

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



“PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL CIERRE DEL DEPOSITO DE RELAVES Y OBRAS MENORES COMPLEMENTARIAS DE LAS MINAS ARIRAHUA S. A.”

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

PEDRO ENRIQUE ARTICA DUEÑAS

Lima – Perú

2008

INFORME DE INGENIERIA PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

I. TITULO

“Procesos Constructivos del Cierre del Depósito de Relaves y Obras Menores Complementarias de las Minas Arirahua S.A”

II. NOMBRE DEL GRADUANDO

PEDRO ENRIQUE ARTICA DUEÑAS

III. LUGAR DONDE SE DESARROLLARÁ EL INFORME

Minas Arirahua S.A. ubicado en el paraje Arirahua, Distrito de Yanaquihua, Provincia de Condesuyos, Departamento de Arequipa.

IV. OBJETIVO

El objetivo general es conocer los procesos constructivos que se desarrollan en la operación de unidades mineras pequeñas, siendo este un importante campo de acción para los profesionales de ingeniería civil, donde se parte desde el diseño hasta la construcción de las obras a través de las diferentes modalidades de ejecución.

Objetivos específicos:

1. Obras de infraestructura relevantes en unidades mineras subterráneas.
2. Nociones para la concepción de proyectos y elaboración de expedientes técnicos, así como su desarrollo y ejecución dentro de unidades mineras.
3. Obras civiles que contempla un plan de cierre de una relavera de una unidad minera considerada dentro de la pequeña minería.
4. Mostrar algunos estándares de la calidad constructiva que se utilizan en minería subterránea semi mecanizada.
5. Nociones a tener en cuenta al realizar una infraestructura minera, especializadas en cierre de minas.

INDICE

INDICE

LISTA DE TABLAS	III
LISTA DE GRAFICOS	IV
LISTA DE FOTOS	V
LISTA DE CUADROS	VI

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I.- CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE MINERIA	3
1.- Situación actual de infraestructura en minería	3
2.- Definiciones	6
3.- Minas Arirahua S.A.	7
CAPITULO II.- OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EN MINERIA	11
1.- Cierre de minas	11
2.- Cimentación de equipos y otros	12
3.- Campamentos	12
4.- Instalación de tuberías de transporte de relaves	13
5.- Muros de contención	14
6.- Reservorios	14
7.- Captación del agua, para el consumo de la mina y para la ejecución de las obras	15
CAPITULO III.- DESARROLLO DE PROYECTOS EN MINAS ARIRAHUA S.A. (INGENIERIA, PROCURA Y CONSTRUCCIÓN)	17
1.- Generalidades y concepción del proyecto	17
2.- Fases del proyecto	18
3.- Especificaciones técnicas de operaciones de construcción de mayor incidencia	20
CAPITULO IV.- CASOS DE ESTUDIO	29
1.- Plan de cierre de la Relavera Yareta	29
2.- Reservorio de 900 m ³	50
3.- Cimentación de Equipos	53

CAPITULO V.- EJECUCIÓN DE OBRAS, CONTRATOS, ADJUDICACIONES Y SUPERVISIÓN	55
1.- Ejecución de obras	55
2.- Contrato	57
3.- Adjudicaciones	58
4.- Supervisión	59
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFIA	63
ANEXOS	
Anexo 01. Legislación ambiental relacionada a la protección ambiental en minería	64
Anexo 02. Fotografías de las obras	66
Anexo 03. Especificaciones de Maquinaria en Minería	89
Anexo 04. Planos y Esquemas	92
Anexo 05. Cronogramas reales de ejecución	93
Anexo 06. Presupuestos y Valorizaciones	96

RESUMEN

En el presente informe tratamos de los procesos constructivos involucrados en la construcción y operaciones de minas, principalmente minería subterránea.

Mostramos como la inversión en minería durante los próximos años se irán incrementando, y la necesidad de profesionales para este tipo de infraestructura se incrementará.

En el capítulo I analizamos la situación actual de la minería y su impacto en la economía nacional, así como sus proyecciones.

En el capítulo II mostramos las principales obras de infraestructura que se desarrollan en las unidades mineras, ya sea por normativa ambiental como por necesidades de producción. Analizamos la construcción de planes de cierre de relaves de minas, campamentos, reservorios, etc

En el capítulo III se analiza el desarrollo de los proyectos dentro de las unidades mineras, enfocándonos en 03 fases principales (ingeniería, construcción) indicamos cuales son los estudios principales por cada caso.

En el Capítulo IV se hace un estudio de dos casos donde se aplica esta metodología y como se desarrollo desde su concepción hasta su construcción y puesta en operación final.

En el Capítulo V analizamos los temas administrativos involucrados en la ejecución de las obras y como los profesionales de ingeniería civil pueden impactar en este rubro.

Finalmente esperamos que este informe sea un inicio para buscar la especialización de construcción en minas que actualmente es una necesidad.

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1.1 Índices Geográficos y Económicos: Perú Chile (2005)	4
Tabla N° 1.2 Principales Inversiones Proyectadas	5
Tabla N° 1.3 Inversión en programas de adecuación al medio ambiente (PAMA)	5

LISTA DE GRAFICO

Grafico N° 1.1 Método de Explotación Corte y Relleno Ascendente	9
Grafico N° 3.1 Fases del Proyecto	18
Grafico N° 4.1 Sectorización de relavera para ejecución	49

LISTA DE FOTOS

Foto N° 1.1 Carguío de material en bocamina.	10
Foto N° 1.2 Planta de Procesos – Área de Molienda	10
Foto N° 2.1 Bocatoma que capta las aguas del manantial Chiuro	16
Foto N° 2.2 Bocatoma vista desde el manantial	16

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1.1 Coordenadas Geográficas “Yareta”	8
Cuadro N° 1.2 Acceso Terrestre	8
Cuadro N° 4.1 Aspectos Sísmicos del Área	30
Cuadro N° 4.2 Relaves de Flotación	31
Cuadro N° 4.3 Relaves de cianuración	32
Cuadro N° 4.4 Tiempo Estimado para la Ejecución de las Obras para el abandono del Depósito de Relaves de Flotación	41
Cuadro N° 4.5 Tiempo Estimado para la Ejecución de las Obras para el Abandono del Depósito de Relaves de Cianuración	42
Cuadro N° 4.6 Costo Estimado de las Obras que Contempla el Plan de Cierre del Depósito de Relaves de Flotación	43
Cuadro N° 5.1 Construcción de Reservorio de 700 m ³	52
Cuadro N° 5.2 Control de Horas Asignadas por Proyecto	56

INTRODUCCION

La actividad minera en el Perú, durante las últimas décadas se ha ido incrementando, llegando a representar en algún año hasta el 10% del PBI, y más del 50% de las exportaciones, lo cual influye directamente en la mejora económica del país. Sin embargo, su funcionamiento en mayor o menor medida deteriora el área sobre el cual se desarrolla, siendo el recurso suelo y el agua los principales afectados.

Actualmente el Estado Peruano mediante el Ministerio de Energía y Minas ha generado una legislación exigente para la protección y conservación ambiental (Ver Anexo 01), tomando como base experiencias internacionales.

La minería invierte en infraestructura para iniciar y mantener su producción (planta de procesos, galerías, carreteras, grifos, etc.), inversiones que deberían ser recuperadas durante el proceso de explotación. Y por el otro lado debido a las exigencias legales ambientales, estas empresas están obligadas a invertir en infraestructura para protección ambiental (presas de relaves, botaderos, muros de contención, canalizaciones, etc.) previos al inicio de sus actividades, infraestructura destinada a la protección del medio ambiente.

Mediante el presente enfocaremos algunas de las obras que se realizan para el plan de cierre de una relavera que enfoca el tema ambiental y las obras menores que requiere una mina subterránea para continuar con su producción.

Minas Arirahua S.A., se ubica en el paraje Arirahua, distrito de Yanaquihua, provincia de Condesuyos, departamento de Arequipa. Inicialmente formaba parte de la pequeña minería, debido al incremento en su producción, así como inversión, entre los años 2003 a 2005, aproximadamente \$ 200,000.00: en infraestructura (campamentos, inclinados, etc.), conservación y protección del medio ambiente (Plan de cierre de su Relavera Yareta, Nuevo Depósito de Relaves Vizcachas, etc), le permitió integrar parte de la mediana minería.

El principal producto comercial que se extrae en dicha unidad minera es el oro, como segundo producto, el cobre.

Dentro de la infraestructura con que cuenta esta mina se puede mencionar:

- ✓ Campamentos, construidos con calamina y triplay y algunos con adobe reforzado.
- ✓ Sistemas de abastecimiento de agua y desagüe.
- ✓ Planta de Procesos, con capacidad para procesar 350 TMD
- ✓ Depósitos de relaves, que se ubica en una depresión natural.

- ✓ Tanques de almacenamiento de agua, de concreto y geomembrana
- ✓ Sistema de bombeo para recuperación del agua, interior mina y superficie
- ✓ Galerías e Inclinaos de explotación minera, para acceder a niveles inferiores
- ✓ Canales, para protección de la erosión y drenaje pluvial
- ✓ Caminos de acceso, a las diferentes bocaminas y otros.

CAPITULO I CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE MINERÍA

1. SITUACIÓN ACTUAL DE INFRAESTRUCTURA EN MINERÍA

1.1 ASPECTO ECONÓMICO

Desde el año 1994 al año 2003 la participación en el PBI del Perú de la minería se ha incrementado de 3.5% a 5.8%, habiendo crecido en los últimos años, en promedio, 10% anual.

La participación en exportaciones ha aumentado de 45% a 51%, en valor monetario de US\$ 1,971 MM a US\$ 4,573 MM por todo el periodo.

La minería captó el 31% de la inversión extranjera en los últimos 8 años, siendo un acumulado de US\$ 4,982 MM aproximadamente, esta inversión principalmente se da en actividades exploratorias y construcción de su infraestructura para operación.

El impuesto a la renta pagado por las empresas mineras entre el año 1996 a 2002 asciende a \$ 682 MM, del total del impuesto a la renta que percibió el Estado Peruano durante el periodo en estudio, la minería representó alrededor del 40%.⁽¹⁾

En otro país sudamericano como Chile presenta un aspecto económico también alentador, durante el periodo de 1994 al 2004 en Chile la participación en exportaciones de la minería se ha incrementado de 45.4% a 52.8% en valor monetario es de US\$ 5,424 MM a US\$ 16,964 MM.

En Chile la inversión extranjera disminuyó porcentualmente de 53.9% a 45.2% respecto al total de las industrias, durante periodo mencionado, sin embargo en términos monetarios hubo un incremento de US\$ 6,800 MM a US\$ 19,154 MM. Respecto al PBI hubo una variación de 8% a 7.9% de participación de la minería, sin embargo su producto bruto interno total de Chile tuvo un incremento de US\$ 52,163 MM a US\$ 94,100.

Para ver algunos índices de nuestro país con los de Chile ver la tabla 1.1

1.2 ASPECTO SOCIO AMBIENTAL

La minería da empleo directo a más de 75,000 personas, empleo indirecto a más de 300,000 personas.

1 Presentación "La Minería en el Perú" – Cesar Polo Robilliart Vice Ministro de Minas Presentación del 23 de Febrero del 2004

Tabla 1.1 INDICES GEOGRAFICOS Y ECONOMICOS: PERU CHILE (2005)

DESCRIPCION	PERU	CHILE
Superficie en Km 2	1.285.220.00	756.950.00
Población en Millones de habitantes	27,219,264.00	16,134,219.00
PBI (Millones \$)	74,000.00	95,700.00
PBI / percapita \$	2,610.00	5,870.00
Producto en Construcción (millones \$)	4,220.00	7,779.00
Producto en Construcción (% PBI)	5.20	8.13
Exportaciones Minería Sidero Metalúrgico (Millones \$)	385,185.00	
Inversión Extranjera Directa (Millones \$)	2,519.00	7,209.00

Fuentes: INEI, PROMPEX, SUNAT, WORLD BANK

La cantidad de personas que dependen económicamente de alguna forma de la minería son alrededor de 1'500,000 personas.

