

**MINISTERIO DE EDUCACION
INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO**

PROYECTO DE DIPLOMA

Proyecto del laboreo del pozo de apertura del yacimiento
Barrancas partiendo de condiciones hidrogeológicas difíciles.

Graduado: Marlene Alemán C.

Tutor: Roberto Blanco

Moa 1981

“AÑO DEL XX ANIVERSARIO DEL GIRON”

DEDICATORIA

A la Revolución Cubana, que con su triunfo ha permitido que jóvenes de esta generación se eduquen en una so ciedad donde se respetan los derechos humanos y la dig nidad plena del hombre.

A todos aquellos que inspirados en el ejemplo del "Gue^{rr}illero Heroico" han derramado su sangre en algún lugar del mundo cumpliendo el honroso deber del Internacionalismo Proletario.

A mis padres que con su modesto ejemplo han contribu do que hoy se titule un Profesional revolucionario, pa ra servir a la Revolución en cualquier trinchera del mundo donde se luche por el desarrollo científico-técnico, la libertad y la paz mundial.

LA AUTORA

AGRADECIMIENTOS

A todos los Profesores que de una forma u otra han contribuido en nuestra formación técnica profesional.

A los compañeros de la E.M.S. por la colaboración -- prestada en la confección del presente proyecto de -- diploma.

Al Ingeniero Roberto Blanco Tutor del trabajo.

INDICE

PAGINA

INTRODUCCION

CAPITULO I - GENERALIDADES SOBRE EL YACIMIENTO 1

1.1. Ubicación, orohidrografía y clima 2

1.2. Breve característica geológica de la región del yacimiento. 3

1.3. Características de los trabajos geológicos de exploración realizados. 5

1.4. Morfología y volúmenes de los trabajos geológicos de exploración realizadas. 6

1.5. Trabajos de perforación. 6

1.6. Estudio de las propiedades físicas mecánicas y la determinación del valor del peso de volumen de los minerales de manganeso. 7

CAPITULO II - CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL YACIMIENTO.

2.1. Estratigrafía 9

2.2. Tectónica 10

2.3. Morfología de los cuerpos minerales. 11

2.4. Composición sustancial 12

2.5. Génesis del yacimiento 13

2.6. Condiciones hidrogeológicas del yacimiento 14

2.7. Inundaciones del yacimiento. 16

2.8. Abastecimiento de agua 18

2.9. Cálculo de reservas 18

CAPITULO III - DETERMINACION DE LA FORMA Y DIMENSIONES DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL POZO.

3.1. Elección de la forma de la Sección Transversal. 20

3.2. Determinación de las dimensiones de la Sección Transversal. 21

	<u>PAGINA</u>
3.2.1. Determinación del tipo y capacidad de carga del recipiente de ascenso.	21
3.2.2. Determinación de las dimensiones de la Sección Transversal.	24
3.2.3. Verificación de la Sección Transversal obtenida según la velocidad de aire establecida.	24
CAPITULO IV - CALCULO DE LA PRESSION MINERA	26
CAPITULO V - ELECCION DEL MATERIAL Y TIPO DE FORTIFICACION. CALCULO DE LA FORTIFICACION DEL POZO.	
5.1. Elección del material y tipo de fortificación.	29
5.2. Cálculo de la fortificación del pozo.	29
CAPITULO VI - LABOREO DEL POZO	
6.1. Elección del <u>esqueuma</u> tecnológica para el laboreo del pozo.	32
6.2. Análisis de los operaciones que constituyen el ciclo de trabajo y de las operaciones auxiliares.	33
6.2.1. Arranque de la roca	33
6.2.2. Perforación de los barrenos	33
6.2.3. Carga y explosión de los barrenos	39
6.2.4. Ventilación del frente de trabajo.	39
6.2.5. Saneamiento del frente.	42
6.2.6. Carga de la roca	42
6.2.7. Instalación de la fortificación del pozo	44
6.2.8. Desague del frente de trabajo	45
6.2.9. Abastecimiento de aire comprimido al frente de trabajo.	46
6.3. Seguridad de los trabajos durante el laboreo del pozo.	48
6.4. Organización de los trabajos durante el laboreo del pozo.	49

	<u>PAGINA</u>
6.4.1. Ciclograma de trabajo	49
6.4.2. Composición de la Brigada de Trabajo	49
6.4.3. Actividad de los obreos de la Brigada de Trabajo por operaciones.	50
6.5. Cálculo Económico	51
6.6. Armado del pozo	52
CAPITULO VII - LABOREO DEL POZO CON EL EMPLEO DE METODOS ESPECIALES.	
7.1. Laboreo del pozo con la cementación - previa desde la superficie.	53
CAPITULO VIII - Conclusiones y Recomendaciones.	55
BIBLIOGRAFIA.	57

INTRODUCCION

La Industria Minera tiene gran importancia en el desarrollo económico de un país. Esta Industria es la base de materia prima para la obtención de los metales cuya fuente son los minerales y la extracción de estos es el objetivo fundamental de esta industria.

La irracionalidad de explotación y la imperfección de la tecnología, son factores que en el pasado afectaron el --rendimiento de la producción de concentrado de manganeso-- en Cuba.

En la actualidad con el empleo de sistemas efectivos de explotación y de mejor tecnología de beneficio y la mecanización de los trabajos contribuirán al aumento del rendimiento de la producción de manganeso.

El presente trabajo tiene como objetivo la confección de un Proyecto de construcción para el laboreo del pozo principal del yacimiento Barranca partiendo de condiciones --hidrogeológicas difíciles, el cual servirá para la apertura y extracción de las reservas manganíferas del yacimiento.

El mismo se ha elaborado teniendo en cuenta la complejidad e importancia de nuestra excavación. Por lo que he--mos tenido en cuenta el cumplimiento de las condiciones de seguridad necesarias para los obreros que participan en la construcción del mismo y a la vez que sea posible desde el punto de vista económico su ejecución por ser --una obra rentable para la economía del país en estos momentos.

CAPITULO I

GENERALIDADES SOBRE EL YACIMIENTO

1.1.- Ubicación, Orohidrografía y Clima.

El yacimiento de Manganeso Barrancas, está situado en la provincia de Stgo. de Cuba a 4 Kms. hacia el SE del pueblo La Maya y a 25 Kms. hacia el NE de la ciudad de Santiago de Cuba.

El yacimiento está asociado a la parte sur del Valle Central, el cual está situado entre las montañas Sierra de Nipe y Sierra Maestra en el Sur.

Las coordenadas geográficas del centro del yacimiento son:

$20^{\circ}9'10''$ latitud norte

$76^{\circ}36'30''$ longitud oeste

El yacimiento está situado dentro de los límites de las siguientes coordenadas del sistema Lambert

X - 166700 - 167800

Y - 62700 - 629100

Cerca del límite oriental del yacimiento pasa la carretera Santiago-Guantánamo desde el Km. 35 de ésta, se extiende de Sur a Oeste un terraplen en cuyo primer Km. está ubicado el centro del yacimiento. A 15 Km al oeste de éste está situada la Terminal Ferroviaria Mina Ponupo que se comunica con la línea ferroviaria principal Habana-Santiago de Cuba-Guantánamo.

La región del yacimiento constituye una zona poco montañosa con cotas máximas que oscilan de 141 hasta 195 metros con aumentos relativos de 20 a 25 metros.

Dentro de los límites de la parte occidental del yacimiento corre el río Ponupo y su afluente derecho Barrancas.

La anchura de los causes de éstos oscila de 2-32 hasta 7-8 metros, La profundidad del río no es permanente, en la temporada de seca es de 0.1-0.2 mts. y en las lluvias alcanza hasta 1 metro.

Los ríos tienen desagüe durante todo el año, pero su gasto es muy irregular, Hay unas cuantas ramblas pocos profundas por las cuales corren arroyos durante la temporada de lluvias.

El clima de la región es caluroso y húmedo. La temperatura oscila de 12° hasta 35°C , pero la más frecuente es de $27 - 28^{\circ}$.

Las precipitaciones promedio anuales son 1102 mm. Durante la temporada de lluvias (de mayo a diciembre), las precipitaciones promedio mensuales alcanzan hasta 250 mm. y en la seca (de diciembre a abril) oscilan de los límites de 20 a 0 mm.

El área del yacimiento no tiene bosque, Hay pequeñas plantaciones de caña y café, pero en general la superficie está constituida por pastizales con palmas dispersas.

1.2.- Breve características geológicas de la región del yacimiento.

En la región del yacimiento están desarrollados los sedimentos de las formaciones El Cobre, Charco Redondo y San Luis.

Las formaciones El Cobre que pertenecen al cretácico superior-paleoceno, está formado por rocas piroclásticas. Dentro de los límites de la región del yacimiento sus horizontes mas bajos están representados por la interestratificación de tobas de grano grueso de color gris-verde con brechas (el tamaño de los bloques de esta últimas alcanzan 2-3 metros) y conglomerados. En la composición de estos últimos se encuentran guijarros y cantos rodeados de rocas efusivas.- El espesor de algunas capas oscila de 1-2 hasta 15 - 20 metros.

En las partes superiores de la formación tiene lugar una alteración fina de areniscas compactas tobáceas-sobre las cuales yace el horizonte de manganeso en muchos casos subyacidos por rocas de jaspe las que a su vez suelen ser de mineral.

En las rocas volcánicas El Cobre, con una disconformidad, se depositan las rocas de carbonato de la formación Charco Redondo, referidas convencionalmente al Paleoceno Superior-Eoceno Medio.

Los depósitos están representados principalmente por rocas rosadas de marga y de carbonato, así como por calizas compactas y silificatadas, el espesor de las cuales en algunos lugares alcanza hasta 90 mts. Los depósitos de la formación San Luis que yacen más arriba (sin límite preciso) datan del Eoceno Medio-Superior.

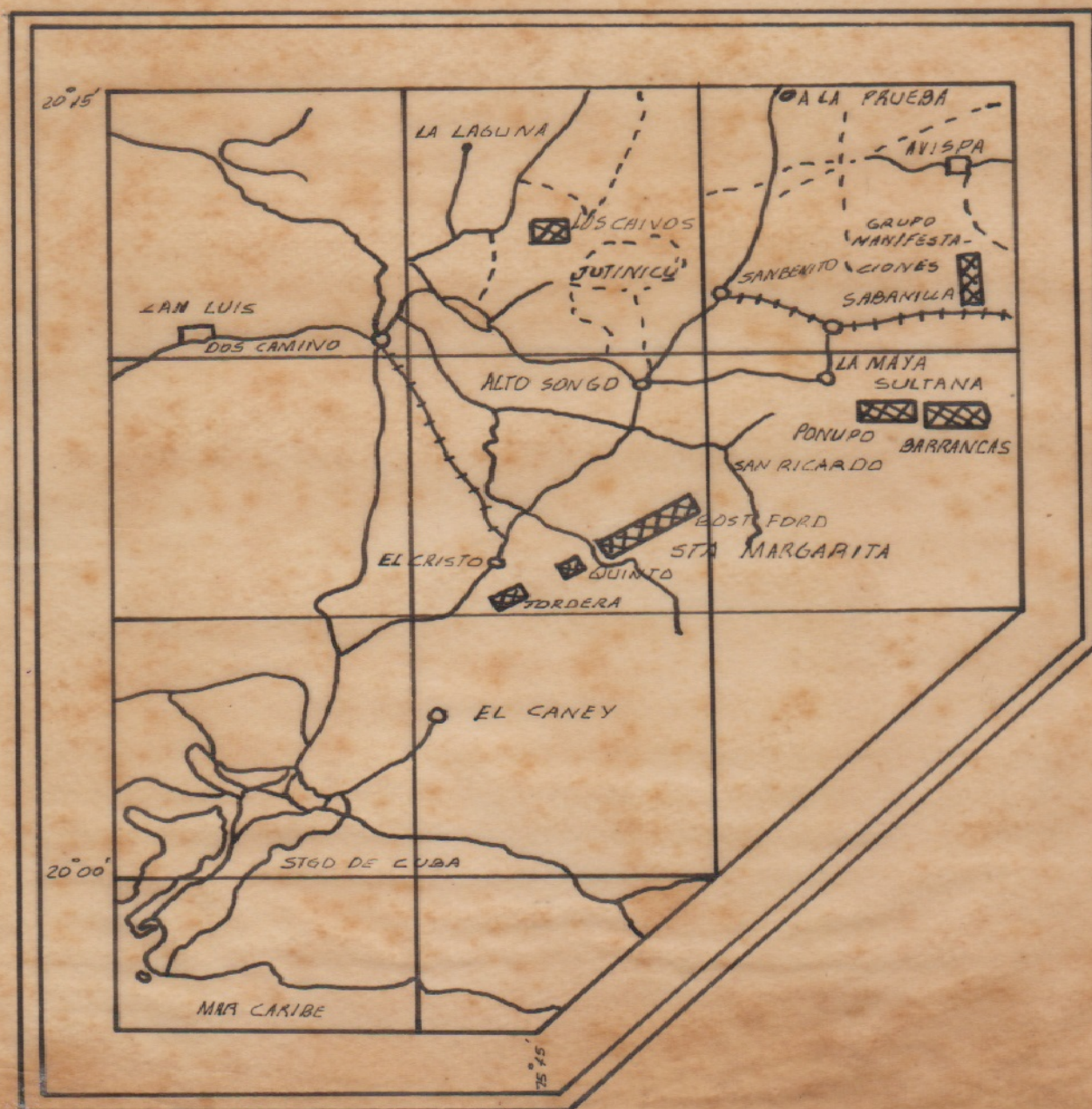
La formación está representada principalmente por areniscas de grano medio, tanto de color claro como oscuro-grisoso y rocas arcillosa-margosas. El espesor máximo de estos depósitos que están desarrollados en todas las partes de la región del yacimiento alcanza 150 metros.

