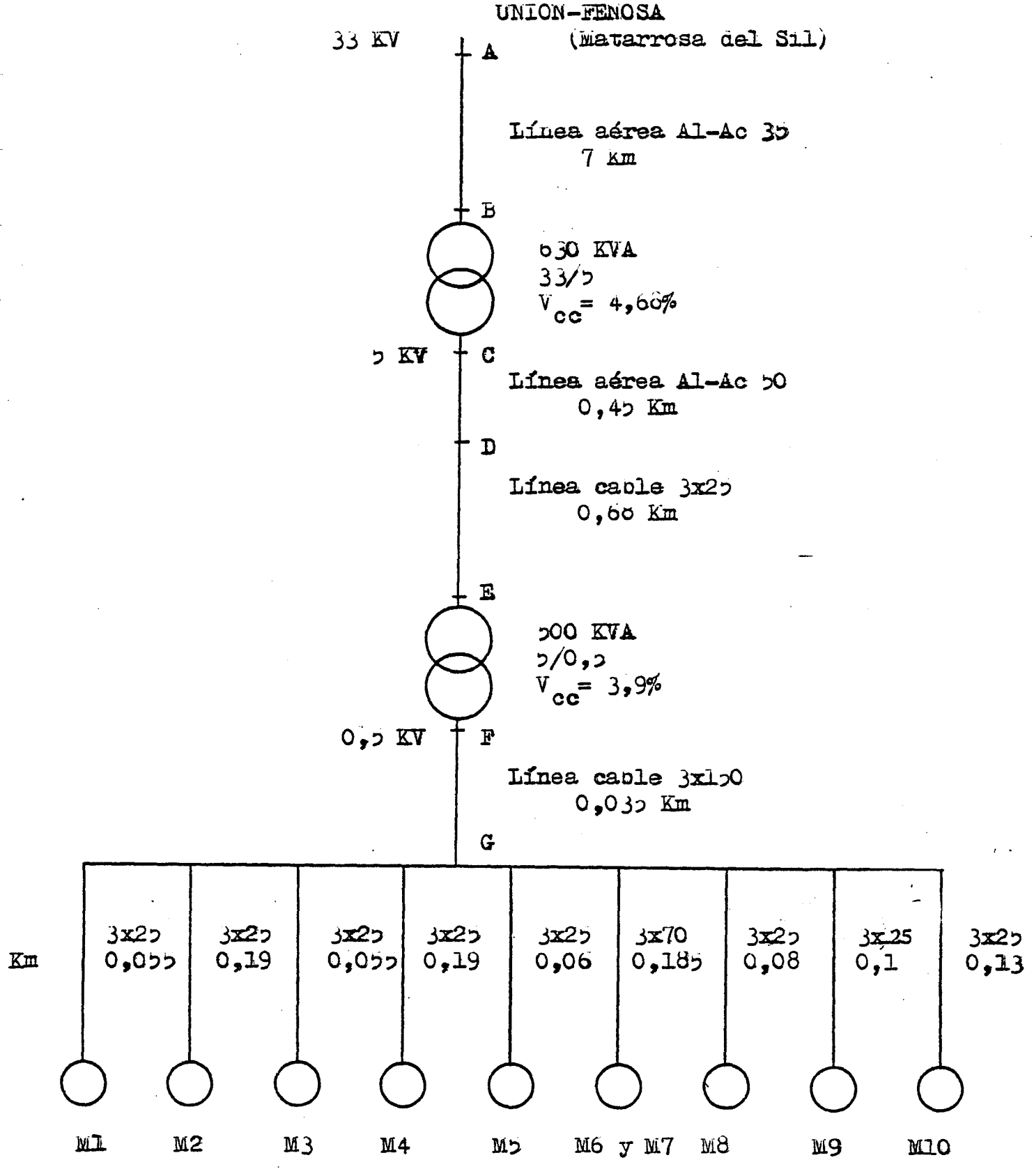



Figura nº 16

| Línea a proteger | $M_1$ | $M_2$ | $M_3$ | $M_4$ | $M_5$ | $M_6$ y $M_7$ | $M_8$ | $M_9$ | $M_{10}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_N$ de la línea (A) | 79 | 79 | 53 | 53 | 43 | 216 | 65 | 32 | 43 |
| $I_N$ del fusible(A) | 160 | 160 | 100 | 100 | 80 | 400 | 125 | 63 | 80 |
| $I_{cc2}$ (KA) | 3,4 | 1,4 | 3,4 | 1,4 | 3,2 | 3 | 2,8 | 2,4 | 2 |
| Tiempo fusión (ms) | 15 | 500 | 3 | 40 | 5 | 2000 | 10 | 8 | 5 |

CUADRO XIII - PROTECCIONES CONTRA CORTOCIRCUITOS

En la línea $M_6$ y $M_7$ se comprueba que su sección es suficiente para soportar térmicamente el cortocircuito de 2 segundos de duración. Según especifica un fabricante de cables de mina, la sección mínima es, para no sobrepasar en el cobre los 160° C:

$$S_{mín} = \frac{Icc\sqrt{t}}{114} \ mm^2$$

En este caso la sección mínima de cobre sería 37 $mm^2$ y la línea tendrá 70 $mm^2$.

El poder de corte de estos fusibles a 0,5 KV, 50 $H_z$ y cos = 0,4 es superior a los 100 KA, muy por encima del mayor cortocircuito trifásico que se espera en G.

En F un interruptor con relés magnéticos regulables de 3,2 a 6,3 KA, protegerá la instalación. El cortocircuito más desfavorable es el bifásico producido en G, de valor 5,5 KA. El relé electromagnético se regulará a 3,2 KA, de manera que responderá en 0,03 segundos, según se ve en su característica de disparo I-t, y no disparará en la situación de todas las cargas a su $I_N$ y la mayor arrancando pues:

447 A + 8 x 210 A = 2.175 A

El poder de corte del interruptor sobre cortocircuito simétrico es de 25 KA, muy superior a los 7,05 KAque se esperan,en el peor de los casos, en F.

En D, la protección frente a los cortocircuitos se realiza por fusibles de 17,5 KV y de 100 A de $I_N$.

El cortocircuito $I_{cc2}$ más alejado es de 6,1 KA y la respuesta del fusible, según su curva de fusión, es de 0,01 seg.

La intensidad de régimen normal, con los motores $M_6$ y $M_7$ en período de arranque es de 218 A. Los fusibles tardarían minutos en abrir el circuito, tiempo muy superior al propio del arranque. Antes habrían fundido los que protegen la línea a $M_6$ y $M_7$.

El poder de corte de estos fusibles es de 80 KA a 5 KV, 50 Hz y cos = 0,15, muy superior a la $I_{cc3}$ en D.

En C, los relés director Hiz de 50 A de $I_n$, de electromagnético, que actuan sobre el interruptor de pequeño volumen de aceite AEG, tienen un campo de regulación de 3 a 6 $I_N$. Se regularán a 3 $I_N$.

El $I_{cc2}$ en D es de 1,22 KA. Con este defecto actuarían los relés disparando el interruptor en el tiempo correspondiente a su inercia mecánica.

El poder de corte del interruptor es de 18 KA a 5 KV.

Contra un cortocircuito en la red de 5 KV anterior a D, siempre responderán antes los fusibles que el interruptor, ya que las transmisiones de los relés directos y la parte mecánica del interruptor retardan la acción de éste por encima de los 0,01 segundos de actuación de aquellos.

En todos los caso existe selectividad frente a los cortocircuitos, actuando siempre los elementos de protección más cercanos al defecto.

Contra las sobrecargas se regularán los relés a 1,2 $I_n$ (motor).

En el caso de los motores $M_6$ y $M_7$ de la rozadora llevarán termostato en los devanados ya que si no, la protección no es efectiva al alimentarse ambos motores por una línea única.

El transformador de 500 KVA del interior se protegerá regulando los relés térmicos de su interruptor de B.T. a su $I_N$ que es 578 A. La regulación es de 500 A a 630 A.

En el caso de ser insuficiente esta regulación en la práctica, se subirán los relés hasta 630 A que, en todo caso es inferior a 1,2 $I_N$ del secundario.

El transformador de 630 KVA del exterior se protegerá regulando los relés electromagnéticos a 100 A y con retardo de 6 segundos. Estos relés son regulables de 60 a 100 A y una temporización regulable también de 0,3 a 6 seg.

La intensidad nominal del transformador en el secundario es de 73 A y la del circuito de 66 A.

Los relés directos que accionan el interruptor de pequeño volumen de aceite son de $I_N$ = 50 A y admiten hasta 75 A en régimen permanente.

La regulación alta y el retardo de 6 segundos se justifica ya que se trata de evitar el disparo en el caso de plena carga más el arranque de los motores $M_6$ y $M_7$, considerando que transcu-

rrido ese tiempo los motores de la rozadora adquirieron ya su régimen de revoluciones normal.

3.6.7.- Caidas de tensión

Se admite como máximo para los motores eléctricos una caida de tensión del 5% de la nominal en régimen de plena carga.

Para el cálculo de las caidas de tensión se aplica la fórmula.

$$V = \sqrt{3}\ I\ (R_L \cos \phi + X_L \operatorname{sen} \phi) \qquad (31)$$

donde:

I = Intensidad nominal de la línea
$R_L$ = Resistencia total de la línea
$X_L$ = Inductancia total de la línea
$\phi$ = Angulo de desfase entre V e I

El transformador del exterior de 630 KVA, $T_1$, admite tres regulaciones de tensión pues su relación es $33 \pm 5\%$ / 5 KV. Escogeremos 33-5% / 5 KV. La tensión en el secundario cuando en el primario es de 33 KV, será 5,263 KV.

La impedancia del transformador referida al secundario es:

$$Z_{T1} = 80,9 \times m_1^2 = 1,89$$

Y la caida de tensión que origina:

$$\triangle V_{T1} = 3 \times 66 \times 1,89 \times 0,6 = 129\ V$$

La caida de tensión en la línea C-D es de 33 V y en D-E de 51 V.

Al primario del transformador del interior llegarán 5,050 KV.

El transformador del interior de 500 KVA, $T_2$ admite igualmente tres regulaciones ya que su relación de transformación es $5 \pm 5\%$ / 0,55 KV. Elegiremos 5 + 5% / 0,55 KV.

La tensión en el secundario será:

$$V_S = 5,05 \times 0,55 / 5,25 = 0,529 \text{ KV}$$

La impedancia del transformador referida al secundario es:

$$Z_{T2} = 1,95 \times m_2^2 = 0,024$$

y la caída de tensión que origina:

$$\triangle V_{T2} = 3 \times 663 \times 0,024 \times 0,6 = 16,5 \text{ V}$$

En la línea F-G la caída de tensión será:

$$\triangle V = 3 \times 663 \times (0,0056 \times 0,8 + 0,0022 \times 0,6) = 6,5 \text{ V}$$

A las barras del tren energético llegarán:

$$529 - 16,5 - 6,5 = 506 \text{ V}$$

Las caidas de tensión más desfavorables se dan en las líneas a los motores $M_2$ y $M_6$-$M_7$, siendo éstas de 17 y 16 V respectivamente. Estas caidas de tensión representan aproximadamente el 2,2%, que estan dentro de lo permitido por la legislatura vigente.

Las caidas de tensión deberían sumarse vectorialmente por no estar perfectamente en fase pero el error es pequeño y en todo caso por exceso.

### 3.6.8.- Cuadros de distribución en B.T.

Los cuadros de maniobra y protección de los motores que componen la instalación serán de dos tipos, los que alimentan a los motores $M_1$ a $M_7$, de tipo antideflagrante y los que alimentan los motores $M_8$ a $M_{10}$, no antideflagrantes, en chapa de acero de 3 mm y estancos al agua y al polvo.

Los primeros tomarán tensión del interruptor general $I_G$ y los segundos del propio armario de protección B.T. del transformador del Interior.

Los arrancadores P1 a P6 disponen de fusibles de protección frente a los cortocircuitos y de relés frente a las sobrecargas. Igualmente, van dotados de protección individual contra la falta de aislamiento por inyección de corriente continua a la línea sin tensión, imposibilitando la conexión de ésta si hubiese fallo de aislamiento. (Protección lock-out).

Los arrancadores P8 a P10 llevan incorporados fusibles contra los cortocircuitos y relés térmicos diferenciales contra las sobrecargas. La protección frente a la falta de aislamiento se confía al armario de protección B.T. que busca el defecto permanentemente y con tensión. En este caso la protección no es selectiva.

### 3.6.9.- Circuito de mando

La tensión de los circuitos de mando, señalización y comunicación será de 18 y 24 V. Los acoplamientos electromagnéticos de deslizamiento funcionarán a 127 V de corriente continua.

El mando de la rozadora se realiza desde la propia máquina así como el del sistema de avance y el del pancer de la explota-

ción. El mando del transportador también puede hacerse desde el punto de descarga.

Los accionamientos del transportador pueden arrancar simultáneamente o temporizadamente, así como un accionamiento sólo o los dos.