La minería es el sector de la industria primaria con sueldos promedios más altos en comparación a otros sectores, su actividad es descentralizada ocupando el 92% del PBI de las regiones, en Cajamarca (Yanacocha) representa el 33 % de su PBI y en Ancash (Antamina, Pierina) representa el 34 % de su PBI.

Entre los años 1990 y el 2000 las empresas mineras invirtieron \$ 145 MM en infraestructura pública (carreteras, presas, etc)

El Perú dentro de Latinoamérica ocupa los primeros lugares en la producción de minerales tales como oro, plata, zinc, cobre, etc.

En la tabla 1.2 se muestra las principales inversiones proyectadas, éstas principalmente reflejan la gran minería. Cabe mencionar que la mediana y pequeña minería por el actual precio de los minerales también vienen invirtiendo.

TABLA 1.2 Principales Inversiones Proyectadas

Compañía / proyecto	2002 – 2007 (US\$ millones)
Southern Peru Copper Corporation (Grupo México)	900
Minera Yanacocha (Newmont/Buenaventura/IFC)	850
Minera Quellavecho (Anglo American)	800
Minas Conga (Newmont/Buenaventura)	600
Manhattan Minerals (Tambogrande)	300
Cajamarquilla Zind Refinery (Teck Cominco)	240
San Gregorio (Sociedad Minera El Brocal)	200
Doe Run Peru	160
BHP Billiton Tintaya	50

Fuente: Ministerio de Energía y Minas

En la tabla 1.3 se muestra la inversión relacionada a la protección y conservación del ambiente, los cuales en los últimos años se han incrementado por las exigentes leyes que se vienen implementando.

TABLA 1.3 Inversión en programas de adecuación al medio ambiente (PAMA)

Año	Inversión (US \$ millones)
1996	0.21
1997	95.22
1998	64.69
1999	60.14
2000	147.49
2001	139.27
2002	147.47
2003	103.90
2004	52.88
2005	89.77
2006	80.73
TOTAL	981.77

Un buen porcentaje de los PAMAs requiere construcción de infraestructura, tales como estabilización de taludes (movimiento de tierras), construcción de drenajes (canales) para las aguas de lluvia y evitar drenaje ácido, estaciones de monitoreo (pozas de recolección, presas de relaves, etc).

2. DEFINICIONES

Mina: Una mina es una instalación industrial para el aprovechamiento económico de los minerales. La minería puede ser metálica, no metálica y energética.

También se diferencian por su método de explotación en mina a tajo abierto y mina subterránea.

Mina Subterránea: La minería subterránea desarrolla su actividad a través de túneles y galerías, para explotar vetas generalmente ricas en minerales metálicos. Cada mina tiene un mineral que produce en mayor cantidad, diferenciándolas en oro, plata, zinc, etc.

Veta o Mena: Es una formación rocosa que contiene minerales en una concentración suficiente como para hacerla apta para la minería. Los materiales contenidos en la mena han de ser: valiosos, suficientemente concentrado para justificar económicamente la extracción, transporte, molido y procesado; extraíbles de la roca que los contiene con técnicas de procesamiento de minerales.

Bocamina: Es la denominación que otorgan al área de ingreso de una galería desde la superficie.

Galería: Es la denominación que le otorgan a un túnel, que es una perforación en el terreno aproximadamente horizontal, en la que domina la longitud sobre las demás dimensiones. Es la zona principal de tránsito en las minas subterráneas. Los túneles se construyen mediante perforación en el terreno, a mano o con máquinas y en el caso de minas mediante el uso de explosivos.

Inclinado: Es una excavación como la galería que tiene una pendiente entre 30° a 40°, es una forma de profundización de las minas.

Pique: Es una excavación como la galería en forma vertical, de la cual se va ramificando las galerías, es un acceso principal en algunas minas subterráneas.

Tajo: Es una excavación de menores dimensiones que van sobre la galería y donde se extrae el mineral de la veta.

Planta de Proceso: Es el lugar donde se realiza el proceso metalúrgico, mediante el cual se extrae el material valioso del mineral y es el lugar que requiere la mayor cantidad de agua en la industria minera pues sus diferentes fases de tratamiento requiere agua.

Flotación: Es uno de los procesos, luego de la molienda el producto resultante es bombeado hacia grandes tinajas. En las tinajas llenas de esta pulpa se agrega aire y productos químicos como diesel y aceite de pino, creando burbujas. Luego se agrega otro tipo de producto químico que provoca que las partículas de mineral valioso se adhieran a las burbujas que van ascendiendo a la superficie; estas son posteriormente retiradas de las tinajas en forma de una solución cargada de metales, que a su vez es filtrada para extraerle el agua y concentrar los metales.

Relaves: Los relaves mineros son material de descarte proveniente del proceso de concentración de los minerales, formados por una suspensión en agua de fragmentos de roca previamente sometidas a molienda. Los relaves mineros contienen diversas sustancias, algunas altamente tóxicas.

La disposición de relaves requiere del uso de agua para su transporte hacia áreas determinadas las cuales acumularán estos materiales, comúnmente se requieren de presas para su separación sólido líquido y de este modo recuperar el agua o tratarla para verterla hacia el medio ambiente.

Depósito de relaves: Es el lugar donde se almacena los relaves en la mayoría de casos se requiere la construcción de una presa y un adecuado sistema de drenaje así como de impermeabilización.

3. MINAS ARIRAHUA S.A.

3.1 UBICACIÓN Y ACCESO

La mina, planta de beneficio y los depósitos de relaves se encuentra ubicado en el paraje de Arirahua, distrito de Yanaquihua, provincia de Condesuyos departamento de Arequipa a una altitud promedio de 3 733 m.s.n.m.

La planta de beneficio "Yareta" abarca un área de aproximadamente 17 hectáreas y se encuentra entre las siguientes coordenadas geográficas (Cuadro N° 1.1):

Cuadro N° 1.1 COORDENADAS GEOGRAFICAS "YARETA"

Vértice	NORTE	ESTE
1	8'267,700	721,240
2	8'267,200	721,240
3	8'267,200	720,900
4	8'267,700	720,900

Dentro de esta área se encuentra el depósito de relaves Yareta que es uno de los motivos del informe. Adicional a esta se cuenta con la relavera Vizcachas que ocupa un área de 10 hectáreas ubicada adyacente a esta planta de beneficio.

El acceso por vía Terrestre desde la ciudad de Lima a la Unidad de producción Arirahua es relativamente fácil a través de la Carretera Panamericana Sur y una carretera afirmada, con un recorrido total de 1,374 Km el itinerario es el siguiente:

Cuadro N° 1.2 ACCESO TERRESTRE

De	A	Distancia Km	Tipo de vía	Tiempo estimado vía terrestre
Lima	Arequipa	1,030	Carretera Afirmada	14 horas
Arequipa	Corire	171	Carretera Afirmada	3 horas
Corire	Chuquibamba	113	Carretera Afirmada	2 horas
Chuquibamba	Minas Arirahua	60	Carretera Afirmada	3 horas

3.2 MINA

Los inicios de esta mina se remontan al año 1988, que inicia su operación con el nombre de Minas Arirahua S.A. y viene operando hasta la fecha, extrayendo sulfuros con contenido de oro que es el principal producto de explotación, y al igual que la gran mayoría de la pequeña minería realiza exploraciones en sus galerías existentes con taladros de poca longitud, lo cual le permite obtener reservas por un año. Por lo cual el proceso de exploración es constante.

3.3 PLANEAMIENTO MINA

El planeamiento de la mina o planeamiento de explotación de la mina se realiza para la explotación subterránea por el método de corte y relleno ascendente en forma convencional, haciendo uso de relleno hidráulico recuperado del relave grueso. Su profundización se realiza a través de inclinados, cuando ya no sea económico dicho proceso se inicia la apertura de una nueva galería hacia superficie en un nivel inferior (ver Gráfico N° 1.1).

Se hace uso de perforadoras manuales accionadas por aire comprimido (tipo jackleg) y para el acarreo y transporte, carros mineros de 1.2 TM de capacidad, halados por locomotoras.



GRAFICO 1.1: Método de Explotación Corte y Relleno Ascendente

3.4 PROCESO PRODUCTIVO

Una vez que el mineral es extraído de la mina, se acumula en las canchas de la bocaminas para luego ser transportado a la planta de procesos mediante volquetes de 25 TN (Ver foto N° 01), se acumula en la parte posterior de la planta de procesos, cerca de la chancadora de quijadas, lugar donde se inicia todo el proceso de tratamiento de los minerales. La planta de procesos (Ver foto N° 02) tiene una capacidad instalada de tratamiento de 350 TMD, aún no ha llegado a este nivel de producción.

El principal proceso metalúrgico es de flotación para la extracción del oro y del cobre, teniendo como segundo proceso el de cianuración que es el de menor proporción. Los otros productos, no comerciales, de esta operación son el Relave de Cianuración, el Relave de Flotación y el Desmonte de Mina.



Foto 1.1: Carguío de material en bocamina. La bocamina se encuentra a varios metros a la derecha (no se muestra)



Foto 1.2 Planta de Procesos – Área de Molienda

CAPITULO II OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EN MINERIA

1. CIERRE DE MINAS

Es el conjunto de actividades a ser implementadas en una mina, o componentes de una mina, que varían desde la preparación de un plan inicial hasta la ejecución de actividades post minado, con el fin de cumplir objetivos ambientales y sociales específicos. El cierre normalmente incluye la implementación de diferentes medidas (obras y otros), tales como:

- ✓ Desmantelamiento de instalaciones (campamentos, planta de procesos, etc)
- ✓ Estabilización física (en Presa de relaves, botaderos, tapar galerías, etc)
- ✓ Estabilización química (en presa de relaves, drenajes ácidos de botaderos y galerías, etc)
- ✓ Recuperación y rehabilitación de suelos
- ✓ Revegetación
- ✓ Rehabilitación de hábitat acuático.

El cierre de una mina incluye todas aquellas actividades, empezando con la preparación del plan de cierre inicial, culminación de las actividades de cierre progresivo durante la operación, investigación del cierre durante la operación para determinar las técnicas óptimas y económicamente eficientes para que formen parte del plan de cierre final, ejecución de actividades de cierre final y actividades post-cierre (monitoreos), según se hayan identificado en el plan de cierre final.

De los diferentes escenarios del cierre de mina, el cierre progresivo es un escenario que ocurre durante la etapa de operación de un proyecto minero cuando, como resultado de las condiciones operacionales del proyecto (y como una consecuencia directa de aplicar el principio de diseño para el cierre), un componente o parte del proyecto es sometido a actividades de cierre tales como desmantelamiento, recontorneo o revegetación.

En nuestro caso abandono de un depósito de relaves, que viene a formar parte del cierre progresivo y evitar ir acumulando pasivos ambientales.

2.- CIMENTACIONES DE EQUIPOS Y OTROS

Dentro de la minería subterránea existe una gran variedad de equipos y motores que son utilizados para izaje, para estaciones de bombeo, equipos de la planta de procesos. Asimismo existen cimentaciones de tanques metálicos, etc.

Los equipos de izaje se utilizan en la minería subterránea para extraer el mineral de niveles inferiores hacia un nivel superior que está comunicado con la superficie y por el cual se extrae el mineral para su traslado posterior a la planta de procesos. Esto evita excavar una nueva galería en un nivel inferior que se inicia desde la superficie, creando de este modo un nuevo nivel cuyo acceso desde superficie no está al mismo nivel. Por lo cual se hace necesario realizar cimentaciones para estos equipos.

Dentro de las infraestructuras para izaje tenemos los inclinados y piques.

El diseño de la cimentación de un winche en un inclinado (Ver Plano N° 05-001) debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ Peso del carro minero
- ✓ Peso del winche
- ✓ Peso del cable y
- ✓ Peso de la carga que llevará el carro
- ✓ Vibraciones

Dado que todas las cimentaciones en mina son sobre roca, uno de los principales inconvenientes que encontraremos es la excavación. Por lo tanto se debe tener en cuenta todas las dimensiones de los equipos que se van a instalar, así como las profundidades de cimentación para poder definir la sección de excavación.