Las rocas magmáticas tienen pobre desarrollo en la región y están representadas por diques pequeños y macizos intrusivos de dacita, andesita y basalto.

Las formaciones cuaternarias están representadas por depósitos aluvial - deluviales, que son de un material arenoso arcilloso que contiene extracto de guijarros y pedazos de rocas efusivas. El espesor de estos depósitos alcanza 30-35 mts. Los depósitos del Eoceno tienen una dislocación comparativamente débil, son característicos los pliegues braquianticlinales y braquisinclinales con el ángulo de buzamiento de las rocas en sus flancos de 5-10° y hasta 30°.

ANEXO N°1

SITUACION GEOGRAFICA DEL YACIMIENTO BARRANCAS



Escala : 1.25000

Las estructuras plegadas frecuentemente están complicadas por fallas disyuntivas lo que determina la estructura plegada bloqueada de la región.

La principal unidad tectónica de la región es la falla Boniato, observada a unas decenas de kilómetros. En las cercanías de la dislocación de la banda menor a 1 km. están situados todos los principales yacimientos explorados (Tordera, Quinto, Balcanes, Ponupo, Sultana, Barrancas), así como numerosas manifestaciones de mineral de manganeso (España, Guadalupe, Caridad, Sta. Margarita Batisford, Maria Consuelo, San Ricardo y otros). (ver Anexo N° 1).

Como excepción está el yacimiento Los Chivos y manifestaciones minerales del Grupo Sabanilla, las cuales están ubicadas al norte de la dislocación, aproximadamente a 8 y 5 Kms. y asociadas a las estructuras de forma artíclinoreo, pero por estar ubicadas en este territorio también pertenecen al grupo de yacimientos de manganeso Cristo Ponupo.

En cuanto a otros minerales útiles dentro de los límites de la región, se puede indicar solamente los materiales de construcción, representados principalmente por arcillas para ladrillos y tejas, los que la población local extrae de los depósitos deluvial aluviales.

1.3.- Características de los trabajos geológicos de exploración realizados.

El horizonte manganífero del yacimiento Barrancas tiene una construcción bastante compleja. El horizonte manganífero descubierto durante el período de la exploración preliminar con la red de 200 Mts. entre pozos, por faltar los horizontes guías precisos estratificados da la impresión de un estrato único no interrumpido que se extiende a centenares de metros.

Sin embargo como demuestra la experiencia de los trabajos de exploración y explotación detallada, así como la explotación, esta impresión en la mayoría de los casos es falsa, ya que en un estrato se amarran lentes enteros o fracturados por la microtectónica del cuerpo yacente frecuentemente en distintos horizontes.

De acuerdo con lo expuesto y según la instrucción de utilización de la clasificación de reservas para los yacimientos de manganeso de la URSS (editado en el año 1961) el yacimiento Barrancas se refiere al 3er. grupo por la complejidad de la estructura geológica.

1.4.- Metodología y volúmenes de los trabajos geológicos de exploración realizados.

En la etapa de los trabajos de búsqueda-revisión, se analizaron algunas partes del área perspectiva y la distancia entre los laboreos alcanzaron 270--280 Mts. y a veces 400 Mts.

Durante la exploración preliminar la red se niveló a 200 m² y para revelar la dirección general del depósito mineral se utilizó la red rectangular de 200 x 100 Mts. Para la exploración detallada fue escogida la mitad occidental del yacimiento, basándose en el hecho de que aquí la profundidad de la yacencia del horizonte mangarífero es mucho menor que en la parte oriental y al mismo tiempo el espesor útil del estrato es grande. Los trabajos durante el período de exploración detallada, consistieron en la densificación de la red de los pozos hasta 100 x 50 metros.

1.5.- Trabajos de perforación.

Ya que el horizonte mangarífero en ninguna parte sale a la superficie, la perforación mecánica a columna fue el tipo principal de los trabajos de exploración.

En consideración a que el horizonte mangánífero tiene yacencia de pendiente suave y casi horizontal, - todos los pozos se perforaron verticalmente.

Control de la perforación. En vista de que el horizonte mangánífero del yacimiento yace comparativamente profundo (no menos de 25 Mts.) y en este caso hacer laboreos especiales para la perforación de -- control no sería rentable con el fin de llevar el -- control fue utilizado un pozo criollo avanzando para seleccionar la muestra tecnológica.

1.6.- Estudio de las propiedades físicas mecánicas, y la determinación del valor del peso de volumen de los minerales de manganeso.

El estudio de las propiedades físico-mecánicas de las rocas del yacimiento se efectuó en la escuela de Minería de la Facultad Tecnológica de la Universidad de Oriente en Santiago de Cuba.

Peso volumétrico. Se determinó por el método de parafinación en las muestras previamente secadas hasta el peso normal. Su valor varía para el metal de manganeso dentro de los límites 2.32 - 2.72 y en -- promedio constituye 2.45 y para las rocas encajantes es alrededor de 2.07 a 2.71 ton/m³.

Peso Específico. Se determinó por el método picnométrico, para el mineral de manganeso su promedio constituye 3.05 y para las rocas encajantes es alrededor de 2.6.

Porosidad abierta. Se determinó como la diferencia entre el peso de la muestra saturada de kerosene y su peso inicial. La muestra se secó previamente a una temperatura de 102 - 105°, para que el kerosene penetrara mejor.

El valor de la porosidad oscila dentro de los límites de 0.8% a 16.4%.

Propiedades Mecánicas. El coeficiente de solidez según MM Protodia Konov es igual a 0.01 de la resistencia de las rocas a la compresión y oscila dentro de los límites de 1.3 a 10.2.

Las conclusiones principales sobre los resultados de la investigación de las propiedades física-mecánicas de las rocas del yacimiento Barrancas son las siguientes:

Los autores de las investigaciones consideran que durante la explotación del yacimiento, el mantenimiento de las labores no provocará grandes dificultades, ya que la mayoría de las rocas pertenecen a la categoría de solidez media, o sea, bastante solidez.

A causa de eso se pueden utilizar entibaciones ligeras durante el avance de laboreos en rocas sólidas - (coeficiente de solidez mayor a 9) y durante los laboreos de dimensiones pequeñas (sección menor de 5 - m²) es posible avanzarlas sin entibaciones.

CAPITULO II

CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL YACIMIENTO

2.1.- Estratigrafía. En los límites del yacimiento están desarrolladas las rocas de las partes superiores - de la formación El Cobre y de San Luis.

La parte superior de la formación El Cobre referida al Paleoceno-Eoceno Inferior, está formada por rocas piroclásticas. Está representada por interestratificación de tobas grises y gris verdosa y de areniscas tobáceas y en algunos lugares incluye unos lentes insignificantes de brechas tobáceas y aglomerados de tobas.

Las tobas generalmente tienen una estructura de -- fragmentos finos y medios. Los fragmentos son angulosos y algo redondeados. Se observa su cloritización y a veces limonitización.

Las areniscas tobáceas tienen una estructura desde granos gruesos hasta microgranular y están formadas por fragmentos con pequeña cantidad de cemento. Los fragmentos son angulares y semiredondeados y - alcanzan hasta 3 mm de tamaño.

En el suroeste del área del yacimiento en la parte más superior de los depósitos tobáceos cerca de su contacto con las rocas carbonatadas de la formación San Luis, se destaca un paquete de 20-30 Mts. de calizas de color gris rosaceo.

En los límites del yacimiento los depósitos El Cobre afloran en un territorio comparativamente pequeño en su parte más occidental cerca de la cantera y también en la región de los pozos 13.28 y 119. El área restante del yacimiento (sin tener en cuenta los depósitos cuaternarios de un espesor considerable) está cubierta por las rocas de la formación - San Luis, referidas a las partes inferiores del -- Eoceno-Superior.

La formación está compuesta por margas y areniscas calcáreas y arcillosas que se alternan entre sí. -

Tiene una estructura tabular fina y aspecto de Llys-ch. El espesor máximo de estos depósitos en los límites del yacimiento de 1.50 Mts.

Los depósitos cuaternarios que cubren toda el área del yacimiento, a excepción de los cauces de los ríos tienen un espesor considerable que alcanza 30-35 Mts. Están representados por los depósitos deluvial-aluviales, que están compuestos por material arenisco-arcilloso que contiene guijarros y fragmentos de rocas magmáticas.

2.2.- Tectónica.

El yacimiento Barrancas está situado en el flanco oriental de un pliegue grande braqui anticlinal, en los límites del cual se ubica también el yacimiento Pónupo-Sultana.

En el núcleo del pliegue (al oeste del yacimiento Barrancas) afloran las rocas de la formación El Cobre y los flancos de la estructura están formados por las rocas de la formación San Luis.

En correspondencia con la posición estructural general, las rocas en los límites del yacimiento Barrancas buzcan hacia el sudeste, con un ángulo de $5 - 10^{\circ}$. Los ángulos de buzamiento más grandes se observan en la parte occidental del yacimiento y al Este del área de yacencia el buzamiento es casi horizontal.

De las dislocaciones disyuntivas la principal, la que controla el mineral, es la falla Boniato que se extiende a decenas de kilómetros desde El Cobre hacia el Este - Noreste en dirección a La Maya y Barrancas. En los límites del yacimiento la dislocación pasa del Noroeste hacia el Sureste. En el Noreste del área hay un sistema de dos dislocaciones paralelas próximas una a otra (100 mts. y que tienen un buzamiento al sur con un ángulo de $50-60^{\circ}$ y forman graben estrecho cuyas rocas están hundidas a 70 - 80 mts.).

En los límites del graben por los pozos 85, 89, 98 y 104 además se registra una dislocación con flanco septentrional hundido aproximadamente a 30 mts. y con el plano de la veta dislocadora que buza al Norte con un ángulo de 50° . Todas las dislocaciones enumeradas tienen un carácter de sobre escurrimiento.

En conclusión hay que prestar atención a una correlación claramente expresada que se observa en el yacimiento Barrancas entre el carácter de la mineralización de manganeso y las particularidades tectónico-estructurales del yacimiento.

Las capas de los minerales de manganeso de mayor espesor en los límites de todo el yacimiento se localizan en una banda estrecha adyacente a la zona de la falla de Boniato.

Al mismo tiempo la masa principal de los minerales de manganeso del yacimiento se concentra en el flanco meridional de la falla y en el graben estrecho al Noroeste de la zona. El área que se encuentra al Norte de la falla prácticamente no tiene concentraciones industriales de manganeso.

2.3.- Morfología de los cuerpos minerales.

El horizonte de mineral de manganeso está asociado a las partes superiores de la formación El Cobre. En él subyacen tobas de color gris verdoso y areniscas tobáceas y la cubren las rocas carbonatadas referidas convencionalmente a la formación Charco-Redondo.

Morfológicamente la zona mineral está representada por los cuerpos en forma de capas o lentes que se ramifican y yacen concordantemente con las rocas encajantes (que a veces se extienden con una cadena y otras veces se ubican en forma de escalones) El espesor de los cuerpos minerales y también su

composición cualitativa con frecuencia sufren alteraciones considerables en distancias comparativamente cortas (50 - 100 Mts.), así cerca de la zona de la falla los espesores de los cuerpos minerales en los pozos vecinos cambian desde algunas decenas de centímetros hasta algunos metros y en algunos casos alcanzan hasta 15 - 20 Mts. y el contenido de manganeso varía desde trazas hasta 25 - 30 %.

