



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica  
de Ingenieros de Minas

# GRADO EN INGENIERÍA MINERA

TRABAJO FIN DE GRADO

## RECUPERACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA MINA DE CARBÓN DE SAN SALVADOR DE CANTAMUDA (PALENCIA)

León, Julio de 2015

Autor: Aroa Denis Escalada

Tutor: Daniel Vázquez Silva

El presente proyecto ha sido realizado por Dña. Aroa Denis Escalada, alumna de la Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas de la Universidad de León para la obtención del título de Grado en Ingeniería Minera.

La tutoría de este proyecto ha sido llevada a cabo por D. Daniel Vázquez Silva, profesor del Grado en Ingeniería Minera.

Visto Bueno

Fdo.: Dña. Aroa Denis Escalada

Fdo.: D. Daniel Vázquez Silva

El autor del Trabajo Fin de Grado

El Tutor del Trabajo Fin de Grado

## **RESUMEN**

El objetivo del presente proyecto es el diseño de la ampliación de la mina de carbón localizada en el pueblo palentino de San Salvador de Cantamuda.

En esta mina existe una capa de carbón de 2 m de potencia y 30º de buzamiento. Tiempo atrás, había sido explotada entre la cota -50 y la cota 0 (cota del terreno) y actualmente se quieren hacer una reprofundización del pozo existente y dos galerías de acceso a la capa para explotar el mineral restante.

## **ABSTRACT**

The target of this project is the design of the development of the coal mine Located in the village of San Salvador Cantamuda, Palencia.

In this coal mine, there is a layer 2 m thick and 30 dip. Long ago, it had been exploited between -50 elevation level and 0 (level terrain). Currently, a deepening of the existing well and two access tunnels want to be done to exploit the remaining mineral.

---

## ÍNDICE

1	DOCUMENTO N°1: MEMORIA .....	1
1.1	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA .....	2
1.2	ESTUDIO SOCIOECONONÓMICO.....	3
1.3	MARCO GEOLÓGICO.....	6
1.4	CAPA SAN FRANCISCO.....	8
1.5	SITUACIÓN INICIAL .....	9
1.6	BOMBEO DEL AGUA .....	10
1.7	REPROFUNDIZACIÓN DEL POZO DE ACCESO .....	15
1.8	GALERIAS DE ACCESO AL TAJO.....	32
1.9	VENTILACIÓN GENERAL DE LA MINA.....	44
1.10	MÉTODO DE EXPLOTACIÓN.....	50
2	DOCUMENTO N°2: PRESUPUESTO .....	55
2.1	INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES .....	56
2.2	DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.....	57
2.3	MEDICIONES .....	60
2.4	CUADROS DE PRECIOS.....	65
2.5	PRESUPUESTOS PARCIALES .....	70
2.6	PRESUPUESTO GENERAL.....	76

---

3	DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	78
3.1	CONDICIONES GENERALES .....	79
3.2	ESPECIFICACIONES DE MATERIALES .....	83
3.3	CONDICIONES ESPECÍFICAS DE MAQUINARIA Y EQUIPOS.....	84
3.4	ESPECIFICACIONES DE EJECUCIÓN DE PROYECTO .....	87
4	DOCUMENTO N°4: PLANOS .....	96
4.1	PLANO DE LOCALIZACIÓN .....	97
4.2	PLANO DE SITUACIÓN.....	97
4.3	ESQUEMA DE LA VOLADURA DEL POZO .....	97
4.4	ESQUEMA DE LA VOLADURA DE LA GALERIA .....	97
4.5	SOSTENIMIENTO DEL POZO.....	97
4.6	SOSTENIMIENTO DE LA GALERIA.....	97
4.7	PLATAFORMA DE EXTRACCIÓN.....	97
5	DOCUMENTO N°5.ANEXO N°1: DOCUMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD ..	98
6	DOCUMENTO N°6. ANEXO N°1: CÁLCULO DE RENDIMIENTOS .....	120

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.1-Localización .....	2
Figura 1.2.1-Demografía.....	4
Figura 1.6.1-Selección de la bomba.....	14
Figura 1.7.1-Eschema de la voladura del pozo.....	19
Figura 1.7.2-Ventilación del pozo de acceso .....	25
Figura 1.7.3-ESR para pozos verticales.....	27
Figura 1.7.4-Selección del sostenimiento para el pozo de acceso .....	28
Figura 1.8.1-Eschema de la voladura de las galerías transversales .....	36
Figura 1.8.2-Potencia del ventilador para las galerías transversales .....	40
Figura 1.8.3-ESR para galerías mineras .....	41
Figura 1.8.4-Sostenimiento en las galerías transversales .....	42

---

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.6.1 Coeficiente de pérdida de carga en la tubería .....	13
Tabla 1.7.1-Voladura del pozo .....	20
Tabla 1.7.2-Consumo de explosivo por voladura .....	20
Tabla 1.7.3-Consumo total de explosivos en la reprofundización del pozo .....	21
Tabla 1.7.4-Dosificación del hormigón de revestimiento.....	31
Tabla 1.8.1-Voladura de las galerías transversales.....	37
Tabla 1.8.2-Consumo de explosivo en una voladura de las galerías .....	38
Tabla 1.8.3-Consumo total de explosivo en las galerías.....	38
Tabla 2.3.1-Mediciones de conceptos administrativos.....	60
Tabla 2.3.2- Mediciones de preparación de accesos.....	60
Tabla 2.3.3- Mediciones de extracción del agua .....	60
Tabla 2.3.4- Mediciones del acondicionamiento de las instalaciones existentes .....	61
Tabla 2.3.5- Mediciones de la resprofundización del pozo .....	61
Tabla 2.3.6- Mediciones de la ejecución de las galerías transversales .....	61
Tabla 2.3.7- Mediciones de la preparación para la explotación de la capa .....	62
Tabla 2.3.8- Mediciones de plantilla necesaria.....	62
Tabla 2.3.9- Mediciones de la señalización necesaria .....	63
Tabla 2.3.10- Mediciones de Seguridad y Salud .....	63

---

Tabla 2.3.11- Mediciones de instalaciones de obra .....	64
Tabla 2.4.1-Cuadro de precios de conceptos administrativos .....	65
Tabla 2.4.2- Cuadro de preparación de accesos.....	65
Tabla 2.4.3- Cuadro de precios de extracción del agua .....	65
Tabla 2.4.4- Cuadro de precios del acondicionamiento de las instalaciones existentes .....	66
Tabla 2.4.5- Cuadro de precios de la reprofundización del pozo .....	66
Tabla 2.4.6- Cuadro de precios de la ejecución de las galerías .....	67
Tabla 2.4.7- Cuadro de precios de la explotación de la capa.....	67
Tabla 2.4.8-Cuadro de precios de la plantilla .....	68
Tabla 2.4.9-Cuadro de precios de la señalización .....	68
Tabla 2.4.10- Cuadro de precios de seguridad y salud .....	69
Tabla 2.4.11-Cuadro de precios de las instalaciones de obra .....	69
Tabla 2.5.1-Presupuesto de la partida de conceptos administrativos .....	70
Tabla 2.5.2-Presupuesto de la partida de preparación de accesos .....	70
Tabla 2.5.3-Presupuesto de la partida de la extracción del agua .....	70
Tabla 2.5.4-Presupuesto de la partida del acondicionamiento de las instalaciones existentes .....	71
Tabla 2.5.5-Presupuesto de la partida de reprofundización del pozo .....	71
Tabla 2.5.6-Presupuesto de la partida de la ejecución de las galerías transversales.....	72



---

Tabla 2.5.7-Presupuesto de la partida de la preparación de las labores para la explotación	72
Tabla 2.5.8--Presupuesto de la partida de plantilla.....	73
Tabla 2.5.9-Presupuesto de la partida de señalización .....	73
Tabla 2.5.10-Presupuesto de la partida de Seguridad y Salud.....	74
Tabla 2.5.11--Presupuesto de la partida de Instalaciones de obra .....	75
Tabla 2.6.1-Presupuesto General .....	76
Tabla 3.4.1-Categoría de la mina.....	88
Tabla 6.3.1-Rendimientos de la perforación del pozo .....	122
Tabla 6.3.2-Rendimientos de la voladura del pozo .....	123
Tabla 6.3.3-Rendimientos del desescombros .....	124
Tabla 6.3.4-Rendimientos del sostenimiento inicial del pozo .....	124
Tabla 6.3.5- Rendimientos del sostenimiento definitivo del pozo .....	125

## **1 DOCUMENTO N°1: MEMORIA**

## 1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La capa de carbón a explotar, conocida con el nombre de capa San Francisco, se encuentra dentro de la cuenca minera palentina, en San Salvador de Cantamuda, localidad perteneciente al término municipal de La Pernia.

La Pernía es una comarca y municipio del Norte de Palencia, en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, España. Está a una distancia de 130 km de Palencia, la capital provincial y a 13 km de Cervera de Pisuerga.



Figura 1.1.1-Localización

## 1.2 ESTUDIO SOCIOECONOMÓNICO

### 1.2.1 HISTORIA MINERA

Dos hechos condicionaron el inicio de la actividad minera en la zona norte de la provincia de Palencia: la necesidad del carbón mineral para la nueva tecnología surgida tras la Revolución Industrial y la nueva legislación minera promulgada en España en la época.

El comienzo de las explotaciones en la cuenca palentina de antracita fue más tardío que el de la hulla, y su desarrollo no fue pleno hasta la construcción del ferrocarril de La Robla. Así, su actividad no se puede considerar productiva hasta 1895.

La Primera Guerra Mundial supuso un gran incremento de la producción nacional de carbón, particularmente en la cuenca palentina. A partir de ese momento la actividad minera se convirtió en la principal actividad económica de la zona.

En 1966 la sociedad Hullera Vasco-Leonesa adquirió minas de la zona. Pero en 1967, la empresa declaró la crisis total de las instalaciones y solicitó el cierre de las mismas y el despido de todos sus empleados. Entre 1969 y 1972 se cerraron todas las explotaciones de la zona, lo que supuso un importante movimiento de emigración por parte de su población. A partir de este momento empezó el declive de la actividad minera en la zona.

El futuro de la actividad quedó en el aire cuando la Unión Europea propuso mantener las ayudas públicas al sector hasta 2014, a condición de que ese año cerrasen todas las explotaciones deficitarias. El temor a la desaparición de la actividad en la cuenca palentina llevó a la Junta de Castilla y León a aliarse con la patronal y los sindicatos buscando el apoyo del Gobierno para intentar rectificar esta propuesta de la Comisión Europea.

### 1.2.2 DEMOGRAFÍA

La Pernía es un municipio con 166 hectáreas de superficie, que se encuentra a 133 kilómetros de la capital palentina.

De este Ayuntamiento dependen un total de 12 entidades locales menores, algunas de las cuales antaño constituyeron término municipal. Entre todos estos núcleos, la población ha

disminuido un 35% desde 1981, aún teniendo unas perfectas vías de comunicación y ser ruta de paso para acceder a la región cantábrica desde los llanos.

En el municipio figuran empadronados en el año 2004 un total de 440 personas, de las que 244 son hombres y 196 mujeres.

La influencia de la industria minera en la demografía de los principales núcleos de población de la zona fue decisiva. En el siguiente cuadro se puede comprobar la evolución de la población

	1837	1850	1877	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1970	1991	2001	2009
Barruelo de Santullán	30	36	3 255	3 389	4 417	6 600	8 695	7 770	7 372	4 724	2 193	1 641	1 488
Castrejón de la Peña <sup>Nota 4</sup>	169	177	1 301	1 492	1 541	1 456	1 532	1 666	1 789	1 209	772	613	486
Cervera de Pisuerga <sup>Nota 5</sup>	660	784	1202	1 555	1 268	1 237	1 485	1 594	1 815	1 997	2 953	2 684	2 566
Guardo	436	625	1 014	1 216	1 506	1 801	2 343	2 427	3 757	9 012	9 458	8 548	7 400
La Pernía <sup>Nota 6</sup>	116	114	621	611	630	591	589	738	836	600	539	471	423
Santibáñez de la Peña <sup>Nota 7</sup>	58	94	3 235	3 669	3 823	4 410	4 500	3 760	3 872	3 147	1 912	1 500	1 266
Velilla del Río Carrion <sup>Nota 8</sup>	264	385	497	542	589	662	876	1 032	1 048	2 125	2 103	1 767	1 521

Fuente: Narganes Quijano (1837),<sup>109</sup> Madoz (1850)<sup>110</sup> e INE (el resto)

Figura 1.2.1-Demografía

### 1.2.3 ECONOMÍA

La actividad económica de la zona antes de la aparición del carbón estaba basada en la economía de subsistencia, siendo la agricultura y la ganadería sus actividades básicas, así como el aprovechamiento de sus recursos forestales.

Con la proliferación de las explotaciones mineras, los habitantes de la comarca se dedicaron al trabajo en las minas, lo que convirtió esta actividad en el principal recurso económico de la Montaña Palentina durante todo el siglo XX. Además de los empleos directos generados por la industria minera, se crearon muchos otros indirectos derivados del mantenimiento y reparación de las infraestructuras utilizadas por las minas y el transporte de materiales.

Durante el boom de la década de 1950, se produjo también una importante proliferación de comercios y locales de ocio, amparada por la bonanza económica de la década.

Con el inicio del desmantelamiento de las minas, el gobierno, a través del Ministerio de Industria y Energía puso en marcha el Plan de la Minería del Carbón y Desarrollo Alternativo de las Comarcas Mineras (Plan Miner) con el objetivo de reactivar la economía de las zonas mineras en recesión, que no obstante no ha conseguido paliar la pérdida gradual de habitantes de la comarca.

## 1.3 MARCO GEOLÓGICO

### 1.3.1 INTRODUCCIÓN

La zona estudiada están situadas en el borde Oeste de la hoja nº 107, Barruelo de Santullán del M. T. N. a escala 1:50.000.

El área estudiada se enmarca dentro de la denominada región palentina de acuerdo con las divisiones de la Cordillera Cantábrica de MARTÍNEZ GARCÍA (1981). El Devónico de la zona está bien desarrollado y es de facies pelágica, a diferencia del existente en el resto de la cordillera que es de facies somera.

### 1.3.2 ESTRATIGRAFÍA

Los sedimentos más antiguos que afloran en el área estudiada pertenecen al Ordovícico y Silúrico y se encuentran en la parte occidental. Por lo que se refiere a los primeros, su edad es dudosa y constituyen la denominada formación Robledo. Son cuarcitas y areniscas que cabalgan sobre el Devónico. El Silúrico está formado en su base por areniscas y pizarras oscuras, a las que siguen hacia el techo cuarcitas y pizarras arenosas. Comprende las formaciones denominadas Arroyavacas y Carazo por AMBROSE (1972), quien utiliza un nivel cuarcítico muy marcado y continuo como límite entre ambas formaciones.

Las formaciones presentes en la zona son:

- Formación Vegaño. Aflora en la parte NE. de la zona. Está constituida principalmente por pizarras y areniscas que, a techo, también tienen calizas. Además, aparecen algunas capas de carbón de poca importancia.
- Formación Caliza Intermedia o de Castillería. Aflora en el borde sur de la zona estudiada. Se trata de depósitos condensados formados en una plataforma carbonatada que estaría situada al lado Este de la gran falla sin-sedimentaria
- Formación Verdeña. Está constituida por calizas, pizarras y margas. Aflora en la parte nororiental de la zona estudiada.
- Formación San Salvador. Aflora en la zona central del área y está formada por areniscas, pizarras y capas de carbón. Ha sido interpretada como depósitos de aguas muy someras.

- Formación Brañosa: afloran pizarras, areniscas con huellas fósiles y calizas.

### **1.3.3 PETROGRAFÍA**

Según un estudio llevado a cabo por la Geogaceta, los carbones procedentes de la zona Guardo-La Pernía alcanzan, en función de su contenido en materias volátiles, el grado de antracita. Asimismo, indica que el alto rango alcanzado por los carbones en esta área, así como la presencia en los mismos de coque natural y pirocarbones, implica su exposición a temperaturas elevadas y una importante alteración térmica. Como conclusión, se apunta que la tectónica de la zona ha ejercido una importante influencia en el rango y las características físicoestructurales de sus carbones.



## 1.4 CAPA SAN FRANCISCO

La capa a explotar tiene una potencia media de 2 metros y un buzamiento de 30°.

Las principales características de esta capa son:

- **Hastiales:** El techo de la capa es un banco de pizarra consistente con una potencia comprendida entre 1.1 y 1.5 m. El techo superior está constituido por un banco muy potente de arenisca de grano fino de aproximadamente 60m.  
El muro de la capa está formado por pizarra de las mismas características que las del techo pero con una potencia superior, alrededor de los 3 y 3.5 m.
- **Capa:** Posee una potencia media de 2 metros de techo a muro. En ella se disponen alternativamente tramos de carbón con esterilidades o cuñas, tal y como se describe a continuación:
  - En la parte superior, en el techo, hay una vena de carbón en grano de 0.8 metros de potencia, después hay un tramo de pizarra dura de 0.4 metros de espesor.
  - En la parte central existe una estrecha capa de carbón duro en alternancia con mixtos que presenta unos 0.5 metros de potencia. Más cerca del muro existe una cuña pizarrosa con una potencia media de 0.15 metros.
  - El muro de la capa lo constituyen una alternancia de mixtos con una potencia de 0.15 metros.

## 1.5 SITUACIÓN INICIAL

### 1.5.1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El objetivo de este proyecto es la realización del diseño y los cálculos pertinentes para la ampliación de la mina de carbón localizada en San Salvador de Cantamuda en la localidad de Palencia.

En esta mina existe una capa de carbón con una potencia de 2 m., un buzamiento de 30° y una corrida de 1500 m.

Esta capa había sido explotada tiempos atrás entre la cota -50 y la cota 0 (terreno natural). Para llevar a cabo esta operación se disponía de las siguientes instalaciones:

- Un pozo de 7 m. de diámetro de acceso a la mina de 50 metros de profundidad y situado a 100m. del afloramiento de la capa.
- Una galería transversal a la capa, situada a muro de la misma, que sirve de conexión entre el pozo y la capa a la cota -50 y de 187 m. de longitud.
- Un pozo auxiliar, que servía como salida de emergencia, de 2 metros de diámetro, situado a 50 metros del pozo principal. Se realizo pensando que se iba a explotar un segundo nivel y que iba a servir para la salida de la ventilación.

Actualmente se quiere continuar la explotación de la capa hasta la cota -250 metros y para ello habrá que habilitar las instalaciones existentes y construir unas nuevas. Las operaciones que hay que llevar a cabo son:

- Extracción del agua que se ha acumulado en el pozo y las galerías.
- Reprofundización del pozo principal hasta la cota -280 metros.
- Re profundización del pozo auxiliar hasta la cota -150 metros.
- Realización de galerías transversales desde el pozo principal hasta la capa.
- Selección del método de explotación más adecuado y establecimiento de las instalaciones necesarias para llevar a cabo el mismo.

## 1.6 BOMBEO DEL AGUA

### 1.6.1 INTRODUCCIÓN

El primer problema que se plantea en la rehabilitación de la mina es la extracción del agua que se ha acumulado en el pozo y las galerías.

Para llevar a cabo esta operación se va a utilizar una bomba sumergible tipo FLYGT situada en el fondo del pozo y una tubería de impulsión de PVC que sacará el agua a la superficie.

A continuación se van a desarrollar los cálculos necesarios para dimensionar los elementos del citado sistema de extracción.

### 1.6.2 DIMENSIONAMIENTO

#### 1.6.2.1 *Datos de partida*

El nivel del agua en el pozo, que tiene una sección de 38.50m<sup>2</sup>, es de 45 metros. La galería tiene una sección de 12m<sup>2</sup> y una longitud de 100 metros. Por tanto el volumen de agua a extraer es de:

$$V = 38.50 \cdot 45\text{m} + 12\text{m}^2 \cdot 100\text{m} = 2932.5 \text{ m}^3$$

Se desea extraer el agua en 5 días trabajando 10 horas al día, por tanto el caudal ha de ser:

$$Q = V/t = 2932.5 \text{ m}^3 / 50\text{h} = 56.65 \text{ m}^3/\text{h} = 0.01564 \text{ m}^3/\text{s} = 15.64 \text{ l/s}$$

#### 1.6.2.2 *Diámetro de la tubería*

La tubería de impulsión que se va a utilizar es de polietileno de alta densidad (PEAD) por su ligereza, facilidad de instalación y resistencia química. En el mercado se pueden encontrar una gran variedad de diámetros, su coeficiente de rugosidad es  $C=150$ .

El diámetro de la tubería se selecciona en función de la velocidad del agua en el interior de la tubería y de los diámetros comerciales existentes.

En relación a la velocidad, se tiene que superar una velocidad mínima que asegure el arrastre de los sedimentos que ronda en torno a 1m/s. Además, la tubería estará dotada de una válvula antirretorno para evitar un posible golpe de ariete.

Dentro de los diámetros comerciales existentes que aseguren esa velocidad mínima se escogerá el mayor posible puesto que éste supone una menor pérdida de energía por rozamiento y de esta manera se conseguirá una menor potencia necesaria para el bombeo y por tanto un menor coste de la extracción del agua.

Así, el diámetro de la tubería será:

$$Q = V \times S ; S=Q/V; \pi D^2/4 = Q/V; D = \sqrt{(4Q/\pi V)}$$

Donde:

Q=Caudal

V= Velocidad del agua en el interior de la tubería

S=Sección de la tubería

D= Diámetro de la tubería

$$D = \sqrt{((4 \times 0.01564m^3/s)/(\pi \times 1m/s))} = 0.1411m = 141.11 mm$$

Este diámetro no existe entre los ofrecidos comercialmente así que se selecciona la tubería de 125mm que es la mayor entre las que siguen asegurando la velocidad del agua deseada.

Con este diámetro y las formulas anteriores se deduce que la velocidad del agua en el interior de la tubería es: 1.27 m/s.

### **1.6.2.3 Altura manométrica**

Para la selección de la bomba es necesario calcular la altura manométrica que debe vencer. Esta altura es la suma de la altura geométrica de elevación del agua, las perdidas por rozamiento y altura de velocidad.

$$H_t = h_{geom} + h_f + h_v + h_m$$

Donde:

$H_t$  = Altura manométrica total (m)

$h_{geom}$  = Altura geométrica a la que hay que elevar el agua (m)

$h_f$  = Pérdidas por fricción (m)

$h_m$  = Pérdidas por fricción en elementos singulares

$h_v$  = Altura por velocidad (m)

- La altura geométrica es la diferencia de nivel entre el lugar en el que está la bomba y el lugar donde se descarga el agua. En el caso en que se está calculando esta altura son 50 m, la profundidad del pozo.

$$h_{geom} = 50m.$$

- Las pérdidas por rozamiento se calculan con la fórmula de Hazen-William:

$$h_f = (10.7 \times Q^{1.85} \times L) / (C^{1.85} \times D^{4.87})$$

Donde:

Q = Caudal: 0.01564 m<sup>3</sup>/s

L = Longitud de la tubería de impulsión: 60 m.

C = Coeficiente de rugosidad de la tubería de PEAD = 150

D = Diámetro de la tubería: 120 mm. = 0.12 m

Así:

$$h_f = 0.8423 m$$

- Las pérdidas por rozamiento en elementos singulares se calcula con la fórmula:

$$h_m = K \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

K=coeficiente de pérdida de carga para cada elemento

V=velocidad del agua en los elementos singulares=1.27m/s

g=aceleración de la gravedad=9.8m/s<sup>2</sup>

Se muestran ahora los elementos singulares, su coeficiente K y la pérdida de carga calculada con la fórmula anterior:

Tabla 1.6.1 Coeficiente de pérdida de carga en la tubería

ELEMENTO	K	V(m/s)	Hm
codo 90°	0,75	1,27	0,062
válvula de retención	2	1,27	0,165

Así  $h_m = 0.062 + 0.165 = 0.226$

- La altura por velocidad se calcula con la fórmula:

$$h_v = v^2 / 2g$$

Donde:

V= velocidad del agua en el interior de la tubería: 1.27m/s

g= aceleración de la gravedad: 9.8m/s<sup>2</sup>

Así:

$$h_v = 0.082 \text{ m}$$

Por tanto, la altura manométrica total resultante de sumar las tres componentes anteriores es de:

$$H_t = 51.1503 \text{ m.}$$

A esta altura manométrica se le aplica un coeficiente de seguridad del 30%, de modo que el valor resultante sería de:

Ht=66.50m.