3. CAMPAMENTOS

Dentro de una mina pequeña y/o mediana que está en proceso de expansión y cuyos capitales de inversión inicial son menores a los de la gran minería, razón por la cual los campamentos iniciales siempre requerirán ampliarse, para ser usados como oficinas o habitaciones para el personal que se va incrementando.

Las ampliaciones se realizan ya sea adicionando más habitaciones o construyendo nuevos campamentos tanto para empleados como para obreros.

Existe una gran variedad en la actualidad para la construcción de campamentos, desde los prefabricados que pueden ser de madera, PVC, placas de metal con algún tipo de relleno aislante entre las placas, etc.

En Minas Arirahua dependiendo de la necesidad, temporal o permanente, se construyeron campamentos de adobe – cemento y calamina – triplay.

Como la topografía de la zona es montañosa, se prepara terraplenes mediante cortes en los taludes hasta obtener el área proyectada para un determinado número de campamentos. Dentro de estos campamentos de acuerdo a su distancia desde los servicios básicos con los que cuenta los otros campamentos se debe considerar también ambientes para cocina, comedor, recreación, etc.

Asimismo módulos de baños, tanques de almacenamiento de agua, etc.

Dentro de este rubro también podemos encontrar lo concerniente a remodelaciones, debido que muchas minas vienen transfiriendo sus acciones y propiedades, los nuevos accionistas por las mayores inversiones, se hace necesario remodelar los campamentos existentes con la finalidad de dar mayor comodidad a sus habitantes.

4. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE AGUAS INDUSTRIALES

Dentro de este rubro se encuentran:

- ✓ Las tuberías de abastecimiento de agua industrial a la planta de procesos; y
- ✓ Las que transportan el relave de la planta de procesos a los depósitos (Relavera).

Debido que la minería hace uso de gran cantidad de agua para sus procesos de tratamiento consumiendo alrededor de 3 m³ de agua por tonelada tratada, para los casos que las minas procesen tonelajes mayores el diámetro de la tubería va en incremento para lograr cubrir el caudal requerido. Asimismo las tuberías de relaves son de las mismas dimensiones que las de abastecimiento pues tienen que eliminar el material desechado del proceso con un porcentaje de agua que ingresó al proceso metalúrgico.

Las tuberías fabricadas con HDPE son los de mayor uso en la minería, dada su versatilidad y pocas exigencias constructivas para su instalación.

Para esto requiere la construcción de trochas para su instalación, apoyos de concreto para las tuberías, estaciones de bombeo, etc.

5. MUROS DE CONTENCIÓN

Dentro de la minería subterránea uno de los motivos para realizar muros de contención es con la finalidad de generar un desnivel para lograr acumular el mineral que extraen de la mina, esto facilita su acumulación y posterior transporte.

Asimismo existen muros con la finalidad de dar estabilidad a los botaderos de desmonte que se ubican próximas a las quebradas. También se ubican en los pies de los depósitos de relaves, etc.

La mayoría de muros se construyen con la finalidad de dar estabilidad física de las estructuras que forman parte.

El material con el cual se construyen los muros varía dependiendo de su uso, se hacen de mampostería de piedra, diques de piedra, gaviones, etc.

6. RESERVORIOS

El manejo del agua dentro de una unidad minera es muy importante, debido principalmente a las necesidades poblacionales e industriales de este recurso en el consumo humano y el procesamiento de los minerales respectivamente, así como para evitar la contaminación ambiental por el flujo de esta agua contaminadas con altos índices de concentración de minerales.

Frecuentemente se utilizan para acumular el agua proveniente de una bocamina captándola en la salida, como punto intermedio de estación de bombeo, como un reservorio de regulación para el caudal, etc.

Para el caso de consumo humano la mayoría se construye de concreto armado, en el caso de aguas industriales se puede hacer uso de reservorios de geomembrana.

En el plano N° 05-002 donde se muestra la infraestructura típica en la zona de la bocamina se muestra el reservorio que capta el drenaje de la unidad para luego ser bombeado a la planta industrial.

La recirculación del agua es una buena práctica dentro de las unidades mineras, todas las unidades mineras en la actualidad cuentan con un diagrama de distribución del agua (Ver Anexos – Gráfico N° 03), esto se utiliza para optimizar su uso.

7. CAPTACION DEL AGUA PARA EL CONSUMO DE LA MINA Y PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS

La captación de agua para el consumo humano de la unidad minera y para la ejecución de las obras se realiza del manantial denominado “Chiuro”, ubicado a 7 Km del campamento minero en una zona agrícola.

El agua es conducida a través de una tubería de HDPE de \varnothing 4” que va expuesta a la intemperie

En dicho manantial se ha construido una bocatoma de concreto, que data del año 2000 el cual acumula el agua hasta el nivel adecuado para ingresar a la tubería que trabaja a presión, por diferencia de niveles logra cruzar el abra que divide el fundo agrícola de este manantial con la unidad minera.

La bocatoma cuenta:

- ✓ Un canal de captación de filtraciones contiguas al manantial
- ✓ Un reservorio de muros de concreto que capta las aguas del manantial
- ✓ Una canastilla metálica en el ingreso de la tubería
- ✓ Una válvula para limpieza y otra colocada entre la bocatoma y el tubo
- ✓ Una caja de válvulas de concreto

El volumen de agua que se obtiene de dicho manantial es de aproximadamente 100 m³ por día.



Foto 2.1 Bocatoma que capta las aguas del manantial Chiuro

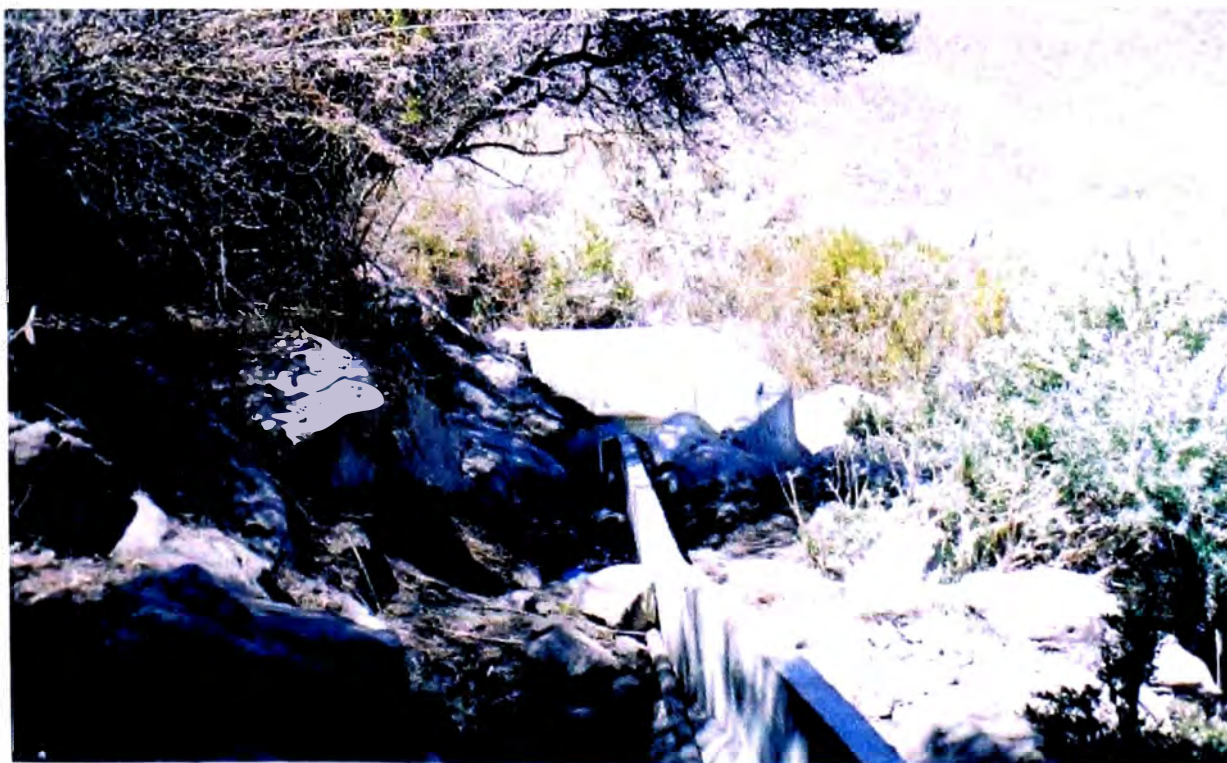


Foto 2.2 Bocatoma vista desde el manantial

CAPITULO III

DESARROLLO DE PROYECTOS EN MINAS ARIRAHUA S.A. (INGENIERIA, PROCURA Y CONSTRUCCIÓN)

1. GENERALIDADES Y CONCEPCIÓN DEL PROYECTO

Para iniciar el análisis de los procesos constructivos que se tienen en la industria minera para sus diferentes obras, tomemos en cuenta algunos conceptos tales como:

- ✓ Construcción, es la acción y efecto de construir.
- ✓ El proceso de construcción (procesos constructivos) se puede definir como el método de organización y disposición de elementos y sistemas constructivos, que consiste en el empleo y combinación de materiales en función de sus cualidades, naturaleza y destino, con la finalidad de obtener la mayor solidez, belleza y aptitud.

Para conceptuar el proyecto se tiene que recaudar la información preliminar antes de toda la ingeniería y esto es conocer:

- ✓ La necesidad del usuario (que se puede generar por mejorar su proceso de producción o un requisito legal en el tema ambiental u otro).
- ✓ Propuestas de solución, se mostrará esquemas de la posible obra a ejecutar, teniendo conocimientos generales de costos principalmente identificando ventajas y desventajas de cada propuesta.
- ✓ Elección de la solución, todos los profesionales que forman parte de la producción en una reunión se elegirá la mejor solución luego de un debate y con las herramientas que se le brindó, esto para evitar que no se haya tenido en cuenta alguna necesidad de cada área. Por ejemplo espacio necesario para mantenimiento de equipos, etc.

2. FASES DEL PROYECTO

Los proyectos de construcción en general se desenvuelven en cuatro fases: diseño, construcción, mantenimiento y demolición. La mayor interacción ocurre dentro de las fases de diseño y construcción, los cuales tienen gran potencial de mejora.

En el proceso constructivo de obras complementarias de una mina podemos diferenciar tres fases fundamentales, las cuales se relacionan con las fases mencionadas en el párrafo anterior:

Grafico N° 3.1 FASES DEL PROYECTO



2.1 PRIMERA FASE

Se puede indicar como previa al proceso de ejecución.

Esta fase abarca principalmente la fase de diseño del proyecto

La fase de diseño es primeramente concerniente con la especificación del producto que mejor satisface los requerimientos del cliente, asegurando seguridad durante la construcción y lograr los mínimos costos totales. Este proceso requiere la interacción entre las diversas disciplinas, en nuestro caso minería, mecánica, eléctrica y civil.

El diseño es un proceso creativo que típicamente envuelve un ciclo de proposición y cuantificación económica de las actividades. El proceso es dirigido por el objetivo de satisfacer la intención del cliente y los requerimientos finales del usuario. Estos requerimientos imponen restricciones sobre las potenciales soluciones del diseño

El proceso de diseño es altamente dependiente de la administración, flujo y uso de la información. Las comunicaciones tratan con especificaciones preliminares de las varias partes de un diseño total con muchas iteraciones.

El proceso debe ser llevado en un modo integrado y concurrente. Esto es que todas las decisiones de diseño pueden ser verificadas por su integración a las intenciones del diseño original y puede ser inmediatamente cuantificado en términos de su conformidad con las restricciones impuestas por un especialista en particular y en términos de sus efectos sobre otras especialidades.