En general en el yacimiento la mineralización de manganeso se localiza en los límites de un horizonte de 20 Mts. aproximadamente, los mayores espesores de los cuerpos minerales con contenidos máximos de manganeso en ellos, están asociados a una franja estrecha de 200 Mts. que se une en el sur con la falla Boniato y en los límites de un graven estrecho en el Noroeste del yacimiento. En estas mismas zonas además del horizonte principal manganífero, se determina otro horizonte mineral que yace más abajo. Por la mitad de los pozos perforados fueron descubiertos rocas en forma de jaspe que yacen predominantemente en el suelo de la capa mineral, pero también se encuentra entre los cuerpos minerales en el suelo o en el techo de uno de ellos, varía de una decena de centímetros hasta 10 - 12 Mts. Representan por sí una roca maciza sólida y agrietada, con frecuencia, con fractura concooidal que está formada principalmente por cuarzo y en menor cantidad de calcedonia en algunos casos con la mineralización de manganeso.

Los contenidos de manganeso en las rocas en forma de jaspe generalmente son bajos, pero en algunos casos alcanzan hasta el 30%.

2.4.- Composición Sustancial.

El tipo de mineral de manganeso que con mayor frecuencia se encuentra en el yacimiento (cerca de 87% de toda la cantidad) es el mineral de manganeso de composición en forma de brechas y nódulos, en el --

cemento de toba de color rosa. Los minerales análogos se encuentran en cantidad reducida en el cemento carbonatado (cerca de 1,5%) y también los minerales macizos de una textura sólida y colomórfica }-- (cerca de 5%).

Los minerales de textura radial concéntrica se encuentran en algunos casos en las intercalaciones pequeñas.

Aproximadamente el 6.5% de toda la cantidad de material mineral está representado por manganeso mineralizado y rocas en forma de jaspe. Mineralógicamente los minerales del yacimiento estan representados -- principalmente por psilomelano y pirolusita, en cantidad reducida se encuentra la manganita. Los minerales acompañantes son magnetita, hematita y escasa pirita. El contenido de manganeso metálico varía desde trazas hasta 46%.

Además aparecen fósforos, óxido de calcio, hierro y silice (como promedio sus contenidos son 0.085%, -- 6.38%, 5.84% y 30%).

2.5.- Genesis del Yacimiento.

Por sus particularidades tectónico estructurales, -- por la posición en el corte estratigráfico del horizonte metaligero y por el carácter de mineralización el yacimiento Barrancas es análoga a otros yacimientos de manganeso conocidos de Oriente.

Actualmente existen dos puntos de vistas sobre el -- origen de estos yacimientos, unos investigadores -- consideran que las menas de manganeso de Oriente son de origen volcanogeno sedimentario y que son de origen hidrotermal.

Por los resultados de los trabajos de exploración en el yacimiento Barrancas, desde el punto de vista de yacencia de los minerales, de sus particularidades geoquímicas y de las particularidades de su composición sustancial, no es posible añadir algo nuevo a los datos ya conocidos. Los hechos se explican igualmente fácil (o mejor dicho difícil)-

tanto por la teoría del origen sedimentario como por la de origen hidrotermal.

2.6.- Condiciones hidrogeológicas generales del yacimiento.

Las condiciones hidrogeológicas generales del yacimiento Barrancas se determinan principalmente por sus particularidades oro-hidrográficas, climáticas y geológica-estructurales.

Hay que señalar que de los factores climáticos las precipitaciones y la evaporación ejercen principal influencia en la hidrogeología de la región. De toda la cantidad de precipitaciones (1102 mm al año) sólo una parte insignificante de ellas, de 10 - 15% va para la reposición de aguas subterráneas y las demás para el desague superficial y vaporización. El río Ponupo y su afluente derecho, el río Barrancas, se caracterizan por tener el desague superficial durante todo el año.

Es sabido que durante la temporada seca el desague superficial de los ríos se forma debido a que estos se abastecen de aguas subterráneas.

En relación con este motivo, el gasto del río Ponupo, medido a finales de la temporada seca caracteriza prácticamente el desague subterráneo a los recursos dinámicos de las aguas subterráneas en el área de la cuenca fluvial hasta el yacimiento Barrancas.

La superficie de desague de la cuenca fluvial hasta el yacimiento es 30 Km^2 , el gasto de estiaje del río es 10 litros por segundo, de donde el módulo de desague subterráneo será 0.3 litros por segundo.

El valor insignificante del módulo de desague subterráneo indica que las rocas acuíferas que forman el río Ponupo, se caracterizan por bajas propiedades acuíferas y poca abundancia de agua.

Aparte de los ríos Ponupo y Barrancas en la región del yacimiento hay una cantera antigua abandonada - llena de agua. El área de la cantera es de 20000 m^2 , la profundidad promedio de la columna de agua es 9 metros y el volúmen de agua 180000 m^3 .

El abastecimiento de la cantera se efectúa tanto - por agua subterránea como por superficiales (precipitaciones).

El abastecimiento de la cantera es fuente poten-- cial para la irrigación de laboreos en el futuro. Su estructura geológica es también uno de los fac tores fundamentales que determinan las condicio-- nes hidrogeológicas de esta región.

De acuerdo con la estructura geológica y según las condiciones de yacencia de las condiciones acuífe-- ras y carácter de la circulación de agua en ellas - dentro de los límites de la región se destacan los siguientes y principales tipos de aguas subterrá-- neas:

- a) Aguas porosas de los depósitos cuaternarios.
- b) Aguas intersticiales y estratificadas de los de-- pósitos de deluvio - eluvio no son suficientes.

Las aguas subterráneas de los depósitos aluviales - son dulces, su mineralización es alrededor de 1 gramo/litro.

El abastecimiento de aguas subterráneas del horizon-- te acuífero aluvial se efectúa a espensas de la in filtración de precipitaciones, así como debido a - la corriente de aguas subterráneas desde horizon-- tes acuíferos. Dichas aguas desembocan en la red - fluvial.

El horizonte acuífero aluvial tiene una extensión - limitada y pocas reservas de aguas subterráneas, - las que pueden ser utilizadas solamente para el su ministro de algunos consumidores pequeños.

Las aguas subterráneas de los depósitos paleógenos se caracterizan por cierta abundancia tanto por el grado como por el carácter de la mineralización.

En la periferia del yac. (en los pozos de aguas) - subterráneas) éstas son dulces hidrocarbonatadas y con una mineralización de 0.4 hasta 1.0 gramos por litros y en los límites del yacimiento en los labores que descubrieron el cuerpo mineral las aguas son débilmente salada de cloruro de sodio con una mineralización de 1.4 - 1.6 gramos por litro.

El régimen de las aguas subterráneas se encuentra en estrecha relación con las precipitaciones. Durante la época de lluvia del año se observa el ascenso del nivel y durante la seca su descenso. El abastecimiento de aguas subterráneas del horizonte paleogénico acuífero se efectúa debido a la infiltración de precipitaciones y su desague se realiza en la red fluvial.

2.7.- Inundaciones del Yacimiento.

Al descubrir y explotar el yacimiento en su inundación participarán principalmente las aguas subterráneas y en menor parte las superficiales.

Las rocas encajantes de mineral en los límites del yacimiento con las formaciones volcánogeno-sedimentario del Paleógeno inferior y medio que se caracterizan por la baja capacidad acuífera y correspondientemente por poca inundación. La excepción la constituye solamente las zonas de dislocaciones tectónicas donde la inundación aumenta.

La profundidad de yacencia de los minerales de manganeso no es estable y varía de 25 hasta 150 m. El nivel de las aguas subterráneas está a una profundidad aproximadamente de 2 hasta 30 mts. Por consiguiente el mineral útil yace más abajo del nivel de las aguas subterráneas y está inundado.

Para el cálculo de las corrientes de agua a los labores mineros se utilizaron los resultados de los trabajos experimentales de filtración, así durante el bombeo del pozo hidrogeológico tectónico el coeficiente promedio de filtración constituye. -----

0.01 m/día.

Para el cálculo de la corriente de agua a la mina se utilizó la fórmula de Dobrovols Kiy.

$$Q = \frac{K S/R + /R + e/}{0.23/L GR - Lg Ro}$$

Para precisar las afluencias de agua en futuros laboreos mineros antes de realizar cada uno de ellos recomendamos perforar un pozo especial y hacerle un -- bombeo experimental.

Ademáa de las aguas subterráneas en la inundación de futuros laboreas mineros pueden tomar parte las aguas superficiales de los ríos Ponupo, Barranca y de una-- Cantera antigua abandonada. Casi por toda el área de la zona que examinamos los valles de los ríos Ponupo y Barrancas están hundidos en margas de la formación San Luís. Estas últimas debido a su estructura monólitica y a su poca permeabilidad dificultan la intercomunicación de las aguas subterráneas y superficiales.

Pero dicha intercomunicación es posible por las zonas de dislocaciones tectónicas que cortan los valles de los ríos mencionados.

La cantera antigua abandonada tiene más de 18,000 m³ de agua. Está drenando las aguas subterráneas de la parte superior del horizonte acuífero paleogénico y de esta forma tiene una estrecha intercomunicación con las mismas.

Además, según datos de los habitantes del lugar, en la región de la cantera hay dos laboreos mineros inundados cuya posición, extensión y sección no se conoce.

Con relación a ésto, en la realización de los trabajos de explotación en la zona de la cantera antigua y de los laboreos inundados hay que tener cuidado, -- puesto que al encontrarse con dichos laboreos o con las zonas tectónicas relacionadas con ellos, el agua puede entrar a inundar los laboreas mineros de explotación.

2.8.- Abastecimiento de agua.

En la región del yacimiento la población rural emplea ampliamente para sus necesidades vitales, las aguas subterráneas del horizonte acuífero paleogénico. De las aguas subterráneas de dicho horizonte se abastecen los pueblos bastante grandes de La Maya, Ponupo, Belleza y otros.

Con relación a lo expuesto, creemos que el abastecimiento de agua al pueblo obrero y minero de la planta de beneficio se puede organizar tomando las aguas subterráneas del horizonte mencionado.

Como abastecimiento de agua a la futura planta de beneficio, con fines técnicos pueden ser utilizadas las aguas del río Ponupo.

2.9.- Cálculos de las reservas.

La profundidad de yacencia del horizonte mangánífero es de 25 a 125 mts., en la mitad occidental del yacimiento, que fue explorada por una red de categoría C_1 y alcanzó hasta 270 mt. en la mitad oriental explorada por la categoría C_2 .

El espesor útil del horizonte metalífero es de 0.8 m. a 20 m. y por término medio es de 3.39 m.

Las reservas de balance de minerales de manganeso metalúrgico, calculadas según la categoría $C_1 + C_2$ son de 6.486 millones de ton., con un contenido promedio de 3.4 mts. (incluyendo según la categoría C_1 , 2.538 millones de ton. y según la categoría C_2 , 3.948 millones de ton.

También están calculadas las reservas fuera de balance según la categoría $C_1 + C_2$ en una cantidad de 4.042 millones de ton., con un contenido promedio de manganeso de 6% y con un espesor promedio de 1.5 metros.

Las reservas exploradas son pruebas de que el mineral mangánífero es una de las riquezas mangáníferas una de las riquezas minerales reales de la República, incluso a la luz del planeado desarrollo de la industria de acero.

El poco rendimiento de la producción de concentrado de manganeso en Cuba, en la actualidad se explica -- principalmente por la irracionalidad de explotación y por la imperfección de la tecnología de beneficio. El empleo de sistemas de efectivos de explotación -- y de mecanización de los trabajos y de tecnología -- de beneficio contribuirán a la reducción rápida del precio de costo de producción.

CAPITULO III

DETERMINACION DE LA FORMA Y DIMENSIONES DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL POZO.

3.1.- Elección de la forma de la Sección Transversal.

Como posibles formas a elegir de la Sección Transversal del pozo tenemos la circular y la rectangular.

La forma circular tiene las siguientes ventajas y desventajas.

Ventajas:

- a) Garantiza una gran estabilidad debido a que la fortificación resiste mejor las presiones originadas por las rocas circundantes, al distribuirse ésta de una forma uniforme.
- b) Ofrece una menor resistencia al paso del aire por el pozo.

Desventajas:

- a) Menor aprovechamiento del área de la Sección Transversal.

La forma rectangular tiene las siguientes ventajas y desventajas.