Se asegura la conexión automática del equipo de riego para la eliminación del polvo después de poner en marcha la máquina.

La velocidad del avance de la rozadora es variable, regulada con un conmutador de cinco posiciones desde la propia rozadora. Existe la posibilidad de funcionamiento automático del sistema de avance en función de la carga de los motores de ésta y de los del avance.

Se instalará una centralita para la megafonía por el taller. En cada altavoz existirá un pulsador con enclavamiento de paro general y otro de iguales características para el paro del transportador.

Los circuitos de mando serán de seguridad total, imposibilitando los accionamientos en caso de rotura o cortocircuito de los cables de mando a distancia.

Existirán señales precautorias de arranque antes de accionarse los motores de la rozadora, del avance y los acoplamientos electromagnéticos de deslizamiento.

3.6.10.- Red de tierras

Los cables de fuerza del tipo flexible MINAS, llevarán conductor específico de tierra distribuido en tres, a fin de conseguir un conjunto simétrico de menor diámetro exterior. Los de tipo semiflexible MINAS utilizarán como conductor de tierra la arma

dura formada por cablecillos de acero. Esta armadura posee la conductividad necesaria para constituir dicho conductor.

En el caso de los cables semiflexibles se asegurará la continuidad eléctrica del circuito de tierra utilizando prensaestopas especiales para cable armado del tipo HAD-4.

El cable de 5 KV, armado y unido a las carcasas metálicas por el procedimiento descrito anteriormente, da continuidad a la red de tierra hasta el exterior, donde existirá una toma de tierra próxima a la subestación.

Además de la tierra del exterior, cerca del transformador de interior se ejecutará la toma de tierra del interior. En cada traslado de la estación transformadora se efectuará una nueva toma.

La toma de tierra en el interior de la mina se realizará con picas metálicas de tubería de 1" galvanizada, introducidas a presión en barrenos perforados al Ø exterior de las picas.

El barrenado se hará al muro de la capa en la cuneta de la galería. El carbón da mayor resistividad que los hastiales.

La toma de tierra estará constituida por 4 picas a 4 m una de otra. Si fuese necesario se enterrará una chapa de acero inoxidable de 1 x 0,75 m en posición vertical para asegurar el mayor contacto posible con el terreno, unida eléctricamente a las picas.

Se pretende alcanzar los 5 ohmios de resistencia de puesta a tierra.

Las conexiones eléctricas de la toma de tierra se harán como si del circuito de fuerza se tratase y con cable de cobre aislado de 95 $mm^2$ de sección.

## 4.- METODOLOGIA PARA EL CONTROL DEL ENSAYO

Para que, una vez finalizado el ensayo, puedan extraerse conclusiones válidas y éstas puedan ser extrapoladas a otros campos de explotación es necesario disponer de datos de la suficiente calidad que deben reflejar todas las vicisitudes que se hayan producido a lo largo del ensayo.

Los aspectos más importantes que deber ser controlados a lo largo del ensayo se refieren al trabajo de la rozadora, al comportamiento geomecánico del tajo y a los rendimientos obtenidos.

### 4.1.- CONTROL DEL TRABAJO DE LA ROZADORA

El control del trabajo de la rozadora debe integrarse en el control del tajo donde va instalada tomando como unidad de tiempo a controlar el relevo y siendo el Jefe del tajo el responsable de suministrar la información necesaria tal y como ocurre habitualmente en la buena práctica de las explotaciones mineras.

A tal fin puede utilizarse el impreso en el que se recogen los conceptos más importantes que deben ser controlados agrupándolos en cinco grandes grupos: datos de localización, trabajos realizados, jornales empleados, materiales gastados y desglose de paradas.

4.1.1.- Datos de localización

Deben servir para localizar el trabajo realizado para lo cual basta con indicar la fecha del día de trabajo y el relevo de que se trata.

4.1.2.- Trabajos realizados

Esencialmente hay que recoger el trabajo realizado por la rozadora: número de rozas, superficie deshullada, avance realizado y producción obtenida.

En caso de que no se haya realizado ningún trabajo productivo deberán especificarse en el apartado observaciones del Impreso I las tareas que se han realizado en el tajo.

4.1.3.- Jornales empleados

Es necesario incluir la información precisa sobre los jornales empleados en cualquier operación que afecte a la marcha del tajo. A tal fin se han considerado los puestos de trabajo especificados en el apartado 3.3.4. que se refieren a las operaciones que de forma regular deban realizarse en el tajo.

Dado que este tajo va a trabajar inicialmente en régimen de ensayo deben considerarse, en los apartados apropiados, aquellos jornales que esten presentes en el tajo de forma habitual, incluso externos a Antracitas de Gaiztarro, S.A. aunque no se correspondan con los inicialmente previstos.

Es muy importante que, en cada relevo, se contabilicen todos los jornales realmente empleados en las tareas realizadas ya que en caso contrario se falsearían los resultados finales.

4.1.4.- Materiales gastados

El conocimiento de los materiales gastados en cada relevo es muy importante para controlar de forma efectiva los trabajos realizados.

En principio el consumo de materiales de un tajo largo es muy limitado y habitualmente se limita al consumo de picas, aceite y liquido de pilas. También se ha incluido como consumible la energía eléctrica que podrá ser controlada mediante un contador instalado en el centro de transformación de interior.

4.1.5.- Tiempos de parada

Los tiempos de parada deben ser conocidos con la mayor precisión posible para poder determinar las causas que limitan los tiempos reales de utilización de la maquinaria instalada en el tajo.

En el Impreso I se han considerado algunas de las paradas más frecuentes en los tajos equipados con rozadora que, durante la realización del ensayo, podrán ser completados de acuerdo con los problemas que se produzcan en este tajo.

Es muy importante que el tiempo de parada sumado al tiempo de roza se corresponda con el tiempo real de presencia en el taller ya que en caso contrario los indices técnicos que se elaboren a partir de estos datos resultarían falseados.

Como norma general debe adoptarse el criterio de considerar como parada la interrupción que razonablemente haga suponer que incidirá durante más tiempo en la parada del taller. Si durante el tiempo de interrupción que provoque una parada determinada se subsanaran otras averias que incidan en la marcha del tajo, estas no deben ser consideradas como paradas.

IMPRESO I

## CONTROL DEL TALLER CON ROZADORA K–103

Fecha: _____ Relevo: _____ Nº de Rozas: _____ Producción: _____ (t)

Superficie deshullada: _____ ($m^2$) Avance: _____ (m)

| JORNALES EMPLEADOS | |
|---|---|
| OCUPACION | Nº |
| Maquinista de arranque (anclaje galería pie) | |
| Ayudantes mineros (sostenimiento galería pie) | |
| Llavista (galería pie) | |
| Ayudante minero (Descarga transportador) | |
| Electricista | |
| Estempleros | |
| Mecánicos | |
| Rozador | |
| Ayudante Rozador | |
| Picadores nicho sup. | |
| Ayudantes mineros nicho sup. | |
| Llavista galería de cabeza | |
| OTROS | |
| TOTAL | |

| MATERIALES GASTADOS | |
|---|---|
| PICAS (Uds.) | |
| ACEITE (L) | |
| Líquido pilas (L) | |
| Energía eléctrica (kwh) | |
| Otros | |

| | |
|---|---|
| TIEMPO DE PRESENCIA (m) | |
| TIEMPO DE ROZA (m) | |
| TIEMPO DE PARADAS (m) | |

OBSERVACIONES: _____

| DESGLOSE DE PARADAS ROZADORA | | | |
|---|---|---|---|
| AJENAS | | PROPIAS | |
| MOTIVO | TIEMPO (m) | MOTIVO | TIEMPO (m) |
| Sostenimiento galería de pie | | Anclaje galería pie | |
| Avance galería pie | | Transportador repartidor | |
| Falta de materiales | | Transportador de tajo | |
| Circuito de bandas | | Agua de riego | |
| Circuito de ventilación | | Energía eléctrica | |
| Sostenimiento galería de cabeza | | Sostenimiento del tajo | |
| Mantenimiento | | Avería mecánica rozadora | |
| | | Avería eléctrica rozadora | |
| | | Sistema avance pie | |
| | | Sistema avance cabeza | |
| | | Cable eléctrico de rozadora | |
| | | Cambio de picas | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| TOTAL | | TOTAL | |
| TOTAL TIEMPO DE PARADAS | | | |

## 4.2.- CONTROL DEL COMPORTAMIENTO GEOMECANICO DEL TAJO

El control del comportamiento geomecánico del tajo se basará en observaciones sobre la geometria del techo y paramento así como la presión de las pilas hidráulicas de sostenimiento.

### 4.2.1.- Control del techo y paramento

De acuerdo con el Impreso II el control del techo se efectuará midiendo, en tres secciones distintas del tajo, la distancia no sostenida del techo entre el paramento y el extremo del sombrero de las pilas, la longitud del voladizo del techo detrás de las pilas y la altura del taller también detrás de las pilas. Las tres secciones de medida estarán situadas a veinte metros de la cabeza del tajo, en el centro del taller y a veinte metros del pie del tajo.

Las mediciones se harán una vez al día y se anotará también cualquier caida de costeros del techo utilizando para ello un croquis como el incluido en el Impreso II y haciendo una planta del taller en la que figure la posición del frente de la rozadora y de la línea de pilas hidráulicas.

Un aspecto fundamental de este ensayo lo constituye la habilidad de la rozadora para arrancar la cuña de estéril que lleva la capa. Para controlar esta circunstancia se tomarán, diariamente, las potencias de las venas de carbón y de la cuña en las tres secciones de control indicadas utilizando para esto el Impreso II.

Cuando se modifiquen las características de la cuña se tomarán algunas muestras de ella debidamente localizadas, con objeto de realizar ensayos para determinar su resistencia a compresión simple. A tal fin podrán realizarse ensayos de rotura bajo carga puntual.

Asímismo cuando sea necesario rozar el techo o el muro de la capa se tomarán muestras de roca en esos lugares con objeto de determinar la resistencia a compresión de las rocas rozadas.

4.2.2.- Control del sostenimiento

Tal como se ha expuesto en el apartado 3.1.2. el sostenimiento hidráulico de este tajo no debe crear problemas ya que está adecuadamente dimensionado y sobradamente experimentada su importancia en tajos con terrenos similares al del tajo objeto del ensayo.

Sin embargo como medida de precaución para poder tener datos fiables con los que se pueda estudiar cualquier anormalidad, se ha previsto agrupar a las pilas correspondientes a las tres secciones de control, definidas en el apartado 4.2.1., de sendos manómetros de glicerina para poder controlar la presión del circuito hidráulico en los estemples delanteros y traseros de las pilas.

Las lecturas de control, al igual que las otras mediciones recomendadas, se efectuarán una vez al día.

4.2.3.- Control de rendimiento

Tal como se ha indicado en el apartado 3.3.4.1. se ha adoptado un rendimiento de arranque de 24,9 t/j, como criterio para juzgar la bondad del ensayo efectuado. Además de este rendimiento deben calcularse, diariamente, el rendimiento de taller,el del panel y los indices técnicos de la rozadora.

En el Impreso III se incluyen los datos que es preciso manejar para calcular estos índices y rendimientos.

Los rendimientos de taller y panel se han definido en los apartados 3.3.4.2. y 3.3.4.3.