Las funciones imprescindibles en esta fase para el correcto desarrollo de las siguientes las debe gestionar el jefe de obras civiles de la unidad minera, es posible contratar estos trabajos a especialistas.

Las actividades son:

- ✓ Estudio Topográfico: Consiste en tener toda la información del área donde se realizará el trabajo.
Para el plan de cierre de los depósitos de relaves es necesario disponer del área que abarcará, los cauces existentes, límites de afectación de la relavera,
Para el caso de la obras complementarias, es necesario saber donde se emplazará la obra, niveles, superficie, instalaciones (agua, aire, energía, etc), en el caso que la obra sea dentro las galerías de la mina subterránea es necesario identificar el nombre de la galería, su nivel de profundidad, rutas de escape, etc.
- ✓ Estudio Geotécnico: Consiste en obtener las características técnicas del terreno.
Para el plan de cierre de los depósitos de relaves es necesario realizar ensayos de granulometría,
- ✓ Estudio Hidrológico: Brindará los datos sobre posibles flujos que se puedan generar, zonas de posible erosión, etc.

2.2 SEGUNDA FASE

Es la fase donde se toma los documentos de la primera fase para definir completamente la obra en costo, tiempo y calidad. En esta fase se puede identificar los siguientes:

- ✓ Redacción del proyecto: En esta etapa se elaborará el documento del proyecto donde se indicará: Memoria descriptiva y los alcances, tiempos de ejecución, especificaciones técnicas, planos, presupuestos, etc.
- ✓ Redacción de programas de control de calidad: Dentro de las compañías mineras actualmente algunas cuentan con un sistema de gestión que incluye el tema de calidad, el cual se tendrá que respetar.
- ✓ Redacción del estudio de seguridad y salud: La industria minera actualmente es una de las cuales tiene un avanzado sistema de seguridad el cual se tiene que respetar, por lo cual ya no es necesario redactarlo sino aplicarlo.
- ✓ Aprobación de Gerencias: Es necesario someter a la aprobación de las gerencias para iniciar su ejecución, existen obras que son necesarias para la producción y sólo se comunica su ejecución e inversión a la gerencia, de no realizarse dichas obras se detiene el proceso productivo.

2.3 TERCERA FASE

En esta fase viene a ser la construcción en sí de la obra para luego formar parte de la infraestructura de la mina, se puede identificar las siguientes acciones:

- ✓ Selección del contratista o ejecución por administración directa.
- ✓ Inicio y replanteo de la obra.
- ✓ Solicitud de materiales y recursos
- ✓ Proceso de ejecución, que incluye el control de tiempo, calidad y cumplimiento con lo indicado en los planos del proyecto.
- ✓ Entrega al área correspondiente: Luego de concluido la construcción de la infraestructura se hará entrega al área correspondiente para su uso y funcionamiento, pudiendo ser el área de mantenimiento mecánico, mina, medio ambiente, etc.

3. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE OPERACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE MAYOR INCIDENCIA.

3.1 EXCAVACIONES Y RELLENOS

Las excavaciones para las estructuras serán efectuadas de acuerdo a las líneas, rasantes y elevaciones indicadas en los planos. Las dimensiones de las excavaciones serán tales que permitan colocar en todas sus dimensiones las estructuras correspondientes. Los niveles de cimentación aparecen indicados en los planos, pero podrán ser modificados por el Supervisor o el Proyectista en caso de considerarlo necesario para asegurar una cimentación satisfactoria.

Los cortes se ejecutarán con cualquier tipo de equipo que permita la excavación o desplazamiento del material, teniéndose la precaución de no remover ni aflojar el material ubicado por debajo de la cota final de corte.

Los espacios excavados por debajo de los niveles de las estructuras definitivas serán rellenados, hasta los niveles pertinentes, con concreto simple. A este se le podrá incorporar hasta 30% del volumen en pedrones, cuya mayor dimensión no excederá un tercio de la menor dimensión del espacio por rellenar.

Los espacios laterales a las estructuras definitivas excavados y no ocupados por ellas serán rellenados hasta los niveles pertinentes, utilizando cualquiera de las 3 alternativas siguientes:

- ✓ Material granular colocado en capas de 30 cm. de espesor debidamente regadas y compactadas.
- ✓ Material propio, extraído a una profundidad mayor de 2.5 m que cumpla con las características del estudio de suelos y compactado por capas de 30 cm.
- ✓ Suelo cemento, concreto fluido de baja resistencia u otro aprobado por el proyectista.

En las zonas rellenadas que servirán de apoyo a pavimentos, la ejecución del relleno se hará por capas de 20 cm. compactadas a densidad al 95% de Proctor Modificado.

3.2 CONCRETO

3.2.1 Clases.

Se emplearán las clases de concreto definidas: a) por su resistencia característica a la compresión (f_c) medida mediante la evaluación estadística de los resultados de la rotura de cilindros estándar ASTM a los 28 días; b) por el tamaño máximo de agregado, y c) por su *slump* máximo.

3.2.2 Materiales.

Cemento.

El cemento será ASTM C-150 Portland Tipo I, excepto cuando se indica otro tipo en los planos del proyecto.

Agregado Fino.

El agregado fino será arena natural, limpia, tendrá granos sin revestir, resistentes, fuertes y duros, libres de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, esquistos, álcalis, ácidos, cloruros, materia orgánica, greda u otras sustancias dañinas.

Agregado Grueso.

El agregado grueso será grava o piedra ya sea en su estado natural, triturada o partida, de grano compacto y de calidad dura. Debe ser limpio, libre de polvo, materia orgánica, cloruros, greda u otras sustancias perjudiciales y no contendrá piedra desintegrada, mica

o cal libre. Estará bien graduado desde la malla estándar ASTM 1/4" hasta el tamaño máximo especificado en el Cuadro 1.

Hormigón.

Es una mezcla natural de agregado fino y grueso. Deberá ser bien graduado entre las mallas estándar ASTM 100 y la malla 2". Deberá estar libre de polvo, sustancias deletéreas y materia orgánica.

Aditivos.

Sólo se admitirá el uso de aditivos aprobados por el Supervisor o Proyectista, los que deberán usarse de acuerdo a las instrucciones del fabricante. No se aceptará el uso de cloruro de calcio.

Agua.

El agua para la preparación del concreto será fresca, limpia y bebible. Se podrá usar agua no bebible sólo cuando, mediante pruebas previas a su uso, se establezca que los cubos de concreto sin agregado grueso hechos con ella dan resistencias iguales o mayores al 90% de la resistencia de cubos similares elaborados con agua potable.

El contenido de cloruros en el agua deberá conciliarse con el contenido total de cloruros en la mezcla de manera de no exceder los contenidos máximos permitidos en la norma ACI 318.

3.2.3 Concreto Simple.

Se define concreto simple como aquel que no tiene armadura de refuerzo.

El concreto simple puede ser elaborado con hormigón en lugar de los agregados fino y grueso.

Se aceptará la incorporación de pedrones de la dimensión y en cantidad indicada en los planos, siempre y cuando cada pedrón pueda ser envuelto íntegramente por concreto.

La resistencia a la compresión mínima del concreto simple, medida en cilindros estándar ASTM a los 28 días, será 100 Kg./cm². (excepto cuando se indique otro valor en los planos del proyecto.)

Para los tanques se considerará un solado de espesor 2" con un concreto simple de $f'c=80$ Kg./cm².

Almacenaje de Materiales.

El cemento será almacenado en un lugar seco, aislado del suelo y protegido de la humedad. Los agregados de diferente granulometría serán almacenados separadamente, libres de alteración en su contenido de humedad, contenido de arcilla y materia orgánica.

Medición de los Materiales.

El procedimiento de medición será tal que la cantidad de cada uno de los componentes de la mezcla pueda ser controlado con precisión no menor de $\pm 5\%$.

Mezclado

Todo el concreto preparado en obra será mediante en mezcladoras mecánicas.

En el caso de emplearse concreto premezclado, éste será mezclado y transportado de acuerdo a la norma ASTM C 94.

En el caso de emplearse mezcladoras a pie de obra, ellas serán usadas en estricto acuerdo con su capacidad máxima y a la velocidad especificadas por el fabricante, manteniéndose un tiempo de mezclado mínimo de dos minutos.

No se permitirá el remezclado del concreto que ha endurecido.

El concreto se preparará lo más cerca posible de su destino final.

Para el caso de las estructuras reforzadas ($f'c=210, 280 \text{ Kg./cm}^2$) sólo se aceptará concreto premezclado. El concreto preparado en obra para el caso del concreto simple para lo cual el contratista deberá entregar el diseño de la mezcla y el certificado de calidad de los materiales especificados

Transporte

El concreto será transportado de la mezcladora a los puntos de vaciado tan rápidamente como sea posible y de manera que no ocurra segregación o pérdida de los componentes. No se admitirá la colocación de concreto segregado.

Colocación.

Antes de vaciar el concreto se eliminará toda suciedad y materia extraña del espacio que va a ser ocupado por el mismo. El concreto deberá ser vaciado continuamente o en capas de un espesor tal que no se llene concreto sobre otro que haya endurecido. La altura máxima de colocación del concreto por caída libre será de 2.50 m sino hay obstrucciones,

tales como armadura o arriostres de encofrado, y de 1.50 m si existen éstas. Por encima de estas alturas deberá usarse chutes para depositar el concreto.

Para el vaciado de elementos especiales, el Contratista elegirá el procedimiento de acuerdo a la estabilidad del terreno, apuntalamiento, tiempo u otros. En caso de vaciar contra el terreno el Contratista deberá proteger la superficie de contacto ya sea mediante pañeteo, plástico u otros, mas deberá conservar un espesor mínimo de recubrimiento protector.

Compactación.

La compactación del concreto se ceñirá a la Norma ACI-309.

El tipo de vibrador a utilizarse para los diferentes llenados y clases de concreto por compactar, será sometido a la aprobación de la Supervisión; quien podrá exigir vibradores de diámetro y características específicas y condicionar o limitar el ritmo de colocación del concreto en función del equipo con que cuente el Contratista.

En el llenado, los vibradores deben penetrar verticalmente unos 10 cm. en la llenada previa; se procederá colocando el vibrador a distancias regulares, sistemáticas, con el objeto de lograr una compactación correcta. No se podrá iniciar el vaciado de una capa, antes de que la inferior haya sido completamente vibrada.

El equipo mínimo constará de dos vibradores de cada tipo, por cada frente de trabajo.

En áreas en donde sea difícil el vibrado y dudoso su efecto, será necesario la utilización adicional del "chuceado" para lo cual se usará una barra de construcción de tamaño manejable.

Curado.

Todo el concreto será curado por vía húmeda. El curado deberá iniciarse tan pronto como sea posible sin dañar la superficie y prolongarse ininterrumpidamente por un mínimo de siete días. En el caso de superficies verticales, columnas, muros y placas, el curado deberá complementarse aplicando una membrana selladora desvaneciente.

Pruebas.

La resistencia de cada clase de concreto será comprobada periódicamente. Con este fin se tomarán testigos cilíndricos de acuerdo a la norma ASTM C 301 en la cantidad mínima de dos testigos por cada 30 m de concreto colocado, pero no menos de dos testigos por

día para cada clase de concreto. En cualquier caso cada clase de concreto será comprobada al menos por cinco "pruebas".

La "prueba" consistirá en romper dos testigos de la misma edad y clase de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM C 39. Se llamará resultado de la "prueba" al promedio de los dos valores.

El resultado de la "prueba" será considerado satisfactorio, si el promedio de tres resultados consecutivos cualesquiera es igual o mayor que el f_c requerido y cuando ningún resultado individual esté 35 Kg./cm. o más por debajo del f_c requerido. El Contratista llevará un registro de cada par de testigos fabricados en el que constará su número correlativo, la fecha de elaboración, la clase de concreto, el lugar específico de uso, la edad al momento del ensayo, la resistencia de cada testigo y el resultado de la "prueba". Los ensayos serán efectuados por un laboratorio independiente de la organización del Contratista y aprobado por el Supervisor o Proyectista.