### 1.6.3 SELECCIÓN DE LA BOMBA

Para seleccionar el modelo de la bomba vamos a utilizar la siguiente tabla en la que aparecen distintos modelos de las bombas FLYGT:

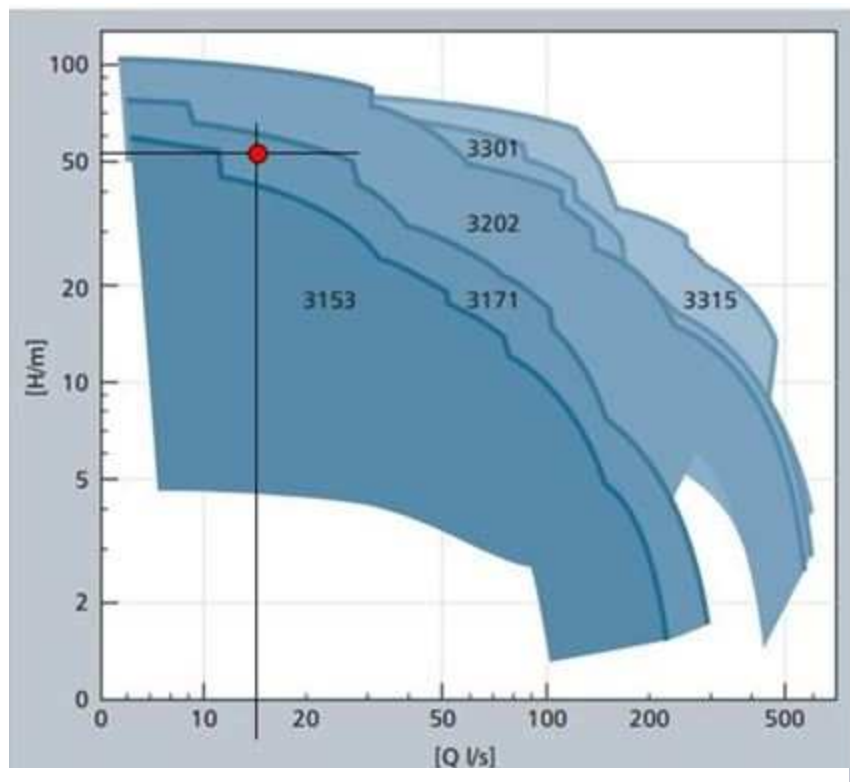


Figura 1.6.1-Selección de la bomba

## 1.7 REPROFUNDIZACIÓN DEL POZO DE ACCESO

### 1.7.1 INTRODUCCIÓN

El pozo existente tiene una longitud de 50 metros y un diámetro de 7.10 metros. Dada la ampliación de la explotación se ha decidido aumentar la longitud del pozo otros 230 metros (100 metros para llegar a cada una de las nuevas plantas de la mina y otros 30 metros para la colocación de instalaciones posteriores).

### 1.7.2 FASES DE EJECUCIÓN

El proceso constructivo del pozo se desarrolla en las siguientes fases de operación:

- Perforación y Voladura
- Carga y disparo de la voladura
- Ventilación
- Desescombro
- Colocación del sostenimiento provisional
- Colocación del sostenimiento definitivo

A continuación se van a explicar cada una de las fases del ciclo con detalle y se realizarán los cálculos pertinentes.

### 1.7.3 PERFORACIÓN Y VOLADURA

#### 1.7.3.1 *Perforación*

La perforación del pozo se realiza con un jumbo vertical de 3 brazos con una columna central y brazos superiores de apoyo, que sirven para fijar el jumbo a las paredes del pozo y que se abaten durante su transporte. Durante su funcionamiento el jumbo está sujeto, por su parte inferior, mediante un bulón que se introduce en un barreno previamente realizado, y por su parte superior está suspendido de una plataforma mediante una eslinga.

Las longitudes de perforación están condicionadas por la calidad del macizo rocoso. En este pozo el terreno tiene un R.M.R de 30 y por tanto se pueden realizar voladuras de 4.20 metros de longitud. El diámetro de perforación aconsejable es de 39 mm.



### 1.7.3.2 Voladura

Las voladuras a realizar quedan definidas por los siguientes parámetros:

- Tipo de cuele: cónico
- Longitud de pase: 4.2m.
- N° de barrenos/voladura:92
- Diámetro de perforación: 39 mm.
- Explosivo a utilizar: RIODIN de 26mm( 200 mm de longitud y 152 gramos cada cartucho)
- Detonadores: AI

Los cartuchos se dispondrán dentro de tubos omega, lo que permite facilitar la carga de los barrenos.

La voladura se realizará a sección completa.

El esquema de tiro consiste en un cuele cónico con:

- Un barreno central de 1.5 metros de longitud
- Un cuele perforado en forma de cuña con 6 barrenos de 2.5 metros de longitud
- Un contracuele perforado en forma de cuña con 7 barrenos de 4.2 metros de longitud
- 3 destrozadas que se perforan verticalmente y con una longitud de 4.2 metros de los barrenos(11,17,21)
- Un recorte con 29 barrenos con una ligera inclinación para evitar pérdidas de sección con una longitud de 4.2 metros

Se calcula a continuación el número de cartuchos utilizados en los barrenos de las distintas zonas de la pega y la cantidad de explosivo utilizado:

#### 1.7.3.2.1 Barreno central

Este barreno está vacío para poder crear un espacio hacia donde salga disparada la roca.

### 1.7.3.2.2 Cuele

Los barrenos son de 2.5 metros, de los cuales 0.5 metros serán de retacado y los 2 metros restantes de goma 2:

$$-N^{\circ}\text{cartuchosbarreno} = \text{LongitudCarga}/\text{LongitudCartucho} = 2\text{m}/0.2\text{m} = 10 \text{ cartuchos}$$

$$-Carga \text{ por barreno} = N^{\circ}\text{cartuchos} * \text{Cargacartucho} = 10 * 152 \text{ g} = 1520\text{g} = 1.52\text{kg}$$

$$-N^{\circ} \text{ total cartuchos} = N^{\circ}\text{barrenos} * N^{\circ}\text{cartuchosbarreno} = 6 * 10 = 60 \text{ cartuchos}$$

$$-Carga \text{ total cuele} = Carga \text{ por barreno} * N^{\circ}\text{barrenos} = 1.52\text{kg} * 6 = 9.12 \text{ kg}$$

### 1.7.3.2.3 Contracuele

Los barrenos son de 4.2 metros, de los cuales 0.5 metros serán de retacado y los 3.7 metros restantes de goma 2:

$$-N^{\circ}\text{cartuchosbarreno} = \text{LongitudCarga}/\text{LongitudCartucho} = 3.7\text{m}/0.2\text{m} = 18.5 \text{ cartuchos} = 19 \text{ cartuchos}$$

$$-Longitud \text{ carga} = N^{\circ}\text{cartuchos} * \text{Longitud cartucho} = 19 * 0.2\text{m} = 3.8\text{m}$$

$$-Longitud \text{ retacado} = 4.2 - 3.8 = 0.4\text{m}$$

$$-Carga \text{ por barreno} = N^{\circ}\text{cartuchos} * \text{Cargacartucho} = 19 * 152 \text{ g} = 2888\text{g} = 2.888\text{kg}$$

$$-N^{\circ} \text{ total cartuchos} = N^{\circ}\text{barrenos} * N^{\circ}\text{cartuchosbarreno} = 7 * 19 = 133 \text{ cartuchos}$$

$$-Carga \text{ total contracuele} = Carga \text{ por barreno} * N^{\circ}\text{barrenos} = 2.888\text{kg} * 7 = 20.216 \text{ kg}$$

#### 1.7.3.2.4 Destrozas

Los barrenos de las destrozas se van a cargar igual que los del contracuele puesto que tienen la misma longitud y se utiliza el mismo explosivo, es decir, en cada barreno habrá 19 cartuchos que suponen una carga de explosivo por barreno de 2.888 kg. De este modo:

- Destroza 1<sup>a</sup>

$$-N^{\circ} \text{ total cartuchos} = N^{\circ} \text{barrenos} * N^{\circ} \text{cartuchosbarreno} = 11 * 19 = 209 \text{ cartuchos}$$

$$-Carga \text{ total destroza1} = Carga \text{ por barreno} * N^{\circ} \text{barrenos} = 2.888 \text{kg} * 11 = 31.768 \text{ kg}$$

- Destroza 2<sup>a</sup>

$$-N^{\circ} \text{ total cartuchos} = N^{\circ} \text{barrenos} * N^{\circ} \text{cartuchosbarreno} = 17 * 19 = 323 \text{ cartuchos}$$

$$-Carga \text{ total destroza2} = Carga \text{ por barreno} * N^{\circ} \text{barrenos} = 2.888 \text{kg} * 17 = 49.096 \text{ kg}$$

- Destroza 3<sup>a</sup>

$$-N^{\circ} \text{ total cartuchos} = N^{\circ} \text{barrenos} * N^{\circ} \text{cartuchosbarreno} = 21 * 19 = 399 \text{ cartuchos}$$

$$-Carga \text{ total destroza3} = Carga \text{ por barreno} * N^{\circ} \text{barrenos} = 2.888 \text{kg} * 21 = 60.648 \text{ kg}$$

#### 1.7.3.2.5 Contorno

La carga de cada barreno será

$$-Carga \text{ Lineal Contorno} = 90D^2 = 90 * 0.039^2 = 0.14 \text{ kg/m}$$

$$-Carga \text{ Total Barreno} = 0.14 \text{kg/m} * 4.2 \text{m} = 0.6 \text{kg} = 600 \text{ g}$$

En el contorno vamos a utilizar cordón detonante de 100g/m, puesto que el barreno tiene 4.2 metros, supone una carga de 420 gramos. Para completar la carga utilizamos GOMA 2 de 26mm, que como cada cartucho es de 152 gramos, vamos a utilizar uno.

Carga: Cordón detonante de 100g/m y 1 cartucho de 152 g de RIODIN

Carga total:  $152\text{g} \cdot 29 \text{ barrenos} = 4.4 \text{ kg}$

Cordón detonante total:  $4.2\text{m} \cdot 29 \text{ barrenos} = 122 \text{ metros de cordón detonante de } 100\text{g/m}$

#### 1.7.3.2.6 Nº detonadores

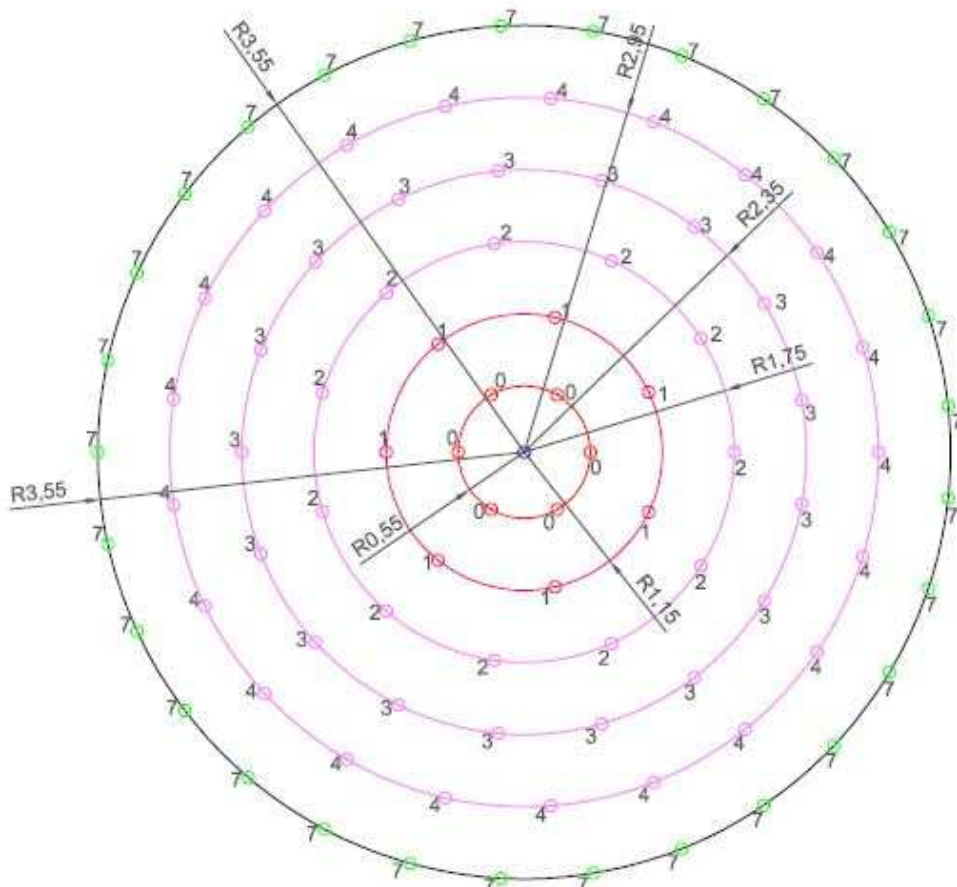


Figura 1.7.1-Esquema de la voladura del pozo

1.7.3.2.7 Resumen y mediciones

Tabla 1.7.1-Voladura del pozo

Voladuras	N° de Tiros	N° de detonador	Pegas de 4.20 m.	
			N°cartuchos / barreno	N° total de cartuchos
Barreno Central	1	0	0	0
Cuele	6	1	10	60
Contracuele	7	2	19	133
1ªDestroza	11	3	19	209
2ªDestroza	17	4	19	323
3ªDestroza	21	5	19	399
Recorte	29	7	1	29
<b>TOTAL</b>	<b>91</b>			<b>1.153 cartuchos</b>

Teniendo en cuenta el n° de cartuchos utilizados, el peso de cada uno, que los barrenos del recorte se cargan con cordón detonante de 100g/m y que en cada pega se vuelan  $161.64\text{m}^3$ , se refleja en el siguiente cuadro los consumos totales:

Tabla 1.7.2-Consumo de explosivo por voladura

VOLADURAS DE PROFUNDIZACIÓN	
Kg. de explosivos	184,48Kg.

Carga específica(Kg/m <sup>3</sup> )	1,14
Nº detonadores	92
M.L. de Cordón Detonante	122m.

Y el consumo total para la profundización del pozo es:

**Tabla 1.7.3-Consumo total de explosivos en la reprofundización del pozo**

<b>CONSUMO TOTAL DE EXPLOSIVOS</b>	
Nº total de voladuras	55
Kg. de explosivos	10.147
M <sup>3</sup> volados	8.851,44
Carga específica	1,14
Nº detonadores AI	5005
M.L. Cordón Detonante	6.710

## **1.7.4 VENTILACIÓN**

### **1.7.4.1 Introducción**

En este apartado se va a calcular la potencia del ventilador necesario para ventilar el pozo durante los trabajos de reprofundización del mismo. Este cálculo se llevará a cabo teniendo en cuenta que el pozo es un fondo de saco y que la ventilación será soplante.

### 1.7.4.2 Datos de partida

Este cálculo se va a llevar a cabo teniendo en cuenta el momento más desfavorable, es decir en la última fase de la reprofundización. En este momento:

- Longitud del pozo: 280 m.
- Sección del pozo: 39.60 m<sup>2</sup>
- N° relevo más numeroso: 6 personas
- Potencia instalada en el momento más desfavorable: jumbo 100 Kw
- Explosivo utilizado: 185kg. de RIODIN

### 1.7.4.3 Cálculo

El ventilador que se instala en la boca del fondo de saco debe de tener la potencia suficiente para proporcionar el caudal de aire necesario y para vencer las pérdidas que se producen.

$$Potencia = (Caudal * PérdidaDeCarga) / (\eta(Rendimiento))$$

#### 1.7.4.3.1 Caudal necesario

La ventilación de este pozo tiene que asegurar un caudal que cumpla las siguientes condiciones:

- Proporcionar el aire necesario para asegurar la respiración de las personas

$$Q1 \left( \frac{l}{s} \right) = N^{\circ} personas * 40 \frac{l}{s * persona}$$

- Proporcionar el aire necesario para diluir los gases que generan las maquinas que depende de la potencia de estas en Kw

$$Q2 \left( \frac{m^3}{s} \right) = 0.066(\eta * P_{instalada}) = 0.066(0.6 * P_{instalada})$$

- Proporcionar el aire necesario para diluir los gases generados en la voladura. Se calcula el caudal para diluir el CO<sub>2</sub> porque es el que exige una menor concentración (Concentración Admisible=50ppm) para poder volver entrar a la labor.

$$Q3\left(\frac{m^3}{s}\right) = \frac{VolumenFondoDeSaco}{TiempoLimpieza} * \ln \frac{ConcentracionMediaCO2}{ConcentraciónAdmisible}$$

Donde la Concentración Media de CO<sub>2</sub> en el fondo de saco en partes por millón es:

$$Ci = \frac{GasesExplosivo * 1000000}{VolumenFondodeSaco}$$

- El caudal debe ser el necesario para mantener la velocidad mínima de 0.5m/s en un fondo de saco.

$$Q4\left(\frac{m^3}{s}\right) = v * Sección = 0.5 * Seccion(m^2)$$

De todos estos caudales se selecciona el mayor de todos ya que es el que cubrirá todos los objetivos.

#### 1.7.4.3.2 Pérdida de carga

Se tiene que tener en cuenta la pérdida de carga que sufre el aire por el rozamiento con las paredes de la tubería (Pérdida estática), la pérdida de carga que sufre debido a la velocidad del aire (Pérdida dinámica) y el caudal fugado que puede haber entre las uniones de los tramos de tubería.

Estos parámetros dependerán de:

- Tipo de tubería: flexible y lisa (Coeficiente  $\lambda=0.02$ )
- Diámetro de la tubería y sección de la tubería, que dependerán del caudal que vaya a circular por ella.



$$\text{DiámetroTubería}(m) = 0.29 * \sqrt{\text{Caudal}\left(\frac{m^3}{s}\right)}$$

$$\text{SecciónTubería}(m^2) = \pi * \frac{\text{DiámetroTubería}^2}{4}$$

- La velocidad del aire en la tubería:

$$\text{Vairetubería}\left(\frac{m}{s}\right) = \frac{\text{Caudal}}{\text{SecciónTubería}}$$

- Peso específico del aire en N/m<sup>3</sup> ( $\gamma$ ) = 12 N/m<sup>3</sup>.
- Coeficiente de fugas( $\theta$ ): 0.0003

Las pérdidas de carga que se calculan a partir de los datos anteriores son:

- Dinámica en Pascales:

$$P_{\text{dinámica}} = \gamma * \text{Vaire}^2 / (2 * g)$$

Donde:

- $\gamma$ , peso específico del aire (12N/m<sup>3</sup>)
- Vaire, velocidad del aire en la tubería
- G, aceleración de la gravedad= 9.8m/s<sup>2</sup>

- Caudal fugado:

$$Q_f = \theta * \sqrt{P_{\text{dinámica}}} * l$$

Donde:

- $\theta$ , coeficiente de fugas: 0.0003
- l, longitud del fondo de saco

- Caudal real:

$$Q_{\text{real}} = Q + Q_{\text{fugado}}$$

- Pérdida estática en Pascales:

$$P_{estatica} = \lambda * l * \frac{Q^2}{D^5}$$

Donde:

- $\lambda$ , coeficiente de Reynolds para una tubería lisa= 0.02
  - l, longitud del fondo de saco
  - Q, caudal real en m<sup>3</sup>/s
  - D, diámetro de la tubería en metros
- 
- Pérdida de carga total:

$$AH = P_{dinámica} + P_{estática}$$

### 1.7.4.3.3 Resultados

Puesto que este cálculo va a aparecer repetidas veces a lo largo del proyecto se ha programado un bucle en MATLAB que proporciona los resultados deseados a partir de los datos de partida aquí expuestos.

The screenshot shows a MATLAB GUI window titled "guide1" with the following content:

**POTENCIA DE UN VENTILADOR PARA UN FONDO DE SACO**

Longitud (m)	280	CAUDAL (m3/s)	19.8
Sección(m2)	39.6	POTENCIA (Kw.)	22.6562
Nºpersonas	6		
Potencia Instalada (Kw)	100		
Tiempo Limpieza(s)	1800		
Tipo Explosivo	RIODIN		
Kg. Explosivo	185		

Buttons: Ayuda, Borrar, Salir, Calcular

Figura 1.7.2-Ventilación del pozo de acceso

Por tanto necesitamos un ventilador con una potencia de 25 Kw que proporcione un caudal de 20m<sup>3</sup>/s. Con este caudal necesitaremos una tubería de diámetro:

$$\text{DiámetroTubería}(m) = 0.29 * \sqrt{(20(m^3/s))} = 1.30m = 1300 \text{ mm.}$$

## 1.7.5 DESESCOMBRO

### 1.7.5.1 Introducción

Los escombros de las voladuras se van a desalojar en dos fases ya que parte de este escombros ha de servir como plataforma de apoyo para colocar el sostenimiento provisional. Así, en la primera fase de desescombros se desaloja una longitud de 2 metros y la maquinaria utilizada para el desescombros se retirará para que tenga lugar la colocación del sostenimiento. Una vez colocado el sostenimiento provisional se vuelve a bajar la maquinaria y se reanuda el desescombros de los 2 metros restantes.

La maquinaria utilizada para el desescombros va a consistir en un pólipo de 0.8m<sup>3</sup> y tres cubas de 4m<sup>3</sup>. El pólipo está suspendido con un cable de un cabestrante situado en una plataforma y que controla su movimiento vertical. Se utilizan tres cubas para que mientras en una de ellas se realiza la operación de carga con el pólipo, otra de ellas ascienda cargada y la última descienda vacía.

## 1.7.6 SOSTENIMIENTO Y REVESTIMIENTO

### 1.7.6.1 Sostenimiento

El sostenimiento del pozo lo vamos a establecer utilizando el ábaco de Barton y Bieniawsky.

En este método de diseño de sostenimiento se utilizan las dimensiones de la excavación a realizar y el tipo de uso que se va a dar a la obra (ESR) para definir la 'Dimensión equivalente' (A). Conocidos la 'Dimensión equivalente' y el valor Q, el sostenimiento se puede estimar mediante el ábaco, presentado por Grinstad y Barton (1993) y posteriormente actualizado por Barton y Bieniawski (2008).

- Índice Q de Barton

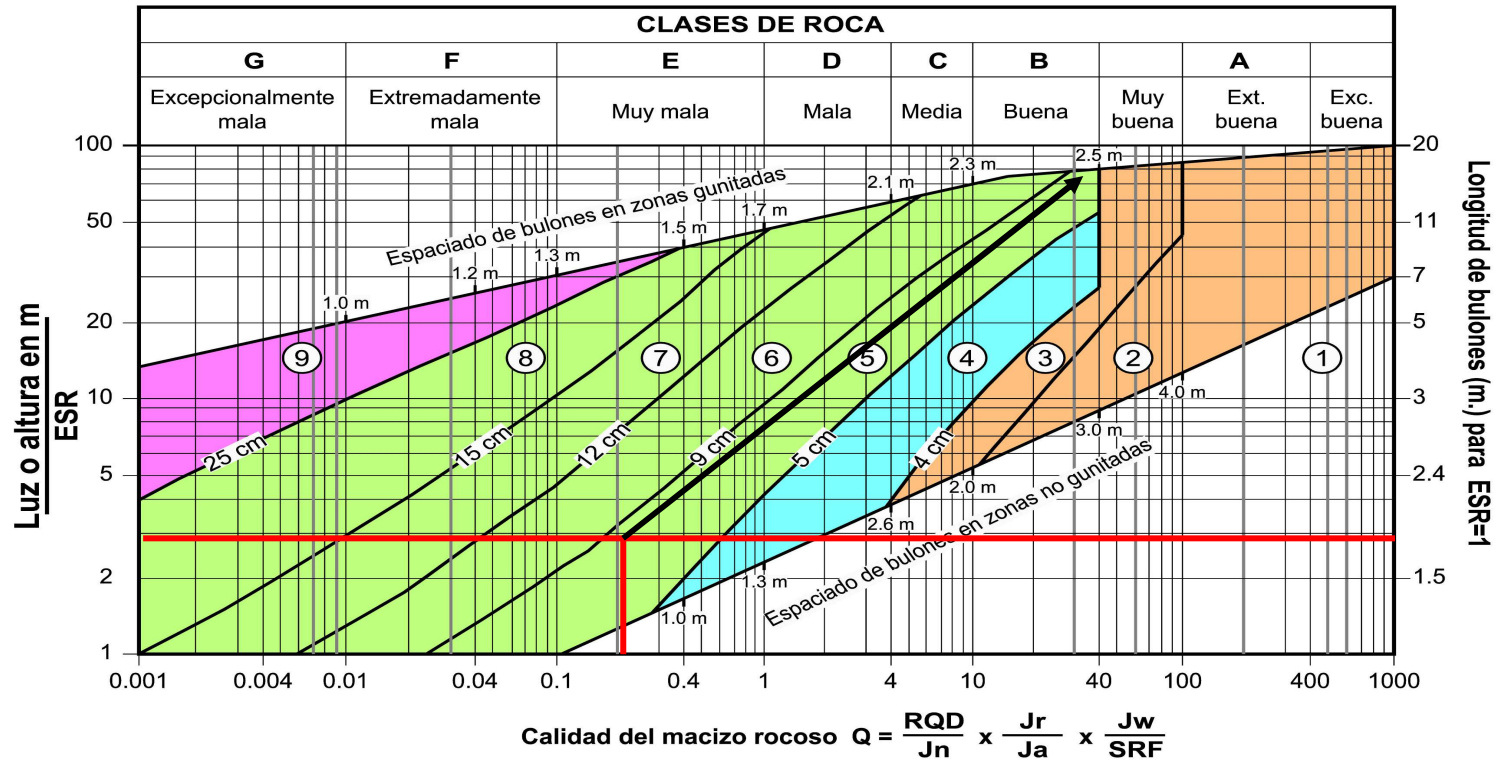
$$Q = e^{\frac{RMR-44}{9}}$$

Con RMR=30,  $Q=0.211$

- Anchura del pozo A=7.10 metros.
- ESR= para pozos verticales: 2.5
- A/ESR=2.84

CLAVE	TIPO DE EXCAVACIÓN	ESR
1	Excavaciones mineras temporales	3-5
B	Pozos verticales de sección circular	2,5
C	Excavaciones mineras permanentes, túneles hidráulicos, túneles piloto, pozos planos, excavaciones iniciales de gran sección	1,6
D	Cavernas de almacenamiento, plantas de tratamiento de aguas, túneles carreteros y ferroviarios de sección media	1,3
E	Cavernas hidroeléctricas, túneles de gran sección, excavaciones militares, emboquilles de túneles	1,0
F	Instalaciones nucleares, estaciones de ferrocarril e instalaciones industriales	0,8

Figura 1.7.3-ESR para pozos verticales



**CATEGORIAS DE SOSTENIMIENTO:**

- |   |  |
|---|--|
| 1) Sin sostenimiento                                  | 6) Bulonado y hormigón proyectado con fibras, 9-12 cm.         |
| 2) Bulonado puntual                                   | 7) Bulonado y hormigón proyectado con fibras, 12-15 cm.        |
| 3) Bulonado sistemático                               | 8) Cerchas, bulonado y hormigón proyectado con fibras, >15 cm. |
| 4) Bulonado (y hormigón proyectado, 4-10 cm.)         | 9) Hormigón encofrado  |
| 5) Bulonado y hormigón proyectado con fibras, 5-9 cm. |  |

Figura 1.7.4-Selección del sostenimiento para el pozo de acceso

Así, se necesita un sostenimiento de tipo 5 y los bulones para un ESR de 1 serían de 1.7 m. pero como nuestro ESR es 2.5, los bulones serán de 4 metros.