Los índices técnicos que pueden reflejar mejor el trabajo de la rozadora son:

$$\text{Rendimiento de roza} = \frac{\text{Producción (t)}}{\text{Tiempo de roza (min)}}$$

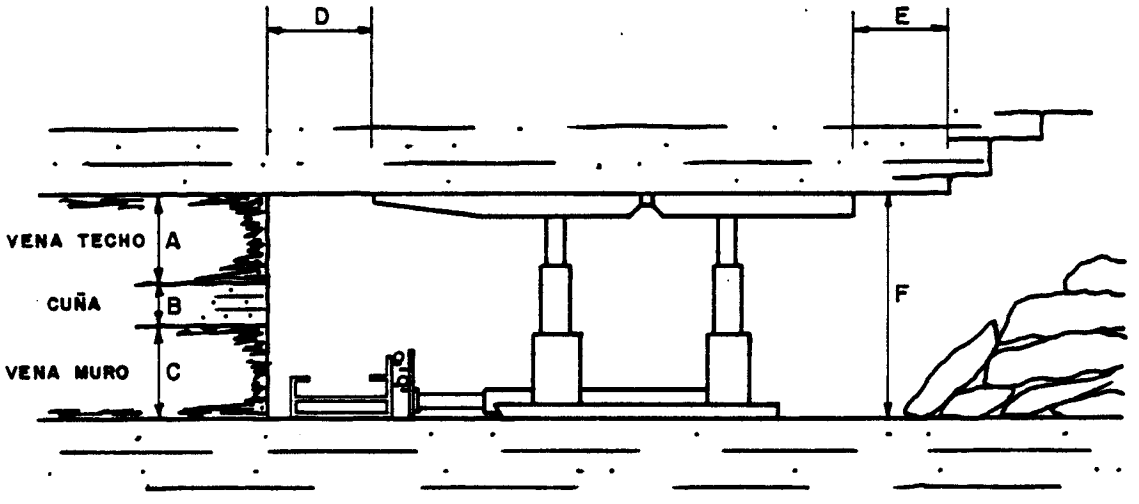
$$\text{Eficiencia de la rozadora} = \frac{\text{Superficie deshullada } (m^2)}{\text{Tiempo de roza (min)}}$$

$$\text{Utilización de la rozadora} = \frac{\text{Tiempo de roza (min)}}{\text{Tiempo de presencia (min)}} \times 100$$

$$\text{Disponibilidad de la rozadora} = \frac{\text{(Tiempo de roza + paradas) (min)}}{\text{Tiempo de presencia (min)}} \times 100$$

IMPRESO II - CONTROL GEOTECNICO DEL TAJO CON ROZADORA

FECHA: _____




| CARACTERISTICAS DE LA CAPA | 20 m pie tajo | Centro tajo | 20 m cabezatajo | VALOR MEDIO |
|---|---|---|---|---|
| Potencia vena techo A (cm) | | | | |
| Potencia cuña B (cm) | | | | |
| Potencia vena muro C (cm) | | | | |
| Potencia total capa (A+C) (cm) | | | | |
| Proporción de cuña $(\frac{B}{A+C} \times 100)$ | | | | |

| CARACTERISTICAS DEL TECHO DE SOSTENIMIENTO | 20 m pie tajo | Centro tajo | 20 m cabeza tajo | VALOR MEDIO |
|---|---|---|---|---|
| Distancia no sostenida en el frente D (cm) | | | | |
| Voladizo detras de las pilas E (cm) | | | | |
| Altura de taller detras de las pilas F (cm) | | | | |
| Presión estemples delanteros (kg/cm2) | | | | |
| Presión estemples traseros (kg/cm2) | | | | |

IMPRESO III - INDICES TECNICOS DEL TALLER CON ROZADORA

Fecha: _____ Dias de trabajo del mes: _____

| DATOS | EN EL DIA | A LA FECHA |
|---|---|---|
| 1.- Producción (t) | | |
| 2.- Superficie deshullada ($m^2$) | | |
| 3.- Avance del frente (m) | | |
| 4.- Jornales del taller | | |
| 5.- Tiempo de presencia (min) | | |
| 6.- Tiempo de roza (min) | | |
| 7.- Jornales de avance de galerías | | — |
| 8.- Jornales de cuartel | | |
| 9.- Tiempos de paradas | | |

| RENDIMIENTOS | DIA | FECHA |
|---|---|---|
| Arranque $(\frac{1}{4})$ | | |
| Taller $(\frac{1}{4+7})$ | | |
| Panel $(\frac{1}{4+7+8})$ | | |

| INDICES TECNICOS | DIA | FECHA |
|---|---|---|
| Rendimiento de roza $(\frac{1}{6})$ (t/min) | | |
| Eficiencia rozadora $(\frac{2}{6})$ (m2/min) | | |
| Utilización rozadora $(\frac{6}{5} \times 100)$ | | |
| Disponibilidad rozadora $(\frac{6+9}{5}) \times 100$ | | |

## 5.- PLANIFICACION DEL ENSAYO

El desarrollo del programa necesario para este proyecto, requiere las siguientes actividades:

- Selección de un panel lo suficientemente representativo de las condiciones mineras y geológicas del campo de reservas que se quiere mecanizar.

- Reconocimiento previo del panel y la toma de datos para el conocimiento de los parámetros de diseño de los equipos de taller.

- Elaboración del Proyecto de detalle, con consideración especial de los objetivos y rendimientos que se desean alcanzar. Estudio de equipos y servicios para la realización del ensayo.

Estas fases del programa ya han sido realizadas, quedando por terminar y ejecutar las siguientes:

- Adquisición, construcción y recepción de los equipos.

- Ejecución de las labores de preparación mineras y adaptación de los diferentes servicios a la nueva situación.

- Formación del personal, siendo necesario el montaje previo en el exterior de la mina.

- Montaje de los equipos en el interior y puesta en funcionamiento.

- Desarrollo del ensayo.

- Seguimiento del ensayo, tanto en lo relativo al comportamiento del taller y de los equipos, como a la toma de datos para obtener unos resultados. Extrapolación de los resultados a otras zonas de interés.

- Desmontaje del taller, en el caso de que la prueba tenga un resultado negativo.

- Elaboración de un informe final, conteniendo los resultados y conclusiones obtenidas.

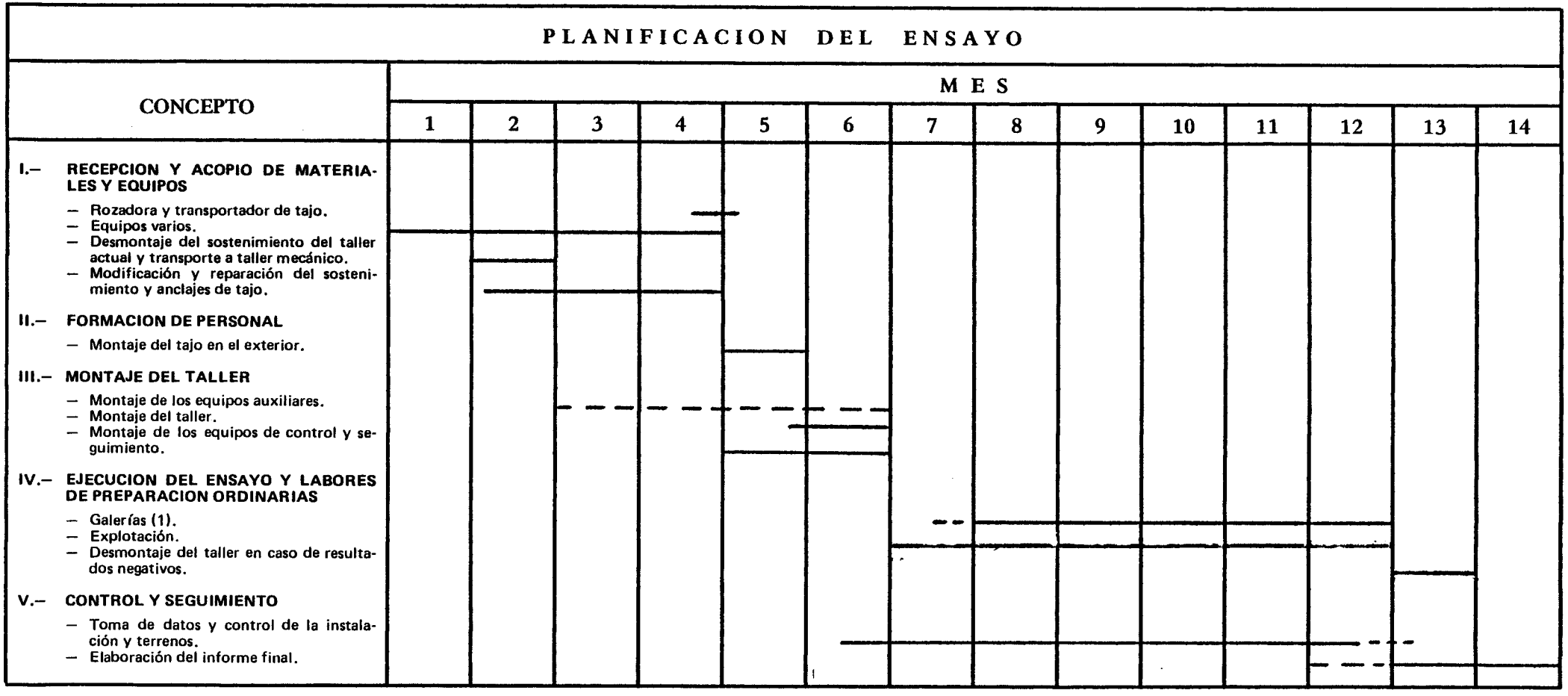
En el cuadro dado a continuación estan contenidos los hitos generales, agrupados en diferentes fases y su programación estimada en el tiempo.

Las fases contempladas son:

I - Recepción y acopio de materiales y equipos
II - Formación del personal
III- Montaje del taller
IV - Ejecución del ensayo y labores de preparación
V - Control y seguimiento

La planificación detallada de cada actividad se realizará durante la propia ejecución de las mismas.

## PLANIFICACION DEL ENSAYO




*(1) Sólo galería de base, el resto de labores necesarias para la prueba ya han sido realizadas.*

## 6.- PRESUPUESTO

El presupuesto total para el ensayo, que a continuación se desglosa, se eleva a 244.642.000 pts.

Para la valoración de los equipos disponibles de ANTRACITAS DE GAIZTARRO S.A., que sean utilizados durante la prueba se ha considerado un alquiler de los mismos a un precio mensual del 5% sobre el valor del equipo nuevo.

Todos los precios son referidos a pesetas corrientes de 1984.

## PRESUPUESTO

| C O N C E P T O | UNIDADES | PRECIO UNIDAD (x 1.000 pta) | TOTAL (x 1.000 pta) |
|---|---|---|---|
| A) EQUIPO DE ARRANQUE Y SOSTENIMIENTO EN TAJO | | | |
| a.1. Rozadora ..... | 1 | 47.170 | 47.170 |
| a.2. Transportador blindado de tajo, modelo SP-202-B-1 .... | 1 | 21.830 | 21.830 |
| a.3. Turbo embragues ..... | 4 | 168 | 672 |
| a.4. Motores pancer de tajo (55 KW) ..... | 3 | 655 | 1.965 |
| a.5. Ejes de entrada reductor pancer ..... | 4 | 50,8 | 203 |
| a.6. Carcasa turboembrague .. | 2 | 61 | 122 |
| a.7. Canales para cables .... | 100 | 5 — | 500 |
| a.8. Anclaje de galería ..... | 1 | 6.500 | 6.500 |
| A) TOTAL ..... | | | 78.962 |
| B) EQUIPO DE SOSTENIMIENTO | | | |
| b.1. Pilas Westfalia K.1.1. (Alquiler 5% mensual del valor original, 6 meses) ... | 80 | 390 | 31.200 |
| b.2. Modificaciones necesarias | | | |
| b.2.1. Cilindros empujadores ... | 100 | 64 | 6.400 |
| b.2.2. Abrazaderas parte posterior de los cilindros empujadores ..... | 115 | 4,25 | 489 |
| b.2.3. Piezas de amarre a pilas. | 100 | 14,8 | 1.480 |
| b.2.4. Guias de cilindros ... | 200 | 7,6 | 1.518 |
| b.2.5. Latiguillos (incluida red general de presión y retorno) ..... | | | 1.850 |
| b.2. Subtotal ..... | | | 11.737 |

PRESUPUESTO (Cont.)

| CONCEPTO | UNIDADES | PRECIO UNIDAD (x 1.000 pta) | TOTAL (x 1.000 pta) |
|---|---|---|---|
| b.3. Mano de obra taller Alinos (estimado) | 200 jor. | 10 | 2.000 |
| B) TOTAL ..... | | | 44.937 |
| C) EQUIPOS DE TRANSPORTE Y AUXILIARES DE GALERIA | | | |
| c.1. Transportador blindado repartidor Modelo T-500 (Alquiler) ..... | 6 meses | 600 | 3.600 |
| c.2. Cinta transportadora de galería de base, 350 m,motor 60 C.V. (Alquiler) ... | 6 meses | 441 | 2.645 |
| c.3. Cintas transportadora,pozo J-81 y pozo 2a Jarrina (Alquiler) ..... | 6 meses | 526 | 3.157 |
| c.4. Transportador blindado de transferencia, 20 m (Alquiler) ..... | 6 meses | 250 | 1.500 |
| c.5. Estación hidráulica de bombeo P.D.N. (Alquiler) .... | 6 meses | 170 | 1.020 |
| c.6. Monocarril galería de base 650 m (Alquiler) ..... | 6 meses | 525 | 3.147 |
| C) TOTAL ..... | | | 15.069 |

PRESUPUESTO (Cont.)

| C O N C E P T O | UNIDADES | PRECIO UNIDAD (x 1.000 pta) | TOTAL (x 1.000 pta) |
|---|---|---|---|
| D) EQUIPO ELECTRICO | | | |
| d.1. Transformador SAIT 500 KVA, 5/0,5 KV (P.D.N.) ..... | 1 | 3.150 | 3.150 |
| d.2. Celda de protección y maniobra 5 KV ..... | 1 | 344 | 344 |
| d.3. Armario de protección B.T. (0,5 KV) ..... | 1 | 160 | 160 |
| d.4. Cable alimentación arrancadores ..... | 150 m | 4,7 | 705 |
| d.5. Cable 3 x 70 + 3 x 16 + 3 x 4D + 3 x 4 ..... | 550 m | 3,5 | 1.925 |
| d.6. Cable 3 x 25 + 1 x 16 + 1 x 10D + 3 x 4 ..... | 700 m | 2,5 | 1.750 |
| d.7. Cable 3 x 4 + 1 x 4 + 1 x 2,5D + 3 x 1,5 ..... | 300 m | 1,2 | 360 |
| d.8. Cable 5 x 4 ..... | 450 m | 0,6 | 270 |
| d.9. Cable 12 x 1,5 ..... | 450 m | 0,8 | 360 |
| d.10. Cable 24 x 1,5 ..... | 150 m | 1,1 | 165 |
| D) TOTAL ..... | | | 9.189 |
| E) RECAMBIOS | | | |
| e.1. Recambios entibación para funcionamiento en la prueba (5% valor entibación tajo). | | | 5.200 |
| e.2. Consumo de material fungible durante la prueba (picas, aceites, etc) ..... | | | 3.950 |
| E) TOTAL ..... | | | 9.150 |