- a) Tiene como única ventaja que presenta mayor aprovechamiento del área de la Sección Transversal.

Desventajas:

- a) Dificulta en la formación de los ángulos rectos -- principalmente en rocas fuertes.
- b) Posibilidad de una deformación significativa de la fortificación cuando se utiliza como material de fortificación el hormigón.

Por lo expuesto anteriormente elegimos como forma para la Sección Transversal del pozo la circular.

3.2.- Determinación de las dimensiones de la Sección Transversal.

La determinación de las dimensiones de la Sección Transversal del pozo, la realizamos por el método gráfico-el cual se basa en las dimensiones de los recipientes de ascenso y en las reglas de seguridad establecidas.

3.2.1.- Determinación del tipo y capacidad de carga del recipiente de ascenso.

Para ello partimos de la carga que el mismo debe subir en cada ascenso, para lo cual aplicaremos la siguiente metodología.

a) Determinación de la productividad de ascenso

$$Q_h = \frac{K \Delta}{NT}$$

Q_h = Productividad horaria de ascenso

K = Coeficiente que caracteriza el trabajo no uniforme del ascenso.

$K = 1.5$

N = Número de días que el ascenso trabaja al año.

Días del año = 365

Días feriados = 5

Domingos en el año = 52

Sábados en el año = 52

Teniendo en cuenta que en la mina se trabaja un sábado sí y uno no, tenemos como días no laborables: 83

$N = 365 - 83$

$N = 282$ días

T = Número de horas que el ascenso trabaja al día.

$T = 14$ horas

Δ = Productividad anual de la mina

$\Delta = 200000 + \Delta'$

Δ' = Valor que corresponde a la masa de esteril a extraer al año y se toma como un 20% de la productividad anual.

$\Delta' = 40000$ ton.

$\Delta = 200000 + 40000$

$$\Delta = 240000 \text{ ton.}$$

$$Q_h = \frac{1.5 \times 240000}{282 \times 14}$$

$$Q_h = \frac{360000}{3948}$$

$$Q_h = 91.18 \text{ ton/h}$$

- b) Determinación de la velocidad máxima permisible en el movimiento del recipiente de ascenso cargado.

$$V_{\text{max.}} \leq 0.8 \sqrt{H}$$

H = altura de ascenso

$$H = H_1 + h$$

H₁ = Profundidad del pozo

$$H_1 = 200 \text{ mts.}$$

h = Suma de la altura de la plazoleta, la altura del recipiente de ascenso incluyendo los dispositivos de enganche y la altura de sobre ascenso

$$h = 25 \text{ mts.}$$

$$H = 200 + 25$$

$$H = 225 \text{ mts.}$$

$$V_{\text{max}} \leq 0.8 \sqrt{225}$$

$$V_{\text{max}} \leq 12$$

$$V_{\text{max}} = 6 \text{ m/seg.}$$

- c) Determinación de la velocidad media del recipiente de ascenso.

$$VM = \frac{V_{\text{max}}}{1.5}$$

$$VM = \frac{6}{1.5}$$

$$VM = 4 \text{ m/seg.}$$

- d) Determinación del tiempo de movimiento del recipiente de ascenso por el pozo teniendo en cuenta los peligros de aceleración y frenado.

$$T_1 = \frac{H}{VM} + 25$$

$$T_1 = \frac{225}{4} + 25$$

$$T_1 = 81.25 \text{ seg.}$$

- e) Determinación del tiempo total de duración de 1 ciclo de ascenso.

$$T = T_1 + \theta$$

θ = Tiempo necesario para la carga y descarga de un recipiente de ascenso, este valor depende del tipo de recipiente de ascenso, para skips de hasta 6 ton.

$$\theta = 8 \text{ seg.}$$

$$T = 81.25 + 16$$

$$T = 97.25 \text{ seg.}$$

- f) Determinación del número de ascensos por hora.

$$N = \frac{3600}{T}$$

Teniendo en cuenta que para el cambio de skips por la jaula y viceversa se requiere de un tiempo de 10 min. - (600 seg) y que del número de ascensos por hora totales se tomará uno para ascenso de personal, obteniendo.

$$n = \frac{3600}{97.25} = 1$$

$$n = 29.92$$

$$n = 30 \text{ ascensos por hora}$$

- g) Determinación de la carga que se debe subir en cada ascenso.

$$q = \frac{Q_h}{n}$$

$$q = \frac{91.18}{30}$$

$$q = 3 \text{ ton.}$$

Para obtener el valor de la carga que se debe subir en cada ascenso en volumen tenemos:

$$1 \text{ m}^3 = 2.54 \text{ ton}$$

$$x = 3 \text{ ton.}$$

$$x = \frac{1 \times 3}{2.54}$$

$$x = 1.2 \text{ m}^3$$

h) Elección del tipo y dimensiones del recipiente de ascenso en base a los cálculos anteriores.

Tipo de skips - basculante

Capacidad = 3 m^3

Ancho = 1100 mm

Largo = 1320 mm

Alto = 2490 mm

Carga útil max = 7 ton

Peso muerto = 3430 kg .

La utilización de un skips con esta capacidad nos permite reducir el número de ascensos por hora, ya que si en cada ascenso subimos 1.2 m^3 realizando 30 ascensos por hora obtenemos un total de 36 m^3 a ascender en 1 hora, - igual cantidad sería posible ascender si efectuamos 12 - ascensos con un skips de 3 m^3 de capacidad.

3.2.2.- Determinación de las dimensiones de la Sección Transversal del pozo.

La Sección Transversal la determinamos basándonos en el método gráfico de acuerdo a las dimensiones de los recipientes de ascenso y de las reglas de seguridad

$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

S = Area útil del pozo

d) = Diámetro del pozo

d = 4 mts.

$$S = \frac{3.14 \times (4)^2}{4}$$

$$S = 12.6 \text{ m}^2$$

3.2.3.- Verificación de la Sección Transversal obtenida según la velocidad del aire establecida.

$$V_{adm} = \frac{\Delta d \cdot q \cdot k_1}{60 \cdot \psi \cdot S_u}$$

Δd = Extracción diaria de la mina

$$\Delta d = \frac{\Delta}{N}$$

$$\Delta d = \frac{240000}{282}$$

$$\Delta d = 851 \text{ ton/día}$$

q = Cantidad de aire en m^3 por minuto por cada tonelada de mineral extraído, según las reglas de seguridad de acuerdo a la categoría de la mina.

$$q = 2.2 \text{ m}^3/\text{min.}$$

K_1 = Coeficiente de irregularidad en la extracción del mineral

$$K_1 = 1.45$$

φ = Coeficiente que tiene en cuenta las partes de la Sección Transversal del pozo ocupadas por la fortificación y por la Sección de escaleras para los pozos de sección circular.

$$\varphi = 0.8$$

S_u = Area útil del pozo

$$S_u = 12.6 \text{ m}^2$$

$$V_{adm} = \frac{851 \times 2.2 \times 1.45}{60 \times 0.8 \times 12.6}$$

$$V_{adm} = 3.9 \text{ m/s}$$

$$V_{adm} \leq 8 \text{ m/s}$$

$$/ \underline{3.9 \text{ m/s} < 8 \text{ m/s}} /$$

CAPITULO IV

CALCULO DE LA PRESION MINERA

Para el cálculo de la presión minera utilizaremos el método propuesto por el Instituto UNIMI de la URSS. Este método se fundamenta en trabajos experimentales realizados durante varios años por dicho Instituto y consiste en proponer una serie de índices y recomendaciones las cuales nos permitan hacer un estudio de tallado de la característica de aparición y manifestación de la presión minera para excavaciones verticales.

Se recomienda tomar como valor de la carga media sobre la fortificación 7 ton/m^2 para el caso de pozos de 6 mts. de diámetro laboreado a través de rocas -- inestables con una profundidad de hasta 400 mts. laborados mediante el esquema común, empleando fortificación monolítica y para un ángulo de buzamiento de las rocas menor de 30° .

Cuando el diámetro del pozo es diferente de 6 mts., se recomienda aumentar o disminuir el valor de la carga media obtenida de la tabla propuesta por el Instituto.

El valor de la presión minera para nuestro pozo de diámetro igual a 4 mts. lo calculamos por la siguiente expresión:

$$P = \left[1 \pm 0.05 (D - 6) \right] P_M$$

$$P = \left[1 \pm 0.05 (4 - 6) \right] 7$$

$$P = 6.3 \text{ ton/m}^2$$

En los tramos que halla enlace del pozo con las excavaciones aledañas se recomienda aumentar la carga obtenida en 1.5 veces.

$$P_e = P \times 1.5$$

$$P_e = 6.3 \times 1.5$$

$$P_e = 9.45 \text{ Ton/m}^2$$

La carga máxima de cálculo sobre la fortificación de la boca del pozo la determinamos por la siguiente expresión

$$P_{\max} = K_a M \left\{ \frac{\gamma_a + \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\rho}{2} \right)}{\gamma - 1} \left[1 - \frac{a}{a + Z \gamma \frac{90 - \rho}{2}} \right] + B \right\}$$

K_a = Coeficiente adimensional que se toma de 1.2 a 1.1 en dependencia de que a sea el radio del pozo - sin fortificar o el radio del pozo fortificado.

$$K_a = 1$$

M = Coeficiente adimensional que se toma igual a 2 si el tramo examinado se encuentra a más de 20 mts. de uniones o enlaces e igual a 3.4 si esa distancia es menor de 20 mts. $M = 2$

γ = Peso volumétrico del mineral

$$\gamma = 2.54 \text{ Ton/m}^3$$

a = Radio del pozo

$$a = 2 \text{ mts.}$$

ρ = Angulo de fricción interna de las rocas

$$\rho = 80^\circ$$

γ = Parámetro adimensional

$$\gamma = 2 T_g \rho T_g \frac{90 - \rho}{2}$$

$$\gamma = 2 T_g 80^\circ T_g \frac{90 - 80^\circ}{2}$$

$$\gamma = 0.98$$

Z = Profundidad de la boca del pozo que se calcula

$$Z = 30 \text{ m.}$$

B = Carga complementaria sobre la fortificación producida por el peso de los edificios y construcciones superficiales que se encuentran a distancia no mayor de 5 Mts. de la boca del pozo.

$$B = \frac{2(a + b) Q}{Lb(2a + b)} \left[\frac{a}{a + Z T_g \frac{90 - \rho}{2}} \right]^\gamma T_g \frac{90 - \rho}{2}$$

b = Distancia de la boca del pozo a la construcción más cercana

$$b = 30 \text{ m.}$$

Q = Peso de las construcciones situadas una distancia menor de 5 mts., oscila de (20 - 40 Ton.).

$$Q = 30 \text{ Ton.}$$

l = Distancia media del pozo

$$l = 100 \text{ m.}$$

$$B = \frac{2 (2 + 30) 30}{100 \times 30 (2(2) + 30)} \left[\frac{2}{2 + 30 T_g \frac{90 - 80}{2}} \right]^{0.98} T_g \frac{90 - 80}{2}$$

$$B = 655 \times 10^{-6} \text{ Ton.}$$

$$P_{MAX} = 1 \times 2 \left\{ \frac{2.54 \times 2 T_g \left(\frac{3.14}{4} - \frac{80}{2} \right)}{0.98 - 1} \right\} \left[\frac{2}{(2 + 30 T_g \frac{90 - 80}{2})} \right]^{0.98 - 1} + 655 \times 10^{-6}$$

$$P_{MAX} = 8.12931 \text{ Ton/m}^2$$

CAPITULO V

ELECCION DEL MATERIAL DE FORTIFICACION. CALCULO DE
LA FORTIFICACION

5.1.. Elección del Material de Fortificación.

Como material de fortificación hemos elegido al hormigón monolítico, fundamentada esta elección en los siguientes aspectos:

a) Vida de servicio de la excavación.

Nuestra excavación es capital o maestra, es decir de una larga vida de servicio.

b) Forma de la sección transversal

La forma de la sección transversal de nuestra excavación es circular.

c) Trabajosidad en la instalación de la fortificación.

Este tipo de fortificación no requiere una gran -- trabajosidad para su instalación.

El material empleado para la fortificación de nuestra excavación debe ser duradero y la fortificación rígida, utilizándose en tales casos: fortificación de hormigón monolítico, fortificación de hormigón-armado o fortificación metálica, pudiendo utilizarse satisfactoriamente la fortificación de hormigón monolítico.

Al elegir este tipo de fortificación cumplimos además con los requisitos económicos.

5.2.- Cálculo de la Fortificación del pozo.