Por tanto el sostenimiento utilizado consistirá en bulones de 4 metros de longitud separados 2.5 m. y una capa de hormigón proyectado con fibras de un espesor de 50-90mm.

El sostenimiento se colocará en tramos de dos metros, es decir, se procede de la siguiente manera:

- Desescombro de los dos primeros metros
- Retirada de los equipos de desescombro y bajada de los equipos de perforación y elementos de sostenimiento.
- Perforación y colocación de los barrenos
- Gutinado
- Retirada de los equipos de sostenimiento y bajada de los equipos de desescombro
- Retirada del escombro y colocación del sostenimiento en los dos metros restantes siguiendo la misma secuencia.

#### **1.7.6.2 Revestimiento**

El revestimiento del pozo va a consistir en 30 cm de hormigón. Esta capa final de hormigón cumple tres objetivos fundamentales:

- Disminuir el rozamiento del aire
- Evitar filtraciones de agua
- Proporcionar una mayor sensación de seguridad para el personal.

Se hormigonará en tramos de 4.5 metros que incluirán un anillo de hormigón de 4.2 metros y una separación entre anillos de 0.3 metros. Estas acanaladuras entre anillos estarán conectadas mediante 6 tubos con el objetivo de drenar el agua.

Para llevar a cabo el hormigonado de los anillos se llevará a cabo la siguiente secuencia:

- Comprobar la humedad del pozo y colocación de geotextil
- Bajada del anillo de encofrado

- Sujeción, centrado y nivelación del anillo.
- Cierre del anillo por la parte inferior con madera
- Colocación de los tubos de drenaje
- Vertido del hormigón

Es decir, en primer lugar se observa la pared del pozo por si esta tuviera humedad o brotara agua y hubiese que colocar un drenaje o una tela drenante. Tras esto, se baja el anillo soporte del encofrado y se sujeta.

En la parte inferior del anillo se coloca una banda de geotextil, unida a una malla galvanizada de triple torsión, a lo largo del perímetro del pozo que impedirá que en la zona correspondiente a la ranura entre anillos haya desprendimientos de material hacia el pozo aunque si dejará pasar el agua.

Luego, se cierra la parte inferior con madera y se baja el encofrado hasta ensamblarlo con el anillo de soporte. Este encofrado tendrá unos cilindros hidráulicos que le permitirán ampliar o reducir su sección, lo que permitirá su desencofrado y desplazamiento. Para bajar el encofrado se utilizaran unos polipastos neumáticos que hay en el 2º piso de la plataforma de profundización.

Concluida la fase de encofrado puede comenzar la colocación de los anillos de drenaje y el vertido del hormigón.

Al hormigón utilizado se le exige una RCS a 28 días de  $250\text{Kg}/\text{cm}^2$  y la dosificación que se emplea para conseguir este requisito es:

- Áridos: Se van a emplear áridos calizos y arena silícea:
  - Arena(<5mm): 44% árido total
  - Gravilla(6-12 mm): 9% árido total
  - Grava(10-12mm): 22% árido total
  - Grava (10-25mm): 25% árido total.
- Cemento y Agua: Se utilizará una relación agua/cemento de 0.45 para asegurar una buena durabilidad y su resistencia a las heladas

Con esta granulometría y esta relación agua cemento se obtiene la siguiente dosificación para el hormigón:

Tabla 1.7.4-Dosificación del hormigón de revestimiento

<b>DOSIFICACIÓN</b>	<b>Granulometría</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>
Arena	0-5	44%	857
Gravilla	6-12	9%	169
Grava	10-12	22%	412
Grava	12-25	25%	487
Cemento			370
Agua			166



## 1.8 GALERIAS DE ACCESO AL TAJO

### 1.8.1 Introducción

En este anejo se van a llevar a cabo el diseño de las dos galerías transversales que van a servir de conexión entre el pozo y la capa de carbón a explotar. Estas dos galerías van a ser:

- GALERIA 1(Transversal de cabeza):
  - Cota del piso (-150m)
  - Sección útil: 15m<sup>2</sup>.
  - Sección de perforación: 16.54 m<sup>2</sup>
  - Longitud: 359.80m.
- GALERIA 2 (Transversal de base):
  - Cota del piso (-250m)
  - Sección: 15 m<sup>2</sup>.
  - Sección de perforación: 16.54 m<sup>2</sup>
  - Longitud: 533 m.

Teniendo en cuenta que el terreno tiene un RMR de 30 y que por tanto la sección va a sufrir deformaciones y reducciones de sección, se ha decidido diseñar las galerías con una sección útil de 15 m<sup>2</sup> que asegurará que el espacio disponible siempre va a ser suficiente para desarrollar los trabajos pertinentes.

Además, puesto que en la zona próxima a la capa tenemos Areniscas y Pizarras con una Resistencia a Compresión Simple media de 80Mpa. (800kg/cm<sup>2</sup>) se va a dejar un macizo de protección entre la capa y las galerías de unos 20 metros para que la galería no sufra excesivamente el efecto de la explotación.

### 1.8.2 Fases de ejecución

El proceso constructivo de las galerías va a seguir las siguientes fases:

- Ejecución del paraguas de bulones de 32 mm de diámetro 4 m de longitud, espaciados 0,5 m entre ejes, y anclados con lechada de cemento. Este paraguas tiene por objeto asegurar la estabilidad del emboquille.

- Avance por perforación y voladura.
- Ventilación
- Desescombro
- Colocación del sostenimiento provisional
- Colocación del sostenimiento definitivo.

A continuación se van a explicar cada una de las fases del ciclo con detalle.

### 1.8.3 Perforación y Voladura

#### 1.8.3.1 Perforación

Se realiza mediante un jumbo de 2 brazos y un diámetro de perforación de 46mm.

#### 1.8.3.2 Voladura

Las voladuras a realizar quedan definidas por los siguientes parámetros:

- Tipo de cuele: Quemado de tres secciones.
- Longitud de pase: 2 a 3 m.
- N° de barrenos/voladura:68
- Diámetro de perforación: 46 mm.
- Explosivo a utilizar: Riodin, cartuchos de 32 mm de 200mm de longitud y 238 g.
- Detonadores: AI
- Carga específica:2,72

Los cartuchos se dispondrán dentro de tubos omega, lo que permite facilitar la carga de los barrenos.

La voladura se realizará a sección completa.

El esquema de tiro consiste en:

- Un cuele quemado con un barreno central cargado, cuatro barrenos que le rodean de diámetro algo mayor y otros 12 barrenos cargados.
- 25 barrenos en la destroza de 2.5 metros de longitud
- Un recorte con 20 barrenos con una ligera inclinación para evitar pérdidas de sección con una longitud de 2.5 metros

- Una zapatera con 10 barrenos con una ligera inclinación para evitar pérdidas de sección con una longitud de 2.5 metros.

Se calcula a continuación el número de cartuchos utilizados en los barrenos de las distintas zonas de la pega y la cantidad de explosivo utilizado:

#### 1.8.3.2.1 Cuele

Los barrenos son de 2.5 metros, de los cuales 0.5 metros serán de retacado y los 2 metros restantes de RIODIN:

$$-N^{\circ}\text{cartuchosbarreno} = \text{LongitudCarga}/\text{LongitudCartucho} = 2m/0.2m = 10 \text{ cartuchos}$$

$$-Carga \text{ por barreno} = N^{\circ}\text{cartuchos} * \text{Cargacartucho} = 10 * 238 \text{ g} = 2380g = 2.38kg$$

$$-N^{\circ} \text{ total cartuchos} = N^{\circ}\text{barrenos} * N^{\circ}\text{cartuchosbarreno} = 13 * 10 = 130 \text{ cartuchos}$$

$$-Carga \text{ total cuele} = Carga \text{ por barreno} * N^{\circ}\text{barrenos} = 2.38kg * 13 = 30.94kg$$

#### 1.8.3.2.2 Destrozas

Los barrenos de las destrozas se van a cargar igual que los del cuele puesto que tienen la misma longitud y se utiliza el mismo explosivo, es decir, en cada barreno habrá 10 cartuchos que suponen una carga de explosivo por barreno de 2.38 kg. De este modo:

$$-N^{\circ} \text{ total cartuchos} = N^{\circ}\text{barrenos} * N^{\circ}\text{cartuchosbarreno} = 25 * 10 = 250 \text{ cartuchos}$$

$$-Carga \text{ total destroza} = Carga \text{ por barreno} * N^{\circ}\text{barrenos} = 2.38kg * 25 = 59.5kg.$$

### 1.8.3.2.3 Zapatera

Los barrenos de la zapatera se van a cargar son de 2.5 metros, de los cuales 0.5 metros son para el retacado y los 2 metros restantes para los cartuchos, es decir, en cada barreno habrá 10 cartuchos que suponen una carga de explosivo por barreno de 2.38 kg

$$-N^{\circ} \text{ total cartuchos} = N^{\circ} \text{ barrenos} * N^{\circ} \text{ cartuchos barreno} = 10 * 15 = 150 \text{ cartuchos}$$

$$-Carga \text{ total cuele} = Carga \text{ por barreno} * N^{\circ} \text{ barrenos} = 2.38 \text{ kg} * 10 = 23.8 \text{ kg}$$

### 1.8.3.2.4 Contorno

La carga de cada barreno será

$$Carga \text{ Lineal Contorno} = 90D^2 = 90 * 0.039^2 = 0.14 \text{ kg/m}$$

$$Carga \text{ Total Barreno} = .014 \text{ kg/m} * 2.5 \text{ m} = 0.35 \text{ kg} = 350 \text{ g}$$

En el contorno vamos a utilizar cordón detonante de 100g/m, puesto que el barreno tiene 2.5 metros, supone una carga de 250 gramos. Para completar la carga utilizamos RIODIN de 26mm, que como cada cartucho es de 152 gramos, vamos a utilizar uno.

Carga: Cordón detonante de 100g/m y 1 cartucho de 152 g de RIODIN

Carga total: 152g\*20 barrenos=3.04 kg

### 1.8.3.2.5 N° detonadores

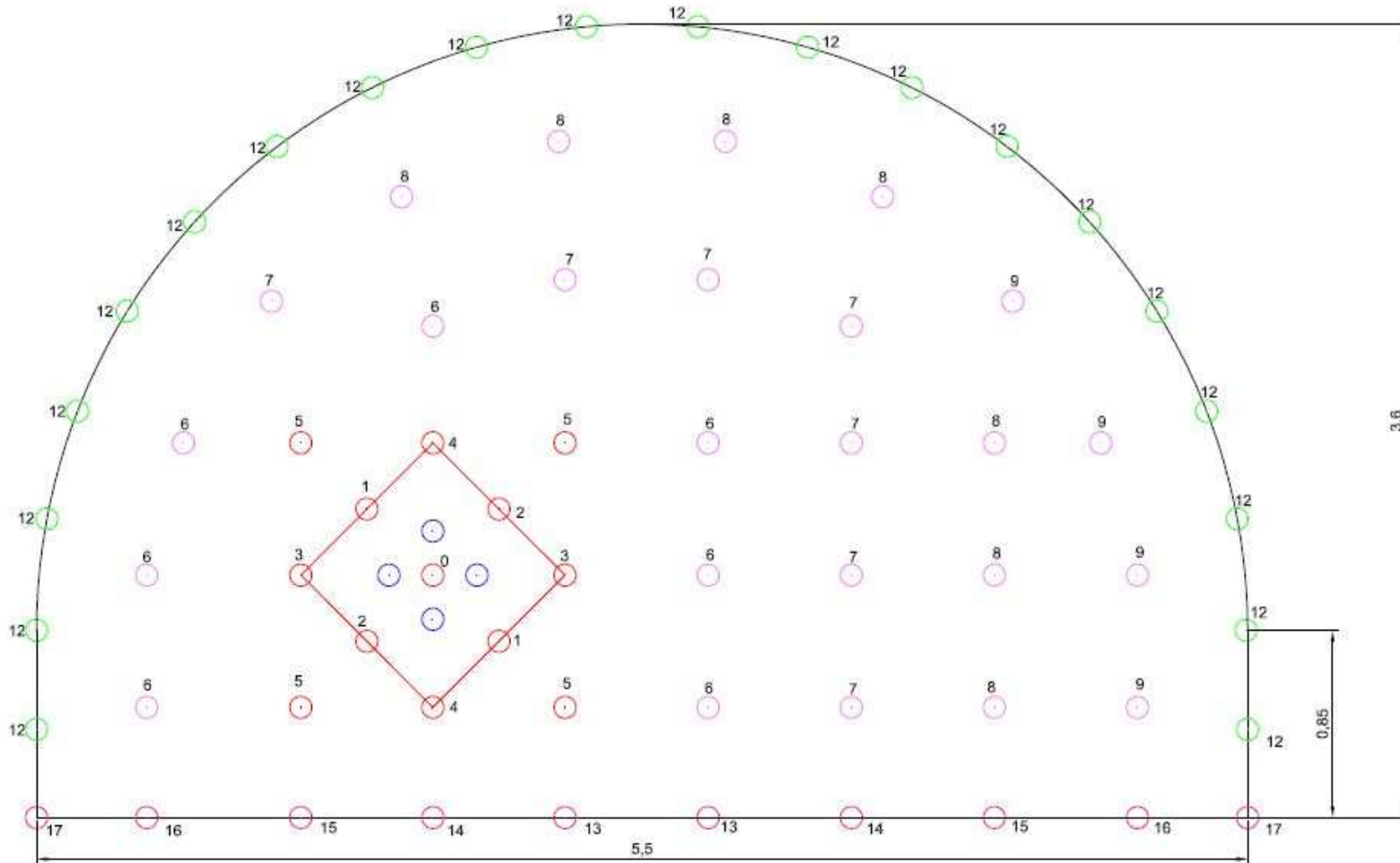


Figura 1.8.1-Esquema de la voladura de las galerías transversales

1.8.3.2.6 Resumen y mediciones

Tabla 1.8.1-Voladura de las galerías transversales

Voladuras	Nº de Tiros	Pegas de 2.50 m.	
		Nº cartuchos / barreno	Nº total de cartuchos
Cuele	13	10	130
Destroza	25	10	250
Zapatera	10	15	150
Contorno	10	1	10
<b>TOTAL</b>	<b>58</b>		<b>540 cartuchos</b>

Teniendo en cuenta el nº de cartuchos utilizados, el peso de cada uno, que los barrenos del recorte se cargan con cordón detonante de 100g/m y que en cada pega se vuelan 43m<sup>3</sup>, se refleja en el siguiente cuadro los consumos totales:

Tabla 1.8.2-Consumo de explosivo en una voladura de las galerías

<b>VOLADURAS DE LAS GALERIAS</b>	
Kg. de explosivos	118,28Kg.
Carga específica(Kg/m <sup>3</sup> )	2,72
Nº detonadores	58
M.L. de Cordón Detonante	25m.

Y el consumo total para la excavación de las galerías es:

Tabla 1.8.3-Consumo total de explosivo en las galerías

<b>CONSUMO TOTAL DE EXPLOSIVOS</b>	
Nº total de voladuras	358
Kg. de explosivos	42.249,6
M <sup>3</sup> volados	14.731,20
Carga específica	2.7
Nº detonadores AI	20.764
M.L. Cordón Detonante	8.950

### 1.8.4 DESESCOMBRO

La evacuación del escombros se realizará en dos fases:

- Arrastre con locomotora y vagones del escombros hasta la zona del pozo
- Carga mediante el pólipos a cubas

### 1.8.5 VENTILACIÓN

#### 1.8.5.1.1 Introducción

En este apartado se va a calcular la potencia del ventilador necesario para ventilar las galerías durante los trabajos de realización de las mismas. Este cálculo se llevará a cabo teniendo en cuenta que son un fondo de saco y que la ventilación será soplante.

#### 1.8.5.1.2 Datos de partida

Este cálculo se va a llevar a cabo teniendo en cuenta el momento más desfavorable, es decir en la última fase de la ejecución de la segunda galería. En este momento:

Longitud del fondo de saco: 533 m.

Sección del fondo de saco: 16 m<sup>2</sup>

Nº relevo más numeroso: 6 personas

Potencia instalada en el momento más desfavorable: jumbo 100 Kw

Explosivo utilizado: 119 kg. de riodin

#### 1.8.5.1.3 Resultados

Se ha utilizado para el cálculo de la ventilación el programa diseñado en MATLAB para tal efecto.



**POTENCIA DE UN VENTILADOR PARA UN FONDO DE SACO**

Longitud (m)

Sección(m2)

N°personas

Potencia Instalada (Kw)

Tiempo Limpieza(s)

Tipo Explosivo

Kg. Explosivo

CAUDAL (m3/s)

POTENCIA (Kw.)

Figura 1.8.2-Potencia del ventilador para las galerías transversales

## 1.8.6 SOSTENIMIENTO

### 1.8.6.1 Sostenimiento

El sostenimiento de las galerías de acceso se va a establecer utilizando el ábaco de Barton. Para entrar a este ábaco necesitamos:

- Índice Q de Barton

$$Q = e^{\frac{RMR-44}{9}}$$

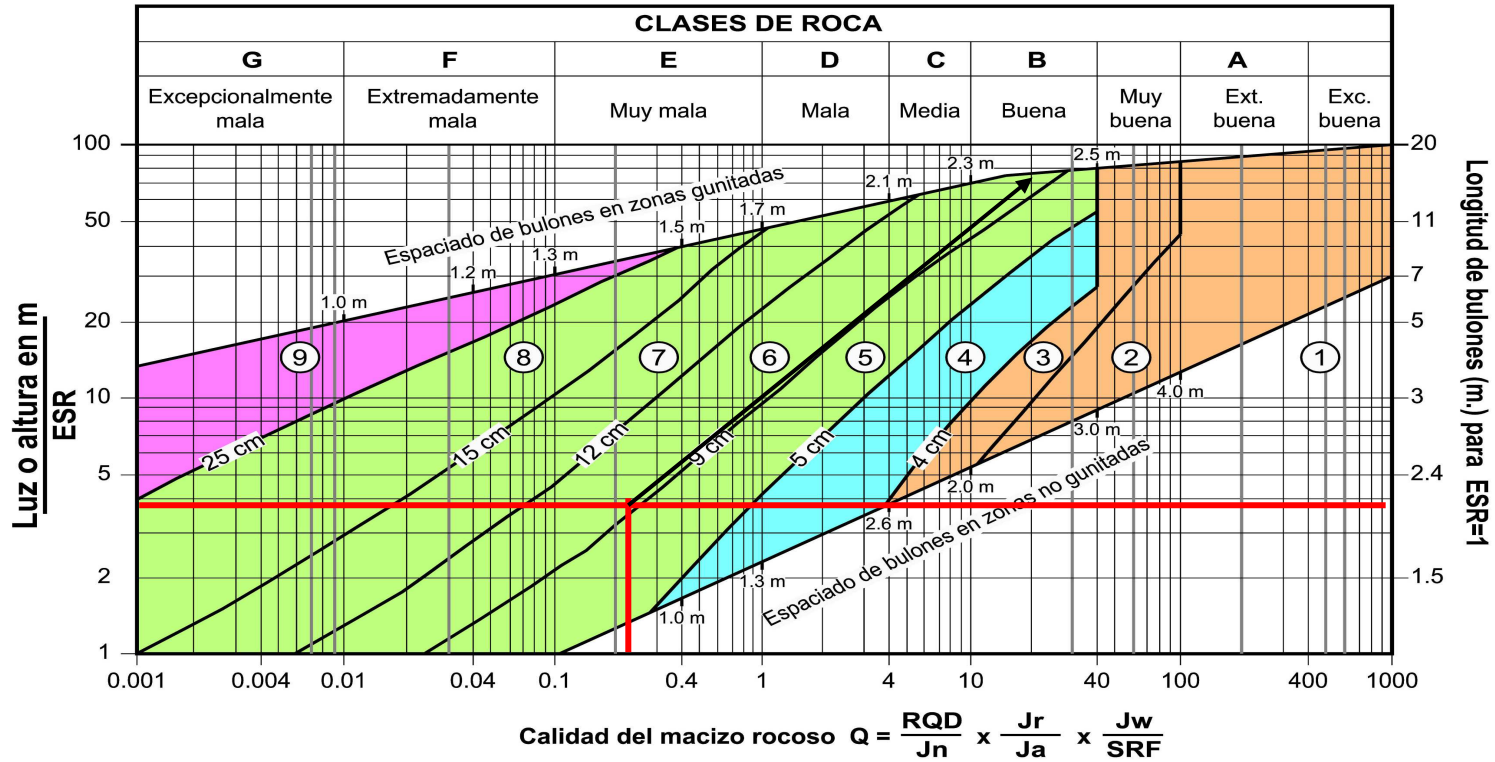
Con RMR=30, Q=0.211

- Anchura de la galería A=5.5 metros.
- ESR para galerías mineras: 1.6

CLAVE	TIPO DE EXCAVACIÓN	ESR
1	Excavaciones mineras temporales	3-5
B	Pozos verticales de sección circular	2,5
C	Excavaciones mineras permanentes, túneles hidráulicos, túneles piloto, pozos planos, excavaciones iniciales de gran sección	1,6
D	Cavernas de almacenamiento, plantas de tratamiento de aguas, túneles carreteros y ferroviarios de sección media	1,3
E	Cavernas hidroeléctricas, túneles de gran sección, excavaciones militares, emboquilles de túneles	1,0
F	Instalaciones nucleares, estaciones de ferrocarril e instalaciones industriales	0,8

Figura 1.8.3-ESR para galerías mineras

A/ESR=3.4



**CATEGORIAS DE SOSTENIMIENTO:**

- |   |  |
|---|--|
| 1) Sin sostenimiento                                  | 6) Bulonado y hormigón proyectado con fibras, 9-12 cm.         |
| 2) Bulonado puntual                                   | 7) Bulonado y hormigón proyectado con fibras, 12-15 cm.        |
| 3) Bulonado sistemático                               | 8) Cerchas, bulonado y hormigón proyectado con fibras, >15 cm. |
| 4) Bulonado (y hormigón proyectado, 4-10 cm.)         | 9) Hormigón encofrado  |
| 5) Bulonado y hormigón proyectado con fibras, 5-9 cm. |  |

Figura 1.8.4-Sostenimiento en las galerías transversales

Así, se necesita un sostenimiento de tipo 6 y los bulones para un ESR de 1 serían de 2.1 m. pero como nuestro ESR es 1.6, los bulones serán de 3 metros.

Por tanto el sostenimiento utilizado consistirá en bulones de 3 metros de longitud separados 2-2.5 m y una capa de gunita con fibras de un espesor de 90mm.

## 1.9 VENTILACIÓN GENERAL DE LA MINA

### 1.9.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se va a calcular la potencia necesaria del ventilador para la ventilación general de la mina.

Para ello hay que tener en cuenta que el ventilador que se instalara en la boca de la mina debe de tener la potencia suficiente para proporcionar el caudal de aire necesario y para vencer las pérdidas que se producen.

$$\text{Potencia} = (\text{Caudal} * \text{PérdidaDeCarga}) / (\eta(\text{Rendimiento}))$$

### 1.9.2 RECORRIDO DE LA VENTILACIÓN

Se va a calcular la potencia del ventilador que es necesario para hacer frente a la peor situación posible que se va a dar en la mina. Por tanto se va a considerar el momento en que se está explotando la capa comprendida entre la tercera y segunda planta de la mina.

En ese momento se tendrán dos puertas de ventilación que evitan la entrada del aire a las galerías de la primera y segunda planta. Además, el pozo de retorno de aire estará cerrado entre la segunda y tercera planta.

La ventilación será ascendente y seguirá el siguiente recorrido:

- Se baja hasta la cota de la tercera galería a través del pozo principal
- Recorre la galería de acceso a la capa
- Recorre el taller de explotación, entrando por la galería de base y saliendo por la galería en cabeza
- Recorre la galería de la segunda planta hasta el pozo secundario
- Ascende por el pozo secundario y sale al exterior

### 1.9.3 CAUDAL

El caudal necesario en la explotación debe ser suficiente para:

- Diluir el grisú. Puesto que en nuestra explotación no se han detectado concentraciones de metano, no se producirán desprendimientos de grisú y no es necesaria ventilación para diluirlo.
- Proporcionar el aire necesario para la respiración de las personas. Se considera que habrá como máximo 30 trabajadores simultáneamente y que cada persona necesita 40l/s de aire, por tanto:
  - $Q=40*30=1200\text{l/s}=1.2\text{m}^3/\text{s}$
- Mantener una velocidad mínima del aire de 0.5m/s. LA velocidad del aire será mínima cuando la sección sea máxima. La sección máxima corresponde a la del pozo con 40m<sup>2</sup>, por tanto:
  - $Q=v*s=0.5*40=20\text{m}^3/\text{s}$ .

Por tanto, el caudal necesario en la explotación es el de 20m<sup>3</sup>/s puesto que con él se satisfacen todas las demandas de aire existentes.