PRESUPUESTO (Cont.)

| CONCEPTO | UNIDADES | PRECIO UNIDAD (x 1.000 pta) | TOTAL (x 1.000 pta) |
|---|---|---|---|
| F) OBRA MINERA | | | |
| f.1. Plano en roca de acceso a 3er panel ..... | 70 m | 120 | 8.400 |
| f.2. Galería en carbón, recorte | 20 m | 100 | 2.000 |
| f.3. Guía de base 3er panel .. | 350 m | 100 | 35.000 |
| f.4. Guía de cabeza 3er panel - (50%) ..... | 175 m | 100 | 17.500 |
| f.5. Montura de la explotación. | 130 m | 50 | 7.800 |
| F) TOTAL ..... | | | 70.700 |
| G) MONTAJE Y DESMONTAJE DEL TAJO | | | |
| g.1. Montaje ..... | 250 jor. | 10 | 2.500 |
| g.2. Desmontaje (solo en caso - de ensayo negativo) ..... | | 10 | 1.562 |
| g.1.) TOTAL ..... | | | 2.500 |
| g.2.) TOTAL (solo en caso de ensayo negativo). | | | 1.562 |
| H) ASISTENCIA TECNICA Y FORMACION DE PERSONAL | | | |
| h. Ensayo en el exterior ..... | 250 jor. | 10 | 2.500 |
| H) TOTAL ..... | | | 2.500 |

PRESUPUESTO (Cont.)

| C O N C E P T O | UNIDADES | PRECIO UNIDAD (x 1.000 pta) | TOTAL (x 1.000 pta) |
|---|---|---|---|
| I) VARIOS | | | |
| i.1. Seguro instalación ..... | | | 1.000 |
| I) TOTAL ..... | | | 1.000 |
| J) INGENIERIA | | | |
| j.1. Seguimiento y supervisión de la preparación y realización del ensayo por un equipo técnico ..... | | | 8.885 |
| j.2. Informe final ..... | | | 1.750 |
| J) TOTAL ..... | | | 10.635 |
| TOTAL GENERAL ..... | | | 244.642 |
| TOTAL (solo en caso de ensayo negativo) | | | 246.204 |

ANEXO:

FORMULA CONTRACTUAL

La fórmula contractual contempla las aportaciones de cada una de las partes implicadas en la realización del ensayo en cada una de las fases.

En primer lugar, DURO-FELGUERA cederá gratuitamente la instalación mecánica de arranque y transporte en el tajo, puesto a pie de mina, para la realización del ensayo de seis meses de duración.

El rendimiento de arranque mínimo a conseguir durante el ensayo de la rozadora para juzgar como positivo el resultado del ensayo es de 24,9 t/jornal; valor adoptado en la reunión celebrada en ANTRACITAS DE GAIZTARRO, S.A., el día 7 de agosto de 1984. En caso de alcanzarse el valor fijado el ensayo se considerará positivo y ANTRACITAS DE GAIZTARRO, S.A. deberá comprar el equipo en las condiciones que se fijen en el contrato. En caso contrario el equipo será devuelto al fabricante.

Para la realización del ensayo las aportaciones que deberán hacer cada una de las partes, manteniendo la misma nomenclatura presentada en el presupuesto, apartado 6, serán:

Aportación de DURO-FELGUERA, S.A.

| CONCEPTO | IMPORTE (x 1.000 pta) |
|---|---|
| a.1. Rozadora, K-103 ..... | 41.170 |
| 1.2. Transportador blindado, SP-202-B1 .. | 21.830 |
| TOTAL | 69.000 |

Aportación de ANTRACITAS DE GAIZTARRO, S.A.

| CONCEPTO | IMPORTE (x 1.000 pta) |
|---|---|
| A) EQUIPOS DE ARRANQUE Y SOSTENIMIENTO DEL TAJO | |
| Partidas a.3., a.4., a.5., a.6., a.7., y a.8. ..... | 9.962 |
| B) EQUIPO DE SOSTENIMIENTO | |
| Partida b.1. ..... | 31.200 |
| C) EQUIPOS DE TRANSPORTE Y AUXILIARES DE GALERIA ..... | 15.069 |
| D) EQUIPO ELECTRICO | |
| Partidas d.1., d.2. y d.3. ..... | 3.654 |
| F) OBRA MINERA ..... | 70.700 |
| TOTAL | 130.585 |

El P.E.N. aportará el importe de las siguientes partidas:

| CONCEPTO | IMPORTE (x 1.000 pta) |
|---|---|
| B) EQUIPO DE SOSTENIMIENTO | |
| Partidas b.2. y b.3. ..... | 13.737 |
| D) EQUIPO ELECTRICO | |
| Partidas d.4., d.5., d.6., d.7., d.8., d.9. y d.10 ..... | 5.535 |
| E) RECAMBIOS | |
| Partidas e.1. y e.2. ..... | 9.150 |
| G) MONTAJE DEL TAJO ..... | 2.500 |
| H) ASISTENCIA TECNICA Y FORMACION DEL PERSONAL | |
| Partida h.1. ..... | 2.500 |
| I) VARIOS | |
| Partida i.1. ..... | 1.000 |
| J) INGENIERIA | |
| Partidas j.1. y j.2. ..... | 10.635 |
| T O T A L | 45.057 |

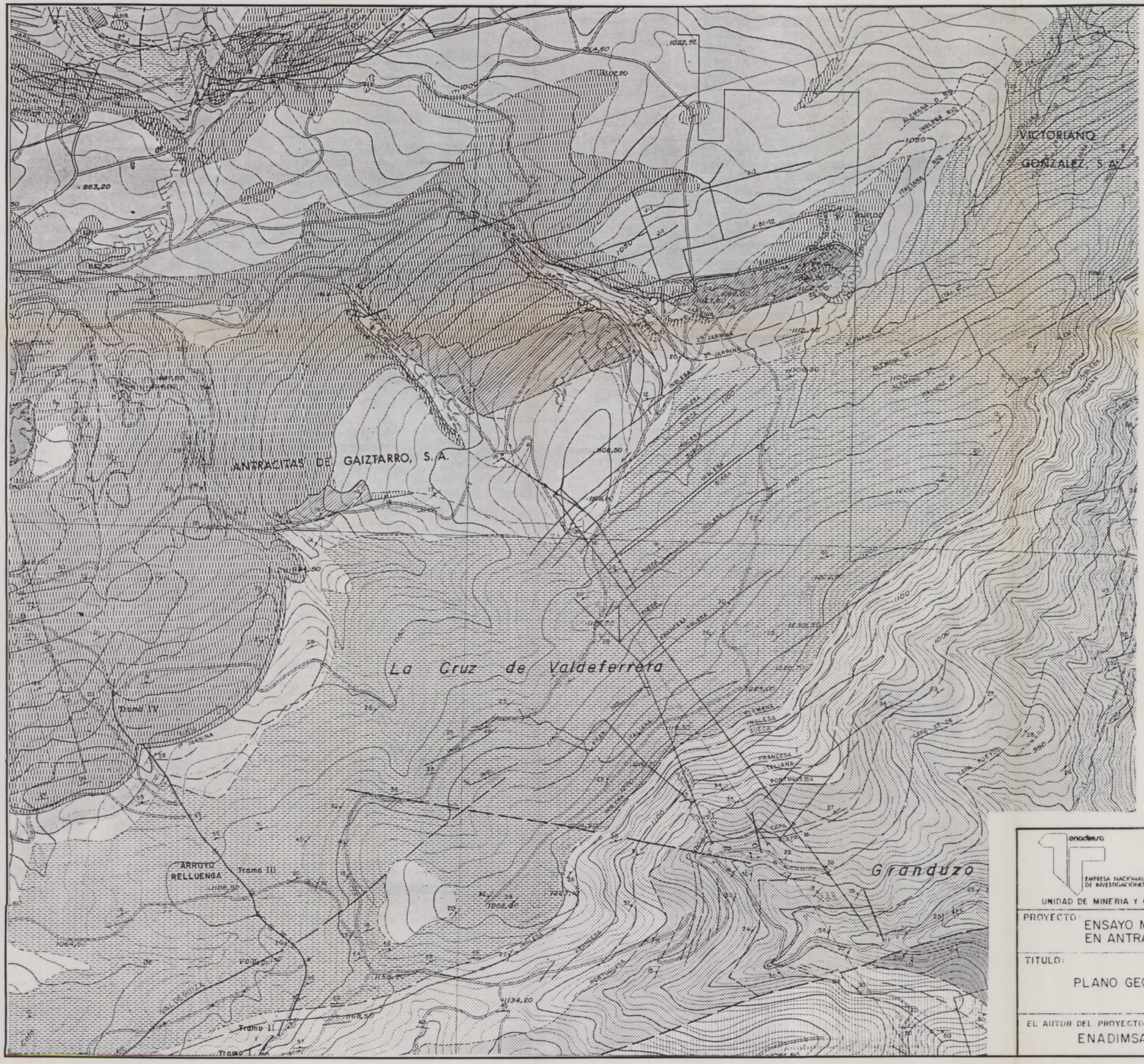
Terminado el ensayo, la participación del PEN, según el resultado obtenido, será:

RESULTADO POSITIVO:

El P.E.N. aportará a fondo perdido 10.635.000 pta en concepto de ingenieria. El importe del resto de las partidas, 34.422.000 pta deberán ser devueltas al P.E.N. por ANTRACITAS DE GAIZTARRO,S. A.

RESULTADO NEGATIVO:

En este caso el P.E.N. añadiría a los 45.057.000 pta aportadas el importe del desmontaje del tajo, 1.562.000 pta; totalizando su participación a fondo perdido la cantidad de 46.619.000 pta.




## LEYENDA

| | |
|---|---|
| CUATERNARIO | Derrubios de ladera |
| | Terrazas |
| PLIOCUATERNARIO | |
| TERCIARIO | |
| CARBONIFERO | Tramo Superior |
| | Tramo de Fabero |
| | Tramo de Jarrinas |
| | Tramo de Valdeferrera |
| | Tramo de Internacionales |
| | Tramo de Villamar |
| | Tramo de Base / brecha |
| SILURICO | |
| ORDOVICICO | Cuarcita de Vega |
| | Formación Agüeira |
| | Pizarras de Luarca |

## SIMBOLOGIA

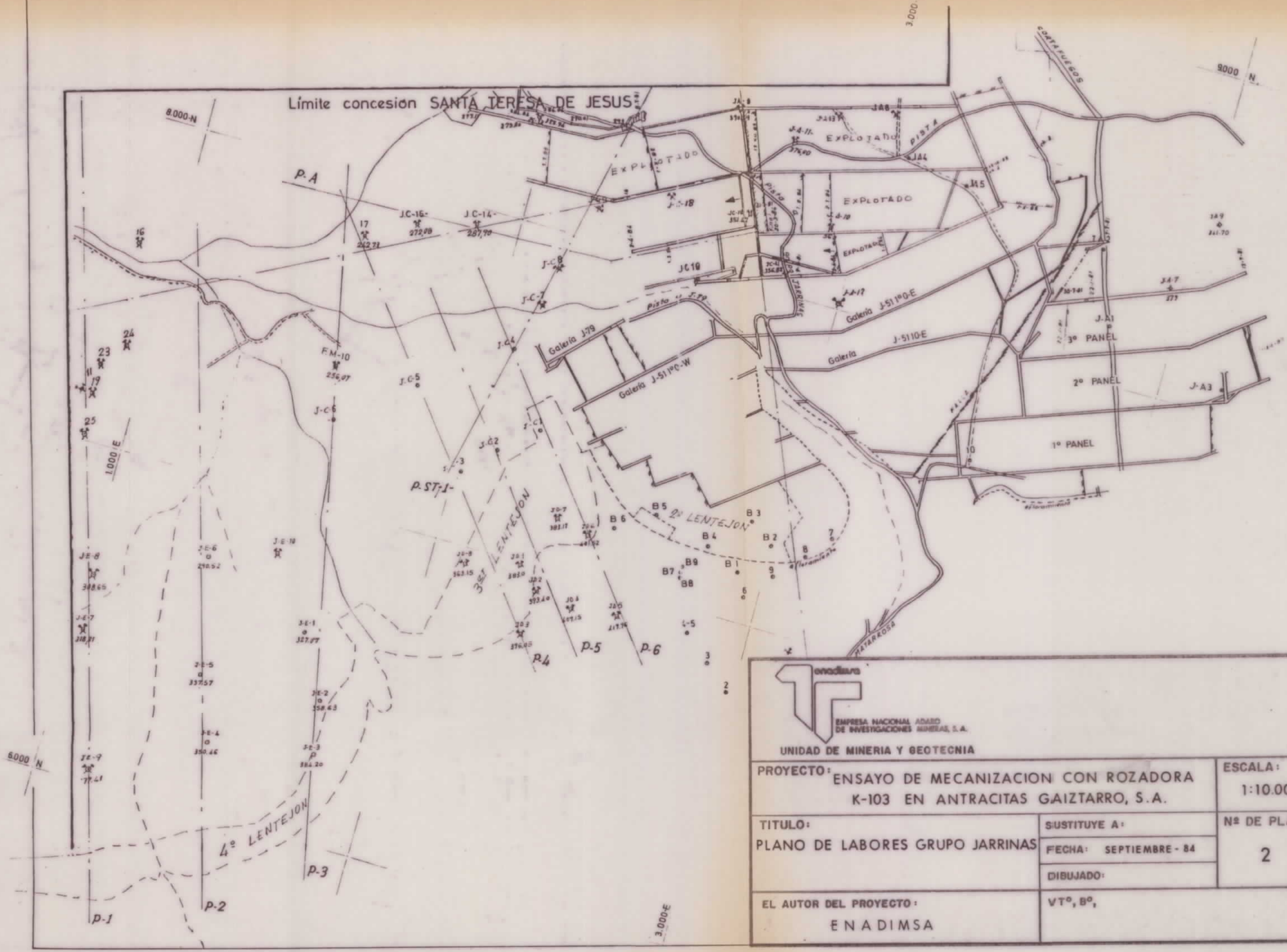
- Contacto normal
- Contacto discordante
- Contacto supuesto
- Paso de capa de carbón
- Paso probable de capa
- Chimenea
- Zona explotada a cielo abierto
- Escombrera
- Falla
- Falla supuesta
- 58 — Dirección y buzamiento
- 50 — Direccion y pendiente de la esquistosidad
- 85 — Buzamiento invertido
- Buzamiento vertical