El Contratista incluirá el costo total de los ensayos en su presupuesto.

Deficiencia en las Pruebas.

En la eventualidad que no se obtenga la resistencia especificada el Supervisor o Proyectista podrá ordenar, a su solo juicio, el retiro y reposición del concreto sospechoso o la ejecución de pruebas de carga.

En el caso que deban ejecutarse pruebas de cargas estas se ejecutarán de acuerdo a las indicaciones del Proyectista, el cual establecerá los criterios de evaluación. De no obtenerse resultados satisfactorios de estas pruebas de carga se procederá a la demolición o refuerzo de la estructura, en estricto acuerdo con la decisión del Proyectista.

El costo de la eliminación y sustitución del concreto y/o de las pruebas de carga y el costo de la demolición, refuerzo y reconstrucción, si éstas últimas llegaran a ser necesarias, será de cuenta exclusiva del Contratista el que no podrá justificar demoras en la entrega de la obra por estas causas.

ENCOFRADOS

Responsabilidad.

El diseño de los andamios y encofrados será efectuado por el Contratista. La seguridad de los mismos será de responsabilidad exclusiva del Contratista.

Características.

Los andamiajes y encofrados tendrán una resistencia adecuada para resistir con seguridad y sin deformaciones apreciables las cargas impuestas por su peso propio, el peso o empuje del concreto y una sobrecarga en las plataformas de trabajo no inferior a 300 Kg./m².

Los encofrados serán herméticos a fin de evitar la pérdida de lechada y serán adecuadamente arriostrados y unidos entre sí a fin de mantener su posición y forma. Los encofrados serán debidamente alineados y nivelados de tal manera que formen elementos en la ubicación y de las dimensiones indicadas en los planos.

Acabados.

El acabado de todas las superficies vistas será concreto expuesto liso como el que se obtiene de encofrados con planchas de triplay o metal. Todas las superficies quedarán expuestas, tal como salen del encofrado y como consecuencia no se admitirá su reparación salvo autorización expresa del Supervisor. Este podrá ordenar la remoción del concreto que tengan daños o cangrejeras que puedan afectar la durabilidad y/o competencia estructural del mismo.

El resane de las paredes se hará de modo de asegurar un acabado resistente y durable. Si el Supervisor considera que el acabado y la calidad del concreto que se han logrado en este proceso de construcción no son los adecuados, podrá ordenar la colocación de acabados protectores.

Las juntas entre paneles del encofrado se mostrarán con bruñas en una secuencia ordenada como se indica en los planos.

Todas las aristas de vigas, muros y columnas serán ochavadas; los ochavos tendrán 25 mm de lado.

Tolerancias.

Las tolerancias admisibles en el concreto terminado son las siguientes:

- a. En la verticalidad de aristas y superficies de columnas, estribos, placas y muros:

En cualquier longitud de 3 m 6 mm

En todo el largo 20 mm

- b. En el alineamiento de aristas y superficies de vigas y losas:

En cualquier longitud de 3 m 6 mm

En cualquier longitud de 6 m 10 mm

En todo el largo

- c. En la sección de cualquier elemento -5 mm +10 mm
- d. En la ubicación de huecos, pases tuberías, etc 5 mm

Detalles.

La fijación de las formas se hará de manera tal que no dejen elemento de metal alguno dentro de 15 mm de la superficie.

Con el objeto de facilitar el desencofrado las formas podrán ser recubiertas con aceite soluble u otras sustancias aprobadas por el Supervisor o Proyectista.

ACERO DE REFUERZO

Material.

El acero está especificado en los planos en base a su esfuerzo de fluencia (f_y) y deberá ceñirse además a las normas pertinentes: BARRAS CORRUGADAS ASTM A-615 y MALLA SOLDADA ASTM A-185

Fabricación.

Toda la armadura deberá ser cortada a la medida y fabricada estrictamente como se indica en los detalles y dimensiones mostrados en los planos del proyecto. La tolerancia de fabricación en cualquier dimensión será ± 1 cm.

Almacenaje y Limpieza.

El acero se almacenará en un lugar seco, aislado del suelo y protegido de la humedad; manteniéndose libre de tierra, suciedad, aceite y grasa. Antes de su instalación el acero se limpiará, quitándole las escamas de laminado, escamas de óxido y cualquier sustancia extraña. La oxidación superficial es aceptable no requiriendo limpieza. Cuando haya demora en el vaciado del concreto, la armadura se inspeccionará nuevamente y se volverá a limpiar cuando sea necesario.

Enderezamiento y Redoblado.

Las barras no deberán enderezarse ni volverse a doblar en forma tal que el material sea dañado. No se usarán las barras con ondulaciones o dobleces no mostrados en los

planos, o las que tengan fisuras o roturas. El calentamiento del acero se permitirá solamente cuando toda la operación sea aprobada por el Supervisor o Proyectista.

Colocación.

La colocación de la armadura será efectuada en estricto acuerdo con los planos y con una tolerancia no mayor de ± 1 cm. con relación a la ubicación indicada en los planos. Ella se asegurará contra cualquier desplazamiento por medio de amarras de alambre ubicadas en las intersecciones.

El recubrimiento de la armadura se logrará por medio de espaciadores de concreto tipo anillo u otra forma que tenga un área mínima de contacto con el encofrado.

CAPITULO IV CASOS DE ESTUDIO

1.- PLAN DE CIERRE DE LA RELAVERA YARETA:

Esta obra se ejecutó con la finalidad de cumplir una normativa ambiental (concepción de la obra), a continuación se muestra el proceso constructivo que se realizó para esta obra, solo se denominará a rasgos generales el estudio de ingeniería que se realizó, enfocando principalmente a las obras que concluyó dicho estudio y la forma como se ejecutó.

1.1 Primera Fase:

El cual incluye la elaboración de la ingeniería, que consiste en la toma de información y su posterior procesamiento.

1.1.1 Metodología de trabajo: siendo la primera etapa trabajo de campo, consistente en ensayos geotécnicos tales como sondajes de penetración dinámica (DPL), calicatas y trincheras, etc. Obteniendo muestras para llevar a cabo las pruebas de laboratorio y determinar los parámetros geotécnicos. Para luego realizar los trabajos de gabinete que concluye con la elaboración del estudio final.

1.1.2. Caracterización del área: En el cual se evalúa:

Su relieve topográfico

Su geología local del área donde se emplaza el depósito de relaves,

Descripción de las características de los depósitos de relaves (relaves de flotación y cianuración)

Identificación de los impactos previsible para la etapa de abandono de los depósitos de relaves. (Impacto al medio físico, biológico, ambiente socioeconómico, etc)

Control y mitigación de los impactos

1.1.3. Aspectos sísmicos del área: Esto incluye evaluación sísmica, consiste en obtener los parámetros los cuales son:

Cuadro 4.1 Aspectos sísmicos del área

FACTORES		VALORES
ZONA	Z	ZONA 3 - 0.4 g
USO	U	1.0
SUELO	S	1.2
C. SISMICO	C	2.5
P. PREDOMINANTE	T _p	0.6

Características de sismo máximo y básico de diseño, para el caso de la Relavera Yareta se evaluó el peligro sísmico para un periodo de retorno de 150 años.

Los valores de aceleraciones máximas de diseño para los análisis fueron $a = 0.30g$, por lo cual para su análisis de estabilidad física en condiciones pseudoestáticas de los depósitos se consideró un valor de aceleración básica de diseño horizontal de $2/3$ de aceleración pico, es decir $a = 0.20g$.

1.1.4. Clima y meteorología: Se incluye datos como precipitación (periodo de recurrencia de eventos máximos), evaporación, balance de agua y las fuentes de donde se obtuvieron esta información. Los datos más importantes son que presenta un clima sub húmedo y frío, con temperatura anual máxima de $12^{\circ}C$ y mínima e $6^{\circ}C$, la precipitación media anual se ubica entre las isoyetas de 100 a 200 mm.

1.1.5. Aspectos hidrológicos del área: Se incluye descripción del sistema de drenaje, características hidrológicas de la cuenca, periodo de recurrencia de eventos máximos para fines de estabilización física del depósito son los caudales de avenidas para periodos de retorno de 100 y 500 años, estimación de la precipitación promedio mensual se estimó una precipitación total anual 233.2 mm, estructuras de derivación (canales, sistemas de decantación)

1.1.6. Características del depósito de relaves: En este ítem se describe ubicación de la cuenca, su cimentación, el tipo de presa para este caso es aguas arriba, su sección longitudinal del depósito, elevación de la cresta, dique de contención, su capacidad de almacenamiento se calculó un volumen aproximado de $394045 m^3$, el tamaño del espejo de agua que existía aún, ángulo del talud del depósito de relaves, las condiciones físicas del talud del depósito de relaves,

condiciones del sistema de drenaje, condiciones del sistema de decantación, afloramiento de agua en el talud del depósito de relaves.

1.1.7. Investigaciones geotécnicas de campo: Se realiza investigaciones geotécnicas (sondajes de penetración dinámica, calicatas, trincheras, etc), resultado de ensayos de penetración y sondajes, determinación de la profundidad de la Napa freática.

1.1.8. Ensayos e investigaciones en Laboratorio: Se detalla pruebas de laboratorio (análisis granulométrico del relave, ensayos de humedad, densidad límites de Atterberg, clasificación de suelo y resistencia al corte, densidad máxima y mínima). Los parámetros geotécnicos determinados se emplearon para el cálculo de estabilidad física de los depósitos, estos fueron:

Relaves de Flotación

- Angulo de Fricción Interna : $f' = 29.5^\circ - 30.0^\circ$
- Cohesión : $C' = 0.0 - 6.0 \text{ kpa}$
- Densidad Húmeda : $gh. = 15.5 \text{ KN/m}^3$
- Densidad Saturada : $gs. = 15.5 \text{ KN/m}^3$

Relaves de cianuración

- Angulo de Fricción Interna : $f' = 28^\circ$
- Cohesión : $C' = 2.0 \text{ kpa}$
- Densidad Húmeda : $gh. = 15.5 \text{ KN/m}^3$
- Densidad Saturada : $gs. = 15.5 \text{ KN/m}^3$

1.1.9. Análisis de estabilidad Física del depósito de relaves: Incluye análisis de estabilidad de taludes (en condiciones estáticas y en condiciones pseudoestáticas) de aquí se obtuvo los siguientes valores de seguridad.

Cuadro 4.2 Relaves de Flotación

DEPÓSITO DE RELAVES MINAS ARIRAHUA	FACTOR DE SEGURIDAD EN CONDICIONES ACTUALES	FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO ACEPTABLE
Condición Estática	2.19	1.5
Condición Seudoestática a = 0.30 g	1.09	1.1

Cuadro 4.3 Relaves de cianuración

DEPOSITO DE RELAVES MINAS ARIRAHUA	FACTOR DE SEGURIDAD EN CONDICIONES ACTUALES	FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO ACEPTABLE
Condición Estática	4.29	1.5
Condición Seudoestática a = 0.30 g	1.31	1.1

1.1.10. Análisis de estabilidad química del depósito de relaves: Se detalla las características del relave de flotación, determinación de las condiciones de estabilidad química que es principalmente conocer sus características químicas y la capacidad de generación de drenaje ácido, esto es mediante los ensayos referidos al potencial neto de neutralización. De igual modo se analiza las características del relave de cianuración.

1.2 Segunda Fase:

En esta fase se elabora el texto completo de la ingeniería y se considera las obras dentro del plan de cierre, aquí describimos el resumen del Plan de Cierre y Abandono.

1.2.1 Generalidades.

Dentro de los objetivos principales que debe alcanzar el cierre de los depósitos de relaves se puede mencionar la estabilidad física, química, protección al medio ambiente a corto plazo y el cumplimiento de las recomendaciones efectuada por el Ministerio de Energía y Minas a través de la Empresa Fiscalizadoras.

En este capítulo se tratará de enmarcar las acciones mas adecuadas con la finalidad de recuperar el área impactada por la disposición de los relaves de flotación y cianuración en su condición de pasivo ambiental.