Por último, se debe comprobar que la velocidad del aire no supera en ningún lugar de la explotación la velocidad de 8m/s. La velocidad será máxima cuando la sección es mínima y esta corresponde a la sección de 15 m<sup>2</sup>.

$$V=Q/s=20\text{m}^3/\text{s}/15\text{m}^2=1.33\text{m/s}$$

#### 1.9.4 PÉRDIDA DE CARGA

La resistencia que va a sufrir el aire en su recorrido será la suma de:

##### 1.9.4.1 Resistencia del pozo principal y del pozo de retorno del aire.

La resistencia del pozo al paso del aire se calcula con la siguiente fórmula:

$$R = (L * P * \alpha) / S^3$$

Donde:

- L=Longitud del pozo
- P=Perímetro del pozo
- S=Sección del pozo

- $\alpha$  = Coeficiente de resistencia aerodinámica.

Por tanto, para el pozo principal (diámetro 7 metros):

- L=250 metros.
- P=22 metros
- S=40m<sup>2</sup>
- $\alpha$  = El valor de este coeficiente para pozos revestidos de hormigón es de 0.00030. Este valor se aumenta en un 20% debido a las dos guiaderas y un 10% por las tuberías existentes en el mismo. Así,  $\alpha = 0.00030 * 1.30 = 0.00039$

$$R_{\text{pozoprincipal}} = 1.85e^{(-4)} K\mu$$

Para el pozo de retorno (diámetro 2 metros):

- L=150 metros.
- P=Perímetro del pozo=6.28
- S=Sección del pozo= 3.14m<sup>2</sup>
- $\alpha$  = El valor de este coeficiente para pozos revestidos de hormigón es de 0.00030.

$$R_{\text{pozoretorno}} = 9.12e^{(-3)} K\mu$$

#### 1.9.4.2 Resistencia de las galerías

La resistencia que ofrecen las galerías al paso del aire tiene la misma fórmula que la de los pozos:

$$R = (L * P * \alpha) / S^3$$

Las galerías que se han considerado son:

- Galería principal de la tercera planta donde:
  - L=533 metros.
  - P=24.5 metros
  - S=15m<sup>2</sup>

- $\alpha = 0.0004$  para galerías con entibación de hormigón.

$$R_{\text{galeriaprincipal}} = 2.29e^{(-3)} K\mu$$

- Galería de acceso a la capa
  - L=15 metros.
  - P=13m
  - S=9m<sup>2</sup>
  - $\alpha = 0.0004$  para galerías con entibación de hormigón.

$$R_{\text{galeriasecundaria}} = 1.06e^{(-4)} K\mu$$

#### 1.9.4.3 Resistencia de los codos o cambios de dirección del aire

La resistencia que ofrecen los codos en el recorrido del aire se calcula con la fórmula:

$$R = E / (16.35 * s^2)$$

Donde:

- E= coeficiente que depende del ángulo del codo
- S= Sección de la que proviene la corriente de aire

En el recorrido de la ventilación principal se van a encontrar tres codos:

- Entre el pozo principal y la galería principal, el ángulo es de 90 grados, así:
  - E=1.225
  - S=40m<sup>2</sup>
  - $R=4.68e^{(-5)} K\mu$
- Entre la galería secundaria y el taller, el ángulo es de 15 grados, así:
  - E=0.18
  - S=9m<sup>2</sup>
  - $R=1.35e^{(-4)} K\mu$
- Entre la galería de la segunda planta y el pozo de retorno, el ángulo es de 90 grados, así:
  - E=1.225



- $S=15\text{m}^2$
- $R=3.32e^{-4} K\mu$

#### 1.9.4.4 Resistencia de los cambios de sección

La resistencia que ofrecen al paso del aire los estrechamientos de las galerías sigue la fórmula:

$$R = \lambda * \epsilon / (2 * g * S^2 )$$

Donde:

- $\Lambda$ = Peso específico del aire=12N/m<sup>3</sup>
- E=coeficiente que depende de la relación entre secciones
- S=Sección después de la contracción

En el recorrido de la ventilación encontramos un cambio de sección relevante, entre la galería principal (S=15m<sup>2</sup>) y la galería secundaria(S=9m<sup>2</sup>), así:

- E=0.28
- S=9m<sup>2</sup>
- $R=2.11e^{-3} K\mu$

#### 1.9.4.5 Resistencia total

La resistencia total será la suma de las calculadas anteriormente:

$$\begin{aligned} \underline{R_{total}} &= 2.11e^{-3} K\mu + 3.32e^{-4} K\mu + 1.35e^{-4} K\mu + 4.68e^{-5} K\mu + 1.06e^{-4} K\mu \\ &+ 2.29e^{-3} K\mu + 9.12e^{-3} K\mu + 1.85e^{-4} K\mu = 0.01431k\mu = 14.31 \mu \end{aligned}$$

Se considera un factor de mayoración de 4 debido a las resistencias que van a ofrecer las instalaciones, las vías,..y se tiene por tanto una resistencia de:

$$0.05726 K\mu = 57.26 \mu$$

#### 1.9.4.6 Pérdida de carga

La depresión necesaria que debe de crear el ventilador es de:

$$H = R_t * Q^2 = 20^2 = 22.90 \text{ mm. c. a} = 224.57 \text{ Pa.}$$

### 1.9.5 POTENCIA DEL VENTILADOR

Considerando un rendimiento del ventilador del 75% y los datos de caudal y pérdida de carga calculados en los apartados previos, la potencia útil teórica necesaria para el ventilador es de:

$$P = (Q * H)/0.75 = (20 * 224.57)/0.75 = 5988.59 \text{ W} = 5.98 \text{ kW.}$$

Si prevenimos futuras ampliaciones de la mina, aumento de la producción o posible aparición de grisú es conveniente sobredimensionar la potencia calculada en un 100%, con la salvedad de que el ventilador debe estar dotado de variador de frecuencia para poder regular el caudal.

## 1.10 MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

### 1.10.1 Selección del método

Dada la potencia, 2 metros, y el buzamiento, 30 grados, de la capa, el método de explotación seleccionado ha sido el de frente largo en dirección.

Además, geotécnicamente, presenta pocas restricciones, puesto que sólo es necesario que los terrenos que componen el techo de la formación sean competentes frente a las tensiones existentes. En la práctica esto se traduce en que los tajos largos en dirección son operativos en los terrenos carboníferos situados a profundidades menores a 1200 metros.

### 1.10.2 Descripción del método

Este método de explotación es el más utilizado en la extracción de carbón en Europa ya que está asociado a grandes producciones unitarias y elevados rendimientos, debido a que es posible mecanizar todas las operaciones a realizar.

La maquinaria empleada está constituida por rozadoras y cepillos para el arranque, estemples, bastidores o pilas autodesplazables para el sostenimiento y páncer para el transporte.

Dentro de este método existen dos modalidades:

- Tajo largo en avance. En esta modalidad, las galerías del tajo se van trazando a medida que avanza la explotación y deben conservarse por detrás del tajo. Con este sistema las galerías no se ven sometidas a la onda de sobrepresión.
- Tajo largo en retirada. Consiste en realizar todas las galerías, abrir el tajo final y avanzar en retroceso. Con este método el tiempo de puesta en marcha es mayor y las galerías se ven sometidas a los efectos de la onda de sobrepresión.

En cuanto a la infraestructura necesaria para la explotación, si la profundidad de las explotaciones no es muy elevada, se suelen hacer todas en capa. Cada tajo suele tener dos galerías, una de cabeza y otra de base, que se unen por medio de una chimenea de monta.

En ese caso, el método empleado será el de tajo largo en dirección en retirada y con hundimiento del techo en la zona de postaller.

El arranque del mineral se realiza mediante rozadora y el transporte en el tajo sobre pancer

Las galerías de base y cabeza tienen una sección de 15 metros cuadrados y la longitud de la calle de la rozadora es de 200 metros.

### **1.10.3 Preparación y avance de las galerías de base y cabeza**

El método de explotación es en avance, por lo tanto, las dos galerías se avanzan a la vez que el taller.

Las secciones de estas galerías son de  $9\text{m}^2$ . El ancho de su base es de 3.6 metros, con una altura de 2,95 metros.

Las galerías están unidas por una chimenea de monta de 200 metros de longitud y 30 grados de pendiente.

La chimenea se va a montar al principio del panel para ir explotando en

avance. Va a tener un largo entre galerías de 200m. Se va a realizar a martillo

picador y posteo con estemples hidráulicos (a dos relevos en equipos de picador y ayudante, acudiendo el tubero a instalar tuberías de ventilación y aire comprimido siempre que sea necesario)

Se supone que cada picador sube dos alturas de 2.5 metros por turno, esto suponen 10 m al día y por eso se estima que se va a tardar en ejecutar la chimenea unos 20 días.

Los estemples se colocarán en grupos de 3, perpendiculares al frente de avance de la chimenea, Habrá por lo tanto tres líneas de posteo paralelas entre sí.

El ancho de la chimenea será de 2,60 m. repartidos de la manera

siguiente:

- 1 m. para desplazamiento del personal y los materiales (auxiliar).

- 1 m. (con tablero de separación) para el transporte de carbón
- 0,60 m. rasgados por el lado del auxiliar para instalar la ventilación

La chimenea se subirá con dirección para calar en un punto prefijado mediante la instalación de un laser, y el departamento de topografía comprobará semanalmente la dirección para asegurar el cale. Aún así, al inicio de cada relevo, el vigilante encargado de la labor comprobará la dirección para verificar que es correcta o, en caso contrario, notificarlo urgentemente para poder corregir los desvíos.

Están equipadas con vía de 60 centímetros de ancho, tubería de agua, tubería de aire comprimido, cables eléctricos y sistema de megafonía.

El sistema de avance se ha realizado mediante perforación y voladura. Para la perforación se ha empleado martillo roto-percursor con columna neumática empujadora e inyección de agua.

Las características de la pega se recogen en los planos.

El sostenimiento de las galerías se realiza mediante un sistema de bulonado con resina de fraguado rápido, con pernos de 1.75 metros de largo y 26 milímetros de diámetro, de acero corrugado. Se utiliza una densidad de bulonaje de un bulón por metro cuadrado.

#### **1.10.4 Sistema de arranque**

Dada la dureza de la capa de carbón, el sistema de arranque consiste en una rozadora y el sistema de avance de la misma.

La rozadora dispone de dos brazos de corte, uno en cada extremo de la maquina, y de un cuerpo central donde se alojan los motores eléctricos y el equipo hidráulico. El cuerpo central está situado entre los dos tambores de corte y unido a la placa base que a su vez está unida a las placas de la cadena de arrastre.

Las características principales de la máquina son:

- Potencia de corte: 150 Kw, mediante dos motores de 75 Kw refrigerados por agua.
- Velocidad de corte: 85-105 rpm.

- Altura de corte:
  - o mínima: 650 mm
  - o máxima: 1100 mm.
- Peso aproximado: 8500 kg.
- Diámetro de los tambores de corte: 650 mm.

El desplazamiento de la rozadora se realiza por medio del tiro de una cadena accionada por un cabestrante independiente, ubicado en la cabeza motriz en el extremo del tajo. Este tiro se transmite, a través de placas de enganche, a la placa base, que a su vez lo transmite al resto de la máquina. La velocidad de arrastre de la rozadora es regulable por el operador desde cero hasta un máximo de 5m/min.

La alimentación eléctrica, el suministro de agua de refrigeración y regado para la supresión de polvo en la máquina se realiza a través de la placa base.

#### **1.10.5 Sostenimiento del tajo**

El sostenimiento que se emplea está formado por mampostas hidráulicas de 20 toneladas de portancia. Las mampostas miden cerradas 69 centímetros y totalmente abiertas 200 centímetros.

El posteo se realizara de la siguiente manera:

Se constituyen dos jugadas con tres mampostas hidráulicas por jugada y dos bastidores unidos entre sí. Un bastidor esta siempre en voladizo. Las jugadas irán alternadas, una siempre tendrá un bastidor hasta el frente de carbón y la siguiente irá a unos 63 centímetros del frente, de modo que mientras la rozadora abre la calle, se pueda recuperar el bastidor y se puedan apuntalar otros atrasados para ponerlos al frente, quedando así este bastidor en voladizo, unido al que antes lo estaba, que ahora estará apoyado en una mamposta.

Los bastidores empleados son deslizantes, de 2.4 metros de longitud y 0.095 metros de anchura.

Para una potencia media de 2 metros se adoptará una distancia de posteo de 0.5 metros.

Los bordes del tajo, es decir, los 2.5 metros que hay desde las galerías de base y cabeza hacia el interior del tajo debe de ir protegido de una manera especial. El sostenimiento de esta zona se realiza mediante jugadas de mampostas hidráulicas. El posteo se reforzará con castilletes de madera de roble en doble fila con una anchura de un metro y una distancia entre ellos de 0.8 metros.

Así, las necesidades de sostenimiento son:

- En los bordes del tajo:
  - Mampostas hidráulicas
  - Bastidores deslizantes
  - Llaves de madera
- En el tajo:
  - Mampostas hidráulicas.
  - Bastidores deslizantes.

#### **1.10.6 Ventilación**

La ventilación principal entra por la galería en base, asciende por el tajo y vuelve por la galería de base.

La ventilación secundaria se dispone en los fondos de saco de las galerías de avance (base y cabeza) que van por delante del tajo para ventilarlos y evacuar los humos que se producen como consecuencia de los disparos de las galerías. Esta ventilación se realiza con turboventiladores situados a unos 10-15 metros por detrás del frente de avance de la galería y se utiliza ventilación soplante.

## **2 DOCUMENTO N<sup>a</sup>2: PRESUPUESTO**



## **2.1 INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES**

Para llevar a cabo el proyecto expuesto es necesario acometer una serie de inversiones, las cuales repercutirán directamente sobre la rentabilidad de la explotación planificada. Los precios unitarios y finales que a continuación se muestran, se basan en actividades similares realizadas por otras empresas del sector, intentado aproximarse lo máximo posible a la realidad. Los precios se calculan para la puesta en marcha de una única explotación.

## 2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

### 2.2.1 Accesos

Para el acceso desde la carretera asfaltada al área de explotación utilizaremos una pista de 8 metros de anchura equipada con las cunetas de drenaje necesarias y firme adecuado para el paso de vehículos con un peso bruto de 40 MM. La longitud será de 1.000 metros incluidos accesos y pasos interiores.

### 2.2.2 Extracción del agua

El primer paso para poder acceder a la mina es la extracción del agua acumulada en las galerías de la misma y supone por tanto una de los primeros gastos a realizar.

### 2.2.3 Acondicionamiento de las instalaciones existentes

Comprobación del estado de los pozos y galerías existentes y ejecución de las labores de recuperación necesarias. Esta unidad se subcontratará.

### 2.2.4 Re profundización del pozo

Comprende distintas fases que se exponen a continuación.

- Perforación

La perforación de los barrenos se va a llevar a cabo utilizando un jumbo vertical de tres brazos suspendido de la plataforma de reprofundización.

- Voladura

Las voladuras a realizar en el pozo se realizarán con RIODIN de 26mm de diámetro y 152 g, cordón detónante de 100g/m y detonadores eléctricos AI.

- Sostenimiento

Se han considerado dos tipos de sostenimiento, el primario y el secundario hace las veces de revestimiento y dará al pozo su apariencia y dimensiones finales.

- Sostenimiento primario:

En el diseño se ha establecido que son necesarios bulones de 4 m. de longitud separados 2.5 m., esto supone que, con un perímetro de 3.55 metros que tiene el pozo, haya que disponer 9 bulones cada 2.5 metros de profundidad y por tanto habrá que colocar un total de 855 bulones.

Tras la colocación de los bulones se aplica una capa de gunita de 90 mm de espesor, esto supone la necesidad de  $462\text{m}^3$  de gunita.

○ Revestimiento: Se colocan 30 cm. de hormigón al que

Por tanto, para hormigonar todo el pozo que tiene una superficie de  $5130\text{m}^2$  con un espesor de 30 cm. de hormigón se necesitarán  $1539\text{m}^3$ .

### 2.2.5 Galerías Transversales

En esta unidad de obra se han contemplado las siguientes operaciones

- Paraguas de bulones

Se ejecuta un paraguas de 8 bulones con el objetivo de estabilizar el emboquille.

- Perforación

La perforación de los barrenos para llevar a cabo la voladura se realiza con un jumbo de 2 brazos.

- Voladura

Las voladuras a realizar en el pozo se realizarán con RIODIN de 38mm de diámetro y 228 g, cordón detónante de 100g/m y detonadores eléctricos AI.

- Desescombro

Se va a utilizar una locomotora con vagones para llevarlo hasta el pozo de extracción y luego el pólipio de la plataforma de extracción.

- Sostenimiento

En el diseño se ha establecido que son necesarios bulones de 4 m. de longitud separados 2 m., esto supone que, con un perímetro de 24.5 metros que tienen las galerías, haya que

disponer 12 bulones cada 2 metros de galería y por tanto habrá que colocar un total de 5316 bulones.

Además hay que colocar una capa de gunita de 120 mm de espesor, por tanto,

### **2.2.6 Explotación de la capa**

En este apartado se tiene en cuenta la realización y el posteo de la chimenea de monta puesto que el resto de labores de explotación y los trabajos de explotación del mineral serán llevados a cabo por la empresa titular de la mina.

## 2.3 MEDICIONES

### 2.3.1 Conceptos Administrativos

Tabla 2.3.1-Mediciones de conceptos administrativos

CONCEPTO	UNIDAD	MEDICION
Seguimiento de viabilidad y justificación del recurso	Ud.	1
Confección proyecto Explotación y Restauración	Ud.	1

### 2.3.2 Preparación de accesos

Tabla 2.3.2- Mediciones de preparación de accesos

CONCEPTO	UNIDAD	MEDICION
Pista acceso	m.	500
Adaptación pista acceso	m.	500

### 2.3.3 Extracción del agua

Tabla 2.3.3- Mediciones de extracción del agua

CONCEPTO	UNIDAD	MEDICION
Bomba FLYGHT	Ud.	1
Tubería de impulsión	m.	60
Válvula antiretorno	Ud.	1
Energía consumida	Kw	1000
Balsas de decantación	Ud.	2

### 2.3.4 Acondicionamiento de las instalaciones existentes

Tabla 2.3.4- Mediciones del acondicionamiento de las instalaciones existentes

CONCEPTO	UNIDAD	MEDICIÓN
Acondicionamiento mediante contrata del pozo de acceso y la galería transversal existente.	Ud.	1

### 2.3.5 Re profundización del pozo

Tabla 2.3.5- Mediciones de la resprofundización del pozo

CONCEPTO	UNIDAD	MEDICION
Plataforma de profundización	Ud.	1
Voladura		
Explosivos	Kg.	10.147
Detonadores	Ud.	5.005
Cordón detonante	M.L.	6.710
Sostenimiento		
Bulones	Ud.	855
Gunita	m <sup>3</sup>	462
Fibras	Kg.	11.550
Hormigón de revestimiento	m <sup>3</sup>	1.539
Ventilador de 25 Kw	Ud.	1

### 2.3.6 Ejecución de las galerías transversales

Tabla 2.3.6- Mediciones de la ejecución de las galerías transversales

CONCEPTO	UNIDAD	MEDICION
Paraguas de 8 bulones	Ud.	1
Jumbo de dos brazos	Ud.	1
Voladura		
Explosivos	Kg.	42.250

Detonadores	Ud.	20.764
Cordón detonante	M.L.	8.950
Sostenimiento		
Bulones	Ud.	5.316
Gunita	m <sup>3</sup>	1.591
Fibras	Kg.	39.775

### 2.3.7 Explotación de la capa

Tabla 2.3.7- Mediciones de la preparación para la explotación de la capa

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Preparación de la explotación		
Chimenea de monta	Ud.	1
Ventilador de 10kW.	Ud.	2
Páncer	Ud.	1
Estemples hidráulicos	Ud.	80

### 2.3.8 Plantilla

Tabla 2.3.8- Mediciones de plantilla necesaria

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Director facultativo	Ud/mes.	1
Vigilantes	Ud/mes.	2
Barrenista	Ud/mes.	2
Ayudante de barrenista	Ud/mes.	2
Picadores	Ud/mes.	2
Ayudantes mineros	Ud/mes.	2
Maquinista de tracción	Ud/mes.	2
Maquinista de extracción	Ud/mes.	2
Administrativo	Ud/mes.	1

### 2.3.9 Señalización

Tabla 2.3.9- Mediciones de la señalización necesaria

CONCEPTO	UNIDAD	MEDICION
Cartel uso obligatorio casco	Ud.	2
Cartel prohibición de paso	Ud.	2
Cartel peligro zona de obras	Ud.	1
Cartel combinado de advertencia de riesgos	Ud.	2
Señales de tráfico	Ud.	3

### 2.3.10 Seguridad y Salud

Tabla 2.3.10- Mediciones de Seguridad y Salud

CONCEPTO	UNIDAD	MEDICION
Par de guantes de uso general	Ud.	7
Par de botas de agua	Ud.	7
Para de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexible, para riesgo de perforación	Ud.	7
Gafas antipolvo	Ud.	7
Mascarilla antipolvo homologada	Ud.	7
Filtro recambio mascarilla, homologado	Ud.	15
Protectores auditivos	Ud.	7
Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado	Ud.	7
Mono de trabajo	Ud.	7
Traje impermeable de trabajo	Ud.	7
Peto reflectante de seguridad personal	Ud.	7
Botiquín de obra	Ud.	1



### 2.3.11 Instalaciones de obra

Tabla 2.3.11- Mediciones de instalaciones de obra

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Alquiler caseta prefabricada para despacho	mes	13
Alquiler caseta prefabricada para aseo de obra	mes	13
Alquiler caseta prefabricada para almacén de obra	mes	13

## 2.4 CUADROS DE PRECIOS

### 2.4.1 Conceptos Administrativos

Tabla 2.4.1-Cuadro de precios de conceptos administrativos

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO(€)
Seguimiento de viabilidad y justificación del recurso	Ud.	1.500,00
Confección proyecto Explotación y Restauración	Ud.	4.500,00

### 2.4.2 Preparación de accesos

Tabla 2.4.2- Cuadro de preparación de accesos

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO(€)
Pista acceso	m.	30,00
Adaptación pista acceso	m.	20,00

### 2.4.3 Extracción del agua

Tabla 2.4.3- Cuadro de precios de extracción del agua

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO(€)
Bomba FLYGHT	Ud.	1.500,00
Tubería de impulsión	m.	4,00
Válvula antirretorno	Ud.	300
Balsas de Decantación	Ud.	2.650,00
Estemples hidráulicos	Ud.	990,00

#### 2.4.4 Acondicionamiento de las instalaciones existentes

Tabla 2.4.4- Cuadro de precios del acondicionamiento de las instalaciones existentes

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO(€)
Acondicionamiento mediante contrata del pozo de acceso y la galería transversal existente.	Ud.	110.000,00

#### 2.4.5 Reprofundización del pozo

Tabla 2.4.5- Cuadro de precios de la reprofundización del pozo

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO(€)
Plataforma de profundización (jumbo de 3 brazos, equipo de desescombro,...)	Ud.	210.354,00
Voladura		
Explosivos	Kg.	4,00
Detonadores	Ud.	1,93
Cordón detonante	M.L.	1,00
Sostenimiento		
Bulones	Ud.	15,00
Gunita	m <sup>3</sup>	150,00
Hormigón de revestimiento	m <sup>3</sup>	218,00
Fibras de acero	Kg.	6
Ventilador de 25kW.	Ud.	5.500,00

### 2.4.6 Ejecución de las galerías transversales

Tabla 2.4.6- Cuadro de precios de la ejecución de las galerías

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO(€)
Bulones (3m, $\phi=32\text{mm}$ ) para el paraguas, inyectados con lechada de cemento.	Ud.	18,00
Jumbo de dos brazos	Ud.	300.000,00
Voladura		
Explosivos	Kg.	4,00
Detonadores	Ud.	1,98
Cordón detonante	M.L.	1,00
Sostenimiento		
Bulones	Ud.	15,00
Gunita	m <sup>3</sup>	150,00
Fibra	Kg.	6,00

### 2.4.7 Explotación de la capa

Tabla 2.4.7- Cuadro de precios de la explotación de la capa

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO(€)
Preparación de la explotación		
Chimenea de monta	Ud.	36.000
Rozadora(Equipo completo)	Ud.	600.000
Ventilador de 10kW.	Ud.	2.000,00
Páncer	Ud.	24.000,00

## 2.4.8 Plantilla

Tabla 2.4.8-Cuadro de precios de la plantilla

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO(€)
Director facultativo	Ud.	5.500,00
Vigilantes	Ud.	5.000,00
Barrenista	Ud.	4.800,00
Ayudante de barrenista	Ud.	3.800,00
Picadores	Ud.	4.800,00
Ayudantes mineros	Ud.	3.800,00
Maquinista de tracción	Ud.	4.000,00
Maquinista de extracción	Ud.	3.800,00
Administrativo	Ud.	3.500,00

## 2.4.9 Señalización

Tabla 2.4.9-Cuadro de precios de la señalización

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO(€)
Cartel uso obligatorio casco	Ud.	6
Cartel prohibición de paso	Ud.	6
Cartel peligro zona de obras	Ud.	6
Cartel combinado de advertencia de riesgos	Ud.	30
Señales de tráfico	Ud.	41

### 2.4.10 Seguridad y Salud

Tabla 2.4.10- Cuadro de precios de seguridad y salud

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO(€)
Par de guantes de uso general	Ud.	5
Par de botas de agua	Ud.	26
Para de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexible, para riesgo de perforación	Ud.	47
Gafas antipolvo	Ud.	2.5
Mascarilla antipolvo homologada	Ud.	3
Filtro recambio mascarilla, homologado	Ud.	0.7
Protectores auditivos	Ud.	8
Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado	Ud.	3
Mono de trabajo	Ud.	18
Traje impermeable de trabajo	Ud.	10
Peto reflectante de seguridad personal	Ud.	19
Botiquín de obra	Ud.	22