enadimsa

EMPRESA NACIONAL ADARO DE INVESTIGACIONES MINERAS, S.A.

UNIDAD DE MINERIA Y GEOTECNIA

| | | |
|---|---|---|
| PROYECTO: ENSAYO MECANIZACION CON ROZADORA R-103 EN ANTRACITAS DE GAIZTARRO S A | | ESCALA: 1/50 000 |
| TITULO: PLANO GEOLOGICO | SUSTITUYE A: | Nº DE PLANO 1 |
| | FECHA: SEPTIEMBRE 1984 | |
| | DIBUJADO: | |
| EL AUTOR DEL PROYECTO: ENADIMSA | VTº, Bº, | |

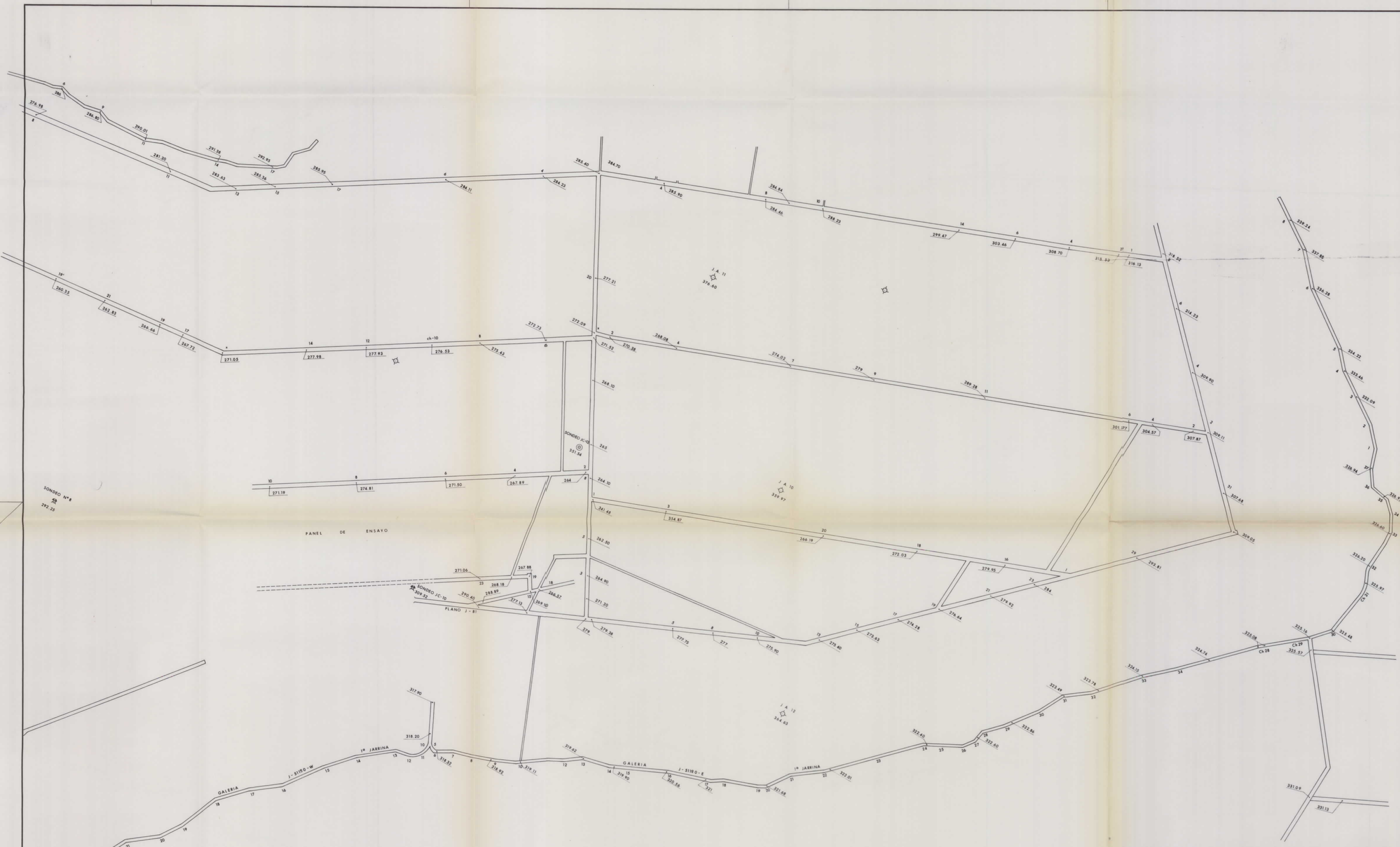



ENADIMSA

EMPRESA NACIONAL ADARO DE INVESTIGACIONES MINERAS, S.A.

UNIDAD DE MINERIA Y GEOTECNIA

| | | |
|---|---|---|
| PROYECTO: ENSAYO DE MECANIZACION CON ROZADORA K-103 EN ANTRACITAS GAIZTARRO, S.A. | | ESCALA: 1:10.000 |
| TITULO: PLANO DE LABORES GRUPO JARRINAS | SUSTITUYE A: | Nº DE PLANO 2 |
| | FECHA: SEPTIEMBRE - 84 | |
| | DIBUJADO: | |
| EL AUTOR DEL PROYECTO: ENADIMSA | VTº, Bº, | |

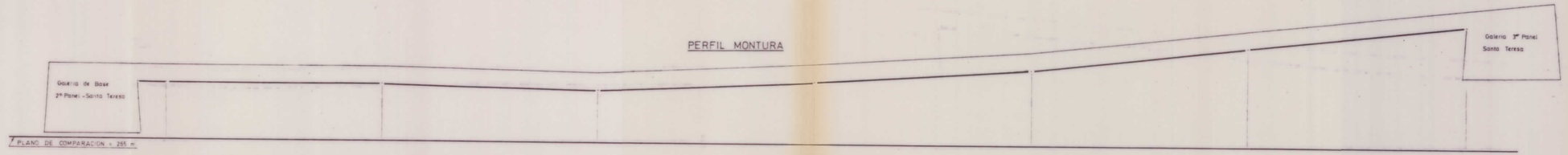



enadimsa
EMPRESA NACIONAL ADARO DE INVESTIGACIONES MINERAS, S.A.
UNIDAD DE MINERIA Y GEOTECNIA

| | |
|---|---|
| PROYECTO: ENSAYO DE MECANIZACION CON ROZADORA K-103 EN ANTRACITAS GAIZTARRO S.A. | ESCALA: 1 : 2.000 |
| TITULO: PLANO DE LABORES GRUPO JARRINAS | SUSTITUYE A: |
| | FECHA: SEPTIEMBRE - 84 |
| | DIBUJADO: |
| | Nº DE PLANO 3 |
| EL AUTOR DEL PROYECTO: ENADIMSA | VTº, Bº, |

Escalas | Horizontal 1/200
Vertical 1/10

## PERFIL MONTURA

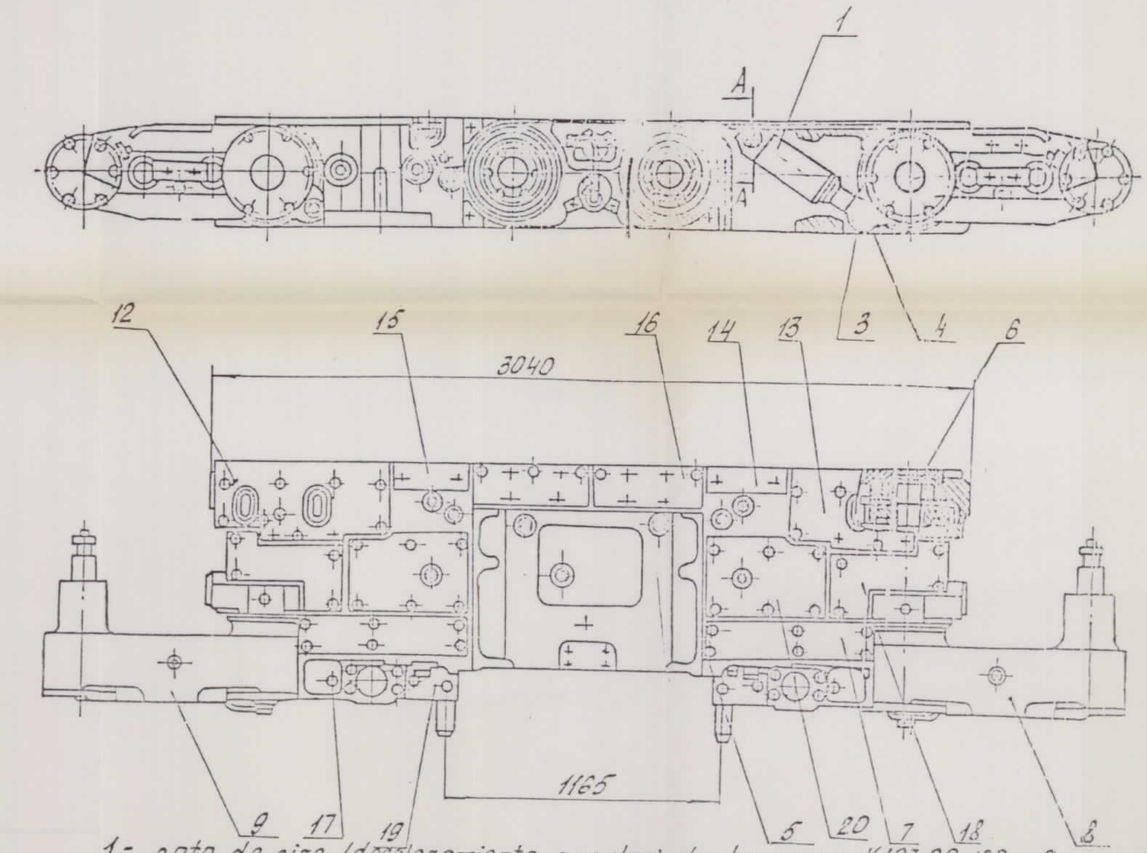



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| POTENCIAS CAPA | 0,84 | | 0,81 | | 0,98 | | 0,79 | | 0,77 | | 0,77 | | 0,78 | | 0,82 | | 0,84 | | 0,77 | | 0,83 | | 0,79 | | 0,94 | | 0,83 | | 0,90 | |
| COTAS MURO | 267,61 | 267,59 | | | | | | | | 267,59 | | | | | | | | 267,43 | | | | | | | | 267,82 | | | |
| DISTANCIAS AL ORIGEN | 0,00 | 2,70 | 5 | | 10 | | 15 | | 20 | 22,70 | 25 | | 30 | | 35 | | 40 | 42,70 | 45 | | 50 | | 55 | | 60 | 62,70 | 65 | | 70 | |