El pozo según su profundidad estará dividido en 3 partes:

- Parte superior o boca del pozo.

En esta parte la fortificación tendrá un espesor mayor que en el resto del pozo, ya que en esta zona que es la más cercana a la superficie, se encuentran las rocas más débiles y además es la zona donde va a incidir el peso de las construcciones superficiales.

- Pozo propiamente dicho

- Parte inferior o caldera

a) Cálculo del espesor de la fortificación para las zonas alejadas de las intersecciones.

$$D_1 = MR \left(\sqrt{\frac{M_t R_c^f}{M_t R_c^f - 2p}} - 1 \right)$$

D_1 = Espesor de la fortificación para zonas alejadas de las intersecciones.

M = Coeficiente que tiene en cuenta las condiciones en que trabaja la fortificación para una fortificación monolítica.

$$M = 1.5$$

M_t = Coeficiente que nos da las condiciones de trabajo del material de fortificación para las zonas alejadas de las intersecciones.

$$M_t = 0.88$$

R_c^f = Resistencia a la compresión del material de fortificación en caso de cargas a flexión.

$$R_c^f = 30 \text{ Kg/cm}^2$$

P = Carga máxima de cálculo

$$P = 6.3 \text{ Kg/cm}$$

$$D_1 = 1.5 \times 2 \left(\sqrt{\frac{0.88 \times 30}{0.88 \times 30 - 2 \times 6.3}} - 1 \right)$$

$$D_1 = 74 \text{ mm}$$

b) Cálculo de la fortificación para las zonas situadas a menos de 20 mts. de las intersecciones.

$$D_2 = MR_1 \left(\sqrt{\frac{M_t R_c^f}{M_t R_c^f - 2 K P}} - 1 \right)$$

M_t = Para las zonas cercanas a las intersecciones y para la boca del pozo

$$M_t = 0.87$$

K = Coeficiente de concentración de tensiones oscila de (2 - 3)

$$K = 3$$

$$D_2 = 1.5 \times 2 \left(\sqrt{\frac{0.87 \times 30}{0.87 \times 30 - 2 \times 3 \times 6.3}} - 1 \right)$$

$$D_2 = 244 \text{ mm}$$

c) Cálculo de la fortificación para la boca del pozo

La boca del pozo según su longitud se dividirá en

2 escalones de 15 mts. de longitud

Para el primer escalón:

$$D_3 = 3 D_2$$

$$D_3 = 3 \times 244$$

$$D_3 = 732 \text{ mm}$$

Para el segundo escalón

$$D_4 = 2 D_2$$

$$D_4 = 2 \times 244$$

$$D_4 = 488 \text{ mm}$$

CAPITULO VI

LABOREO DEL POZO

6.1.- Elección del esquema tecnológico para el laboreo del pozo.

Como esquema tecnológico para el laboreo del pozo - hemos elegido el esquema común ya que con el mismo se puede lograr una gran velocidad de laboreo (con este esquema se han obtenido velocidades de laboreo de hasta 125 metros por mes) y de esta forma se hará posible la rápida puesta en explotación de la mina.

Este esquema consiste en realizar en el mismo eslabón el arranque de la roca y la instalación de la fortificación permanente a medida que avanza el frente.

En este esquema la fortificación permanente formará parte del ciclo de trabajo, la fortificación se instalará después del arranque de la roca a una distancia tal del frente de trabajo que corresponda con la longitud del encofrado móvil que se utilizará, e siendo esta distancia aproximada de 2 metros. El sentido en que se realizarán las operaciones coincidirán, es decir, ambas se ejecutarán de arriba hacia-abajo.

Para la instalación de la fortificación permanente se empleará un encofrado deslizante colocado sobre el frente o sobre un montón de rocas que se deje en el frente. La fortificación se realizará por pasos, los cuales tendrán la misma longitud que el avance del frente por ciclo, en general la fortificación se hará de arriba hacia abajo, pero en cada paso se hará de abajo hacia arriba.

Este esquema tiene como ventajas:

- Ausencia de fortificación temporal
- El área de roca desnuda es pequeña

Como desventajas

- Posibilidad de que se dañen los últimos pasos de la fortificación a causa de los trabajos de perforación y explosivos, en particular en el caso del laboreo de pozos en rocas fuertes y semifuertes.

6.2.- Análisis de las operaciones que constituyen el ciclo de trabajo y de las operaciones auxiliares.

6.2.1. Arranque de la roca

El arranque de la roca se efectuará mediante trabajos de perforación y explosivos, ya que su fortaleza así lo requiere, siendo ésta igual a 6

Trabajos de perforación y explosivos.

- a) Determinación del gasto específico de sustancia explosiva.

Para su determinación emplearemos la metodología de Pakroski.

$$q_o = qf_o v_e$$

q = Coeficiente de explosibilidad de la roca según Pakrovski

$$q = 0.1 f$$

f = Coeficiente de fortaleza según Protodia Konov

$$f = 6$$

$$q = 0.1 \times 6$$

$$q = 0.6$$

f_o = Coeficiente de estructura, el cual se emplea en dependencia de las características de la roca, para rocas agrietadas $f_o = 1.4$

v = Coeficiente de compresión, el cual tiene en cuenta las dimensiones del frente de trabajo y el número de superficies libres, para 2 superficies libres.

$$v = 1.2 - 1.5$$

e = Coeficiente que toma en consideración la capacidad de trabajo de la sustancia explosiva.

En nuestro caso tomamos como sustancia explosiva la amonita #7, porque de acuerdo a la fortaleza de la roca es la más económica.

$$e = \frac{\text{C.T. de la amonita No.7}}{\text{C.T. de la amonita No.6}}$$

$$e = \frac{350}{360}$$

$$e = 0.97$$

$$q_0 = 0.6 \times 1.4 \times 1.5 \times 0.97$$

$$q_0 = 1.2 \text{ kg/m}^3$$

b) Determinación del gasto de sustancia explosiva por ciclo de avance.

$$Q = q_0 V$$

V = Volúmen de roca en un paso de avance

$$V = S_1 l k$$

l = longitud de los barrenos

K = Coeficiente de utilización de los barrenos, este oscila de (0.80 - 0.82) tomando

$$K = 0.82$$

$$l = \frac{\text{avance por día}}{K}$$

El avance por día que se obtendrá al laborear el pozo se determina a partir del plazo de construcción del mismo.

Debido a que dicho plazo no ha sido fijado por la Empresa para la cual se realiza el proyecto, lo hemos establecido teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la práctica mundial, en el laboreo de pozos mediante el esquema común, siendo éste de 8 meses.

Teniendo en cuenta que el plazo de construcción del pozo incluye su armado y que el mismo se realizará al final del laboreo en un tiempo de 2 meses, tenemos que el tiempo para la realización de las restantes operaciones necesarias para la construcción del pozo es de 6 meses, además considerando que se trabajarán 24 días por mes, obtenemos avance por día = $\frac{\text{profundidad del pozo}}{\text{tiempo del laboreo}}$

$$\text{avance por día} = \frac{200}{144}$$

$$\text{avance por día} = 1.4 \text{ mts.}$$

$$l = \frac{1.4}{0.82}$$

$$l = 1.7 \text{ mts.}$$

$$V = 16 \times 1.7 \times 0.82$$

$$V = 22.3 \text{ m}^3$$

$$Q = 1.2 \times 22.3$$

$$Q = 26.76 \text{ kg}$$

c) Determinación del diámetro de los barrenos

$$db = dc + 4 \text{ mm}$$

dc = diámetro de los cartuchos se elige de 32 mm por ser lo más difundidos.

$$dc = 32 \text{ mm}$$

$$db = 32 + 4$$

$$db = 36 \text{ mm}$$

d) Determinación del número de barrenos en el frente

$$N = 1.27 \frac{q_o S_1}{\Delta_a dc^2}$$

Δ = Densidad de la sustancia explosiva

$$\Delta = 1\text{g/cm}^3$$

a = Coeficiente de llenado de los barrenos, oscila en dependencia del diámetro de los barrenos para un diámetro de 36 mm éste se toma.

$$a = 0.8$$

dc = diámetro de los cartuchos

$$dc = 32 \text{ mm}$$

$$N = 1.27 \frac{1.2 \times 16}{1 \times 0.8 \times (3.2)^2} \times 10$$

$$N = 30 \text{ barrenos}$$

e) Determinación de la carga media de sustancia explosiva por barreno.

$$Q_m = \frac{Q}{N}$$

$$Q_m = \frac{26.76}{30}$$

$$Q_m = 0.89 \text{ kg/barreno}$$

La carga media de sustancia explosiva es necesario rectificarla en base a la longitud y destino del -
barreno.

Para los barrenos de corte

$$\begin{aligned}Q_{mc} &= Q_m + 15\% Q_m \\Q_{mc} &= 0.89 + 0.135 \\Q_{mc} &= 1.025 \text{ kg.}\end{aligned}$$

Para los barrenos de arranque

$$\begin{aligned}Q_{ma} &= Q_m - 15\% Q_m \\Q_{ma} &= 0.89 - 0.135 \\Q_{ma} &= 0.755 \text{ kg.}\end{aligned}$$

Para los barrenos de contornos

$$\begin{aligned}Q_{mcon} &= Q_m \\Q_{mcon} &= 0.89 \text{ Kg.}\end{aligned}$$

f) Determinación de la longitud de carga de los barrenos

$$\begin{aligned}l_c &= a l \\a &= \text{Coeficiente mínimo de llenado} \\a &= 0.6 \\l_c &= 0.6 \times 1.7 \\l_c &= 1.02 \text{ mts.}\end{aligned}$$

g) Construcción de la carga de sustancia explosiva en los barrenos.

Utilizaremos la forma alargada continua ya que con esto se garantiza una carga facil y buena explosión. El cebo se colocará a partor del fondo del barreno, siendo ésta la forma más efectiva para utilizar mejor la energía de la exploción, además con la iniciación invertida se reducen los casos de detonación - incompleta.

h) Disposición de los barrenos en el frente.

Se hará en 3 circunsferencias concéntricas con los siguientes diámetros:

$$\begin{aligned}1ra. \text{ circunsferencia} &- 0.37 \times D \\&0.37 \times 4 \\&1.48 \text{ mts.} \\2da. \text{ circunsferencia} &- 0.66 \times D \\&0.66 \times 4 \\&= 2.64\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3ra. \text{ circunsferencia} & - 0.93 \times D \\ & 0.93 \times 4 \\ & 3.72 \text{ mts.} \end{aligned}$$

De un total de 30 barrenos tenemos 15 barrenos de contornos con una separación entre ellos de 0.88 mts., 11 barrenos de arranque con una separación entre ellos de 0.8 mts. y 4 barrenos de corte con una distancia entre ellos de 1.2 mts. Los barrenos tendrán una disposición de cuña.

i) Elección del método y medios de explosión.

La voladura de los barrenos se efectuará utilizando el método eléctrico, con el tipo de enlace en serie.

Los cables que se emplearan serán de cobre con las siguientes características:

Resistencia - $R_M = 17.5 \Omega$ para 100mts.

Area de la Sección Transversal = 0.75 mm^2

Diámetro - $d = 0.98 \text{ mm}$

Longitud de la línea maestra = 400 m

(2 conductores)

Determinación de la resistencia de la línea maestra.

$$\begin{aligned} 1.75 \Omega & \text{ --- } 1000 \text{ m} \\ x & \text{ --- } 400 \text{ m} \\ x & = \frac{17.5 \times 400}{1000} \\ x & = 7 \Omega \end{aligned}$$

Se utilizaran electrodetonadores graduados en milisegundos con una resistencia de 3.5Ω . La red será activada por una máquina explosora marca RKC-1 de fabricación Checoslavaca, la cual tendrá una tensión nominal de 250 volts.

j) Cálculo de la red eléctrica.

$$I = \frac{U}{R_m + r_c + nr}$$

$$\begin{aligned}U &= \text{Tensión nominal} \\U &= 250 \text{ volts} \\R_m &= \text{Resistencia de la línea maestra} \\R_m &= 7 \, \Omega \\r_c &= \text{Resistencia de los conductores, es despreciable} \\n &= \text{Número de electro detonadores} \\n &= 30 \\r &= \text{Resistencia de un electrodetonador} \\r &= 3.5 \, \Omega \\I &= \frac{250}{7 + 30 \times 3.5} \\I &= 2.23 \text{ amp.}\end{aligned}$$

Comprobación:

$$\begin{aligned}I_g &= 2 \text{ amp.} & I &> I_g \\2.23 \text{ amp.} &> 2 \text{ amp.}\end{aligned}$$

6.2.2.- Perforación de los barrenos

Para la perforación de los barrenos se utilizarán 3 perforadoras manuales PR-22, las cuales tienen una productividad teórica de 0.275 m/min.