### 2.4.11 Instalaciones de obra

Tabla 2.4.11-Cuadro de precios de las instalaciones de obra

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO(€)
Alquiler caseta prefabricada para despacho	mes	400
Alquiler caseta prefabricada para aseo de obra	mes	400
Alquiler caseta prefabricada para almacén de obra	mes	400

## 2.5 PRESUPUESTOS PARCIALES

### 2.5.1 Conceptos administrativos

Tabla 2.5.1-Presupuesto de la partida de conceptos administrativos

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Seguimiento de viabilidad y justificación del recurso	1	1.500,00	1.500,00
Confección proyecto Explotación y Restauración	1	4.500,00	4.500,00
<b>TOTAL PARTIDA</b>		6.000,00	

### 2.5.2 Preparación de accesos

Tabla 2.5.2-Presupuesto de la partida de preparación de accesos

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Pista acceso	500 m	30€/m	15.000,00
Adaptación pista acceso	500 m	20€/m	10.000,00
<b>TOTAL PARTIDA</b>		25.000,00	

### 2.5.3 Extracción de agua

Tabla 2.5.3-Presupuesto de la partida de la extracción del agua

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Bomba FLYGHT	1Ud.	1500€	1.500,00
Tubería de impulsión	60 m.	4€/m	240,00
Válvula antirretorno	1Ud.	300€	300,00
Balsas de Decantación	2Ud.	2.650€/Ud.	5.300,00

CONSUMO DE ENERGIA EN KW	1000KW	0.10€/KW	100
<b>TOTAL PARTIDA</b>	7.440,00		

#### 2.5.4 Acondicionamiento de las instalaciones existentes

Tabla 2.5.4-Presupuesto de la partida del acondicionamiento de las instalaciones existentes

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Acondicionamiento mediante contrata del pozo de acceso y la galería transversal existente.	1Ud.	110.000,00	110.000,00
<b>TOTAL PARTIDA</b>	110.000,00		

#### 2.5.5 Reprofundización del pozo

Tabla 2.5.5-Presupuesto de la partida de reprofundización del pozo

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Plataforma de profundización	1Ud.	210.354,00€	210.354,00
Voladura			
Explosivos	10.147Kg.	4€/Kg.	40.588,00
Detonadores	5.005Ud.	1,93€/Ud.	9.659,65
Cordón detonante	6.710M.L.	1€/M.L.	6.710,00
Sostenimiento			
Bulones	855Ud.	15€/Ud.	12.825,00
Gunita	462m <sup>3</sup>	150€/ m <sup>3</sup>	69.300,00
Fibras	11.550Kg.	6€/Kg.	69.300,00
Hormigón de revestimiento	1.539m <sup>3</sup>	218€/m <sup>3</sup>	335.502,00
Ventilador de 25 Kw	1Ud.	5.500€/Ud.	5.500,00€
<b>TOTAL PARTIDA</b>	759.738,65		



### 2.5.6 Ejecución de las galerías transversales

Tabla 2.5.6-Presupuesto de la partida de la ejecución de las galerías transversales

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Bulones (3m, $\phi=32\text{mm}$ ) para el paraguas, inyectados con lechada de cemento.	8Ud.	18€/Ud.	144,00
Jumbo de dos brazos	1Ud.	300.000€/Ud.	300.000,00
Voladura			
Explosivos	42.250Kg.	4€/Kg.	169.000,00
Detonadores	20.764Ud.	1,93€/Ud.	40.074,52
Cordón detonante	8.965M.L.	1€/M.L.	8.965,00
Sostenimiento			
Bulones	5.316	15€/Ud.	79.740,00
Gunita	1.591	150€/ m <sup>3</sup>	238.650,00
Fibra	39.775	6€/Kg.	238.650,00
<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>1.075.223,52</b>

### 2.5.7 Preparación de la explotación

Tabla 2.5.7-Presupuesto de la partida de la preparación de las labores para la explotación

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Preparación de la explotación			
Chimenea de monta	1Ud.	36.000€/Ud.	36.000,00
SOSTENIMIENTO(estemples hidráulicos)	80 Ud.	990€/Ud.	79.200,00
Ventilador de 10kW.	1Ud.	2.000€/Ud.	2.000,00
Páncer	1Ud.	24.000€/Ud.	24.000
<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>141.200,00</b>

## 2.5.8 Plantilla

Tabla 2.5.8--Presupuesto de la partida de plantilla

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (€/mes)	PRECIO TOTAL (€)
Director facultativo	1Ud y 12meses.	5.500,00	66.000,00
Vigilantes	2Ud. Y 12 meses	5.000,00	120.000,00
Barrenista	2Ud. Y 12 meses	4.800,00	57.600,00
Ayudante de barrenista	2Ud. Y 12 meses	3.800,00	45.600,00
Picadores	2Ud. Y 2 meses	4.800,00	9.600,00
Ayudantes mineros	2Ud. Y 2 meses	3.800,00	7.600,00
Maquinista de tracción	2Ud. Y 2 meses	4.000,00	8.000,00
Maquinista de extracción	2Ud. Y 22 meses	3.800,00	7.600,00
Administrativo	1Ud. Y 12 meses	3.500,00	42.000,00
<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>774.400,00 €</b>

## 2.5.9 Señalización

Tabla 2.5.9-Presupuesto de la partida de señalización

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Cartel uso obligatorio casco	4	6	24
Cartel prohibición de paso	4	6	24
Cartel peligro zona de obras	2	6	12
Cartel combinado de advertencia de riesgos	4	30	120
Señales de tráfico	6	41	246
<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>426 €</b>

## 2.5.10 Seguridad y Salud

Tabla 2.5.10-Presupuesto de la partida de Seguridad y Salud

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Par de guantes de uso general	7	5	35
Par de botas de agua	7	26	182
Para de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexible, para riesgo de perforación	7	47	329
Gafas antipolvo	7	2.5	17.5
Mascarilla antipolvo homologada	7	3	21
Filtro recambio mascarilla, homologado	15	0.70	10.5
Protectores auditivos	7	8	56
Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado	7	3	21
Mono de trabajo	7	18	126
Traje impermeable de trabajo	7	12	84
Peto reflectante de seguridad personal	7	19	133
Cinturón portaherramientas	5	22.75	113.75
Extintor de polvo ABC para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos, e incendios de equipos eléctricos de 6 Kg	2	46	92
Extintor de nieve carbónica CO2 con eficacia 34B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas e incendios de equipos eléctricos de 5 Kg	2	112	224
Botiquín de obra	1	22	22
Reposición de botiquín	1	42	42
<b>TOTAL PARTIDA</b>		<b>1 508,75 €</b>	

### 2.5.11 Instalaciones de obra

Tabla 2.5.11--Presupuesto de la partida de Instalaciones de obra

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Alquiler caseta prefabricada para despacho	12	400€/mes	4.800,00
Alquiler caseta prefabricada para aseo de obra	12	400€/mes	4.800,00
Alquiler caseta prefabricada para almacén de obra	12	400€/mes	4.800,00
<b>TOTAL PARTIDA</b>		14.400,00	

## 2.6 PRESUPUESTO GENERAL

Tabla 2.6.1-Presupuesto General

Conceptos Administrativos	6.000,00 €
Preparación de Accesos	25.000,00 €
Extracción de Agua	7.440,00 €
Rehabilitación mediante contrata de las instalaciones existentes	110.000,00 €
Reprofundización del pozo	759.738,65 €
Ejecución de las galerías transversales	1.075.223,52 €
Preparación de la explotación	141.200,00 €
Plantilla	774.400,00 €
Señalización	426,00 €
Seguridad y Salud	1.508,75 €
Instalaciones de obra	14.400,00 €
<b>PRESUPUESTO</b>	<b>2.915.336,92 €</b>
13% Gastos generales y tasas	378.993,79 €
6% Beneficio industrial	174.920,22 €

---

PRESUPUESTO SIN IVA	3.469.250,93 €
21% I.V.A:	728.542,69 €
<b><u>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</u></b>	<b><u>4.197.793,62€</u></b>

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CUATRO MILLONES CIENTO NOVENTA Y SIETE MIL SETECIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS

León, Junio de 2015.

### **3 DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

## 3.1 CONDICIONES GENERALES

### 3.1.1 **Legislación y normativa aplicables**

En la elaboración del Proyecto ha sido tomada en cuenta la relación de normativa y Reglamentación que se expone a continuación.

#### 3.1.1.1 *Minería*

- Ley de Minas del 21 de Julio de 1973.
- Ley 54/1980, de 5 de Noviembre, por la que se modifica la Ley de Minas.
- Reglamento General para el Régimen de la Minería (RD 2857/1978 de 25 de Agosto).
- RGNBSM – Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera (RD 863/1975 De 2 de Abril).
- Instrucciones Técnicas Complementarias, aprobadas por Orden de 20 de Marzo de 1986, para la aplicación del RGNBSM.
- RD 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras.
- Plan Nacional de Reserva Estratégica de Carbón 2006-2012.

#### 3.1.1.2 *Medio Ambiente*

- RD 1/2008 de 11 de Enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos.
- Ley 11/2003, de 8 de Abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León.

#### 3.1.1.3 *Prevención de Riesgos Laborales*

- LPRL - Ley de Prevención de Riesgos Laborales del 31/1995 de 8 de Noviembre.
- Orden de 23 de Mayo de 1997 por la que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.



- RD 1389/1997 por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y salud laboral de los trabajadores en las actividades mineras.
- RD 773/1997 de 30 de Mayo sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- RD 1215/1997 de 18 de Julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.
- Orden TAS/2926/2002 sobre las nuevas formas de notificar los accidentes de trabajo incluyendo el procedimiento electrónico.

#### **3.1.1.4 Otros ámbitos**

- RD 230/1998, de 16 de Febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos.
- RD 842/2002, de 2 Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- RD 1/2001, de 20 de Julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- RD 849/1986, de 11 de Abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.
- Ley 10/1998, de Residuos, de 21 de Abril.
- Decreto 22/2004, de 29 de Enero de 2004, por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León.
- Real Decreto Legislativo 2/1995, de 7 de abril, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley del Procedimiento Administrativo Común.

### **3.1.2 Tramitaciones administrativas**

#### **3.1.2.1 Área de Minería**

En cumplimiento de la Ley de Minas y del Reglamento General para el Régimen de la Minería, son necesarias las siguientes tramitaciones.

- Solicitud de Autorización para el inicio de labores de explotación de recursos de la Sección D), ante la Autoridad Minera Competente. Junto a la solicitud se presentara el Proyecto de Explotación.
- Nombramiento del Director Facultativo.
- Presentación del Plan de Labores para el primer año.
- Autoridad Minera Competente: Sección de Minas de la Consejería de Industria, Turismo y Comercio de la Junta de Castilla y León.

### 3.1.2.2 Área de Medio Ambiente

En cumplimiento del RD 1/2008 por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Impacto Ambiental, teniendo en cuenta las particularidades del Proyecto, se determina la necesidad del trámite de Evaluación de Impacto Ambiental.

- Presentación de Documento Inicial del Proyecto.
- Presentación de Estudio de Impacto Ambiental: Evaluación de Impacto ambiental y medidas correctoras.
- Trámite de información pública y alegaciones.
- Resolución de Declaración de Impacto Ambiental, emitida por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León.

Tramitaciones posteriores:

- Solicitud de Licencia Ambiental.

### 3.1.2.3 Área de urbanismo

En cumplimiento del Reglamento de Urbanismo de Castilla y León, se establecen como necesarios los siguientes trámites.

- Solicitud de Autorización de ocupación temporal de Monte de Utilidad Pública, ante la Consejería de Urbanismo.
- Solicitud de Licencia de Actividad.

### **3.1.2.4 Área de Seguridad y Salud Laboral**

De conformidad con el Real Decreto 1389/1997 por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y salud laboral de los trabajadores en las actividades mineras, antes del comienzo de la actividad deberá prepararse el Documento sobre Seguridad y Salud, que recoja los requisitos pertinentes contemplados en los Capítulos III y V de la Ley 31/1995 de prevención de Riesgos Laborales.

El Documento de Seguridad y Salud, se redacta conforme al índice establecido en el Artículo 3 de la ITC MIE SM 02.1.01 (23-1-2006).

### **3.1.3 Dirección facultativa**

La dirección técnica de la explotación quedara bajo la responsabilidad de un Director Facultativo, cuyos derechos y obligaciones se encuentran regulados por la ITC 02.0.01- Directores Facultativos, del RGNBSM.

#### **3.1.3.1 Derechos**

- El explotador deberá facilitar al Director Facultativo todos los medios necesarios para el desarrollo de su trabajo.

#### **3.1.3.2 Responsabilidades**

- Deberá velar por el cumplimiento del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, las ITC y las Disposiciones Internas de Seguridad.
- Deberá mantener un registro de todo el personal que trabaje en la explotación.
- Deberá mantener actualizado un organigrama de la plantilla de personal técnico.
- Deberá establecer las Disposiciones Internas de Seguridad.

Las condiciones expuestas en el presente documento pueden ser modificadas, previa Justificación, por parte del Director Facultativo.

## 3.2 ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

### 3.2.1 Especificaciones generales

La maquinaria a emplear cumplirá con los requisitos reglamentarios, destacando el RD 1215/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo, y especialmente se tendrán en cuenta los siguientes aspectos.

- Funcionamiento: Los sistemas hidráulicos, eléctricos y mecánicos deben garantizar la seguridad de los operarios durante el desarrollo de su trabajo.
- Protecciones: Se dotará a las máquinas de las protecciones que procedan en cada caso, se verificará su eficacia y se revisarán durante las operaciones de mantenimiento. Deben protegerse las partes móviles de las partes estáticas.
- Señalización: Las máquinas deberán estar provistas de medios auxiliares que indiquen su presencia y maniobra, tales como sistemas acústicos o luminosos.
- Circulación por las labores: Se dispondrá de un pasillo de seguridad suficientemente amplio para el personal. La organización de la circulación se establecerá en base a un régimen de prioridad.
- Formación de maquinistas: Se impartirá un curso con carácter específico para establecer los sistemas de trabajo y las normas de seguridad.
- Mantenimiento: Se realizará periódicamente por personal especializado al efecto, según una planificación.
- Carga de baterías: En el exterior se dispondrá de instalaciones adecuadas para la operación de carga de baterías.

Todo el personal que manipule maquinaria móvil deberá estar en posesión del Permiso de Operador expedido por la Autoridad Competente.

### **3.3 CONDICIONES ESPECÍFICAS DE MAQUINARIA Y EQUIPOS**

#### **3.3.1 Máquina de extracción**

Cumplirá las especificaciones establecidas en la ITC 04.3.01 – *Máquinas de extracción*.

Se destacan las siguientes:

- Las instalaciones de cabrestante deberán estar provistas de al menos dos sistemas de frenado.
- Deberán ser instalados dos cables, el cable de tracción y el cable de seguridad.
- Los planos inclinados contarán con medios de comunicación recíproca en cada uno de sus extremos.

#### **3.3.2 Equipamiento eléctrico**

Cumplirá las especificaciones establecidas en la ITC 09.0.02 – Instalaciones eléctricas de interior. Se destacan las siguientes:

- Las instalaciones deberán contar con un sistema de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Las instalaciones deberán contar con un sistema de protección contra contactos directos e indirectos. Todos los cables deberán estar provistos de aislamiento.
- La lámpara de casco, cuyo uso será obligatorio para todo trabajo realizado en el interior, se considera a todos los efectos, alumbrado de emergencia.
- Queda prohibido el uso de dieléctricos que, en condiciones de servicio, puedan desprender gases perjudiciales para la salud. Es el caso, por ejemplo, de aquellos que contienen di fenilos y trifenilos.
- Las subestaciones de transformación y distribución estarán enlazadas telefónicamente o por otro medio de comunicación con todas las precedentes desde las cuales se les pueda cortar el suministro de energía.

- Todos los interruptores empleados serán de corte omnipolar.
- En cada instalación, eléctrica deberá hacerse uso de carteles indicadores bien visibles y legibles, en los que figuren: Instrucciones de servicio normal y precauciones; Instrucciones de llamada para caso de avería o emergencia; Esquema unifilar; Instrucciones de primeros auxilios.

Se deberá disponer de puesta a tierra como medio de protección contra contactos indirectos. Se tendrán en cuenta las siguientes especificaciones:

- Unir eléctricamente por medio de conductores de protección, todas las masas accesibles de la instalación eléctrica.
- Conectar los conductores de protección a una o varias tomas de tierra, una de las cuales deberá estar situada en el exterior y sin conexión con las tomas de tierra de instalaciones de interior.
- Instalar dispositivos de corte automático que actúen en caso de defecto, teniendo en cuenta que el rearme o conexión solo será posible tras la actuación del dispositivo controlador de aislamiento.

La protección contra contactos indirectos cumplirá la condición:

- Un potencial de masa cualquiera de una instalación eléctrica no sobrepasará el valor eficaz de 50 V con relación a tierra.

### 3.3.3 Locomotoras de acumuladores

Además de las especificaciones referidas el *Apartado.3.1*, se destacan las siguientes:

- Chasis construido en chapa de acero soldado, suspendido mediante tacos de goma sobre cajas de grasa con rodamientos de rodillos oscilantes.
- Sistema mecánico de arenado a la vía en ambos sentidos de marcha.
- Freno de accionamiento hidráulico a las cuatro ruedas mediante zapatas, freno de estacionamiento de accionamiento mecánico, y freno de emergencia eléctrico.
- La locomotora va dotada de dos parachoques desmontables con amortiguación por tacos de goma, consiguiendo una amortiguación completa contra choques y

vibraciones en la batería, de igual manera, los motores están suspendidos del chasis mediante tirante dotado de tacos de goma.

- El cofre de la batería está construido en chapa de acero con recubrimiento interior antiácido, y toma de corriente bipolar. La locomotora va dotada de indicador de descarga de batería. Posibilidad de construcción del cofre de batería con modo de protección frente al grisú en seguridad aumentada, y toma de corriente antideflagrante.
- Los motores de corriente continua, están contruidos en carcasa de acero, (posibilidad de ejecución antideflagrante para minas con grisú), acoplados a los rodámenes por medio de sendos cojinetes de bronce, formando así dos conjuntos motor-rodámen, con transmisión directa e independiente a cada eje tipo Piñón-Corona, protegida por carcasa de chapa dotada de trampilla para el engrase.
- Para conseguir una regulación continua de la velocidad, se utiliza un variador de velocidad electrónico por tiristores de alta fiabilidad y mínimo mantenimiento.
- La locomotora va dotada de dos focos (diodos led), uno en cada sentido de marcha.
- La locomotora va dotada de señalización acústica y luminosa de posición mediante led rojo en el foco contrario al sentido de marcha.

#### **3.3.4 Instalaciones de abastecimiento de aguas**

Deberán cumplirse las siguientes prescripciones referentes a instalaciones de abastecimiento y tratamiento de aguas:

- Los depósitos de agua, conducciones y uniones se revisarán, al menos, una vez al mes, y se sustituirán o repararán las deficiencias que provoquen fugas de agua.
- Se prohíbe el tendido de cables eléctricos por lugares con agua o que puedan ser alcanzados por fugas o corrientes de agua.

### 3.3.5 Instalaciones aire comprimido

Deberán cumplirse las siguientes prescripciones referentes a instalaciones de aire comprimido:

- Todos los depósitos de aire comprimido deberán contar con marcado CE, tener la placa de características en vigor y contar con válvula de seguridad.
- Se repararán inmediatamente las fugas que puedan producirse en las tuberías de conducción de aire comprimido.
- En los empalmes de tuberías y conexiones de manguera únicamente se utilizarán uniones normalizadas.

## 3.4 ESPECIFICACIONES DE EJECUCIÓN DE PROYECTO

### 3.4.1 Explosivos y accesorios

Los artificios de voladura, serán almacenados en dos polvorines subterráneos:

- El polvorín para explosivos tendrá una capacidad máxima de 5.000 kg.
- Polvorín para detonadores, tendrá una capacidad máxima de 50 unidades.

Las operaciones que requieran manipulación de explosivos deberán realizarse bajo la supervisión de personal con Cartilla de Artillero expedido por la Autoridad Minera Competente.

Las operaciones de carga de explosivos deberán realizarse atendiendo a las prescripciones establecidas en la ITC 10.2.01 – *Utilización de explosivos*. Se destaca:

- Antes de introducir la carga se asegurará la limpieza del barreno.
- Deberá asegurarse la transmisión de la detonación dentro de cada barreno.
- En ninguna circunstancia se realizarán operaciones de carga y perforación en un mismo frente.
- Solamente se permite utilizar un cartucho cebo por barreno, siendo preparado inmediatamente antes de la carga.



- Todo el personal deberá abandonar la mina antes del disparo de la voladura.
- Se tomarán medidas para identificar barrenos fallidos y actuaciones al respecto.

No podrá regresarse al frente después de haberse disparado una voladura hasta que no transcurra un tiempo mínimo de 15 s.

Se establece la modalidad de disparo en función de la clasificación de labores.

- La totalidad de las labores pueden considerarse de *Primera Clase*.

La modalidad de disparo se establece en función del tipo de labor.

Tabla 3.4.1-Categoría de la mina

Labor	Clase	Denominación	Explosivo	Carga máx.	Tiempo máx.
Guías capa	Primera	A	Sin limitación		

Los barrenos que hayan cortado carbón se dejarán sin carga.

Se emplearán explosivo gelatinoso encartuchado *Goma 2 ECO* (Riodin).

Respecto al sistema de iniciación de los explosivos, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Se emplearán detonadores eléctricos de microretardo con cápsula de cobre.
- Deberían conectarse de la mejor forma posible para evitar cortes en la voladura.

La línea de tiro está formada por dos tramos de conductores, ambos de color blanco.

- Línea de tiro fija: Deberá llevarse hasta la salida de la mina, en el lado de la galería opuesto a la línea eléctrica principal, para evitar corrientes inducidas.
- Línea de tiro volante: Hasta 20 m del frente. Deberá ser sustituida en cada vez que se realice una voladura.

Queda prohibido el empleo de baterías, fuentes de corriente alterna, u otros dispositivos que no sean explosores, para la iniciación.

### **3.4.2 Excavación y sostenimiento**

En este apartado se agrupan las especificaciones de ejecución de labores de preparación y explotación, relativas a perforación, desescombros y sostenimiento.

#### **3.4.2.1 Excavación, transporte y vertido**

Se emplearán siempre herramientas de perforación provistas de sistema de inyección de agua.

Se taparán los fondos de los barrenos de la voladura anterior utilizando estacas de madera, para evitar accidentes con explosivos.

Será obligatorio proceder al riego de los escombros antes de comenzar las operaciones de desescombros para evitar la puesta en suspensión de polvos y gases nocivos.

Las máquinas utilizadas para efectuar el desescombros del frente irán provistas de dispositivos luminosos que permitan identificar sus movimientos durante el trabajo.

En caso de que fuesen registrados daños en las instalaciones, por proyecciones durante las voladuras, se tomarán las medidas adecuadas para evitar que puedan volver a producirse.

Deberán tomarse todas las medidas que sean posibles para evitar las sobreexcavaciones respecto a la sección prevista.

Se realizará la clasificación de las labores en cuanto a su peligrosidad respecto a la producción de polvo de sílice.

Si existen indicios de aguas colgadas, se efectuarán sondeos de reconocimiento.

Los vagones serán cargados correctamente y nunca en exceso, evitando la caída de escombros durante el transporte.

Las maniobras se visualizarán fácilmente mediante dispositivos luminosos.

Deberá garantizarse la estabilidad de la escombrera teniendo en cuenta tanto aspectos geométricos como sistema de vertido.

#### **3.4.2.2 Saneamiento del frente y hastiales**

Se procederá a realizar trabajos de saneamiento de frente y hastiales, hasta garantizar que las siguientes operaciones constructivas pueden ser llevadas a cabo con suficiente seguridad.

La operación será realizada de forma manual utilizando las herramientas adecuadas y bajo una zona cubierta por la entibación.

#### **3.4.2.3 Sostenimiento**

Las operaciones de sostenimiento deberán llevarse a cabo según las prescripciones de la ITC 04.6.05 – *Sostenimiento de obras*.

Dado que la excavación está íntimamente relacionada con el sostenimiento hay que tener en cuenta que en la estabilidad de aquella juega un papel primordial el tiempo en que la superficie excavada está sin sostenimiento, y que este tiempo, para un terreno dado, depende de las dimensiones de la excavación, del tipo y de la secuencia de colocación de sostenimiento.

El responsable del avance debe examinar al menos una vez por relevo, el terreno y el estado del sostenimiento, adoptando las medidas oportunas para asegurar la protección de los trabajadores.

Cualquier incidencia significativa que se produzca durante la realización de la obra deberá comunicarse al Director Facultativo, con objeto de que este adopte las medidas oportunas para asegurar la estabilidad de las labores.

En el caso de que durante la realización de las labores fuera necesario introducir modificaciones que afecten a partes esenciales del Proyecto, estas deben ser sometidas a la aprobación de la Autoridad Minera Competente.

En función de la variación de las características de los terrenos atravesados, se realizará la clasificación de las secciones de avance.

Respecto a paradas de las labores de avance durante los fines de semana, en los que la actividad cesará durante dos o más días, deberá realizarse una previsión de los trabajos de tal forma que se complete el sostenimiento hasta el mismo frente de excavación.

#### *3.4.2.4 Hundimiento del frente*

Cuando se produzca un hundimiento del frente de excavación no debe retirarse el escombros producido sin haber adoptado antes las siguientes medidas:

- Recabar la correspondiente autorización del Director Facultativo.
- Asegurarse de la calidad del sostenimiento próximo al hundimiento y en su caso, reforzarlo.
- Cortar la progresión del hundimiento empleando piquetas, chapas de enfilear, estemples.
- Asegurar el comportamiento del sostenimiento provisional, reforzándolo en caso de que sea necesario.