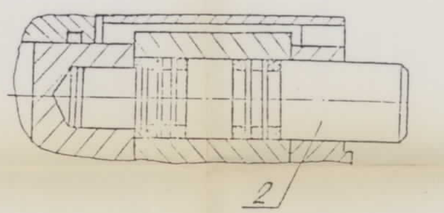
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| POTENCIAS CAPA | 0,88 | | 1,00 | | 0,93 | | 0,91 | | 0,88 | | 0,86 | | 0,80 | | 0,80 | | 0,85 | | 0,82 | | 0,79 | | | | | | | | | |
| COTAS MURO | | | | | 268,45 | | | | | | 268,44 | | | | | | | | | | 270,53 | | | | | | | | | |
| DISTANCIAS AL ORIGEN | 75 | | 80 | 82,80 | 85 | | 90 | | 95 | | 100 | 102,80 | 105 | | 110 | | 115 | | 120 | 123 | | | | | | | | | |

ENADIMSA
EMPRESA NACIONAL ADARO DE INVESTIGACIONES MINERAS, S.A.
UNIDAD DE MINERIA Y GEOTECNIA

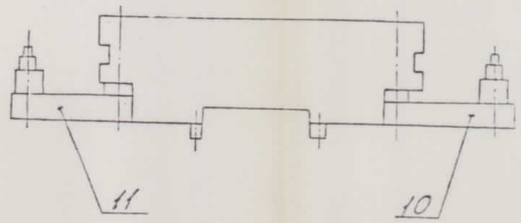
| | | |
|---|---|---|
| PROYECTO: ENSAYO MECANIZACION CON ROZADORA R-103 EN ANTRACITAS DE GAIZTARRO S.A. | | ESCALA: H: 1/200 V: 1/10 |
| TITULO: PERFIL CHIMENEA DE MONTURA | SUSTITUYE A: | Nº DE PLANO 4 |
| | FECHA: SEPTIEMBRE 1.984 | |
| | DIBUJADO: | |
| EL AUTOR DEL PROYECTO: ENADIMSA | VTº, Bº, | |




A-A



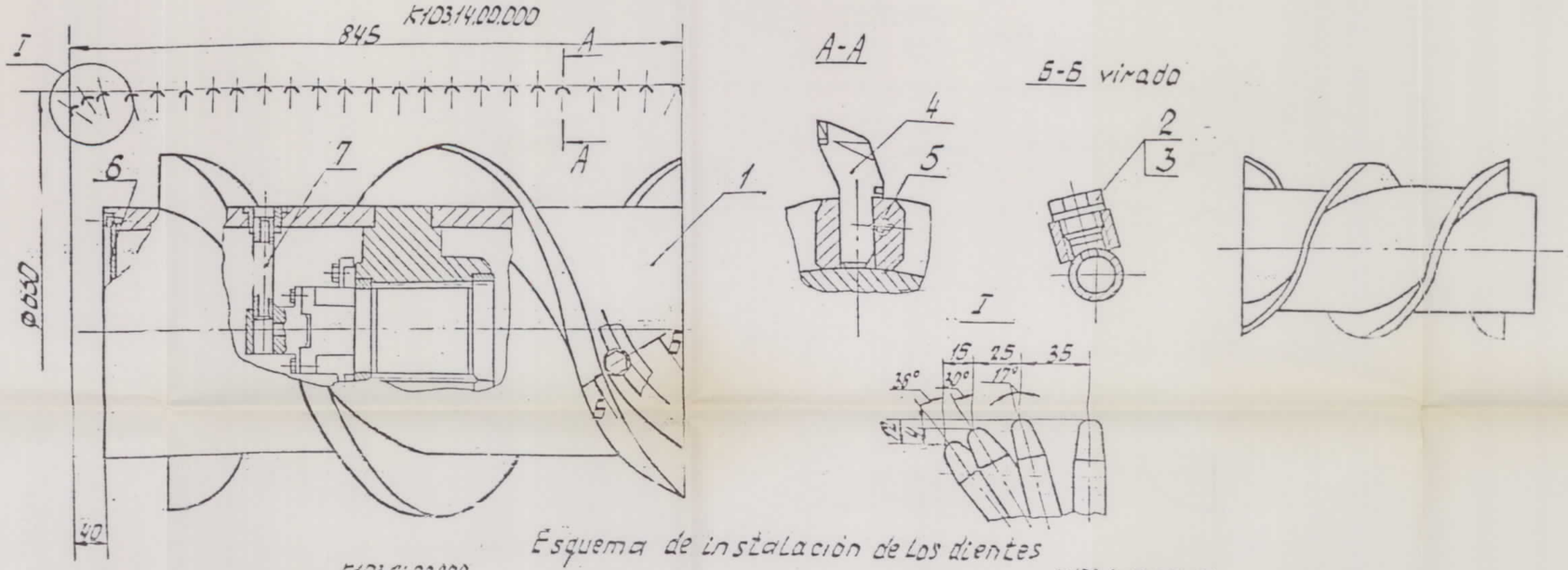

K103.01.00.000-01




1- gato de giro (desplazamiento angular) de la rosca K103.00.100; 2- eje K103.00.00.101; 3- casquillo K103.01.02.037; 4- tornillo especial K103.01.02.038; 5- reductor K103.01.01.000; 6- tapa K103.01.01.008; 7- tapa K103.01.01.550; 8- accionamiento de la rosca K103.01.04.000; 9- accionamiento de la rosca K103.01.04.000-01; 10- accionamiento de la rosca K103.01.03.000; 11- accionamiento de la rosca K103.01.03.000-01; 12- tapa K103.01.01.520; 13- tapa K103.01.01.520-01; 14- tapa K103.01.01.630; 15- tapa K103.01.01.630-01; 16- tapa K103.01.01.500; 17- tapa K103.01.01.540; 18- tapa K103.01.01.540-01; 19- tapa K103.01.01.510; 20- tapa K103.01.01.510-01.

enadimsa
EMPRESA NACIONAL ADARO DE INVESTIGACIONES MINERAS, S.A.
UNIDAD DE MINERIA Y GEOTECNIA

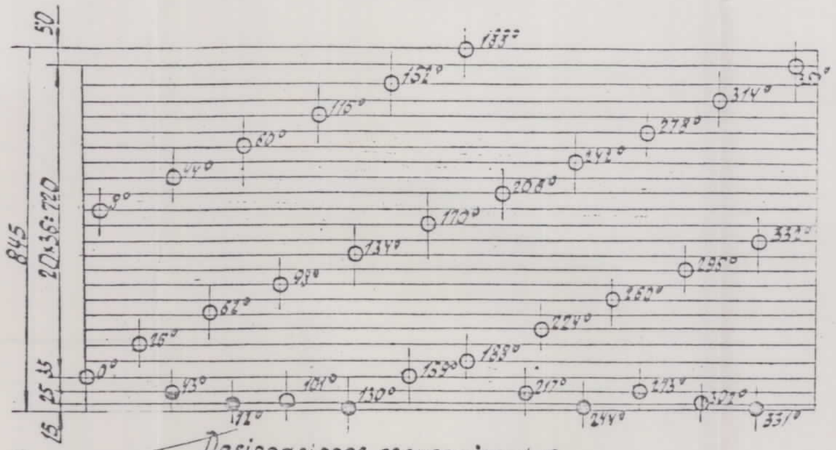
| | | |
|---|---|---|
| PROYECTO: ENSAYO DE MECANIZACION CON ROZADORA K-103 EN ANTRACITAS GAIZTARRO, S.A. | | ESCALA: |
| TITULO: DISPOSICION GENERAL ROZADORA K-103 | SUSTITUYE A: | Nº DE PLANO 5 |
| | FECHA: SEPTIEMBRE - 84 | |
| | DIBUJADO: | |
| EL AUTOR DEL PROYECTO: ENADIMSA | VTº, Bº, | |

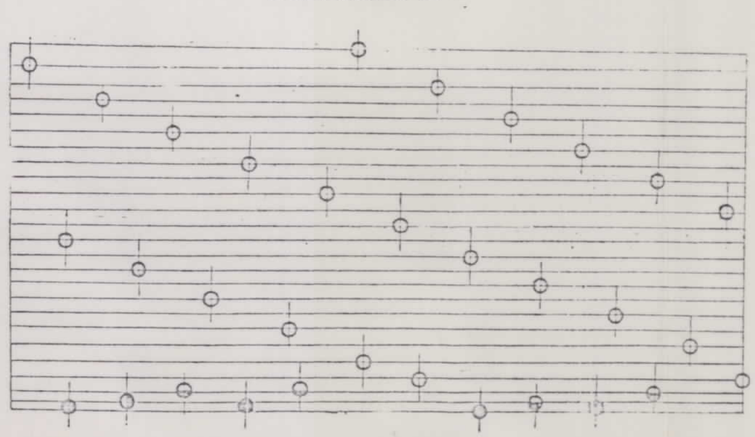



Esquema de instalación de los dientes

K103.14.00.000

K103.14.00.000-01



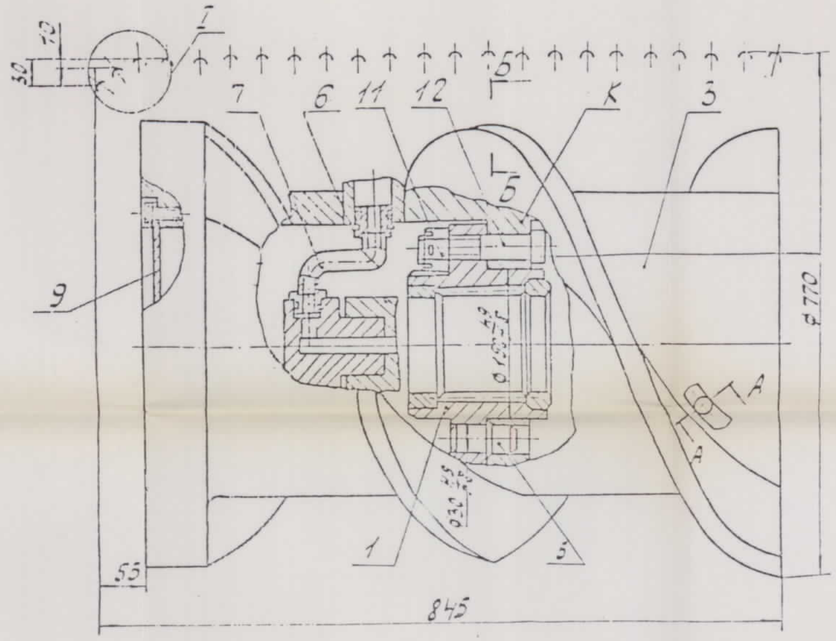
Designaciones convencionales

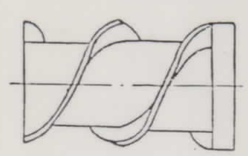
- Ⓐ Ángulo de inclinación de la portacuchilla -0°
- Ⓑ " " " " -30°
- Ⓒ " " " " 17°
- Ⓓ " " " " 38°

1- cuerpo de la rosca K103.14.00.030; 2- tapón 2K52-8-8-0903; 3- anillo K52M-3-0316; 4- diente 3P4.80; 5- enclavador N6K.001; 6- tapa K103.13.00.001; 7- tubuladura K103.13.00.002.

enadimsa
EMPRESA NACIONAL ADARO DE INVESTIGACIONES MINERAS, S.A.
UNIDAD DE MINERIA Y GEOTECNIA

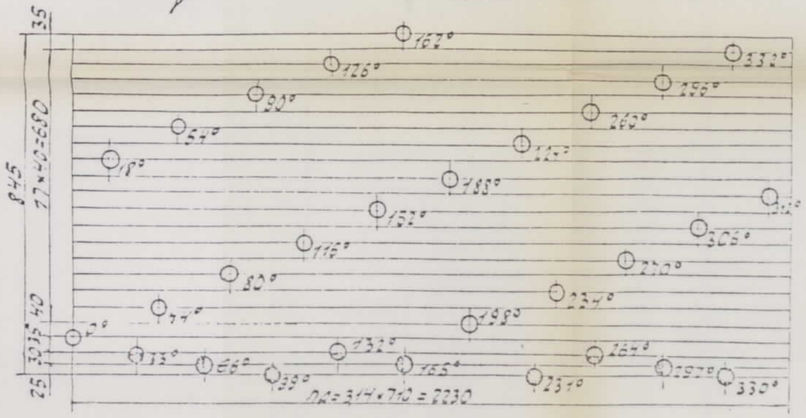
| | | |
|---|---|---|
| PROYECTO: ENSAYO DE MECANIZACION CON ROZADORA K-103 EN ANTRACITAS GAIZTARRO, S.A. | | ESCALA: |
| TITULO: TAMBOR DE ARRANQUE Ø 630 mm. DISPOSICION DE LAS PICAS | SUSTITUYE A: | Nº DE PLANO 6 |
| | FECHA: SEPTIEMBRE - 84 | |
| | DIBUJADO: | |
| EL AUTOR DEL PROYECTO: ENADIMSA | VTº, Bº, | |