Para ejecutar el plan de cierre de los depósitos de relaves se ha considerado la mejor tecnología disponible económicamente factible, la ejecución de las obras propuestas aliviará o eliminará el daño ambiental.

Estará latente el riesgo sino se ejecutan acciones para garantizar la estabilidad física y química para un periodo de retorno de 500 años.

1.2.2 Actividades de Cierre para la Estabilidad Física y Química del Depósito de Relaves de Flotación.

Este depósito ha colapsado parcialmente a consecuencia del último sismo ocurrido en la zona sur del país, la empresa ha ejecutado ciertas obras para garantizar su integridad y estabilidad física, al pie del talud del depósito se ha construido parcialmente un dique de 45 m de largo con mampostería de piedra, también se han construido plataformas para estabilizar el talud. Según la composición química de este relave no son generadores de aguas ácidas, porque la pirita fue separada en la flotación y contiene muy pocos sulfuros y metales.

Se ha considerado el diseño y construcción de obras principales y complementarias que garantizarán la estabilidad física y química del depósito en condiciones estáticas y pseudoestáticas y no quedar como un pasivo ambiental generador de impactos negativos para el ecosistema de la zona a continuación detallamos.

1.2.3 Construcción de una berna estabilizadora al pie del talud del depósito.

Se ha considerado la construcción de 80.0 m de un contrafuerte o berna estabilizadora de refuerzo con material de préstamo al pie del talud del depósito relaves en la margen izquierda aguas abajo, para evitar el desbordamiento de relaves por la acción hidráulica de las aguas de las precipitaciones pluviales y la acción eólica de los vientos, se recomienda preparar la base eliminando los relaves y todo el material poco competente. La berna estabilizadora deberá construirse con grava arcillosa (GC) y bolonería de piedra en capas de 0.50 m de espesor, para la compactación se utilizará un tractor oruga o rodillo vibratorio autopropulsado. En plano N° 04-2002 se aprecia la geometría de diseño del contrafuerte o berna estabilizadora.

1.2.4 Construcción de un dique de piedras

A continuación del muro de mampostería de piedra existente en la margen derecha se debe construir 50.00 m. de un dique pirca con bolonería de piedra, para evitar el desbordamiento del depósito frente a la acción dinámica, acción hidráulica de las aguas de las precipitaciones pluviales y acción eólica de los vientos. En plano N° 04-2002 se aprecia la geometría de diseño del dique de piedras.

1.2.5 Construcción de canales filtros de drenaje

Los canales filtros de drenaje horizontal se construirán en la base del dique perimétrico del depósito de relaves, estos atravesarán el dique de contención o la berma estabilizadora, el sistema de drenaje permitirá evacuar las aguas que caerían directamente sobre el área del depósito de relave como consecuencia de un evento de máxima precipitación pluvial para un periodo de retomo de 150 años. El canal debe tener la forma trapezoidal base menor 0.80 m, base mayor 1.00 m, altura de canal 1.00 m y una pendiente de 0.2%, este permitirá evacuar. El canal filtro se construirá manualmente con arena y grava de composición silícea libre de impureza las características físico mecánicas de la grava determinan la vida del filtro este deberá revestirse con un geotextil para garantizar su funcionamiento. En plano N° 04-002 se aprecia la geometría de diseño del canal filtro de drenaje.

1.2.6 Construcción del canal de coronación

En el área de las instalaciones de la planta existe un canal perimetral de protección de 1,100.0 m de longitud para captar y derivar las aguas de escorrentía y proteger las instalaciones de la planta y los depósitos de relaves este canal no está diseñado para manipular un evento de máxima precipitación pluvial de 24 horas en un periodo de retorno de 150 años su diseño no garantiza el ingreso de agua a los depósitos de relaves.

Por lo que se ha propuesto la construcción de un canal de coronación circundante a los depósitos de relaves de 650.00 m construido con mampostería de piedra y cemento.

Se ha considerado un diseño para manipular un evento de máxima precipitación pluvial para un periodo de retomo de 500 años de acuerdo a las características climáticas, el caudal de diseño para este canal ha sido calculado utilizando un programa computarizado Flowmaster con la ecuación de Manning, el canal debe tener la forma trapezoidal base menor 0.60 m, base mayor 1.10 m, altura de canal 0.80 m y una pendiente de 0.5%, este permitirá evacuar las aguas de escorrentía que se generarían en una tormenta de 24 horas.

En el plano N° 04 -001 se aprecia el trazo del canal de coronación y en el plano N° 04-002 se aprecia la geometría de diseño del canal de coronación.

1.2.7 Construcción de poza para el almacenamiento de aguas residuales o instalación de un tanque.

Al pie del talud del depósito de relaves deberá construirse una poza o instalarse un tanque de 12 m³ de capacidad para almacenar las aguas residuales que continúan drenando del depósito de relaves, esta poza deberá tener instalado temporalmente un sistema de bombeo para retornar el agua a la planta de flotación, asimismo la poza debe tener un cerco perimétrico de seguridad para evitar la caída de personas.

1.2.8 Perfilado de la superficie del depósito de relaves

Con la finalidad de estabilizar el talud perimetral del depósito de relaves se debe efectuar cortes para reacomodar su morfología. El talud frontal del depósito aguas abajo debe tener una inclinación de aproximadamente 35° sobre el dique de contención o berma estabilizadora. El perfilado del depósito de relaves consistirá en construir bermas para reducir el ángulo de talud del depósito, estas obras garantizarán la estabilidad física bajo condiciones estáticas y pseudoestáticas.

1.2.9 Colocación de cobertura con material de préstamo en superficie

Después de concluir el perfilado del depósito se colocará una cobertura de material de préstamo para impermeabilizarlo, el espesor mínimo de este material será de 0.80 m y estarán distribuida en tres capas manteniendo una inclinación de 2% hacia los taludes.

La impermeabilización consiste en colocar un sistema de revestimiento de triple cobertura de material de préstamo la que está en función a la composición química del relave, se anticipa que el relave de flotación no tiene capacidad para la generación de aguas ácidas al permanecer expuestas al aire y agua, la colocación de la cobertura permitirá minimizar las filtraciones y garantizar la estabilidad físico-química del depósito de relaves y evitar el deterioro del ecosistema terrestre.

A continuación se hace una breve descripción de cada una de las distintas capas que conforman la cobertura impermeabilizante.

Capa de arcilla

El diseño contempla colocar una primera capa material impermeable (arcilla) de 0.40 m de espesor sobre la superficie de los relaves se compactará para minimizar la infiltración del agua de lluvia que caerá directamente sobre el área del depósito.

Capa dren de grava

Sobre la capa de arcilla se colocará una segunda capa de material de préstamo grava mal gradada (GP) de 0.20 m de espesor este servirá para el drenaje de las aguas de lluvia que se precipitarán directamente sobre el área del depósito.

Capa de suelo orgánico

Sobre la capa de grava se colocará una tercera capa de tierra vegetal de 0.20 m de espesor para el sembrado de plantas típicas de la región a fin de garantizar la revegetación del área impactada por el almacenamiento de relaves.

En el plano N° 04-001 se aprecia el diseño de la cobertura de material de préstamo en la superficie horizontal de la relavera.

1.2.10 Colocación de cobertura con material de préstamo en los taludes

Los taludes previamente cortados y remodelados tendrán también una cobertura de material de préstamo de 0.70 m. de espesor para evitar la acción erosiva de las aguas de las precipitaciones pluviales y la acción eólica de los vientos.

El sistema de cobertura consiste en colocar tres capas de material de préstamo manteniendo una inclinación hacia los taludes del depósito.

A continuación se hace una breve descripción de cada una de las distintas capas que conforman la cobertura.

Capa de arcilla

Sobre la superficie de relave se colocará una capa de arcilla de 0.30 m de espesor para minimizar la infiltración de aguas que se precipiten directamente en el área del talud del depósito de relaves.

Capa dren de grava

Sobre la capa anterior se colocará una capa de Grava mal gradada (GP) de 0.20 m de espesor, que servirá para el drenaje de las aguas de lluvia que se precipiten directamente en el área del talud del depósito.

Capa de grava y piedra

El material de préstamo de la tercera capa consistirá en una capa de grava y piedra de 0.20 m de espesor a fin de garantizar la estabilidad física de los taludes del depósito y evitar el desbordamiento del depósito frente a la acción dinámica, acción hidráulica de las aguas de las precipitaciones pluviales y acción eólica de los vientos.

En el Plano N° 04-001 se aprecia el diseño de la cobertura del talud de la relavera con material de préstamo.

1.2.11 Revegetación del Depósito de Relaves

La revegetación del depósito de relaves se realizará al culminar la última etapa de recubrimiento con suelo orgánico. Durante esta etapa se establecerán planes y técnicas para el sembrado con especies propias de la región de acuerdo a las características ecológicas preferentemente se revegetará con gramíneas nativas que predominan en la estación anual, el cadillo (*Cenchrus echinatus*) y otras como la avenilla. La mayor parte de la vegetación que conforman las hierbas florecen normalmente al cesar la lluvia, principalmente en mayo, para luego a principios de junio ponerse casi seca y tornándose amarillentas por la intensidad de los rayos solares.

1.2.12 Actividades de Cierre para la Estabilidad Física y Química del Depósito de Relaves de Cianuración.

Los relaves de cianuración tienen un alto contenido de pirita y tiene la gran capacidad para generar aguas ácidas y requiere de un encapsulamiento eficaz y construcción de obras auxiliares para garantizar la estabilidad física y química. Del resultado de las evaluaciones se considera un pasivo ambiental potencialmente generador de drenaje ácido que alteraría el ecosistema de la zona sino se ejecutan acciones inmediatas para el abandono del depósito

Se ha considerado el diseño y construcción de obras principales y complementarias que garantizarán la estabilidad física y química del depósito en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

1.2.13 Construcción de un dique de contención al pie del talud del depósito de relaves de cianuración.

Al pie del talud del depósito de relaves debe construirse un dique de contención de 20.0 m con mampostería de piedra, para evitar el desbordamiento del depósito por acción erosiva de las aguas de las precipitaciones pluviales y la acción eólica de los vientos, se recomienda preparar la base antes de iniciar la construcción del dique eliminando todo material incompetente. La geometría del diseño se aprecia en el Plano N°02-002.

1.2.14 Nivelado de la superficie del depósito de relaves

Con la finalidad de efectuar el recubrimiento del depósito de relaves se realizará un nivelado superficial y cortes para recomodar su morfología. El talud del depósito aguas abajo debe alcanzar una pendiente de 2(H) : 1(V) inclinación aproximada de 26° sobre el dique de contención, el nivelado del depósito consistirá en configurar una superficie plana con ligera inclinación al talud, estas obras garantizarán la estabilidad física bajo condiciones estáticas y pseudoestáticas.

1.2.15 Colocación de cobertura con material de préstamo superficial

La superficie de los relaves nivelados se cubrirá con una capa impermeable de material de préstamo y una geomembrana lisa de polietileno de alta densidad (HDPE) de 1 mm de espesor, la cobertura del material de préstamo tendrá 0.90 m de espesor y estará distribuida en tres capas manteniendo una inclinación de 2% hacia los taludes.

La impermeabilización consistirá en el encapsulamiento total del depósito colocando un sistema de triple cobertura con material de préstamo y geomembrana para evitar la oxidación y lixiviación de minerales sulfurosos que son generadores de aguas ácidas al permanecer expuestas al aire y agua, el sistema permitirá minimizar las filtraciones y garantizar la estabilidad fisicoquímica del depósito de relaves luego del cierre.

A continuación se hace una breve descripción de cada una de las distintas capas que conforman la cobertura impermeabilizante.

Capa de arcilla

El diseño contempla colocar una primera capa de material arcilloso directamente sobre la superficie de relave esta capa debe alcanzar un espesor de 0.50 m debe compactarse para impermeabilizar y minimizar la infiltración de las aguas de lluvia que se precipitarán directamente en el área del depósito.