#### *3.4.2.5 Operación de talleres*

Se plantearán medidas de lucha contra el polvo producido en el taller por el arranque mecanizado, las cuales quedarán recogidas en el Plan de Labores.

Se tomarán las medidas apropiadas para reducir las pérdidas de ventilación y el riesgo de incendio.

### 3.4.3 Ventilación

Existe la obligación de cumplir las condiciones de ventilación que sean necesarias para el avance, respetando la normativa vigente respecto a la seguridad.

Todas las labores subterráneas deberán ser recorridas por una corriente de aire regular, del caudal requerido, exenta de partículas, vapores y gases nocivos.

Se establecerá ventilación artificial para reforzar la corriente de ventilación natural principal.

Se dispondrá de ventilación secundaria soplante para las labores en fondo de saco.

La corriente de aire circulará en un solo sentido dentro de cada labor.

Las labores temporalmente inactivas, con limitaciones en el caudal de ventilación, serán adecuadamente señalizadas.

Se cumplirán las condiciones reglamentarias, fijadas en la ITC 04.7.01 y en la ITC 04.7.02, respecto a velocidad de circulación del aire y condiciones térmicas:

- La velocidad mínima de la corriente de ventilación es de 0,2 m/s.
- La velocidad máxima de la corriente de ventilación es de 8 m/s.
- La temperatura máxima de las labores será de 33°C.

Las concentraciones máximas de gases nocivos: CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SH<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> y concentración mínima de O<sub>2</sub>, son las que establece la ITC 04.7.02 – *Concentración de gases, temperatura y clima*.

Deberá conocerse en todo momento el estado de funcionamiento del ventilador principal.

Los aforos para medir los parámetros de la corriente de ventilación se realizarán en la entrada y las salidas de la mina.

Las concentraciones límite de grisú serán de 0,8% en retornos de ventilación, 1,5% en retornos de talleres electrificados. En caso de superarse se desconectará la electricidad.

Se tomarán medidas para evitar la acumulación de grisú en huecos y campanas formados entre el sostenimiento y la excavación.

Para labores en fondo de saco en minas de Primera categoría, es preceptivo el uso de medios de ventilación auxiliares para establecer una ventilación secundaria a partir de los seis metros en las labores horizontales o descendentes, y de los cuatro metros en las labores ascendentes.

Su instalación se hará de forma que se efectúe la toma de aire en los ventiladores impelentes o la expulsión en los ventiladores aspirantes, de manera que se recoja o se vierta el aire en la corriente general, o en otra secundaria de magnitud suficiente para la evacuación normal de los gases.

Los ventiladores, e instalaciones asociadas se situarán en zonas barridas por la corriente principal de ventilación.

Antes del acceso a las labores después de un período de inactividad, la ventilación deberá haber estado funcionando durante 2 horas.

#### **3.4.4 Instalaciones**

Las instalaciones auxiliares deberán encontrarse en todo momento ordenadas.

Deberá cuidarse especialmente la conservación en lo que se refiere a los cables eléctricos que deberán ir por un hastial, recogidos y con suficiente separación entre ellos.

La tubería de aporte de agua, la línea de aire comprimido y la línea de tiro irán por el hastial opuesto guardando una separación de 0,25 m.

Se definirá una cuneta para desagüe, y un foso para acumulación de agua con bombeo.

Se procurará evitar que haya escorrentía sobre el piso.

Si se produce goteo desde el techo se recogerá y se canalizará a la cuneta de desagüe.

Deberá procederse a la limpieza periódica de cunetas de desagüe, depósitos y balsas de decantación.

### **3.4.5 Condiciones generales de ejecución**

Los principios generales a aplicar durante la fase de ejecución son los que se exponen a continuación.

- Será establecida una zona para el almacenamiento de materiales.
- Se establecerán posiciones idóneas para la situación de los equipos.
- En la zona de trabajo solamente permanecerá el personal imprescindible para la ejecución de los mismos. Estando en todo momento fuera del alcance de las máquinas.
- Se mantendrá el máximo nivel de limpieza y de orden de los trabajos.

Durante los trabajos de construcción y explotación, el Director Facultativo debe disponer de los medios necesarios para ejercer una vigilancia eficaz de los trabajos, de tal forma que se tenga garantía razonable de que los trabajos se realizan con seguridad.

El personal de plantilla debe ser adecuadamente formado para la función que vaya a desempeñar.

Deberá mantenerse al día un registro con la relación de personal, funciones y responsabilidades.

#### Controles de ejecución

El Director Facultativo deberá vigilar el estricto cumplimiento de toda la normativa vigente en materia de seguridad. En este sentido tendrá particular dedicación a los siguientes aspectos:

- La vigilancia del uso de explosivos.
- El control de la ventilación y sus parámetros.
- La presencia de gases nocivos.
- El control de la electrificación con especial atención a la documentación reglamentaria de equipos.

En definitiva, todas las condiciones contenidas en el *RGNBSM*, y las ITC que lo desarrollan, Así como la normativa laboral y *Disposiciones Internas de Seguridad*.



## **4 DOCUMENTO N°4: PLANOS**

4.1 **PLANO DE LOCALIZACIÓN**

4.2 **PLANO DE SITUACIÓN**

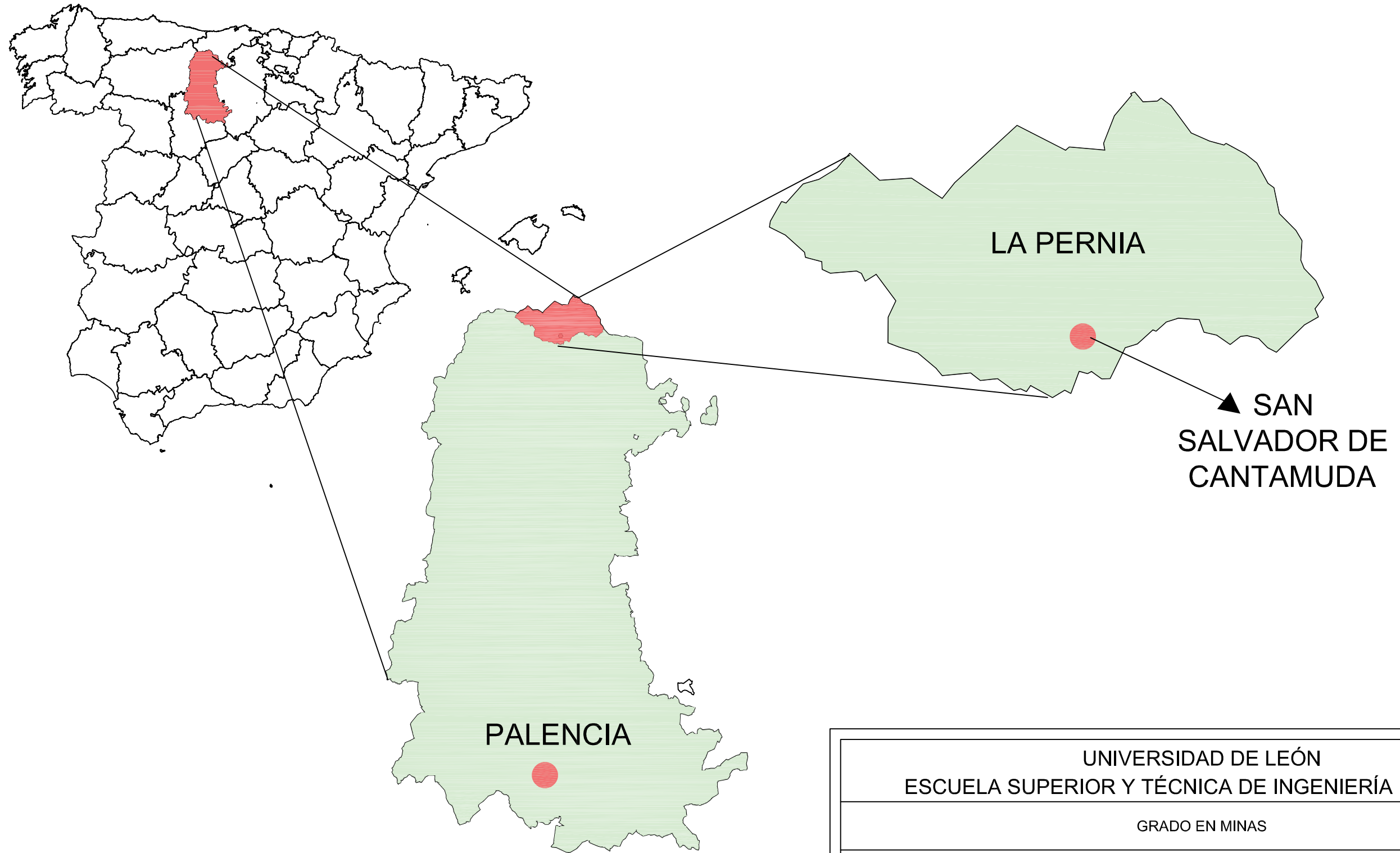
4.3 **ESQUEMA DE LA VOLADURA DEL POZO**

4.4 **ESQUEMA DE LA VOLADURA DE LA GALERIA**

4.5 **SOSTENIMIENTO DEL POZO**

4.6 **SOSTENIMIENTO DE LA GALERIA**

4.7 **PLATAFORMA DE EXTRACCIÓN**

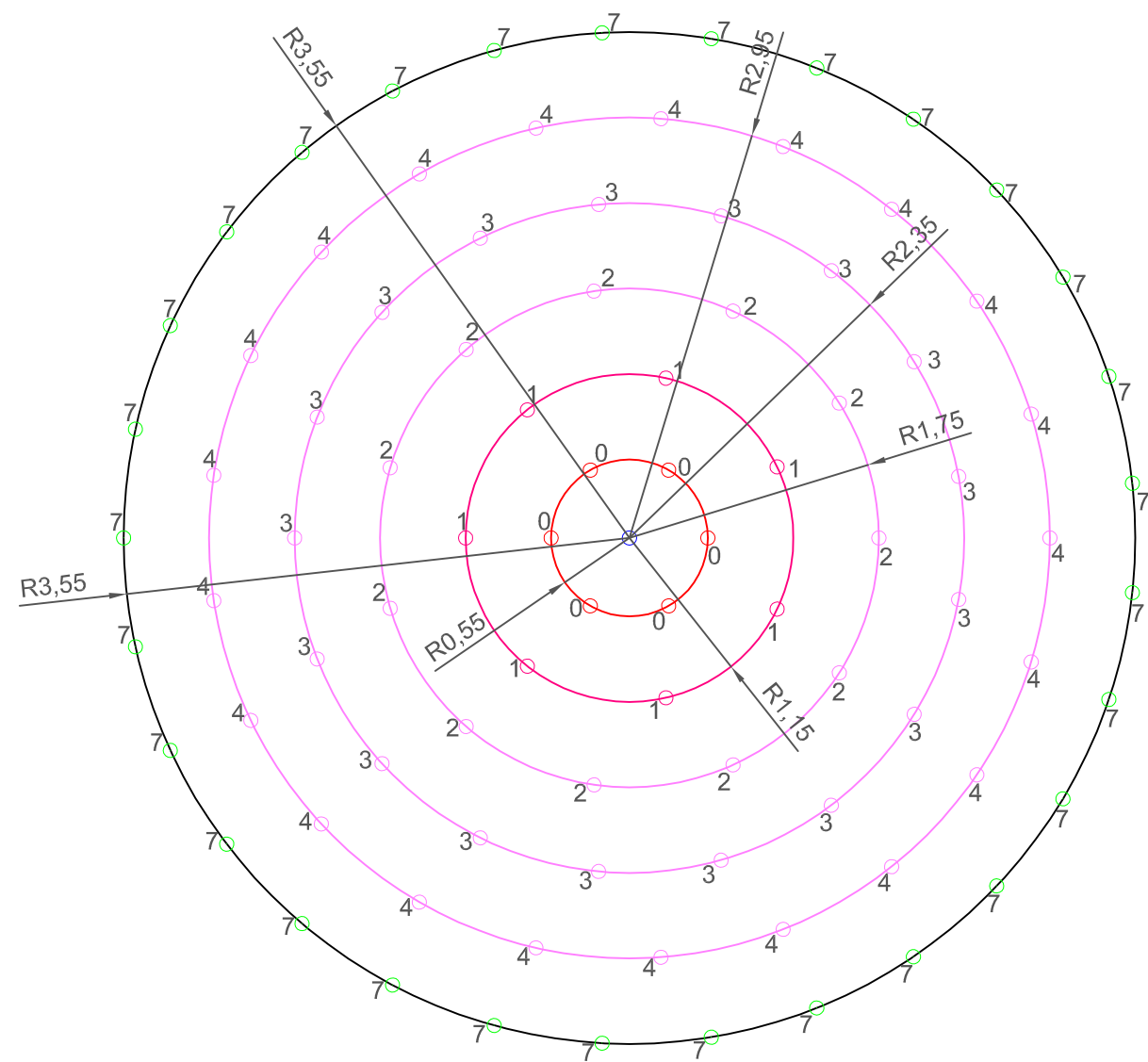


<b>UNIVERSIDAD DE LEÓN</b> <b>ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS</b>			
GRADO EN MINAS			
PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE UNA MINA DE CARBÓN EN SAN SALVADOR DE CANTAMUDA			
PLANO DE	LOCALIZACIÓN		
ESCALA	SE		PLANO N°
FECHA	JULIO 2015	Fdo: AROA DENIS ESCALADA	1



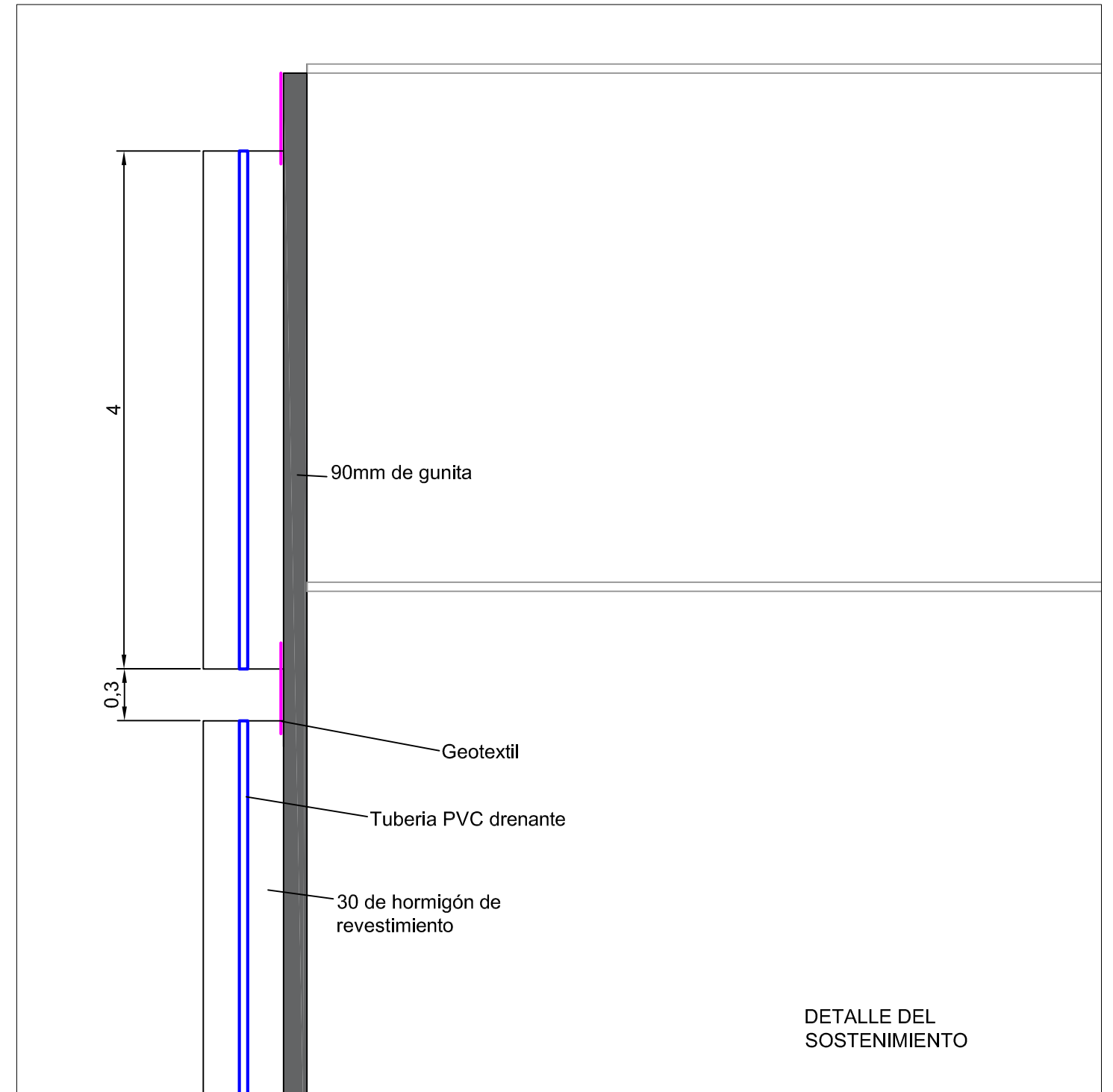
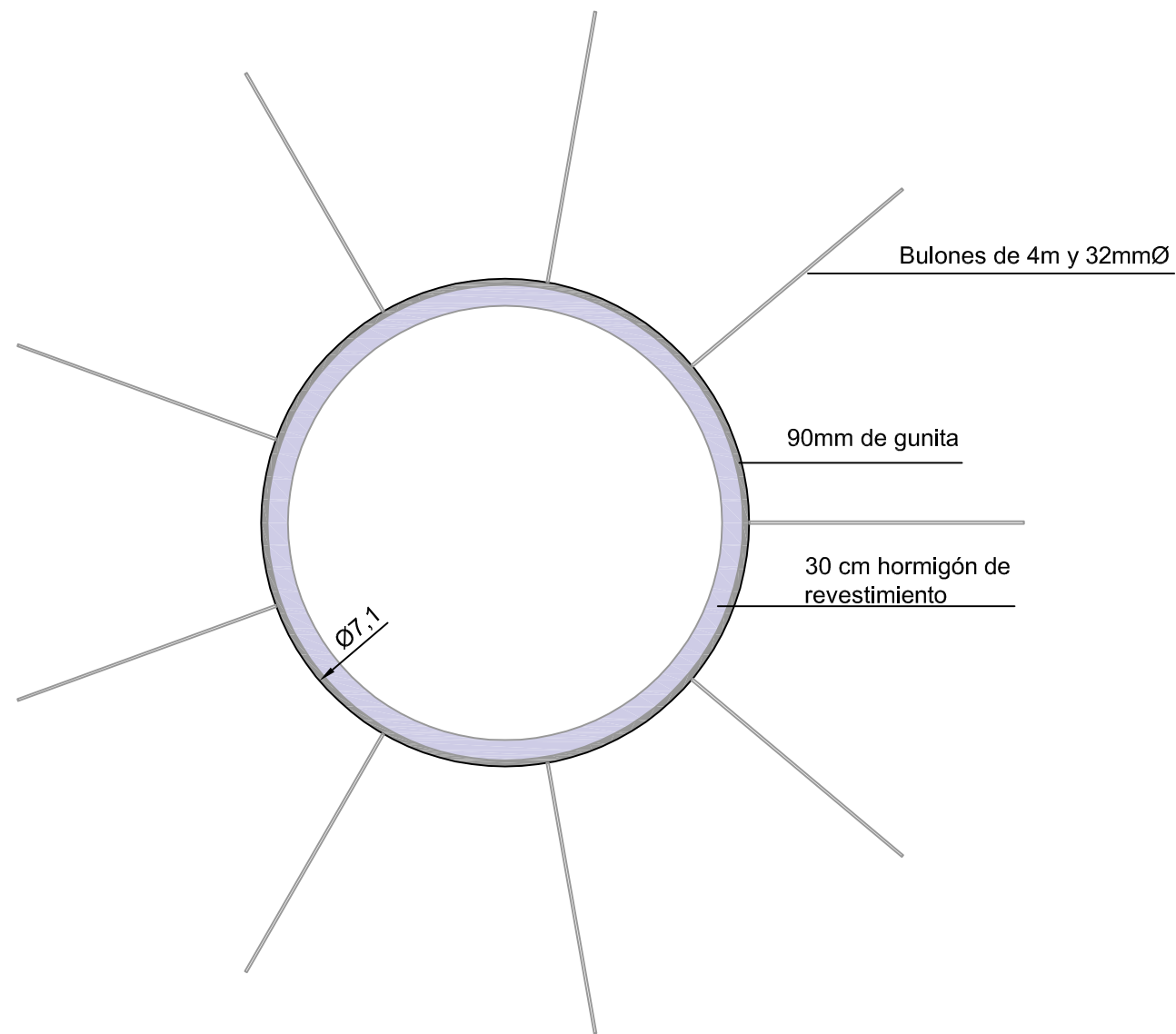
↓  
**MINA DE SAN SALVADOR  
 DE CANTAMUDA**

<b>UNIVERSIDAD DE LEÓN</b> <b>ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS</b>			
GRADO EN MINAS			
PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE UNA MINA DE CARBÓN EN SAN SALVADOR DE CANTAMUDA			
PLANO DE	SITUACIÓN		
ESCALA	SE	Fdo: AROA DENIS ESCALADA	PLANO N°
FECHA	JULIO 2015		2