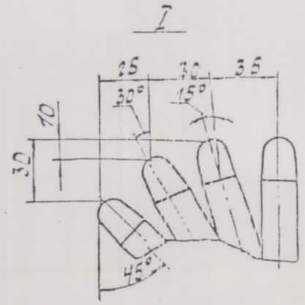


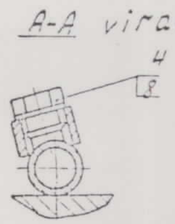



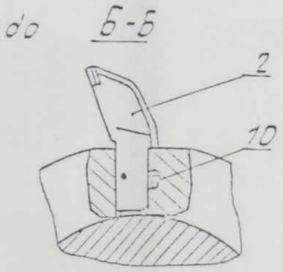
K 103.52.00.000-01

Esquema de instalación de los dientes




Designaciones convencionales

- ángulo de inclinación de la leva 0°
- ángulo de inclinacion de la leva 15°
- ángulo de inclinación de la leva 30°
- angulo de inclinación de la leva 45°

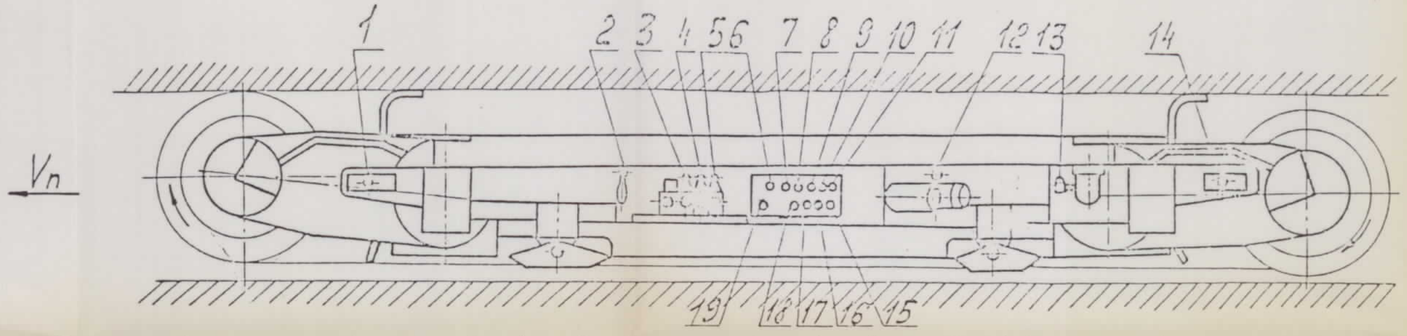
1- cubo K103.52.00.010; 2- cuchilla (diente) 3P1.80; 3- rosca ... soldada K103.52.01.000; 4- tapón 2K52-8-8-0901; 5- pasador especial 30; 6- grapa K103.52.52.002; 7- tuberia K103.52.00.030; 8- anillo K52M-3-0316; 9- tapa K103 53.00.001; 10- enclavador ПБК 00.001; 11- tuerca M30; 12- tornillo 2M30×140; K- anillo

ENADIMSA

EMPRESA NACIONAL ADARO DE INVESTIGACIONES MINERAS, S.A.

UNIDAD DE MINERIA Y GEOTECNIA

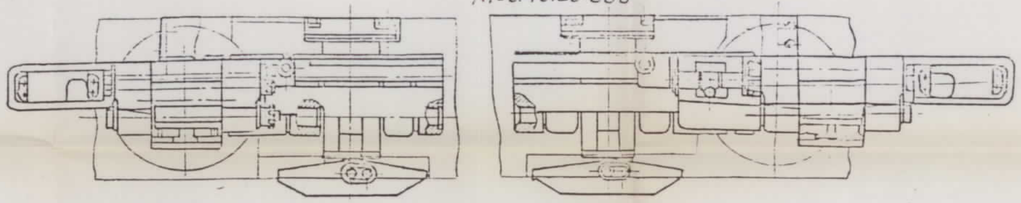
| | | |
|---|---|---|
| PROYECTO: ENSAYO DE MECANIZACION CON ROZADORA K-103 EN ANTRACITAS GAIZTARRO, S.A. | | ESCALA: |
| TITULO: TAMBOR DE ARRANQUE Ø 770 mm. DISPOSICION DE LAS PICAS | SUSTITUYE A: | Nº DE PLANO 7 |
| | FECHA: SEPTIEMBRE - 84 | |
| | DIBUJADO: | |
| EL AUTOR DEL PROYECTO: ENADIMSA | VTº, Bº, | |

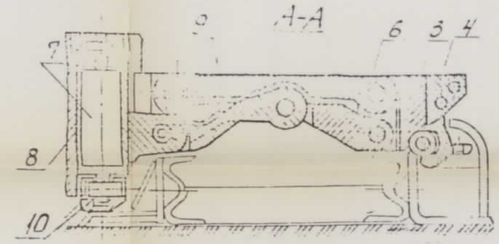



1,14 y 19 - parada general; cuando la flecha en el pulsador coincide con la raya en el cuerpo se desconectan todos los motores en el tajo; 2 y 12 - palancas para conectar los organos (roscas) izquierdo (2) y derecho de trabajo: para la conexión la palanca se deberá girar y tirar hacía uno (a número descendiente de revoluciones de los motores); para la desconexión hay que girar la palanca y empujarla de uno (los motores deberán estar parados); 3 y 5 - mandos para la elevación o descenso de las roscas izquierda (3) y derecha (6), presionando correspondientemente, hacía abajo o hacía arriba; 4 - mando para la elevacion o descenso del cuerpo de la rozadora cargadora (presionando hacía arriba); 6 - mando para asignar la velocidad de avance: aumento de la velocidad de avance - girando en el sentido contrario a las agujas del reloj, la reducción en sentido de las agujas del reloj; 7 - mando para escoger el procedimiento de mando de avance: a distancia (el mando se gira en el sentido contrario a las agujas del reloj) o automaticamente (el mando se gira en sentido a las agujas del reloj); 8 - pulsador „Parada de emergencia": al apretarlo a fondo corta la tensión para todos los consumidores de electricidad en el tajo, el pulsador se queda bloqueado; el desbloqueo se realiza girando el pulsador en el sentido de las agujas del reloj; 9 y 11 - pulsadores para conectar el avance de la rozadora cargadora a la derecha o izquierda: apretar a fondo; 10 - pulsador para la desconexión del avance: apretar a fondo, el pulsador se queda bloqueado. Para el desbloqueo hay que girar el pulsador en el sentido contrario a las agujas del reloj; 13 - llave (grifo) de la tuberia de agua, se abre girándola por la espiga (cuadradillo 16x6) hasta que coincida la raya en la testa de ésta con el eje del tubo; 15y16 - „Marcha" y „Parada" del transportador; 17 - „Marcha" de la rozadora cargadora (apretando a fondo el pulsador); 18 - „Parada" de la rozadora cargadora: al apretar a fondo, el pulsador se queda bloqueado. Para desbloquearlo girar hasta el tope el pulsador en el sentido contrario a las agujas del reloj.

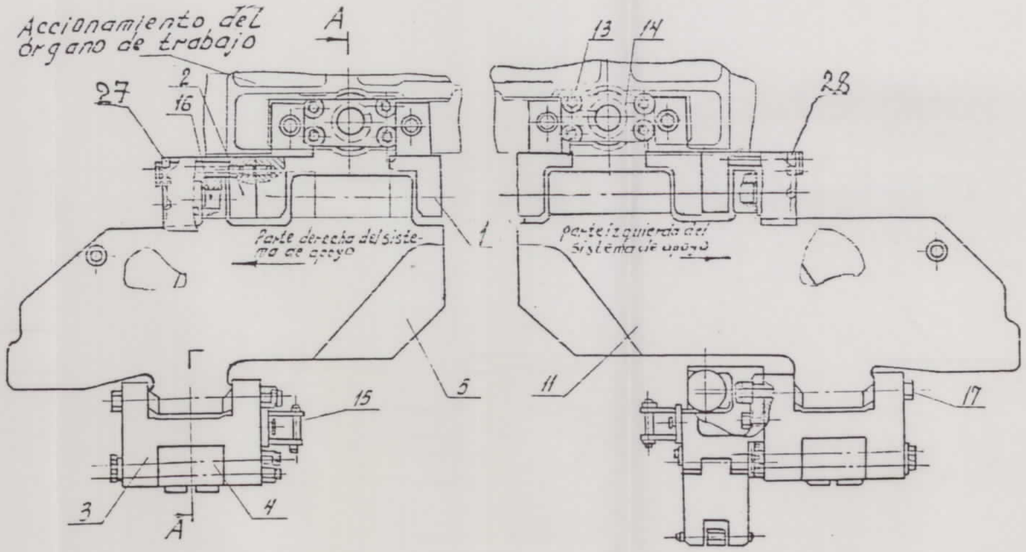
| | | |
|---|---|---|
| EMPRESA NACIONAL ADARO DE INVESTIGACIONES MINERAS, S.A.<br>UNIDAD DE MINERIA Y GEOTECNIA | | |
| PROYECTO: ENSAYO DE MECANIZACION CON ROZADORA K-103 EN ANTRACITAS GAIZTARRO, S.A. | | ESCALA: |
| TITULO: DISPOSICION DE LAS PALANCAS Y PULSADORES DE MANDO | SUSTITUYE A:<br>FECHA: SEPTIEMBRE - 84<br>DIBUJADO: | Nº DE PLANO 8 |
| EL AUTOR DEL PROYECTO: - ENADIMSA | VTº, Bº, | |

K103.46.00.000





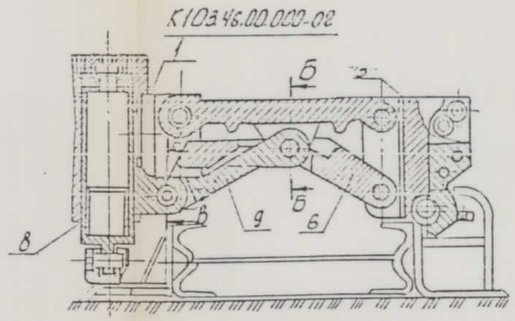

Accionamiento del órgano de trabajo







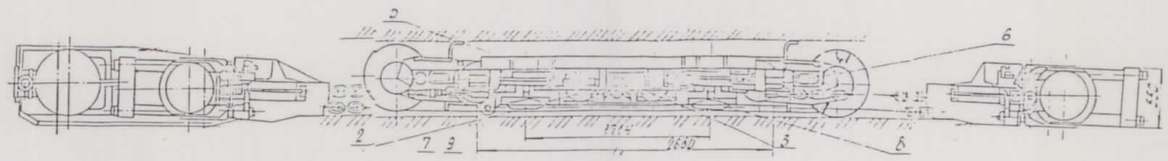
K103.46.00.000-02

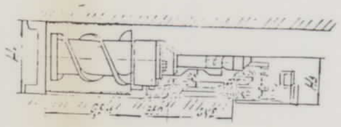


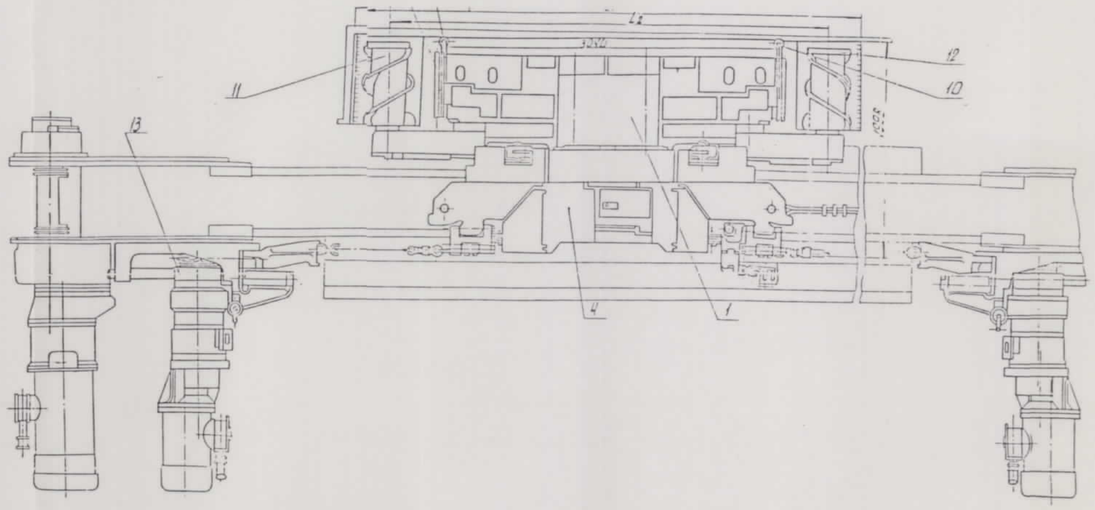

K103.46.00.000: 1-muñón K103.46.00.023; 2-inserción K103.46.00.015; 3-suspensión K103.46.00.025; 4-agarre K103.46.10.000; 5-11-palanca superior K103.46.11.000 y K103.11.46.000-01; 6-palanca inferior K103.46.00.027 y K103.46.00.027-01. 7-gato de elevación de la rozadora cargadora K103.07.01.000; 8-camisa K103.07.000; 9-palanca K103.07.00.023; 10-K103.07.00.031; 13-tornillo M30; 14-plancha K103.46.00.036; 15-eje K103.07.00.001; 16-eje K103.46.00.0001; 17-tensor K103.46.00.019-01; 18-eje K103.07.00.002; 19-eje K103.07.00.015; 20-tuerca K103.07.00.016; 21-perno M16x120; 27(28) K103.07.06.000(-01); 22-eje K103.07.00.033; 23-portaeje 40; 24-perno M12x25; 25-arandela 12

enadimsa
EMPRESA NACIONAL ADARO DE INVESTIGACIONES MINERAS, S.A.
UNIDAD DE MINERIA Y GEOTECNIA

| | | |
|---|---|---|
| PROYECTO: ENSAYO DE MECANIZACION CON ROZADORA K-103 EN ANTRACITAS GAIZTARRO, S.A. | | ESCALA: |
| TITULO: SISTEMA DE APOYO Y ELEVACION DE LA ROZADORA K-103 | SUSTITUYE A: | Nº DE PLANO 9 |
| | FECHA: SEPTIEMBRE - 84 | |
| | DIBUJADO: | |
| EL AUTOR DEL PROYECTO: ENADIMSA | VTº, Bº, | |