Geomembrana impermeabilizante

Sobre la capa de arcilla se colocará la capa de geomembrana lisa de polietileno de alta densidad (HDPE) de 1 mm de espesor para evitar la infiltración y sirve como una segunda y principal barrera de infiltración de agua de lluvia que precipite directamente en el área del depósito. Se asume, en función de experiencias y de información proporcionada por los fabricantes de este material que el coeficiente de permeabilidad de la geomembrana es menor de 10-13 cm/s.

Capa dren de grava

Sobre la geomembrana impermeabilizante se colocará una capa de material de préstamo grava mal gradada (GP) limpia, conformado por fragmentos redondeados para evitar el punzonamiento de la geomembrana, esta capa debe alcanzar un espesor 0.20 m y servirá para drenar las aguas de lluvia que se precipitarán directamente en el área del depósito.

Capa de suelo orgánico

Sobre la capa dren de grava se colocará una capa de tierra vegetal de 0.20 m de espesor, donde se sembrará plantas típicas de la región a fin de garantizar la revegetación del área impactada por el almacenamiento de relaves.

En el Plano N° 02-002 se aprecia el diseño de la cobertura del depósito de relaves de cianuración.

1.2.16 Revegetación del Depósito de Relaves

Las obras de revegetación se iniciarán al culminar la última etapa de recubrimiento del depósito de relaves con suelo orgánico. Durante esta etapa se establecerán planes y técnicas para el sembrado con especies propias de la región de acuerdo a las características ecológicas preferentemente se revegetará con gramíneas nativas que predominan en la estación anual, el

cadillo (*Cenchrus echinatus*) y otras como la avenilla. La mayor parte de la vegetación que conforman las hierbas florecen normalmente al cesar la lluvia, principalmente en mayo, para luego a principios de junio ponerse casi seca y tornándose amarillentas por la intensidad de los rayos solares.

1.2.17 Cronograma de Actividades para el Cierre de los Depósitos de Relaves de Flotación y Cianuración

Las actividades del plan de cierre se ejecutarán contemplando las Normas legales vigentes que exigen Reglamento para la protección ambiental en las actividades minero-metalúrgicas y el Código del Medio Ambiente de los Recursos Naturales.

La ejecución del plan de cierre contempla un conjunto de medidas y actividades que deben ejecutarse con la tecnología apropiada para restituir en lo posible las áreas impactadas por el almacenamiento de relaves.

En los Cuadro N° 4.4 y 4.5 se considera un estimado del tiempo para la ejecución de las obras para el abandono de los depósitos de relaves de flotación y cianuración.

1.2.18 Estimación de los Costos del Plan de Cierre.

Los gastos que se realizarían para ejecutar el cierre definitivo del depósito de relaves de flotación y cianuración se efectuarán durante el periodo de operaciones de la empresa, estos gastos contemplan la construcción del canal de coronación, la construcción de diques de contención para estabilizar el talud de los depósitos, el encapsulamiento total y principalmente el desarrollo de la revegetación.

En el Cuadro N° 4.6 se considera un estimado de los costos de las obras que contempla el Plan de Cierre de los depósitos de relaves.

CUADRO N° 4.6

COSTO ESTIMADO DE LAS OBRAS QUE CONTEMPLA EL PLAN DE CIERRE DEL DEPÓSITO DE RELAVES DE FLOTACIÓN

ACTIVIDADES	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL \$
Construcción de dique de contención al pie del talud con mampostería de piedra ó berma estabilización con material de préstamo	80.0 m.	115.00	9,200.0
Construcción de dique de piedra	50.0 m	25.00	1,250.0
Construcción de canales filtros de drenaje	15.0 m	105.00	1,575.0
Construcción de canal de coronación para derivar las aguas de escorrentía	650.0 m	25.00	16,250.0
Construcción de una poza para almacenar aguas residuales que drenan del depósito de relaves	12.0 m ³	175.00	2,100.0
Perfilado y nivelado del depósito de relaves	31,000.0 m ²	0.25	7,750.0
Colocación de cobertura de material de préstamo en la superficie del depósito de relaves	21,500.0 m ²	1.50	32,250.0
Colocación de cobertura de material de préstamo en el talud del depósito de	9,500.0 m ²	1.30	12,350.0

relaves.			
Revegetación del depósito de relaves	31,000.0 m ²	0.30	9,300.0
TOTAL	92,025.0		(US \$)

COSTO ESTIMADO DE LAS OBRAS QUE CONTEMPLA EL PLAN DE CIERRE DEL DEPÓSITO DE RELAVES DE CIANURACIÓN

Construcción de dique de contención al pie del talud con mampostería de piedra.	20.0 m	115.00	2,300.0
Nivelado y perfilado del depósito de relaves	3,900.0 m ²	0.25	975.0
Colocación de la cobertura de material de préstamo	3,900.0 m ²	1.30	5,070.0
Instalación de la geomembrana en el depósito de relaves.	4,200.0 m ²	8.50	35,700.0
Revegetación del depósito de relaves	3,900.0 m ²	0.30	1,170.0
TOTAL	45,215.0		(US \$)

COSTO TOTAL ESTIMADO DEL CIERRE DE LOS DEPÓSITO DE RELAVES DE FLOTACIÓN Y CIANURACIÓN (US\$)
137,240.0

1.3 TERCERA FASE:

Que viene a ser la ejecución, en este caso se inicia desde la convocatoria para la licitación hasta la conclusión de las obras incluidas.

1.3.1 Licitación

Minas Arirahua, es una empresa pequeña que no tenía un modelo de convocatoria para las licitaciones, en este contexto para tener datos de empresas que puedan ejecutar este tipo de trabajos se tuvo que acudir a la Cámara de Comercio de Arequipa y obtener datos de empresas registradas para realizar movimiento de tierras, se obtuvo varios datos, invitándose a las siguientes empresas:

ETECO S.A.

MARQUISA S.A.C.

VISAR

Luego de obtener las propuestas de las empresas se procedió a evaluar los siguientes criterios:

- ✓ Equipo mecánico que ofrece para desarrollar el plan de cierre. Esto porque el equipo a utilizar nos dará una idea de cómo será el acabado final y el tipo de explotación de canteras, etc.
- ✓ Personal técnico propuesto. La disponibilidad de un profesional con experiencia y un equipo técnico que haya desarrollado proyectos de este tipo nos asegurará éxito en el cumplimiento de los alcances.
- ✓ Capacidad económica, que tiene que ser muy similar a la que contrata. Es necesario que las empresas que realizan el contrato principalmente la que contrata debe ser mayor o similar en facturación económica con la empresa a ejecutar dado que los problemas legales que puede acarrear podrían generar discrepancias donde se reflejará las inconveniencias.
- ✓ Tiempo de ejecución. Es importante saber cuanto tiempo considera para cumplir con los alcances, puesto que este tipo de trabajos está sujeto a inspecciones técnicas del Ministerio de Energía y Minas, los cuales indican fechas determinadas de inspección que se tiene que cumplir.

Luego de evaluar las características se optó por la empresa ETECO, las principales consideraciones fueron aspecto económico y el equipo mecánico que ofertaba, los profesionales propuestos de todas las empresas disponían de amplia experiencia.

1.3.2 Ejecución

La ejecución de los planes de cierre se realizan de acuerdo a la programación de obra, aprobada por el Ministerio de Energía y Minas en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del plan de cierre, quien vela por su cumplimiento, para esto el ingeniero encargado de ejecutar las obras de los planes de cierre deberá respetar las especificaciones técnicas y planos aprobados en el EIA del plan de cierre.

1.3.2.1 Especificaciones técnicas

a) Objeto.- El objeto de las especificaciones técnicas es definir específicamente, junto con los planos e instrucciones indicadas en los mismos, la manera en la que se llevará a cabo los trabajos así como las características de los materiales. El manejo de la mano de obra y equipo es responsabilidad del contratista, el ingeniero supervisor debe exigir un determinado equipo y personal calificado para cumplir con lo indicado en las especificaciones técnicas.

b) Alcances.- En nuestro caso, las especificaciones técnicas están dadas en el EIA respectivo, las no indicadas se tiene que respetar las buenas practicas de la construcción. Las obras principales para el plan de cierre son las siguientes:

- ✓ Muros o diques de contención
- ✓ Nivelación y perfilado de los depósitos de relaves
- ✓ Cobertura de los relaves con material de préstamo
- ✓ Construcción de canal de coronación y filtros

c) Normas y especificaciones técnicas de referencia.- Todos los materiales, procedimientos de construcción y equipos, incluyendo la fabricación y prueba de los mismos, se deben conformar en toda obra de acuerdo a las últimas normas aplicables y a las especificaciones contenidas en la siguiente lista:

R.N.C	Reglamento Nacional de Construcciones.
N.T.P.	Normas técnicas Peruanas.
A.C.I.	American Concrete Institute
USBR	U.S. Bureau of Reclamation
A.S.T.M.	American Society for Testing Materials.
E.P.A.	Environmental Protection Agency
Guías	Guías para el plan de cierre de minas

En todos los casos, esta lista no es limitativa para adicionar más normas aplicables y respetar las especificaciones contenidas en sus últimas ediciones de estas normas.

1.3.2.2 Planos

En este caso se tiene la siguiente lista de planos

02-002	Vista en planta del plan de cierre y sección principal de la relavera
02-002	Muros de contención
02-002	Sección y detalles del canal

1.3.2.3 Planeamiento de ejecución

Luego de otorgado la buena pro para ejecutar la obra a la empresa ETECO, se inició la movilización.

En el caso de la movilización, por el acceso minero, donde solamente llegaban semitrailers, se tuvo que evaluar en este caso la ruta a seguir por los camabajas que trasladarían al equipo pesado. Debido a que en su oferta presentó como propuesta traer una excavadora 320, un tractor D6G y 03 volquetes, esta evaluación consistió en verificar que pasaría las curvas cerradas del acceso.

Para el inicio de los trabajos una vez que los equipos ya se encontraban en obra se planificó de la siguiente forma: (Ver imagen 01)

Se identificó 04 accesos a la zona de trabajo, con lo cual se lograba cubrir todas las plataformas y taludes a revestir, estos accesos en su mayoría ya existían debido que para estabilizar el depósito luego del terremoto se realizó este trabajo.

Los trabajos de nivelación se iniciaron en la plataforma 01 haciendo uso del tractor D6, luego se pasaría a la plataforma 02 y pasando a la plataforma 03 y culminando con las plataformas 04, 05 y 06. La plataforma 07 no se realizó la nivelación, dado que este aún no aceptaba el ingreso de equipo y se fue ingresado con material de préstamo.

Perfilando los taludes de inició con el perfilado del talud 04 que era el de mayor extensión, se paró posteriormente al talud 02, 05 luego al talud 06 y 07. El talud 01 se ejecutó al final dado que este tenía una parte dentro de la zona húmeda.

El canal de coronación se ejecutó por administración directa, iniciándose este mucho antes que los movimientos de tierra, el inicio si dio por el límite de la plataforma 03, ejecutando primero con dirección a la plataforma 05 y luego con dirección hacia la plata concentradora, cabe mencionar que el cambio de pendiente del canal se ubicaba cerca del acceso 02.

La cobertura de material se siguió el mismo orden de la nivelación y el perfilado de taludes.

La ejecución de muros se inició mucho antes del movimiento de tierras, el muro 01 se había ejecutado con mucha anterioridad, contemplándose tan solo el muro 02 y un dique 01 de piedras.

Ver cronograma real ejecutado, se inició el 15 de abril y se culminó el 23 de junio todo lo relacionado a movimiento de tierras y cobertura. Las obras que

complementaban el plan de cierre tomó más tiempo de lo esperado y estos no estaban considerados en el estudio.

a) Movilización y Desmovilización

Es necesario indicar que para cualquier trabajo a realizar, se tiene que considerar esta partida, dado que en la unidad minera no disponemos de equipo para ejecutar estos trabajos por lo cual todo es rentado.