Cálculo del tiempo de perforación.

$$T_p = \frac{N \cdot l}{N_p \cdot V_n}$$

N = Número de barrenos

N = 30 barrenos

l = longitud de los barrenos

l = 1.7 mts.

N_p = Número de perforadoras que trabajan simultáneamente en el frente.

N_p = 3 Perforadoras

V_n = Velocidad normada de perforación, se toma según la experiencia mundial entre U_n --- (60 - 70 %) de la velocidad pura teórica de perforación, en nuestro caso tomamos 60% por lo que:

$$V_n = 0.275 \text{ m/min} \times 0.60$$

$$V_n = 0.165 \text{ m/min}$$

$$T_p = \frac{30 \times 1.7}{3 \times 0.165}$$

$$T_p = 10^4 \text{ minutos}$$

6.2.3.- Carga y explosión de los barrenos.

Este proceso consta de las siguientes operaciones:

- Preparación de los cartuchos de sustancias explosivas en la superficie.
- Envío de la s.e. al frente de trabajo
- Instalación de la red explosora

Cálculo del tiempo de carga y explosión de los barrenos.

$$T_{c, \text{ exp. }} = \frac{N t^1}{N_o}$$

N = Número de barrenos

N = 30 barrenos

t^1 = Tiempo de carga y explosión de los barrenos

t^1 = 2 - 3 min.

N_o = Número de hombres dedicados a esta operación, en pozos es de (2 - 3) hombres

N_o = 3

$$T_{c, \text{ exp. }} = \frac{30 \times 2}{3}$$

$$T_{c, \text{ exp. }} = 20 \text{ min.}$$

6.2.4.- Ventilación del frente de trabajo.

El aire en el frente de trabajo puede sufrir enraquecimiento debido a:

- Desprendimiento de gases en las rocas atravesadas durante el laboreo del pozo.
- Trabajos con explosivos
- Respiración de los obreros que trabajan en el frente

Para crear las condiciones necesarias que permiten el desarrollo normal de los trabajos realizamos la ventilación del frente de trabajo, la cual la realizamos con un ventilador parcial.

El esquema de ventilación que utilizaremos será el de compresión ya que con este esquema el chorro de

ANEXO N° 2

ESQUEMA DE VENTILACION



aire fresco a presión que sale de las tuberías nos garantiza una rápida eliminación del aire visiado - del frente. *Ver anexo N° 2*

a) Determinación de la cantidad de aire necesaria - para la ventilación del frente.

El aire fresco que se enviará al frente de trabajo para eliminar los gases producidos por la explosión será tal que en el momento en que llegan los obreros al frente, las partículas dañinas -- que se formaron habrán sido eliminadas en un tiempo de 30 minutos.

Para su determinación emplearemos la expresión de Varonin:

$$Q_n = 0.13 \frac{S_l}{t_v} \sqrt[3]{\frac{\Delta Se H^2 K_h}{P^2}}$$

S_l = Area de laboreo del pozo

S_l = 16 m²

t_v = Tiempo de ventilación

t_v = 30 min.

ΔSe = Cantidad de sustancia explosiva explotada - simultáneamente en el frente

ΔSe = 27 Kg.

H = Profundidad del frente de trabajo, como es variable tomaremos dicha profundidad para la situación más difícil, es decir para la última etapa de laboreo del pozo.

H = 198 m

K_h = Coeficiente de humedad, su valor se ha establecido en base a la influencia que tiene la presencia del agua en el pozo, en la disminución de la concentración inicial de gases que se forman al realizarse la explosión.

K_h = 1

P = Coeficiente de pérdidas de aire que se producen en la tubería, se establece en dependencia del diámetro de la tubería. Para un diámetro de la tubería de 0.45 m

P = 0.96

$$Q_n = 0.13 \frac{16}{30} \sqrt[3]{27 \times (198)^2 \times 1}$$

$$Q_n = 7.4 \text{ m}^3/\text{s}$$

Comprobación:

$$\frac{Q_n}{S_1} > Q \text{ seguridad}$$

$$Q \text{ seguridad} = 0.45 \text{ m/s}$$

$$\frac{7.4}{16} > 0.45$$

$$0.4625 > 0.45$$

b) Cálculo de la depresión del ventilador

$$h = \frac{\lambda P L Q_n^2}{St^3}$$

λ = Coeficiente de resistencia aereodinámica de la tubería

$$\lambda = 0.017$$

L = Longitud de la tubería

$$L = 170 \text{ m}$$

St = Sección de la tubería

$$St = 0.16 \text{ m}^2$$

$$h = \frac{0.017 \times 0.96 \times 170 \times (7.4)^2}{(0.16)^3}$$

$$h = 5935 \text{ mm de la columna de agua}$$

c) Cálculo de la potencia del motor del ventilador.

$$N = 1.02 \frac{h Q_n}{102 \eta}$$

η = Rendimiento del motor

$$\eta = 0.85$$

$$N = 1.02 \frac{5935 \times 7.4}{102 \times 0.85}$$

$$N = 532 \text{ Kw}$$

d) Elección del ventilador

El ventilador elegido es el BM-8 que presenta las siguientes características técnicas:

Productividad: $450 \text{ m}^3/\text{min}$

Diámetro de la tubería de entrada y salida: 450 mm

Presión total : 315 kg/m^2

Altura del equipo: 950 mm

Tipo de Mecanismo: Eléctrico

6.2.5.- Saneamiento del frente de trabajo.

Con esta operación se inicia el turno de trabajo antes de la llegada de los obreros al frente de trabajo para comenzar la operación de carga de la roca, -- es necesario revisar tanto el frente de trabajo como los lados del pozo, el equipamiento suspendido y la fortificación.

En el frente se revisa si todos los barrenos han hecho explosión, ésto se puede realizar visualmente -- con la ayuda de una barreta, en los casos en que no hallan explotado todos los barrenos, el minero autorizado para esta operación debe liquidar dichos barrenos. Para ésto paralelamente al barreno que no ha explotado y a una distancia de 30 cm. se perforan 1- ó 2 barrenos, los cuales se cargan y se explotan.

Además es necesario cerciorarse en que estado se encuentran las rocas de los lados del pozo.

El tiempo de duración de esta operación para pozos -- es de 20 min.

$T_s = 20 \text{ min.}$

6.2.6.- Carga de la roca

Durante el laboreo del pozo la operación más dificultosa es la carga de la roca y puede ocupar de un 50 - 60 % del tiempo de duración total del ciclo.

La dificultad en la carga se deberá a las siguientes causas.

- Limitaciones en el espacio de trabajo
- Flujo de agua en el frente
- Necesidad de mover la máquina cargadora a medida -- que avance el frente y antes y después de cada explosión.

- Dependencia que existirá entre la productividad de la operación de carga y la productividad de la instalación de ascenso.

Además tenemos que sobre la productividad de la máquina cardora influyen una serie de factores como son:

- Grado de fragmentación de la roca
- Fortaleza de la roca
- Particularidades constructivas de la máquina
- Cantidad de máquinas que trabajen simultáneamente en el frente.
- Altura de ascenso
- Presión de aire comprimido
- Características de la instalación de ascenso, de la eliminación del agua.

Para la carga de la roca utilizaremos una máquina tipo Greyfer con el control manual en el frente de trabajo marca KC-3 neumática, la cual posee las siguientes características técnicas.

Productividad teórica = $15 \text{ m}^3/\text{h}$

Volúmen del Greyfer = $0.22, \text{ m}^3$

Consumo de aire comprimido = $3.25 \text{ m}^3/\text{min.}$

Esta máquina se utiliza optimamente en pozos de $16-18 \text{ m}^2$ de área.

Como recipientes de ascenso en esta etapa de laboreo se utilizarán 3 tinas de 0.8 m^3 de capacidad. - El esquema de carga que utilizaremos es el siguiente:

Cuando una tina está siendo cargada, otra sube llena y por el otro lado baja la otra vacía.

Cálculo del tiempo de carga de la roca.

$$T_c = \frac{S_1 L K \mu K_e}{P_c \psi}$$

S_1 = Área de laboreo de la excavación

$S_1 = 16 \text{ m}^2$

L = Longitud de los barrenos

$L = 1.7 \text{ mts.}$

K = Coeficiente de utilización de los barrenos, $0.82.$

M = Coeficiente de sección excedente, tomamos el óp-
Osea = 1.05

K_e = Coeficiente de esponjamiento de la roca, se toma
como promedio 1.5

P_c = Productividad teórica de la cargadora, $15 \text{ m}^3/\text{h}$
de roca esponjada.

φ = Coeficiente de utilización de la cargadora

$\varphi = 0.84$

$$T_c = \frac{16 \times 1.7 \times 0.82 \times 1.05 \times 1.5}{15 \times 0.84} \times 60$$

$T_c = 168 \text{ min.}$

Tendremos en cuenta un tiempo de 30 min. para reali-
zar las diferentes operaciones que se necesitan rea-
lizar para llevar a cabo la carga de la roca como --
son: bajada y subida de la máquina, traslado de una-
tina a otra, etc. por tanto el tiempo para la carga-
de la roca será:

$T_c = 198 \text{ min.}$

6.2.7.- Instalación de la fortificación del pozo.

La instalación de la fortificación del pozo formará
parte del ciclo de trabajo debido a que el esquema-
tecnológico elegido para el laboreo del pozo es el-
común.

Esta operación se realizará utilizando un encofrado
del tipo por secciones, el cual tendrá una altura --
de 1.4 mts. y un diámetro de 4 mts. El encofrado --
estará suspendido por cables y se moverá con la ayu-
da de un winche.

Después de colocado el encofrado se vierte la mez-
cla de hormigón detrás del mismo, esta mezcla de --
hormigón en estado seco se prepara en la superficie
y se lleva al frente mediante una tubería. Para rea-
lizar la fortificación los obreros se sitúan sobre-
una plataforma suspendida por cables.

La fortificación del pozo se instalará por pasos de
1.4 mts. coincidiendo con el avance del frente de --
trabajo.

Cálculo de Tiempo Fortificado.

La norma de fortificación al emplear un encofrado por Secciones y para un espesor de la fortificación de -- 244 mm, es de 3.33 m³/hombre-turno.

Según datos suministrados por la E.M.S. en turno de 8 horas:

$$V_f = (S_1 - S) L$$

V_f = Volúmen a fortificar

S_1 = Area de laboreo del pozo

$$S_1 = 16 \text{ m}^2$$

S = Area útil del pozo

$$S = 12.6 \text{ m}^2$$

L = Longitud del encofrado

$$L = 1.4 \text{ mts.}$$

$$V_f = (16 - 12.6) 1.4$$

$$V_f = 4.76 \text{ m}^3$$

Elegimos una Brigada de fortificación de 4 obreros.

De acuerdo a la norma de fortificación tenemos que un obrero fortifica en una hora un volúmen de:

$$3.33 = 8 \text{ h.}$$

$$X = 1 \text{ h.}$$

$$X = \frac{3.33 \times 1}{8}$$

$$X = 0.415 \text{ m}^3$$

o sea: 0.415 m³/hombre-hora

Por lo que se necesita para realizar la operación de fortificación un tiempo

$$T_f = T_f^1 + 24 \text{ min.}$$

$$T_f^1 = \frac{4.56}{0.415 \times 4} \times 60$$

$$T_f^1 = 162$$

$$T_f = 162 + 24$$

$$T_f = 186 \text{ min.}$$

6.2.8.- Desague del frente de Trabajo.

Durante el laboreo del pozo el frente de trabajo se verá afectado por la presencia de agua, lo que influye negativamente sobre la calidad y velocidad de la laboreo.

Para eliminar el agua del frente de trabajo se enviará ésta hasta la superficie en las tinas, conjuntamente con las rocas que son arrancadas durante el laboreo -- del pozo. Este método consiste en que después de carga da la tina con la roca explosionada se llenan con agua los espacios que quedan entre las rocas. El proceso de llenado de la tina con agua se efectuará durante el -- proceso de carga de la roca mediante una bomba manual. La cantidad de agua que puede ser extraída por este mé todo viene dada por:

$$Q = V_t N K_1 K_2$$

V_t = Volúmen de la tina

$$V_t = 0.8 \text{ m}^3$$

N = Número de ascensos de la tina por hora

$$N = 15$$

K_1 = Coeficiente que tiene en cuenta el volúmen de los espacios vacíos entre las rocas, varía en depen-- dencia de la fortaleza de la roca.

$$K_1 = 0.4 - 0.5$$

K_2 = Coeficiente de llenado de la tina

$$K_2 = 0.75 - 0.8$$

Se utilizaron 3 tinas

$$Q = 3 \times 0.8 \times 15 \times 0.4 \times 0.75$$

$$Q = 10.8 \text{ m}^3/\text{h}$$

De acuerdo a los datos tomados del informe hidrogeológico mediante este método se podrá eliminar el agua afluyente al frente de trabajo que será de $7 - 8 \text{ m}^3/\text{h}$. . .