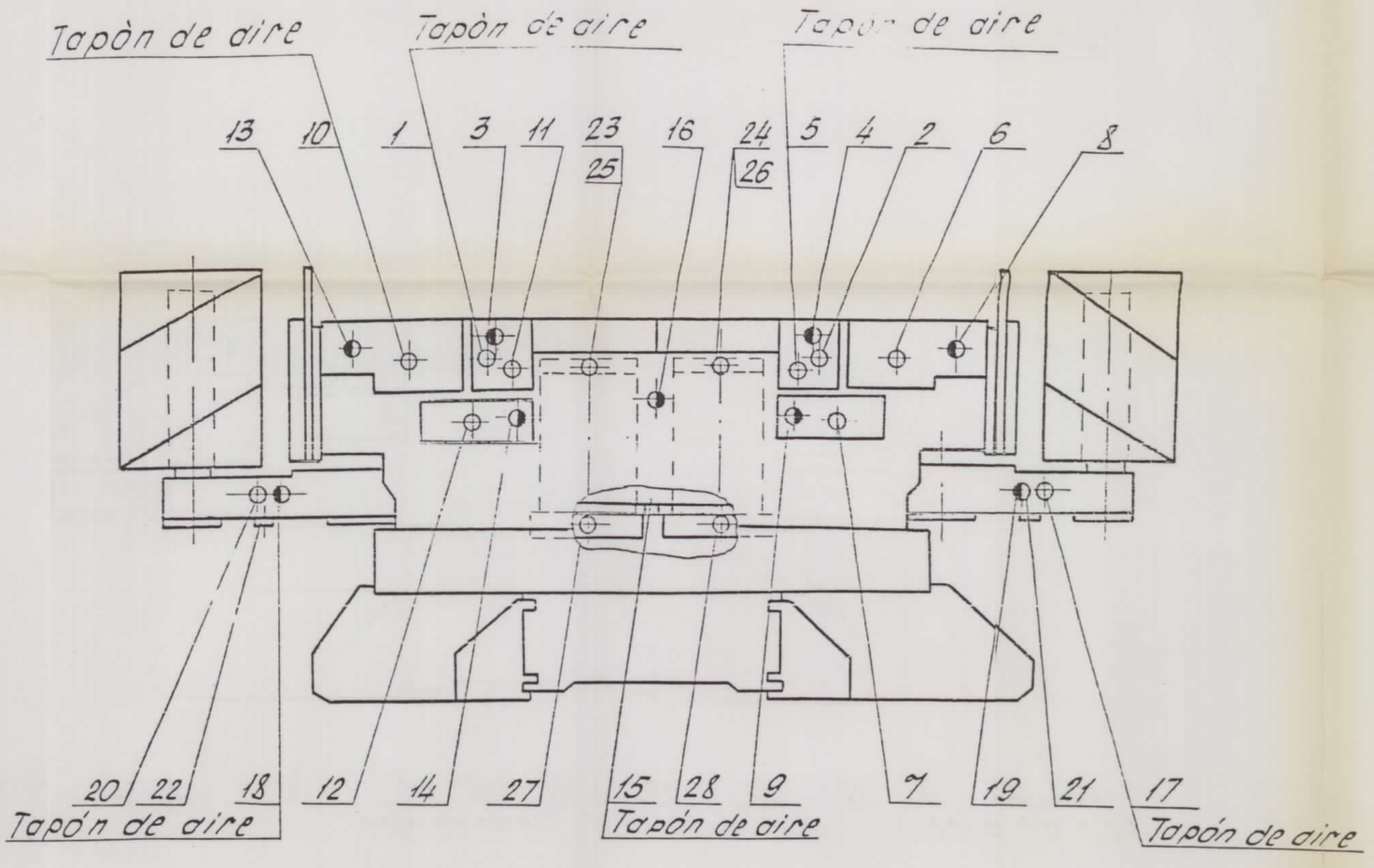



| Designación | Diámetro de los rodillos D, mm | Altura de los rodillos de corte, mm | Altura de trabajo de la rozadora, mm | Altura mínima de la rozadora, mm | Altura máxima de la rozadora, mm | Tracción de la rozadora, daN | Tracción de arranque, daN | Masa, kg | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | de la rozadora cargadora | del juego de entregas |
| K103.00.00.000 | 630 | 520..1070 | 820..870 | 915..955 | 5728 | 4355 | CNEOMA | 10400 | 28150 |
| -01 | 560 | 520..970 | | | 4658 | | | 10280 | 27250 |
| -02 | 710 | 670..1120 | 920..970 | 915..955 | 5116 | 4406 | | 10795 | 28550 |
| -03 | 800 | 770..1220 | 970..1020 | 955..995 | 5206 | | | 11400 | 29250 |
| -04 | 630 | 520..1070 | 820..870 | 915..955 | 5728 | 4355 | | 10400 | 27100 |
| -05 | 560 | 520..970 | | | 4658 | | | 10280 | 26900 |
| -06 | 710 | 670..1120 | 920..970 | 915..955 | 5116 | 4406 | | 10795 | 28150 |
| -07 | 800 | 820..1420 | 970..1020 | 955..995 | 5206 | | | 11400 | 31100 |

1-accionamiento del órgano de trabajo K103.01.00.000; 2,3-motores eléctricos 1AW013 039; 4-pórtico K103.03.00.000; 5-sistema hidráulico K103.13.00.000; 6-equipo (instalación) eléctrico K103.05.00.000 de la rozadora cargadora; 7-dispositivo de riego K103.06.01.000; 8-sistema de apoyo K103.16.00.000; 9-dispositivo de carga K103.06.00.000; 10-dispositivo de carga K103.06.03.000-01; 11,12-roscas; 13-sistema separado de arranque


ENADIMSA
EMPRESA NACIONAL ADARO DE INVESTIGACIONES MINERAS, S.A.
UNIDAD DE MINERIA Y GEOTECNIA


| | | |
|---|---|---|
| PROYECTO: ENSAYO DE MECANIZACION CON ROZADORA K-103 EN ANTRACITAS GAIZTARRO, S.A. | | ESCALA: |
| TITULO: ROZADORA K-103 | SUSTITUYE A: | Nº DE PLANO 10 |
| | FECHA: SEPTIEMBRE - 84 | |
| | DIBUJADO: | |
| EL AUTOR DEL PROYECTO: ENADIMSA | VTº, Bº, | |




Designaciones convencionales

○ Tapón de carga

◐ Tapón de vaciado

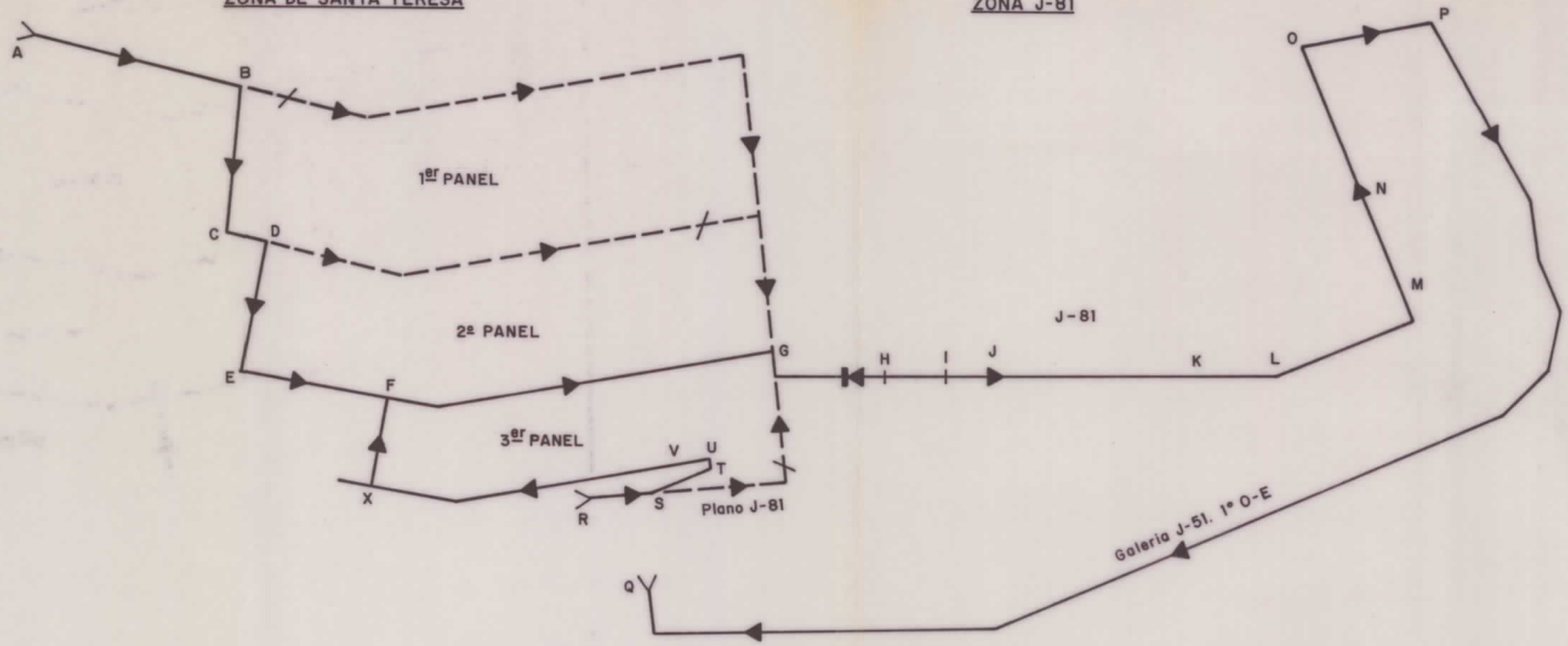
El esquema de engrase de la rozadora cargadora se da para el frente derecho de arranque Cuando la rozadora cargadora trabaja en un estrato con buzamiento ascendente de más de 10° en el frente izquierdo, será necesario cambiar de sitio los siguientes tapones corriente de aire (respiraderos) La pos. 1 con la pos. 2; la pos. 5 con la pos. 6; la pos. 10 con la pos. 11

enadimsa
EMPRESA NACIONAL ADARO DE INVESTIGACIONES MINERAS, S.A.
UNIDAD DE MINERIA Y GEOTECNIA

| | | |
|---|---|---|
| PROYECTO: ENSAYO DE MECANIZACION CON ROZADORA K-103 EN ANTRACITAS GAIZTARRO, S. A. | | ESCALA: 1:10.000 |
| TITULO: ROZADORA K-103 GUIA DE ENGRASE | SUSTITUYE A: | Nº DE PLANO 11 |
| | FECHA: SEPTIEMBRE-84 | |
| | DIBUJADO: | |
| EL AUTOR DEL PROYECTO: ENADIMSA | VTº, Bº, | |

## ZONA DE SANTA TERESA

## ZONA J-81




## LEYENDA

| | |
|---|---|
| Puntos A y R | Entradas de ventilación. |
| Punto Q | Salida de ventilación. |
| K — L | Delimitación de tramo. |
| | Ventilador principal. |
| | Circuito simplificado de ventilación. ( Base de cálculo ). |
| | Puerta regulable de ventilacion. |

EMPRESA NACIONAL ADARO DE INVESTIGACIONES MINERAS, S. A.

UNIDAD DE MINERIA Y GEOTECNIA

| | | |
|---|---|---|
| PROYECTO: ENSAYO DE MECANIZACION CON ROZADORA K-103 EN ANTRACITAS GAIZTARRO. | | ESCALA: 1/5.000 |
| TITULO: ESQUEMA DE VENTILACION GRUPO JARRINAS | SUSTITUYE A: | Nº DE PLANO 12 |
| | FECHA: SEPTIEMBRE 1.984 | |
| | DIBUJADO: | |
| EL AUTOR DEL PROYECTO: E N A D I M S A | VTº, Bº, | |