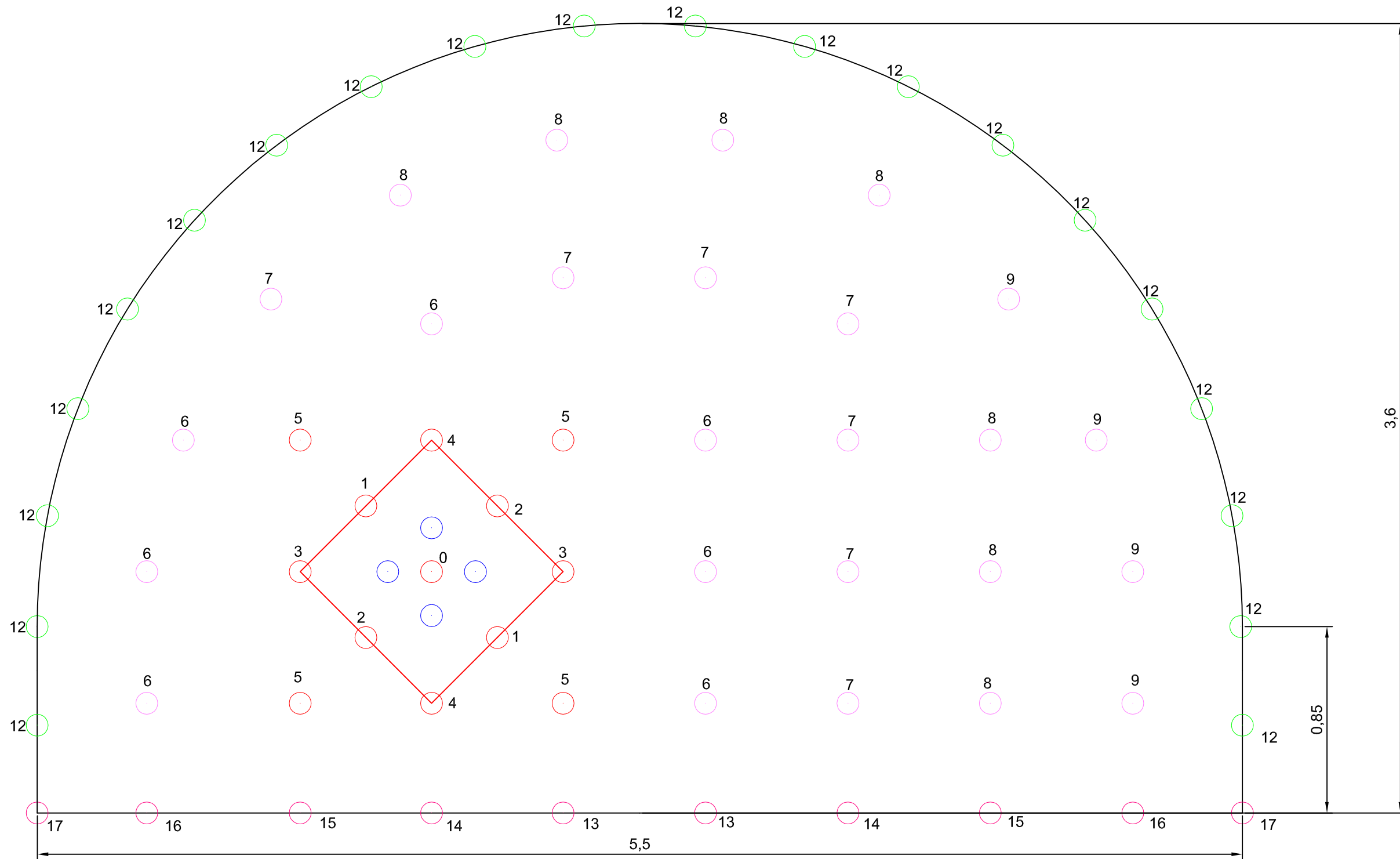


- Contorno
- Destrozas
- Contracueles
- Cuele
- Barreno Central

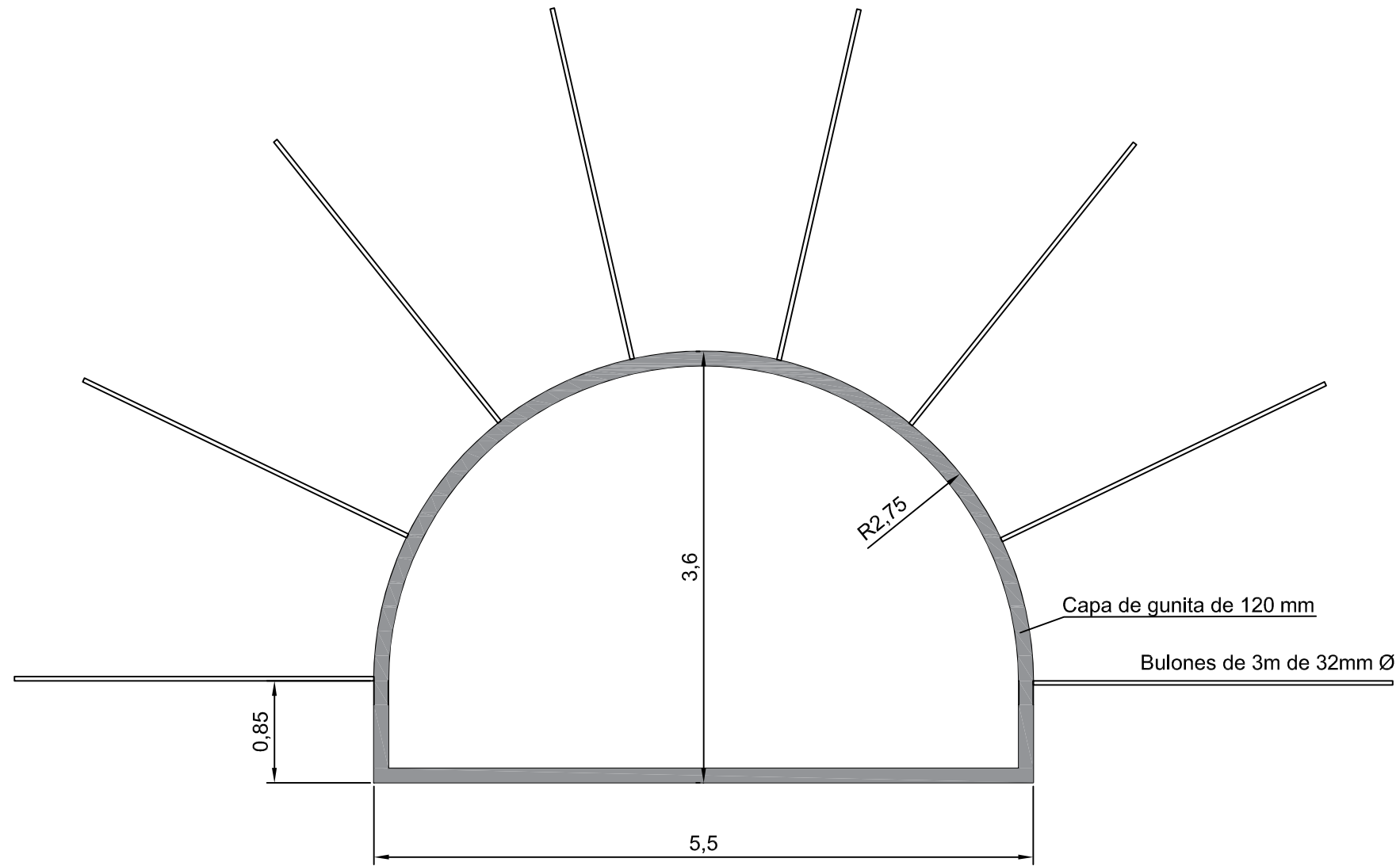
<b>UNIVERSIDAD DE LEÓN</b>			
<b>ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS</b>			
GRADO EN MINAS			
PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE UNA MINA DE CARBÓN EN SAN SALVADOR DE CANTAMUDA			
PLANO DE	ESQUEMA DE VOLADURA DEL POZO DE ACCESO		
ESCALA	1/50	Fdo: AROA DENIS ESCALADA	PLANO N°
FECHA	JULIO 2015		3



<b>UNIVERSIDAD DE LEÓN</b>			
<b>ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS</b>			
GRADO EN MINAS			
PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE UNA MINA DE CARBÓN EN SAN SALVADOR DE CANTAMUDA			
PLANO DE	SOSTENIMIENTO DEL POZO		
ESCALA	1/100		PLANO N°
FECHA	JULIO 2015	Fdo: AROA DENIS ESCALADA	4

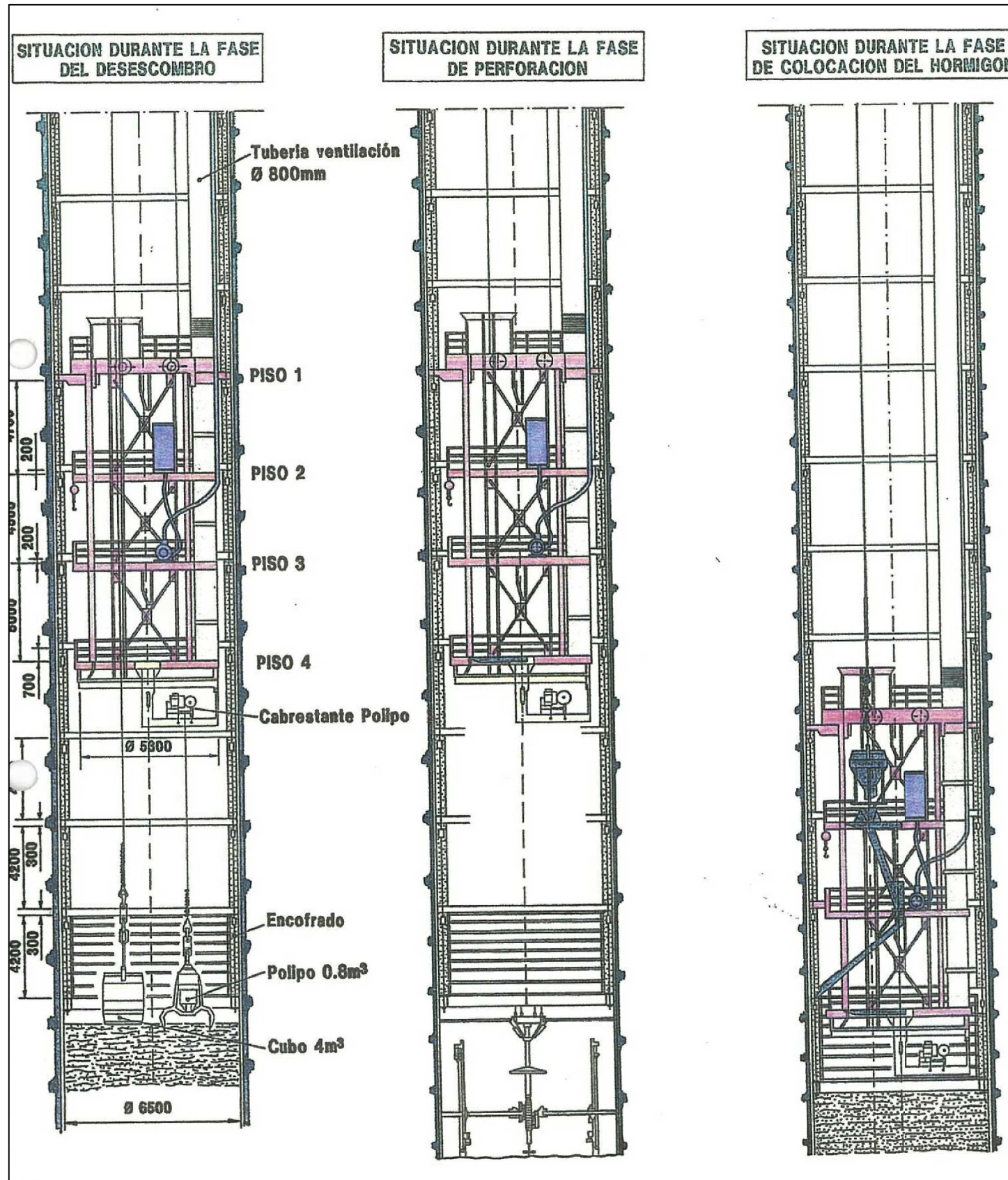


<b>UNIVERSIDAD DE LEÓN</b>			
<b>ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS</b>			
GRADO EN MINAS			
PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE UNA MINA DE CARBÓN EN SAN SALVADOR DE CANTAMUDA			
PLANO DE	ESQUEMA DE VOLADURA DE LAS GALERÍAS TRANSVERSALES		
ESCALA	1/50	Fdo: AROA DENIS ESCALADA	PLANO N°
FECHA	JULIO 2015		5



UNIVERSIDAD DE LEÓN			
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS			
GRADO EN MINAS			
PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE UNA MINA DE CARBÓN EN SAN SALVADOR DE CANTAMUDA			
PLANO DE	SOSTENIMIENTO DE LAS GALERIAS		
ESCALA	1/50		PLANO N°
FECHA	JULIO 2015	Fdo: AROA DENIS ESCALADA	6





UNIVERSIDAD DE LEÓN			
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS			
GRADO EN MINAS			
PROYECTO DE RECUPERACIÓN DE UNA MINA DE CARBÓN EN SAN SALVADOR DE CANTAMUDA			
PLANO DE	FUNCIONES DE LA PLATAFORMA DE PROFUNDIZACIÓN		
ESCALA			PLANO Nº
FECHA	JULIO 2015	Fdo: AROA DENIS ESCALADA	7

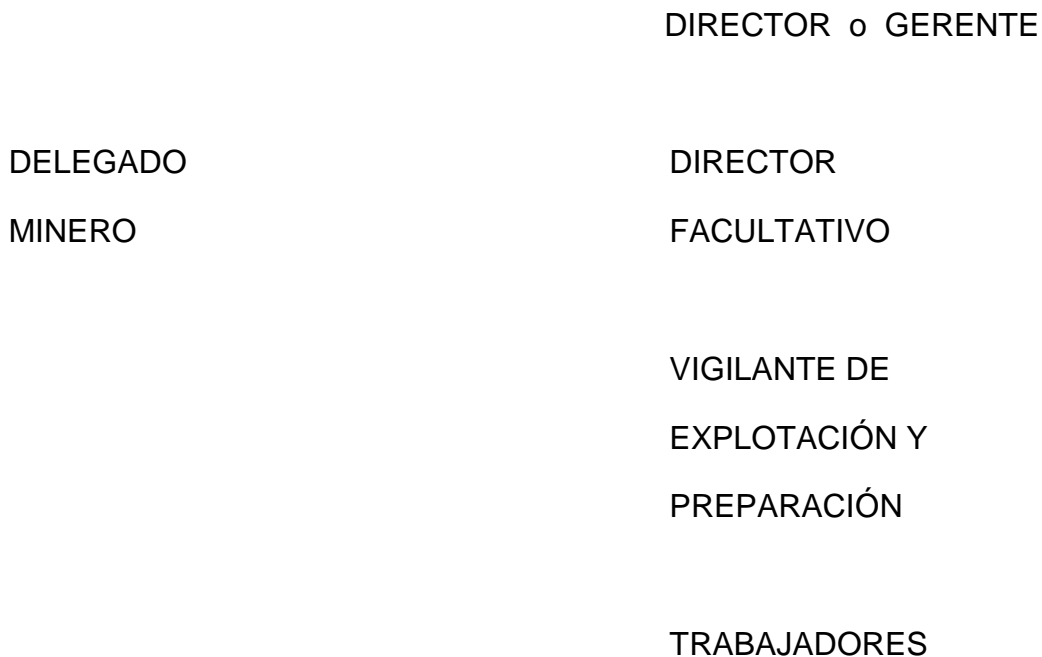
## **5 DOCUMENTO Nº5.ANEXO Nº1: DOCUMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## ÍNDICE

5.1-ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD .....	100
5.1.1 Introducción .....	100
5.1.2 Funciones a desempeñar .....	101
5.1.2.1 Director gerente:.....	101
5.1.2.2 Director facultativo: .....	101
5.1.2.3 Vigilantes de explotación y planta o personas expertas especialmente designadas.....	102
5.1.2.4 Oficiales electromecánicos.....	103
5.2 DISPOSICIONES INTERNAS DE SEGURDAD .....	105
5.2.1 Normas en caso de accidente .....	105
5.2.2 Disposiciones internas de seguridad referidas al personal y la maquinaria. 106	106
5.2.2.1 Obligación de utilización de los EPIS y obligaciones del personal en materia de SyS	106
5.2.2.2 Autorizaciones oficiales para los trabajadores .....	107
5.2.2.3 Palistas .....	108
5.2.2.4 Barrenistas y ayudantes .....	108
5.2.2.5 Explosivos.....	109
5.2.2.6 Pancer.....	113
5.2.2.7 Chimeneas.....	114
5.2.2.8 Circulación del personal .....	115
5.2.3 Disposiciones internas de seguridad referidas a la ventilación.....	115
5.2.3.1 Ventilación primaria.....	115
5.2.3.2 Ventilación secundaria .....	117
5.2.3.3 Control de la ventilación .....	117
5.2.3.4 Aforos de ventilación .....	118
5.2.3.5 Mantenimiento de bombas y achique de agua en pozos. ....	118

## 5.1-ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

### 5.1.1 Introducción



- El Director Gerente de la Empresa dispondrá de los medios necesarios para que el Director Facultativo pueda realizar su trabajo de acuerdo con el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera y las Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Nadie podrá mandar realizar trabajos en los grupos mineros, en especial aquellos que tras su inicio estén actualmente parados, sin comunicarlo previamente al Director Facultativo, quien tomará las medidas de seguridad oportunas para la ejecución de los mismos.
- El Director Facultativo comunicará al Delegado Minero y Vigilantes, así como a los trabajadores, todas las normas de seguridad convenientes a sus puestos de trabajo.
- Toda persona cuyo comportamiento sea negligente o demuestre una actitud temeraria en materia de seguridad, al realizar, mandar o dirigir trabajos contrarios

al Reglamento de Normas Básicas de Seguridad Minera, I.T.C. y D.I.S., será responsable de los mismos.

### **5.1.2 Funciones a desempeñar**

#### **5.1.2.1 Director gerente:**

Es responsable de organizar, promover e informar en materia de seguridad además de visar y/o autorizar la dotación de medios para la adquisición de los equipos y otros materiales para la ejecución de los trabajos mineros dentro de los parámetros de la seguridad exigidos en el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

#### **5.1.2.2 Director facultativo:**

- Es el responsable de la planificación y explotación de la mina de acuerdo con las exigencias técnicas y de seguridad, según se contempla en los Art. 3° y 5° del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, para lo que dispondrá de los medios necesarios, tanto técnicos como humanos.
- Redactará cuantas Disposiciones Internas de Seguridad estime convenientes en orden a una mayor seguridad en la realización de los trabajos. Tiene a su cargo, como auxiliar a un Técnico no titulado (vigilante de plantilla) y a los Vigilantes y Jefes de los servicios de Interior y Exterior.
- Llevará el control de los libros o partes, que deberá conocer y deberá responsabilizarse de su cumplimiento dando las instrucciones oportunas al respecto.
- Dará las instrucciones oportunas para realizar el mantenimiento y la conservación de la explotación (Art. 61 del R.G.N.B.S.M.)
- Mantendrá las reuniones pertinentes con los Vigilantes y Delegado Minero de Seguridad.

- Inscribirá en un registro las personas que trabajen en la mina, con su nombre, dirección, teléfono, fecha de ingreso, categoría y demás datos que se consideren.
- 7.- Será responsable de las labores planificadas y ordenadas por él, pero no de las que puedan mandar y consentir otras personas, sin ponerlo en conocimiento al Director Facultativo y sin su autorización.

### *5.1.2.3 Vigilantes de explotación y planta o personas expertas especialmente designadas.*

- Dependerán del Director Facultativo.
- Reconocerán diariamente, antes de la entrada del personal al trabajo, el nivel de grisú y gases (ITC 05.0.05).
- Efectuará el arranque de la ventilación secundaria (ITC 05.0.03)
- Dirigirán los trabajos de reparación en los páceres y al inicio de cada jornada comprobarán el estado del mismo, dando las ordenes para el arranque.
- Reconocerán el frente antes de cargar barrenos (ITC 10.4.01).
- Supervisarán todos los trabajos a su cargo al menos una vez diariamente, comprobando que estos se ajustan a las DIS.
- Realizarán las tomas de muestras de polvo según instrucciones del Director Facultativo.
- Velarán por el cumplimiento de todas las normas de seguridad y muy especialmente de;
  - La fortificación y el saneo de las zonas peligrosas.
  - El estado de los equipos y de las instalaciones, prohibiendo el uso de los mismos si se detecta algún peligro.
  - La revisión de los lugares donde puedan desprenderse o acumularse gases peligrosos.
  - Asegurarse de que toda labor abandonada permanezca debidamente señalizada.

- Vigilar el transporte, almacenamiento y uso de sustancias explosivas.
- El personal que permanezca solo en un lugar de trabajo.
  
- Llevarán una relación con el nombre de los obreros a su cargo, y se ocuparán preferentemente de aquellos obreros que por su corta experiencia o por la peligrosidad de su trabajo, estén más expuestos al riesgo.
- Al final del relevo, comprobarán que la ventilación sigue su curso normal.
- Redactarán un parte diario sobre el trabajo desarrollado, donde se hagan constar las novedades que conozcan y que conciernen a las labores a su cargo y a la mina en general, especialmente, las que afecten a la seguridad o la higiene de las personas.
- Dirigirán los trabajos y se comprometerán al cumplimiento de todas las disposiciones legales de seguridad, de carácter general y particular, así como de cualquier orden que reciban del Director Facultativo.
- Cuidarán del abastecimiento de madera y otros materiales en cantidad y calidad adecuada para las necesidades de las labores.
- Comprobarán antes de abandonar su zona, al final de la jornada que lo han hecho todos los trabajadores a su cargo, no abandonando las labores mientras permanezcan trabajadores en ellas.
- Conocerán el R.G.N.B.S.M., así como las DIS y todas aquellas disposiciones de seguridad que les sean dictadas por el Director Facultativo.
- En caso de ausencia del Director Facultativo en el centro de trabajo, las funciones desempeñadas por éste correrán a cargo del Vigilante de Primera, conociendo perfectamente sus obligaciones dadas en las DIS y reglamento de Normas Básicas de Seguridad Minera.

#### *5.1.2.4 Oficiales electromecánicos*

- Posee conocimientos de instalación, mantenimiento y reparación de los equipos de la mina.

- De forma habitual y según orden de trabajo, realizará periódicamente la revisión de las locomotoras, máquinas de extracción y estado de cables de extracción.
- Realizará las instalaciones, mantenimiento, reparaciones y todas las operaciones del sistema eléctrico de la empresa, cumpliendo las normas según la Normativa Vigente en materia de seguridad y DIS que se dicten por la Directiva Facultativa.

#### *5.1.2.5 Delegado minero de seguridad*

- Recibe instrucciones directas del Director Facultativo.
- Reconocerá las labores del grupo y hará observaciones y recomendaciones sobre su estado de seguridad, según los artículos 38, 39,40 y 41 del Estatuto Minero, realizando los oportunos partes informes para el Director Facultativo.
- Conocerá el R.G.N.B.S.M., y las DIS de la empresa así como cualquier otra disposición que se dicte.
- Dará ejemplo en cumplimiento de las DIS y velará para que el resto de sus compañeros las cumplan, informando al Director Facultativo de las negligencias observadas en algún productor en materia de seguridad y las anomalías detectadas en algún punto de la mina.



## 5.2 Disposiciones internas de seguridad

### 5.2.1 Normas en caso de accidente

- Todo el personal de la Empresa conocerá el domicilio y teléfono de los servicios médicos de la Empresa, ambulancias, centros Hospitalarios, adonde deberá evacuarse a los heridos, debiendo colocarse en la proximidad de teléfonos de los locales de trabajo un cartel en el que figuran estas informaciones.
- Ante un accidente debe actuarse rápidamente pero con serenidad.
- Si el accidente es grave, que precise el traslado inmediato a un Centro Hospitalario, se avisará inmediatamente por teléfono al médico y ambulancia a la vez que se atiende y traslada al herido al exterior, en caso de que se produzca dentro de la mina.
- Si fuera preciso, se avisará a los miembros de la Brigada de Salvamento quienes tienen conocimiento para efectuar los primeros auxilios.
- Los trabajadores deberán proporcionar a la Empresa sus direcciones completamente actualizadas, así como su número de teléfono o algún particular afín a ellos.
- Cuando haya varios heridos, es necesario percatarse de cuál de ellos necesita que se le ayude en primer término. Deben ser tratadas preferentemente las hemorragias y las asfixias.
- Hay que abrigar al lesionado y desabrochar o aflojar los vestidos o cualquier prenda que pueda oprimir, aunque sea ligeramente.
- No debe administrarse bebida alguna a una persona inconsciente. Aún con el conocimiento recobrado, no deben dársele bebidas alcohólicas.
- Si el accidente es debido a la electricidad, no se tocará al herido hasta haber desconectado la corriente.
- Una persona que ha perdido el conocimiento debe ser acostada con la cabeza al mismo nivel que el resto del cuerpo.
- Si tiene la cara congestionada (acumulación de sangre en la cara) entonces la cabeza debe levantarse.

- Si se presentan vómitos, se pondrá la cabeza de lado.
- El transporte del accidentado hasta el exterior se efectuará en una camilla.
- Se llevará la camilla siempre en horizontal y en las pendientes de subida la cabeza del accidentado irá delante.
- Se evitará el balanceo para que el accidentado permanezca lo más inmóvil posible.
- Si se sospecha de una lesión en la columna, no se llevará a cabo ningún movimiento que implique doblar la espalda del accidentado.

## **5.2.2 Disposiciones internas de seguridad:**

### **5.2.2.1 Obligación de utilización de los EPIS y obligaciones del personal en materia de SyS**

- Incumbe a los trabajadores la obligación de cooperar en la prevención de riesgos profesionales en la Empresa y el mantenimiento de la máxima higiene en la misma, a cuyos fines deberán cumplir fielmente los preceptos relativos a la seguridad e higiene en el trabajo, así como las órdenes e instrucciones que a tales efectos les sean dados por sus superiores.
- Se establece con carácter obligatorio, la utilización de los medios de protección personal facilitados por la Empresa, con la finalidad de evitar y reducir el número de accidentes laborales. El trabajador deberá cuidar de su perfecto estado de conservación.
- Se establecen las siguientes obligaciones para los trabajadores:
  - Dar cuenta inmediata a sus superiores de las averías y deficiencias que puedan ocasionar peligro en cualquier puesto de trabajo.
  - Cuidar y mantener su higiene personal, en evitación de enfermedades contagiosas o molestias a sus compañeros de trabajo.
  - Someterse a los reconocimientos médicos preceptivos y a las vacunaciones o inmunizaciones ordenadas por las Autoridades Sanitarias competentes o por el Servicio Médico de Empresa.
  - No introducir bebidas alcohólicas y otras sustancias alucinógenas que impidan o disminuyan la capacidad de reacción así como presentarse o permanecer en

los puestos o centro de trabajo en estado de embriaguez o de cualquier otro género de intoxicación.

- Cooperar en la extinción de siniestros y en el salvamento de las víctimas de accidentes, trabajando en las condiciones que en cada caso fueran racionalmente exigibles.
- Estar, en todo momento, perfectamente capacitados profesionalmente para el desarrollo de su trabajo.
- No comenzar su labor sin comprobar que su puesto de trabajo reúne las debidas condiciones de seguridad, ni nadie podrá abandonar una labor sin dejarla en las mismas perfectas condiciones de seguridad. En caso de poder hacerlo dará cuenta a su inmediato jefe.
- Deberán conocer todas las Disposiciones Internas de Seguridad y cumplirlas, en especial aquellas que más directamente les afecten (circulación por planos barrenistas, explosivos, picadores, enganchadores, maquinistas, etc.

#### **5.2.2.2 Autorizaciones oficiales para los trabajadores**

- La Dirección Facultativa propondrá a los productores que considere más adecuados para la obtención de los correspondientes permisos para el uso de explosivos, maquinistas de extracción, maquinistas de tracción, paleadores, electromecánicos y otros que se consideren.
- Dichos productores recibirán información correspondiente al permiso que se trata según la normativa contemplada en el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera y las DIS que se redacten.
- Considerando la Dirección Facultativa que están aptos y con los conocimientos suficientes para desempeñar sus funciones, podrán si la situación lo requiere, realizar sus tareas en cuanto se esté tramitando la solicitud y examen correspondiente.
- Conocerán perfectamente las DIS que a ellos les concierne y velarán por su propia seguridad y de las personas que trabajen con ellos.

### 5.2.2.3 *Palistas*

- Antes de proceder a la carga de escombros, deberán regarse para evitar la formación de polvo.
- La paleadora deberá tener colocado el estribo y trabajará montando en él, procurando que el lado por donde discorra el estribo esté limpio de escombros.
- Cuando se esté cargando no estará nadie situado en el frente, ni en los laterales ni cerca de la pala, para evitar ser alcanzado por la paleadora o por las proyecciones de piedras lanzadas al cargar.
- Se prestará especial cuidado cuando la cuchara se trabe en una piedra y en especial cuando esté girada hacia el lado del estribo, pues peligra que al tratar de subir la cuchara fuerte y no poder, se tumbe la paleadora sobre el que la maneja.
- Queda prohibido desenganchar los vagones de las paleadoras con el pie, haciéndolo con la mano o con un gancho adecuado y estando la paleadora parada.
- Es obligatorio cerrar el aire comprimido de la paleadora, cuando se vaya a limpiar o reparar, así como cuando se pare de cargar por un determinado tiempo. Si estas operaciones son por tiempo muy prolongado se desacoplará el mangón de la tubería de aire comprimido.
- Hay que procurar no entallar la manguera con la paleadora o los vagones, eliminando fugas al objeto de evitar proyecciones de partículas de tierra que puedan lesionar los ojos.
- Se vigilará que la manguera de alimentación esté bien grapada para que no pueda salirse y golpear al operario.
- No se utilizará nunca la paleadora para sanear cortes.
- Las piedras excesivamente grandes no se cargarán para evitar que la paleadora se levante de atrás y pueda lesionar al operario.