La bomba manual utilizada tendrá las siguientes caracte-- rísticas técnicas.

Marca : MC

Gasto por hora: 2.3 gls./h

Productividad : $18 \text{ m}^3/\text{h}$

6.2.9.- Abastecimiento de aire comprimido al frente.

Los equipos fundamentales empleados para el laboreo -- del pozo que requieren aire comprimido para su funcio-- namiento son: 3 máquinas perforadoras y una máquina -- cargadora. La exigencia de aire comprimido a causa de estos equipos se determina por la siguiente expresión.

$$Q = A_1 (q_1 K_1 B_1 + q_2 K_2 B_2 + q_3) + q_4$$

A_1 = Coeficiente que tiene en cuenta las pérdidas de aire en los equipos.

$$A_1 = 1.2 - 1.3$$

q_1 = Gasto de aire comprimido de las perforadoras.

$$q_1 = 2.8 \text{ m}^3/\text{min.}$$

K_1 = Número de perforadoras

$$K_1 = 3$$

B_1 = Coeficiente de simultaneidad durante el trabajo de las perforadoras

$$B_1 = 0.75$$

q_2 = Gasto de aire comprimido de la máquina cargadora.

$$q_2 = 3.25 \text{ m}^3/\text{min.}$$

K_2 = Número de máquinas cargadoras

$$K_2 = 1$$

q_3 = Gasto de aire comprimido por otros consumidores, tomamos un 10% del gasto de aire comprimido total.

$$q_3 = 1.2 \text{ m}^3/\text{min.}$$

q_4 = Pérdida de aire en las tuberías

$$q_4 = \frac{a}{60} \sum L$$

a = Magnitud promedio de las pérdidas de aire comprimido para cada Km de tubería

$$a = 90 - 125 \text{ m}^3/\text{h}$$

L = Longitud de la tubería

$$L = 170 \text{ m.}$$

$$q_4 = \frac{90 \times 170}{60} = 255$$

$$q_4 = 2.55 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q = 1.2 (2.8 \times 3 \times 0.75 + 3.25 \times 1 + 1.2) + 2.55$$

$$Q = 15.4 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Para abastecer esta cantidad de aire comprimido al frente de trabajo se utilizará un compresor estacionario con las siguientes características:

Marca: BP - 20/8 m

Presión: 8 atm

Productividad: 20 m³/min.

6.3.- Seguridad de los trabajos durante el laboreo del pozo.

La técnica de seguridad juega un gran papel en el mejoramiento de las condiciones de trabajo y su productividad, ya que cuando se toman y cumplen todas las medidas de seguridad en el trabajo, la productividad del mismo aumenta y además contribuye a la preservación del valor de mayor importancia en una sociedad socialista, el hombre.

Durante el laboreo del pozo se pueden presentar variadas causas de accidentes entre las que tenemos:

1. Ruptura de los cables y caída de los medios de transporte.
2. Subida o bajada de personal a los medios de transporte cuando estos se encuentran en movimiento.
3. Interferencia de la fortificación con los medios de transporte.
4. Lesión del personal por la fortificación
5. Caída de fragmento de rocas, objetos o equipos-
6. Puesta en movimiento de los medios de transporte inoportunamente.
7. Mala iluminación

Es por ello que se deben cumplir una serie de medidas de seguridad entre las que tenemos:

1. Revisión y mantenimiento periódico de los cables
2. Cambiar periódicamente el cable de posición
3. No permitir manipular el sistema de señales a personal ajeno al mismo.
4. Prohibir al personal la subida o bajada a los medios de transporte si éstos no están bien detenidos.
5. El operador del winche debe ser un obrero calificado al afecto.
6. Revisar periódicamente el estado de la fortificación del pozo.
7. En caso que se produzca un incendio no se permitirá el paso de personal a extinguir el incendio, en este caso debe realizarse lo que está establecido para ello.

8. La iluminación en el pozo debe ser la requerida

6.4.- Organización de los trabajos durante el laboreo del pozo.

6.4.1.- Ciclograma del trabajo.

Para el laboreo de los pozos, debido a las condiciones difíciles de trabajo, actualmente se acostumbra a utilizar a nivel mundial una organización de trabajo con turnos de 6 horas, no obstante a esto y debido a lo orientado por la EMS nosotros en este trabajo en el laboreo del pozo se ejecutará un turno diario de 8 horas, el cual corresponderá al ciclo de trabajo que contará de las siguientes operaciones principales.

- Saneamiento
- Carga de la roca
- Fortificación
- Perforación de los barrenos
- Carga y explosión de los barrenos
- Ventilación

Tomamos en consideración que el desagüe se efectuará durante la operación de carga de la roca.

La operación de instalación de la fortificación y la operación de carga de la roca se simultánearán durante los minutos finales de ejecución de esta última (es decir en los últimos 24 min)

6.4.2.- Composición de la Brigada de Trabajo.

En la ejecución de las diferentes operaciones necesarias para el laboreo del pozo se propone una Brigada compuesta por 6 obreros con las siguientes calificaciones convencionales, las cuales son fácilmente ajustables a la existente en la Empresa.

- 1 Minero A
- 2 Mineros B
- 3 Mineros C

CICLOGRAMA

30

6.4.3.- Actividad de los obreros de la Brigada de Trabajo por Operaciones.

Saneamiento.

Con esta operación se inicia el ciclo de trabajo la misma es realizada por el número A, por ser el de mayor experiencia dentro de la Brigada y suponerse capacitado para ello, ésta operación tiene una duración de 20 min.

Carga de la Roca:

Esta operación es la que mayor tiempo ocupa dentro del ciclo de trabajo, la misma es realizada por el número A y dos mineros C, en tanto dos mineros B y un minero C realizan operaciones auxiliares tales como la eliminación el agua y el ascenso.

Fortificación.

Esta operación es realizada por 4 obreros, uno A un minero B y dos mineros C, inicialmente trabajan uno B y uno C, pasando el minero A y el minero C a realizar este trabajo al terminar la carga de la roca, los otros dos obreros estarán realizando operaciones auxiliares como alargamiento de cables y de las tuberías y otros.

Perforaciones de los barrenos.

Esta operación la realiza el minero A, dos mineros B y dos mineros C, el otro minero se encuentra realizando operaciones auxiliares.

Carga y explosión de los barrenos.

Esta operación es realizada por el minero A y dos mineros B, los otros mineros se retiran del pozo como señalan las normas de seguridad al respecto.

Ventilación.

Con esta operación concluye el ciclo de trabajo, dejando el frente de trabajo libre de los gases que se producen a causa de la explosión, la misma tiene una duración de 30 min.

COSTO POR CONCEPTO DE MATERIALES

No.	Denominación	Unidad de Medida	Precio Unitario	Consumo Por ciclo	Costo Por ciclo	Costo Total
1	Amonita No. 7	Kg	0.60	27	16.20	2332.8
2	Electrodetonador	Unidad	0.06	30	1.80	259.20
3	Hormigón	M ³	16.50	4,82	79,53	11452.32
4	Otros Materiales					1404.43
5	TOTAL					15448.75

COSTO POR CONCEPTO DE SALARIO

No.	Profesión	Categoría Salarial	No. Obreros por Turno	Tarifa Horaria	Tarifa por Turno	Salario por Día	Salario Total
1	Minero	A	1	1.50	12.00	12.00	1728.00
2	Minero	B	2	1.25	10.00	20.00	2880.00
3	Minero	C	3	0.90	7.20	21.60	3110.40
4	Total						7718.40

COSTO POR CONCEPTO DE ENERGIA

No.	Equipos	Tipo de Energía	Consumo de Energía	Costo Unitario Asumido	Costo Por turno	Costo Total
1	Perforadora	Neumática	2.8 m ³ /min	0.01	8.74	1258.56
2	Maq Cargadora	Neumática	3.28 m ³ /min	0.01	6.50	936.00
3	Bomba	Combust	2.3 gls/h	0.19	0.07	10.08
4	Ventilador	Electric	3192 kw/h	0.01	255.36	36771.84
5	Compresores	Electric	538 kw/h	0.01	27.08	3899.52
6	Maq de Ascenso	Electric	2400 kw/h	0.01	192.00	27148.00
7	TOTAL					70523.92

COSTO POR CONCEPTO DE DEPRECIACION

No.	Denominación del Equipo	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Norma de Deprecia- ción.	Deprecia- ción Anual	Deprecia- ción Tiem- po de Tra- bajo.
1	Perforadora	3	300.00	900.00	50%	150.00	71.16
2	Máq. Cargadora	1	12000.00	12000.00	20%	2400.00	946.85
3	Bomba	1	70.00	70.00	25%	17.50	6.90
4	Compresor	1	6000.00	6000.00	20%	1200.00	473.4
5	Máq. de Ascenso	1	120000.00	120000.00	20%	24000.00	9468.49
6	Encofrado	1	250.00	250.00	20%	50.00	19.72
7	Ventilador	1	850.00	850.00	20%	170.00	67.07
8	Total						21996.59

6.5.- Cálculo Económico.

- Tabla de los costos por concepto de salario
- Tabla de los costos por concepto de depreciación.
- Tabla de los costos por concepto de energía
- Tabla de los costos por concepto de materiales.

Cálculo Económico

a) Determinación del costo directo

$$Cd = Cs + Cdep + Cc + Cm$$

Cs = Costo por concepto de salario

$$Cs = \$7718.40$$

Cdep = Costo por concepto de depreciación

$$Cdep = \$21996.59$$

Ce = Costo por concepto de energía

$$Ce = \$70523.92$$

Cm = Costo por concepto de materiales

$$Cm = \$15448.75$$

$$Cd = 7718.40 + 21996.59 + 70523.92 + 15448.75$$

$$Cd = \$115687.66$$

b) Determinación del costo general

$$Cg = K Cd$$

K = Coeficiente que se establece en dependencia de la productividad de la mina.

$$K = 0.3$$

$$Cg = 0.3 \times 115687.66$$

$$Cg = \$34706.298$$

c) Determinación del costo inducido

$$C_I = K_1 (Cd + Cg)$$

K_1 = Coeficiente que oscila (0.15 - 0.25)

$$K_1 = 0.15$$

$$C_I = 0.15 (115687.66 + 34706.298)$$

$$C_I = \$22559.093$$

Queremos aclarar que el cálculo económico se ha realizado solamente para la etapa de laboreo del pozo.

6.6.- Armado del Pozo.

El armado del pozo se ejecutará en un tiempo de 2 meses.

Este consta de las siguientes operaciones:

- 1) Instalación de las viguetas o vigas cortas.
- 2) Instalación de las guías rígidas
- 3) Construcción de la sección de escaleras
- 4) Colocación de las tuberías y cables

El esquema que se empleará para el armado del pozo será el sucesivo, donde las viguetas se instalarán a toda la profundidad del pozo de arriba hacia abajo, esta operación se realizará desde una plataforma de trabajo, la cual se encontrará suspendida por cables y movida por un winche. Simultáneamente con la instalación de las viguetas se construirá la, sección de escaleras. Posteriormente se instalarán las guías rígidas, también de arriba hacia abajo y desde la misma plataforma de trabajo.

A pesar de que este esquema posee como desventaja - las pérdidas de tiempo que se producen en el cambio de una operación a otra, tiene como ventajas que es un esquema simple, por lo que la organización del - trabajo no es compleja y requiere para su ejecución un menor número de obreros.

CAPITULO VIILaboreo del pozo con el empleo de métodos especiales.

Atendiendo a las condiciones que presenta el yacimiento Barrancas en cuanto a la presencia de agua, se hace necesario el estudio de un método especial para el laboreo del pozo.

A causa de no poseer los datos suficientes en cuanto a la cantidad de agua existente y lugares picos de su manifestación nos vemos en la necesidad de elegir un método especial que proteja todo el pozo como es el de cementación, ya que elegir métodos sectoriales no es posible en este caso. El método elegido consideramos que no es el óptimo para las condiciones del yacimiento, pero por la carencia de datos ya señalada y queriendo cumplimentar las solicitudes de la EMS no tenemos otra opción.