### 5.2.2.4 *Barrenistas y ayudantes*

- Antes de comenzar el trabajo en un corte, se sanearán bien las coronas, los hastiales y el frente, continuándose esta labor a medida que se vaya descubriendo el frente y los hastiales.

- 
- Hay que revisar bien el corte para ver si hay algún barreno fallido, así como al cargar el escombros ver si se encuentran restos de explosivos o detonadores, y en caso de encontrarlos devolverlos al cajón correspondiente.
  - La perforación se hará obligatoriamente con inyección de agua.
  - Queda prohibido barrenar sobre los “culos” de la pega anterior.
  - Se impedirá que nadie se coloque entre la máquina de perforar y el frente, a excepción del ayudante para emboquillar el tiro.
  - Queda prohibido el atacado de barrenos hasta no terminar la perforación.
  - Cuando se vaya a trasladar el equipo de perforación, se quitarán antes los obstáculos.
  - Los barrenos se iniciaran con posiciones sucesivas de la llave de paso del aire comprimido.
  - No se abandonará nunca el martillo en funcionamiento.
  - Cuando se barrenen las coronas, habrá que colocarse al lado del martillo.
  - Durante el purgado de los barrenos, hay que situarse de modo que no alcancen ni el agua ni los residuos.
  - Cuando exista un tiro “fallido” se dará otro paralelo y a 20 cm., de distancia. Queda prohibido desatascarlos.
  - Cuando el corte vaya a calar a otro se tomarán las medidas oportunas para evitar un accidente, parando uno de ellos y cerrando el paso del otro cuando se vaya a disparar.
  - La ventilación no estará nunca a más de 15 m., del corte.
  - Se usarán los protectores anti ruido para barrenar.

#### 5.2.2.5 Explosivos

- Se prohíbe el almacenamiento de explosivos y detonadores en el mismo cofre, teniendo que ser en cofres distintos y separados entre sí un mínimo de 10 metros.
- Se prohíbe el fumar e introducir elementos de llama desnuda y elementos inflamables dentro del recinto y depósito de almacenamiento de explosivos.

- 
- El transporte de explosivos dentro del centro de trabajo, lo realizarán las personas debidamente autorizadas por la Autoridad Competente y en ningún caso la misma persona puede transportar al mismo tiempo explosivos y detonadores, y en caso de hacer dos el transporte deben ir separados como mínimo 10 metros.
  - El almacenamiento de explosivos en el frente de trabajo, se hará en arcas o cofres hasta su empleo.
  - La utilización y manejo de explosivos, solo lo realizarán las personas que hayan sido autorizadas por la Dirección de la Empresa y hayan superado el examen realizado para tal fin por la Autoridad Competente.
  - Salvo casos excepcionales de algún o algunos barrenos, para los que se necesitará autorización expresa, no podrán realizar la perforación y carga de los barrenos al mismo tiempo, realizando este último momento antes del disparo de los mismos.
  - Se prohíbe recargar fondos de barrenos fallidos o descabezados.
  - Queda prohibido el cortar cartuchos, introducirlos con violencia o aplastarlos fuertemente con el atacador, quitarles la envoltura para la colocación del detonador, introducir el detonador dentro del cartucho cebo forzando con el mismo. Esta operación se efectuará realizando previamente con un elemento de madera un taladro en dicho cartucho cebo, así mismo se prohíbe la utilización de atacadores que no sean madera.
  - Se prohíbe el descargar fondos de barrenos fallidos o descabezados.
  - El disparo de las pegas se realizará en las horas establecidas, y siempre después de cerciorarse el responsable de dar fuego, de que todos los accesos al lugar de la pega están debidamente vigilados y que por dicho lugar no va a pasar nadie ajeno e éste.
  - Se prohíbe entrar al lugar de la pega, hasta que se hayan disipado los humos de la misma pero nunca antes de 15 minutos y para reanudar los trabajos debe ser reconocido el frente por el personal de la labor, para cerciorarse que no existen riesgos de accidentes.
  - Se prohíbe el empleo de mecha ordinaria para las pegas, empleando para tal fin los detonadores eléctricos.

- 
- El disparo de pegas se realizará forzosamente con explosores y en ningún momento se empleará la corriente eléctrica para este fin, ni tampoco las baterías de locomotoras. Los explosores estarán homologados.
  - La conexión de los detonadores de una pega, siempre se realizará en serie. Para cualquier otro tipo de conexión se precisará la autorización del Director Facultativo.
  - No se permite depositar explosivos de diferente tipo en un mismo cofre.
  - Queda terminantemente prohibido el empleo de explosivos, para carbón que no sean los debidamente autorizados para tal fin. Los detonadores empleados en el carbón, caso de que fuese necesario, serán de varios retardos.
  - El cartucho cebo dentro del barreno, se ha de colocar en el fondo del mismo y con el fondo del detonador mirando hacia la boca del barreno.
  - Se prohíbe el retacado de barrenos con papeles, polvo de carbón y otras materias inflamables o polvo inerte, se retacarán con arcilla, estando estos tacos dentro del barreno una longitud comprendida entre 0,20 y 0,50 metros.
  - Antes de proceder al disparo de una pega, hay que reconocer el frente y cerciorarse de la no presencia de GRISU y otros gases inflamables, de existir estos, no se disparará la pega hasta que hayan desaparecido debidamente diluidos. Así mismo, se comprobará que nadie pueda resultar alcanzado por la explosión.
  - Efectuada la pega y al reanudar los trabajos, se procederá a un perfecto saneado de las paredes de la labor, tirando todas las piedras o costeros que ofrezcan duda de desprendimiento, así mismo se procederá a un buen regado con agua de los escombros para eliminar en todo lo posible los ácidos nitrosos procedentes de los explosivos y el polvo que se pueda producir al remover dichos escombros.
  - En caso de barrenos descabezados, al efectuar el cargue del escombro se extremarán todos los cuidados necesarios para ver y retirar de entre estos los cartuchos sin explotar que pueda haber entre los escombros.
  - Los cartuchos y detonadores sobrantes de una pega se devolverán a los cofres o arcas correspondientes.
  - Los explosivos más antiguos en la Empresa serán los que primeramente se emplearán en el atacado de las pegas.

- 
- El transporte de los explosivos a los diferentes tajos se ha de realizar en sacos adecuados para ello y los detonadores en cartucheras o valijas de cuero.
  - La perforación de barrenos se realizará siempre con inyección de agua y una vez efectuada se procederá a limpiarlos de residuos antes de introducir los cartuchos.
  - El explosor ha de estar recogido en lugar adecuado y la palanca de acondicionamiento ha de estar en poder del que vaya a disparar la pega, mientras dura toda la manipulación de explosivos dentro del tajo, para que nadie pueda andar con él, cuando el personal de la pega esté efectuando el atacado o conexionado de la misma.
  - Está prohibido el prolongar fondos o culos de los barrenos de pegas anteriores. Se barrenarán otros paralelos a ellos.
  - La parte volante de la línea de tiro tendrá como máximo 250 metros. En el caso de que en la galería en que se vaya a practicar voladura haya instaladas otras líneas eléctricas de conducción de energía, la línea de tiro ha de colocarse en el hastial opuesto, y si ello no fuera posible, se pondrán por debajo y a más de 30 cm., de distancia. Se pondrá especial cuidado en evitar que la línea de tiro pueda tener contacto con otras líneas, carriles o tuberías.
  - En caso de haber fallado al disparar una pega eléctrica, habrá que esperar por lo menos 5 minutos antes de volver al frente a ver lo ocurrido. La comprobación de la pega se realizará con el óhmetro o comprobador homologado y desde el lugar en donde se va a disparar.
  - Primero se comprobará la continuidad en la línea: si ésta es correcta, se procederá a comprobar qué tiro o tiros interrumpen el circuito. Para ello, se dividirá la pega en 2 mitades, comprobando cual de las dos da continuidad. Si es preciso se volverá a dividir la mitad de la pega que no ha dado continuidad con objeto de ir descartando tiros que dejen pasar corriente. En cualquier caso y comprobando de 3 en 3 detonadores, se puede conocer el tiro o tiros que no permiten el paso de corriente.



### 5.2.2.6 *Páncer*

- Al inicio de la jornada y antes de arrancar un páncer de explotación, el Vigilante correspondiente comprobará que nadie está sobre él y que está libre de todo obstáculo. El operario arrancará cuando se lo mande el Vigilante y mediante sucesivas “picadas” cortas, cerciorándose de que nadie está sobre el páncer.
- Cuando se mande parar un páncer o bien cuando lo pare el que está cargando en el cabezal, para volver a arrancarlo nuevamente se hará mediante 1 o 2 picadas cortas antes de arrancarlo definitivamente.
- Para mandar arrancar o parar el páncer de explotación se puede hacer con la voz, utilizando el genéfono, haciendo señas con la lámpara o accionando repetidas veces el martillo de picar.
- Cuando sea necesario hacer una reparación a lo largo del páncer y se necesite que esté parado, se bloqueará el cofre correspondiente.
- Queda prohibido circular montado en cualquier páncer.
- Los posteadores dejarán las vigas recuperadas en la correspondiente calle o apoyadas en el borde del páncer, sin que sobresalgan sobre las chapas, para que no frenen el paso del carbón.
- Para efectuar la limpieza deberá hacerse metiendo la pala en sentido de su marcha, nunca en sentido contrario, pues puede coger la pala una racleta y lesionarse. Cada picador se encargará de limpiar el tramo de su tajo una vez que termine de cuadrar la calle y antes del rpiado.
- La madera se dará siempre por el reenvío, al comenzar la jornada y dando conocimiento de ello a todos los picadores, que la recogerán y dejarán en los tajos respectivos para su posterior uso.
- Tanto para echar materiales como para recogerlos, deberá hacerse según el sentido de la marcha, de modo que si el material se traba en una racleta no puede aprisionarse contra el hastial. Para recogerlo se hará por detrás, según el sentido de la marcha, una vez que el material ya pasó.
- Los materiales no deberán sobresalir del ancho del páncer y estarán colocados ordenadamente.

- Las mangueras de los martillos de picar que cruzan por encima del páncer, se sujetarán con las cadenas de las cuñas y alambre lo más altas posibles. Nunca estarán en contacto con el páncer.
- El operario encargado de arrancar y parar el páncer estará siempre al pie de la botonera y atento a las señales de arranque y parada.
- En todos los pánceres, se instalarán genéfonos que comuniquen el cabezal de los mismos con la explotación.
- El rípiado del páncer se hará una vez picada y limpiada la calle, estando parado. Se utilizará para ello los gatos de cremallera o empujando con los pies.

#### 5.2.2.7 Chimeneas

- Una vez que se indica esta labor y antes de alcanzar los 10 m., se instalará la adecuada ventilación secundaria, que siempre será soplante, tomándose el aire de la corriente de entrada.
- En ningún momento y por ninguna causa se podrá parar o detener la ventilación mientras el personal permanezca en ella y se pondrá en servicio con la antelación necesaria a la entrada del personal en la labor.
- La tubería de ventilación deberá estar avanzada lo máximo posible con juntas estancas.
- Deberá ser posteado todo el avance realizado y si el carbón tiene tendencia a derrabar, se debe dejar entablillado e incluso frenado al frente.
- El carbón que se produzca en la chimenea será evacuado de manera continua o con la suficiente frecuencia, para evitar que pueda cerrar el acceso a la chimenea.
- Si hay posibilidad de que la chimenea cale a minados o se sospeche la existencia de aguas colgadas se llevarán barrenos de flor.
- El número de calles nunca será inferior a 2, utilizando una para el carbón y otra para el personal y suministro de materiales.
- En caso de necesidad se llevará un tablero divisorio entre el paso del personal y la calle de evacuación del carbón, con la altura que garantice que el carbón no salte a la calle de paso.

- Si el avance de la chimenea se realiza con explosivos, debe prestarse mucha atención al tipo de cuele y a la carga para evitar tirar el posteo. Antes de iniciar la nueva perforación se debe sanear el frente.

#### **5.2.2.8 Circulación del personal**

- No entrará ninguna persona ajena a la mina, sin la autorización de la Dirección.
- La entrada y salida de la mina será por los lugares señalados por la dirección. Nunca por otros, salvo los casos de emergencia.
- Queda prohibido la entrada en las galerías o pozos que tengan dos tablas cruzadas en forma de aspa (X). No se entrará en ninguna galería en fondo de saco sin ser antes reconocida por un Vigilante.
- Los maquinistas pararán al cruzarse con la entrada y salida de relevos.
- Queda prohibido montar en los trenes y en las locomotoras, siendo responsables de ello los maquinistas.
- No se pasará entre los vagones de un tren, aunque esté parado.
- Queda prohibido circular a pie por el plano inclinado cuando esté funcionando la maniobra. Se circulará cuando esté parada la maniobra y lo ordene el enganchador, o pidiendo autorización al maquinista de extracción.
- Si se circula llevando explosivos, no se hará al mismo tiempo que entre o salga un relevo.
- Al pasar por las puertas de ventilación, se dejarán otra vez cerradas.

### **5.2.3 Disposiciones internas de seguridad**

#### **5.2.3.1 Ventilación primaria**

- Será obligatorio el empleo del ventilador principal, cuyo régimen de marcha será continuo y permanente durante la permanencia de cualquier trabajador en el interior de la mina.

- 
- El arranque, régimen de marcha, paradas y las medidas a tomar en caso de paradas accidentales lo hará el Vigilante o el electromecánico o personal en que ellos deleguen.
  - La ventilación en galerías y talleres será normalmente horizontal y ascendente.
  - Queda prohibido hacer la entrada y salida de ventilación principal por un mismo pozo o galería.
  - Las labores que se abandonen definitivamente deberán estar herméticamente cerradas.
  - Las labores temporalmente inactivas estarán señalizadas con 2 tablas (X) y un letrero bien visible que prohíba la entrada.
  - No se podrá empezar una labor d arranque en un taller, hasta no haber establecido una ventilación parcial.
  - Para mejor eficacia de la ventilación, los rellenos deberán estar bien compactados y cuando estos no existan, se deberán taponar, tabicar o cerrar todos los lugares por donde pueda marcharse la ventilación.
  - Queda prohibido fumar, así como introducir útiles que puedan producir chispa o llama, como encendedores o cerillas.
  - Los trabajos relativos a soldadura y oxicorte en el interior de la mina se regirán por su correspondiente DIS.
  - Se dispondrán de grisúmetros de lectura directa, debidamente homologados, así como de otros instrumentos adecuados que permitan la detección de otros gases y la insuficiencia de oxígeno.
  - Los vigilantes deberán estar instruidos en el manejo de los instrumentos de medida.
  - En cuanto al reconocimiento de gases, aforos y control de ventilación, humedad y temperatura, se tendrá en cuenta la correspondiente DIS.
  - Tras la parada prolongada de la ventilación general, esta arrancará el tiempo necesario antes de entrada del personal, para conseguir una atmósfera adecuada en el ambiente de la mina, siempre un tiempo no inferior a 2 horas.
  - En caso de avería o parada en el ventilador general, se tendrá en cuenta lo dispuesto en la correspondiente DIS.

- Cualquier anomalía o circunstancia extraña que se observe en el ventilador general deberá ser puesta en conocimiento del Director Facultativo.
- Semanalmente el Vigilante de Exterior hará una inspección a la instalación y funcionamiento del ventilador general.

### 5.2.3.2 Ventilación secundaria

- Es preceptivo el uso de medios de ventilación auxiliar para establecer una ventilación secundaria a partir de 15 metros en labores horizontales o descendentes y 10 ascendentes.
- Su instalación podrá ser aspirante o impelente, pero siempre de forma que se recoja o vierta el aire en la corriente general, o en otra secundaria de magnitud suficiente para la evacuación normal de los gases.
- Si el avance de la galería se realiza con explosivo, la ventilación del frente será siempre soplante y su caudal será superior a 0,1 m<sup>3</sup>/segundo y m<sup>2</sup> de sección de galería.
- Después de una parada de la ventilación principal de una duración tal que hubiese aconsejado parar la ventilación secundaria se utilizará la siguiente metodología de reenganches.
  - Se arrancará el ventilador principal y se tendrá funcionando el tiempo necesario para la limpieza de la mina
  - Se arrancará la ventilación secundaria.
  - Se reconocerá el fondo de saco por el personal encargado al efecto.
  - Se restablecerá la alimentación eléctrica de las máquinas, si los parámetros ambientales son adecuados.

### 5.2.3.3 Control de la ventilación

- Los aforos de aire circulante, se harán semanalmente, como norma general, coincidiendo con la medición de las concentraciones de gases. También cuando por

alguna razón se estime que pueda haber alguna modificación importante en las corrientes principales.

- Se realizarán los aforos, en estaciones fijas, en la entrada y salida de cada taller, en los frentes de las galerías y en la corriente de entrada y retorno. Ocasionalmente, en todos los lugares que se estime necesario o conveniente.
- Los resultados de estas mediciones se anotarán en las hojas dispuestas al efecto y se entregarán a la persona que se indique, para que se anoten en el correspondiente libro registro.

#### *5.2.3.4 Aforos de ventilación*

- Los aforos de ventilación, especialmente los generales, y siempre que sea posible, se hará en el mismo lugar de la galería o pozo. Se escogerá un sitio recto y con hastiales lisos y regulares.
- Se calculará la sección de esos lugares preestablecidos y se marcarán, con lo cual se tiene siempre la misma sección.
- Para medir con el anemómetro, se colocará el medidor lo más cerca posible de un hastial, para no interferir o hacerlo lo menos posible, la corriente de ventilación.
- Para hacer una medida lo más exacta posible, se puede hacer, dividiendo teóricamente la galería en cuatro o seis puntos, y tomando una medida en cada punto para sacar la media de ellas.

#### *5.2.3.5 Mantenimiento de bombas y achique de agua en pozos.*

- Nadie está autorizado a entrar en los pozos, sin el correspondiente grisúmetro homologado.
- Antes de entrar en el pozo para comprobar el funcionamiento de las bombas se VERIFICARA EN EL EXTERIOR el buen funcionamiento del grisúmetro.
- Se procederá a mirar las bomba SIEMPRE con el grisúmetro conectado y si el porcentaje de oxígeno es del 20%, se abandonará inmediatamente la labor comunicándolo al Director Facultativo o a la persona designada por él en su ausencia.

- Cualquier anomalía que se observe será puesta en conocimiento del Director Facultativo.
- La entrada de la mina estará señalizada con dos postes cruzados y un letrero visible que prohíba el acceso. Esta señalización podrá retirarse cuando se tenga que hacer uso de vagones para meter material de repuesto o sacar alguna bomba.
- El responsable para comprobar las bombas en el único pozo que Minera de Torre tiene provisionalmente parado en el Grupo Las Vallinas.

## **6 DOCUMENTO N°6. ANEXO N°1: CÁLCULO DE RENDIMIENTOS**



## INDICE

<u>6.1</u>	<u>BOMBEO</u> .....	122
<u>6.2</u>	<u>ACONDICIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES</u> .....	122
<u>6.3</u>	<u>REPROFUNDIZACIÓN DEL POZO</u> .....	122
<u>6.4</u>	<u>EJECUCIÓN DE LA GALERIA DE CABEZA</u> .....	125
<u>6.5</u>	<u>EJECUCIÓN DE LA GALERIA DE BASE</u> .....	125
<u>6.6</u>	<u>DIAGRAMA DE GANT</u> .....	127

## 6.1 BOMBEO

Teniendo en cuenta el caudal de agua a extraer y la bomba disponible va a extraer el agua en 5 días trabajando 10 horas al día.

## 6.2 ACONDICIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES

Los trabajos de acondicionamiento del pozo y de la galería existentes se han subcontratado y se espera un plazo de 1 mes para llevar a cabo las labores pertinentes.

El acondicionamiento del pozo es lo primero que se va a llevar a cabo para poder empezar a llevar a cabo los trabajos de reprofundización y esto va a durar 15 días.

## 6.3 REPROFUNDIZACIÓN DEL POZO

### 6.3.1 Perforación y Voladura

La perforación de los barrenos se va a llevar a cabo utilizando un jumbo vertical de tres brazos suspendido de una grúa autoportante. Basándonos en experiencias anteriores con este tipo de jumbos se establece que cada brazo del jumbo puede perforar una media de 13m/h, por lo que un jumbo equipado con 6 brazos podría perforar 78m/h.

Se van a realizar voladuras con una longitud de pase de 4.2m.

Para alcanzar la cota de la primera galería hay que reprofundizar La pega de la voladura tiene 92 barrenos de 39mm de diámetro.

Tabla 6.3.1-Rendimientos de la perforación del pozo

<b><u>PERFORACIÓN DEL POZO</u></b>	
<b>Nº total de barrenos</b>	92barrenos*55voladuras= <b>5060 barrenos</b>
<b>Longitud de los barrenos</b>	<b>4,2 m.</b>

<b>M.L. de perforación</b>	<b>21252</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>78m/h</b>
<b>Tiempo de perforación</b>	<b>273 horas</b>

Para la voladura, de experiencias anteriores en secciones de las mismas dimensiones y utilizando el mismo explosivo se obtenían unos rendimientos en la carga del explosivo de 0.03kg/hora, así:

**Tabla 6.3.2-Rendimientos de la voladura del pozo**

<b><u>VOLADURA DEL POZO</u></b>	
Kg. de explosivo	10.147
Rendimiento(kg/hora)	0.03kg/hora
Tiempo de carga	304 horas

### **6.3.2 Desescombro**

La cantidad teórica que hay que desescombrar para un pozo de 7,10 m.de diámetro y voladuras de 4.2 m. de longitud de pase, es de  $166.32\text{m}^3$ .

Utilizando cubas de  $4\text{m}^3$  y considerando un factor de llenado de las cubas entre el 80% y 90% se necesitan unas 50 cubas por avance.

Hay que considerar que el llenado de un 90% de las cubas se realiza normal pero que cuando está finalizando el escombro es necesario realizar apiles con el pólipo y el ritmo descende a un 25% de lo normal. De experiencias anteriores con este tipo de maquinaria de desescombro se conoce que teniendo este factor en cuenta se pueden obtener rendimientos de unos 15m<sup>3</sup>/h incluyéndose los tiempos de limpieza del fondo de saco.

Así, las estimaciones para los trabajos de desescombro son:

**Tabla 6.3.3-Rendimientos del desescombro**

DESESCOMBRO DEL POZO			
M <sup>3</sup> a desescombrar	N°Cubas	Rendimiento	Horas
9.107m <sup>3</sup>	2.750	15m <sup>3</sup> /h	607,14 horas

### 6.3.3 Sostenimiento

Para la colocación del sostenimiento provisional se estima un rendimiento de 18bulones/hora.

**Tabla 6.3.4-Rendimientos del sostenimiento inicial del pozo**

SOSTENIMIENTO INICIAL DEL POZO		
Bulones	Rendimiento	Horas
8.555 bulones	18bulones/hora	476 horas

De pozos realizados anteriormente se conoce un rendimiento de  $4\text{m}^3/\text{h}$ . para la colocación del hormigón de revestimiento, por tanto se emplearán unas 385 horas en la colocación del revestimiento del pozo.

**Tabla 6.3.5- Rendimientos del sostenimiento definitivo del pozo**

SOSTENIMIENTO DEL POZO		
M <sup>3</sup> hormigón	Rendimiento	Horas
1.5390.6m <sup>3</sup>	4m <sup>3</sup> /h	385 horas

#### 6.3.4 Duración estimada

Por tanto, se estima que se necesitan unas 2050 horas para reprofundizar el pozo, esto, trabajando 16 horas al día en dos turnos de ocho horas supone 127 días, que suponiendo que se trabaja 20 horas por mes son 6 meses.

A los dos meses y medio se habrá llegado al nivel de la primera galería y se podrán empezar los trabajos de la misma.

#### 6.4 EJECUCIÓN DEL TRANSVERSAL DE CABEZA

De experiencias anteriores en la realización de galerías con las mismas dimensiones y el mismo explosivo en un terreno muy similar se estima un rendimiento de 0.4metros/hora, puesto que la galería tiene una longitud de 360 ,, se estima un tiempo de ejecución de:900 horas, que trabajando 20 días al mes durante 12 horas supone unos 4 meses,

#### 6.5 EJECUCIÓN DEL TRANSVERSAL DE BASE

De experiencias anteriores en la realización de galerías con las mismas dimensiones y el mismo explosivo en un terreno muy similar se estima un rendimiento de 0.4metros/hora,

puesto que la galería tiene una longitud de 533 m se estima un tiempo de ejecución de:1330 horas, que trabajando 20 días al mes durante 12 horas supone unos 5 meses y medio.

## 6.6 EJECUCIÓN DE LA GALERIA DE MONTA

Se estima que se van a subir 4 alturas cada día, es decir, 10 metros, y la longitud de la chimenea de monta es de 200 metros, y hay dos, esto supone 40 días, que son dos meses.

6.7 DIAGRAMA DE GANT

	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14
<b>Preparación de accesos</b>														
<b>Preparación de instalaciones</b>														
<b>Extracción de agua</b>														
<b>Acondicionamiento de las instalaciones</b>														
<b>Reprofundización del pozo</b>														
<b>Ejecución del transversal de cabeza</b>														
<b>Ejecución del transversal de base</b>														
<b>Ejecución de la chimenea de monta</b>														