7.1.- Laboreo del pozo con la cementación previa desde la superficie.

Este método de cementación previa desde la superficie se recomienda emplear en rocas agrietadas fuertes y porosas donde existe gran afluencia de agua, la esencia del mismo consiste en rellenar los poros y grietas por las cuales pasa el agua con una mezcla de cemento, formando así una especie de cilindro o cortina protectora alrededor del futuro pozo.

La cementación puede realizarse antes de comenzar el laboreo del pozo, denominándose entonces previa y también puede realizarse desde el frente de trabajo en el pozo para densificar las rocas detrás de la fortificación denominándose entonces posterior. Nosotros aplicaremos la primer variante.

La inyección de la mezcla de cemento se puede hacer por el esquema circular y por el esquema de compresión. En el primer caso la mezcla se inyecta a presión constante recirculando la que no es absorbida por la roca, en tanto por la segunda variante la presión de inyección se va aumentando, con lo que se logra que las rocas absorban toda la mezcla.

En nuestro caso aplicaremos el esquema de compresión. En la actualidad la cementación previa desde la superficie se realiza para pozos de cualquier profundidad y normalmente se realiza en el período preparatorio por lo cual no representa ninguna pérdida de tiempo.

Para realizar la cementación desde la superficie, alrededor del futuro pozo se perforan una serie de taladros los cuales deben atravesar la zona que se va a cementar y llegar a una roca estable. Estos taladros se disponen en una circunferencia concéntrica al pozo con un diámetro de (4 - 5) mts. mayor que el del pozo y con una distancia entre taladros para pozos con profundidades entre (100 y 200) mts. se elige de aproximadamente 2500 mm. La perforación de estos taladros se realiza con perforadoras de rotación usadas habitualmente con lavados. En caso de rocas inestables se hace el lavado con una solución de arcilla.

Cuando se perforan taladros de más de 100 mts. de profundidad cada 30 mts. hay que verificar su desviación de la vertical, la cual no debe exceder de 0.5%.

Habitualmente estos taladros se perforan en parejas de dos en dos inicialmente dos colocados en diámetro opuestos y después dos perpendiculares a los anteriores y dispuestos también en diámetros opuestos.

Es posible realizar la cementación a toda la profundidad de los taladros, pero cuando existen varios horizontes acuíferos que tengan distintas características de agrietamiento, por esta variante no se obtiene buenos resultados, debiéndose entonces realizar la cementación por zonas.

En calidad de sustancia cementante se puede utilizar una solución de cemento (cemento y agua), esta solución se denomina simple y resulta muy costosa por lo que habitualmente se utiliza una solución compleja de arcilla, arena cemento y agua, la cual nosotros proponemos utilizar.

El laboreo del pozo se comenzará a realizar una vez realizada la cementación previa a su alrededor empleandose para ello las vías normales.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

A la hora de confeccionar el Proyecto de Laboreo del pozo hemos tenido presente el cumplimiento de las condiciones de seguridad y económica, de forma tal que a la vez que se garantiza el trabajo seguro de los obreros participantes en su construcción, ser posible llevar a cabo su ejecución por ser una obra rentable para la economía del país en los momentos actuales.

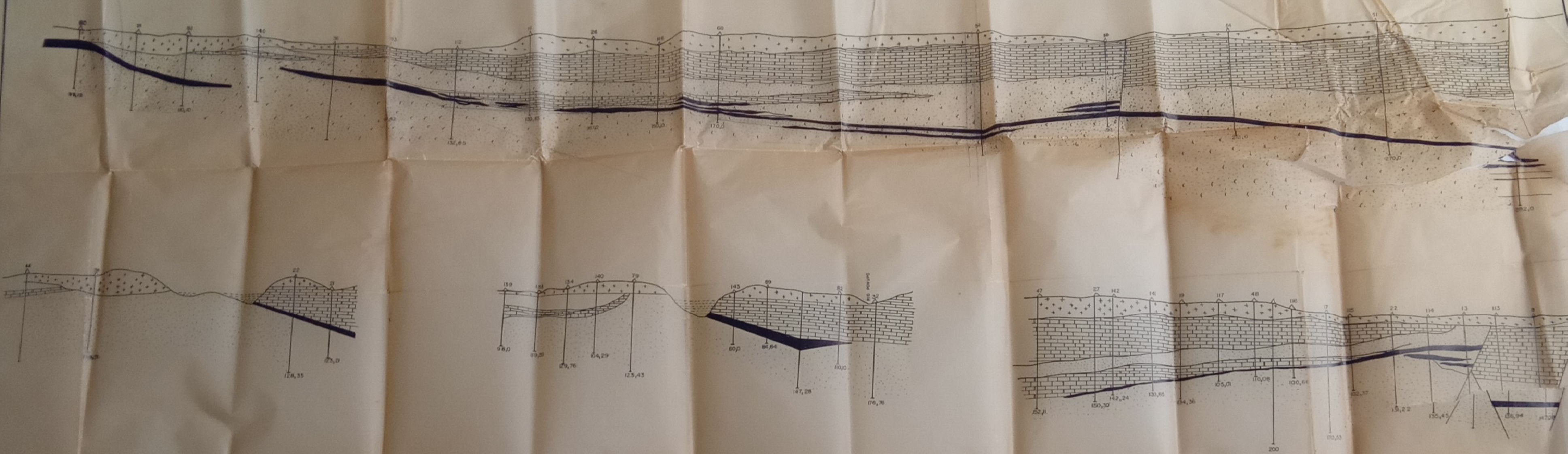
Una vez finalizado el trabajo hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- 1.- El pozo tendrá una profundidad de 200 mts. y la forma de la sección transversal será circular.
- 2.- El área de laboreo de la sección transversal será -- igual a 16 m^2 . y el área útil será 12.56 m^2 .
- 3.- En la etapa de explotación se utilizará como recipiente de ascenso el skips con capacidad de 3 m^3 y en la etapa de laboreo se utilizan 3 tinas de 0.8 m^3 de capacidad.
- 4.- La fortificación será de hormigón monolítica con una resistencia a la compresión de 30 kg/cm^2 y tendrá un espesor de 244 mm.
- 5.- El avance que se obtiene al laborear el pozo es de -- 1.4 m/día .
- 6.- El arranque de la roca se realizará por trabajos de perforación y explosivos, utilizando 3 perforadora PR-22 que perforan barrenos de 1.7 mts. de longitud.
- 7.- La ventilación del frente de trabajo se hará por el esquema a compresión utilizándose un ventilador BM-8 con una productividad de $450 \text{ m}^3/\text{min}$.
- 8.- La carga de la roca se hará mediante una máquina cargadora KC-3.
- 9.- Para el laboreo del pozo se realizará un turno diario de trabajo con una duración de 8 horas empleándose una -- Brigada de trabajo compuesta por 6 obreros.

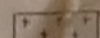
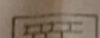
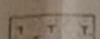
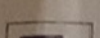
10.- El laboreo del pozo se realizará por el esquema común, también se realizará con el empleo de métodos especiales en nuestro caso cementación previa desde la superficie.

Recomendaciones:

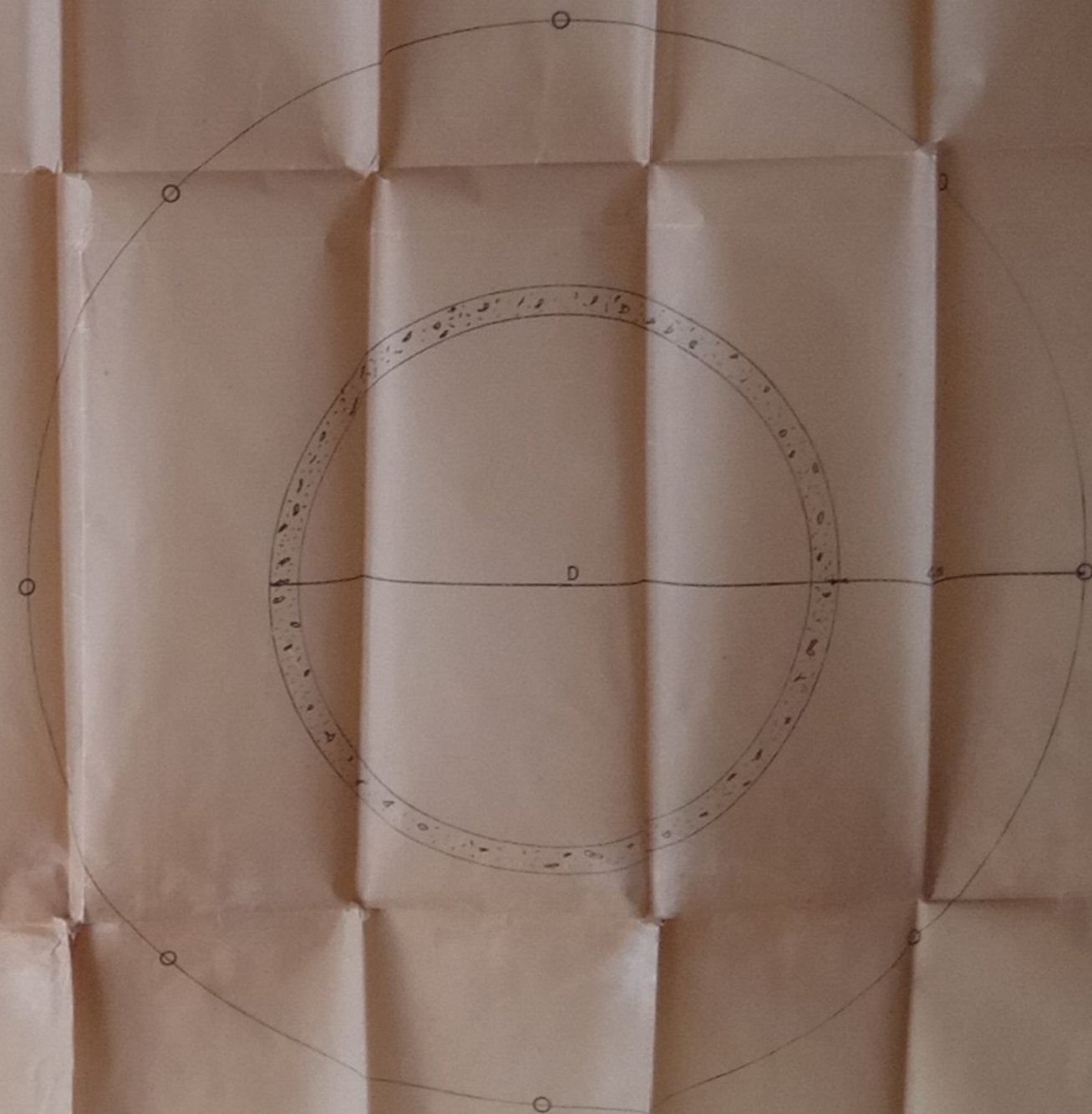
- 1.- Recomendamos que se realice un estudio hidrogeológico profundo en la zona del yacimiento Barrancas.
- 2.- Recomendamos que una vez obtenida la información hidrogeológica necesaria se realice el proyecto del laboreo del pozo con el empleo del método especial más idóneo.
- 3.- Recomendamos que en futuros trabajos se analice la posibilidad de utilizar el agua del yacimiento para fines de consumo atendiendo a las características de esta zona.
- 4.- Recomendamos que se analice la posibilidad de unificar el equipamiento que se propone la EMS para los trabajos.



LEYENDA

-  DEPOSITOS DEL CUATERNARIO
-  CALIZA
-  ARENISCA TOBACEA
-  MINERAL
-  POZO

MES	INST. SUP. MINERO METAL	FACULTAD DE MINERIA
ESC. 1.2000.	PROYECTO DE DIPLOMA	
Alumno: M. ALEMAN	PROYECTO DE LABORES DEL POZO DEL TACIM BARRANCAS	
Guia: R. BLANCO	PERFILES REPRESENTATIVOS	
MOA	HOL GUIN	PIEZA 20-B



NO.	NO.	INSTITUTO METALURGICO
NO.	NO.	AD. DE INGENIERIA
NO.	NO.	DE DIPLOMA
NO.	NO.	LA OROFOLIA DEL 1020 DE
NO.	NO.	LA OROFOLIA DEL 1020 DE
NO.	NO.	CEMENTO DE PASTA
NO.	NO.	LA OROFOLIA DEL 1020 DE
NO.	NO.	LA OROFOLIA DEL 1020 DE