Luego del análisis de la ruta se obtuvo lo siguiente:

El traslado de los equipos se realizó haciendo uso de un camabaja y se identificó que tenía que haber dos descensos del equipo en el trayecto: uno de ellos para cruzar el puente en el del Río Majes y otro para cruzar un túnel existente en el tramo. En las curvas era posible su acceso mediante maniobras.

b) Cobertura con material de préstamo

Era necesario cumplir con lo estipulado en el estudio, el cual indicaba como máximo una pendiente de 2% en las zonas con aparente nivelación y en los taludes un 2H: 1V, para ejecutar esta se tuvo que realizar un acceso para que el equipo pueda acceder y posteriormente hacer uso de estos accesos para el traslado del material de préstamo, se procedió a realizar una nivelación con un grupo de topografía, el cual definió los cortes y relleno que se tenían que hacer, la versatilidad de trabajo de la excavadora es muy útil para lograr los taludes que uno desea, siendo ampliamente más útil que el tractor en este tipo de trabajos.

Se programó el tractor para los trabajos de nivelación y la excavadora para el caso de perfilado de taludes, dado que los relaves tenían pendiente y existía una banquetta pequeña se decidió eliminar dicha banquetta y uniformizar en un solo talud. La excavadora tiene que seguir los trazos indicados por la topografía para lograr los taludes indicados en el plano.

c) Cobertura con material de préstamo

Luego de revisar junto con el geólogo de la unidad se determinó las canteras a explotar.

Se tiene que retirar la capa vegetal y luego almacenarla para que luego de colocar las capas arcillosas y gravosas proceder a su colocación para la cobertura exterior.

Se tiene que evaluar el ciclo de los equipos, dado que para este trabajo específico se tenía que seleccionar la cantidad necesaria de volquetes para evitar horas muertas, considerando que estos eran trabajos a costos unitarios no era competencia nuestra, en caso sea por alquiler de equipos estos tiene que tenerse cuidado que esté trabajando constantemente.

d) Construcción de canales de coronación

Para realizar la construcción de los canales de coronación considerados en el Plan de Cierre se ha subdividido este alcance en los siguientes:

Trazo y replanteo: Se respetó el límite de la relavera y se procedió a comprobar su perfil longitudinal para comprobar las pendientes y evitar pendientes positivas en todo el tramo del canal. En pendientes fuertes se consideró realizar graderías.

Excavación en terreno semi rocoso: Mediante el uso de combas para proceder a demoler rocas que ya se encuentran fracturadas, luego de hacer uso de picos y lampas, gran parte del tramo del canal continúa bolonería y se procedió a excavar como roca.

Excavación en roca: Para este tipo de excavación se hace uso de un equipo de perforación y explosivos, que para el caso nuestro se tuvo que realizar taladros de 1' x 38 mm, para luego realizar su carga con cartuchos de dinamita. Como se tenía la población muy cercana de la zona de excavación del canal las medidas de seguridad para hacer este tipo de excavación se hacen extremas, colocando bolsas de arena con malla para evitar que trozos de roca sean lanzados ocasionando daños.

2. RESERVORIO DE 900 M3

Los reservorios de agua dentro de las unidades mineras funcionan como reguladores del caudal, las plantas de procesos requieren disponer de un caudal mínimo constante, sin embargo por la misma operación en algunos horarios incrementan su consumo y son estos tanques los que regularizarán estos incrementos que se dan.

2.1 PRIMERA FASE

Los procesos a tener en cuenta son:

Información Preliminar: Obtener información suficiente para definir las necesidades que quiere cubrir el usuario de este reservorio, en la mayoría de casos son las plantas concentradoras. Esto incluye definir la capacidad mínima de almacenamiento de acuerdo a los datos disponibles de operación.

Entrevista a involucrados: Definir con el departamento de geología, mina, etc., la posible ubicación, teniendo en cuenta el futuro desarrollo de alguna instalación. Esto quedará definido por las reservas y posibilidades de crecimiento de la unidad minera. En esta etapa también se dispondrá de información que cuentan las otras áreas, tales como geología del lugar de emplazamiento, canteras, botaderos, etc.

Estudio Topográfico: Realizar un levantamiento topográfico de la zona donde se ubicará este reservorio, con la finalidad de definir su posible configuración (elaborar plano) y definir el presupuesto estimado (metrados, costos unitarios, cantidad de materiales y recursos, etc). En el plano uno debe ubicar sus coordenadas de los puntos principales, en caso se haya realizado el levantamiento en el sistema WGS que actualmente su uso es generalizado, caso contrario definir ángulos y distancias.

2.2 SEGUNDA FASE

Elaboración del informe técnico: Se procede a elaborar el plano de la configuración, se definió un volumen útil de 700 m³. Todas las dimensiones se muestran en planta y corte del reservorio se muestran en el Plano N° 03-001. Se consideró que el revestimiento sería de geomembrana y el diámetro de la tubería de captación de 6”.

El presupuesto estimado fue:

Cuadro N° 5.1 CONSTRUCCION DE RESERVORIO DE 700 M3

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.U.(\$)	PARCIAL	EJECUTOR
1	Limpieza del terreno	M2	900.00	0.45	405.00	ETECO S.A
2	Habilitación de accesos	Glb	1.00	900.00	900.00	
3	Excavación en roca fracturada	M3	1578.00	1.10	1735.80	
4	Eliminación de material excavado	M3	1578.00	0.75	1183.50	
5	Perfilado de taludes	M2	250.00	0.75	187.50	
6	Nivelación de piso de reservorio	M2	430.00	0.60	258.00	
7	Extendido de arena para cama de apoyo	M2	680.00	0.80	544.00	
8	Compactado de cama de apoyo	M2	680.00	0.80	544.00	MINARSA
9	Excavación de zanja de anclaje – geomembrana	M3	18.60	3.00	55.80	OTRA
10	Instalación de geomembrana	M2	867.40	4.00	3469.60	
COSTO DIRECTO					9283.20	

2.3 TERCERA FASE

Se realiza el proceso de construcción, donde se hace uso de los recursos necesarios para lograr la infraestructura que describe en los planos.

Replanteo Topográfico: Haciendo uso del equipo topográfico se ubica el punto topográfico del cual se basaron para generar el plano inicial y sobre el cual se diseñó. Se procede a marcar con yeso los bordes de la excavación (Ver foto N° 35 y 36), estas marcas limitan el área donde la excavadora realizará la excavación.

Excavación masiva: Para este tipo de excavaciones es recomendable hacer uso de maquinaria pesada, en el caso específico este trabajo se programó paralelo al plan de cierre, con la finalidad de obtener material para rellenar. Se procedió a excavar indicando al operador de la excavadora los límites superiores y los inferiores, se le indica el talud planeado y se coloca un ayudante para que cada cierto tiempo verifique que se está logrando el talud de excavación, de este modo se evitará que el equipo nuevamente retome a dar un acabado para lograr el talud. Durante el proceso de excavación se va verificando el talud de corte con una escuadra elaborada, se va remarcando los límites de corte.

Transporte de material de corte: Esta partida se ejecuta con volquetes de 15 m3. Los volquetes se cuadran observando la ubicación del cucharón de la excavadora y siempre en retroceso para salir fácilmente. Siempre se debe tratar que la excavadora se ubique en un nivel superior respecto al nivel de los volquetes, esto da mayor productividad a la excavadora.

Verificación Topográfica: Se verifica los niveles de excavación para verificar avances y no obtener sobreexcavación.

Colocación de Cama de Apoyo: En los reservorios de geomembrana, es obligatorio disponer de una cama de arena de apoyo para evitar los punzonamientos en la geomembrana.

Colocación de Geotextil: El geotextil es un material muy flexible y de muy poco peso, no tiene exigencias en su colocación, es otro protector para la geomembrana.

Colocación de Geomembrana: La geomembrana es un material pesado en este caso se utilizó una de espesor de 1.5 mm, su manipulación se realiza con equipo pesado para su transporte, y la costura se realiza mediante equipos especiales de fusión. El control de calidad de geomembrana es todo un tratado que no es de abarque de este informe.

3. CIMENTACION DE EQUIPOS

Para la cimentación de equipos solo se describirá el proceso a seguir, puesto que es una estructura que en el caso de esta mina es de estándar su ejecución y no requiere elaborar una nueva ingeniería, solo seguir el proceso adecuado de ejecución.

Replanteo Topográfico: El ingeniero geólogo y el ingeniero de minas son los encargados de indicar donde se ejecutará un inclinado y por lo tanto queda definida la ubicación de los equipos (winche, bomba, etc.) que operarán en dicha zona, tomando en cuenta sus facilidades de extracción y acceso a la veta.

Excavación en roca: Para iniciar la excavación es necesario conocer las medidas u obtener los catálogos o planos de la base del equipo que requiere cimentar. Coordinar con las otras áreas (mantenimiento, mina, etc.) del espacio que requieren adicional a las dimensiones del equipo, tales como espacio mínimo para mantenimiento, operación, etc. La profundidad de excavación será indicada por los anclajes.

La profundidad de excavación debe ser 0.15 cm adicional, esto debido a las imperfecciones de excavación en roca, asimismo para colocar un solado. Para ubicar los pernos de manera exacta se realiza mediante documentos.

Anclajes de equipos: Obtener la longitud del perno de anclaje, esto nos dará la profundidad mínima de excavación, uno de los principales inconvenientes es no considerar que se hará una losa por encima del nivel del riel.

Replanteo Topográfico: Replantar las medidas de la base del equipo con una longitud adicional de 0.40 cm para cada lado. Esto debido a que la excavación en roca no siempre se logra la verticalidad. Tener en cuenta la ubicación del eje del equipo que deberá coincidir con el eje del inclinado. Los ejes en minería subterránea se ubican en el techo, desde ahí uno tiene que ubicarse a nivel de piso mediante una plomada. La ubicación de los pernos respecto al eje del equipo es una información que debe brindar el jefe de mantenimiento. En la mayoría de casos el eje del túnel no coincide con el eje de los pernos.

Transporte de Materiales: Se debe hacer ingresar los materiales necesarios para la elaboración del concreto, en el caso de la minería a pequeña escala se hace ingresar en sacos para su mejor carguío y descargue. Los materiales mínimos necesarios a ingresar son con los que se elaborará el concreto (cemento, arena, piedra, aditivos, etc.), el acero habilitado, madera para encofrado, pernos de anclaje.

Colocación de Acero: Luego de colocar el solado proceder a la colocación del acero, el cual debe ser habilitado en superficie con la finalidad que su transporte al interior de la mina sea más factible.

Colocación de Encofrado y Desencofrado: Colocar el encofrado y sobre este las plantillas para colocar los pernos de anclaje los cuales no debe variar en mas de 2 mm.

Colocación del concreto: Proceder a la colocación del concreto y posteriormente rellenar los laterales de la excavación con concreto pobre.

CAPITULO V

EJECUCION DE OBRAS / CONTRATO / ADJUDICACIONES / SUPERVISIÓN

1. EJECUCION DE OBRAS

La ejecución de obras dentro de las unidades mineras tiene diferente conceptualización referente a cumplimiento de plazos, tiempos y calidad. Principalmente debido a su necesidad dentro de la unidad minera

Por el concepto de tiempo se puede definir los siguientes tipos de ejecución de obra:

Ejecución Inmediata: Son aquellos que afectan la producción de la unidad minera y se requiere su ejecución en el plazo más breve posible. Se destina todos los recursos necesarios para su ejecución. El costo se evalúa en relación a lo dejado de producir.

Ejecución Programada: Son aquellos que se consideran dentro del planeamiento de expansión o apertura de nuevos frentes de trabajo de las unidades mineras. El costo es evaluado al principio del año o durante el mismo y se destina los recursos programados para este.

Ejecución Normativa: Son aquellas que se deben ejecutar para cumplir las normativas de los diferentes entidades del Estado Peruano y que están sujetas a fiscalización. El costo es variable y depende de las exigencias de las instituciones gubernamentales, su ejecución es obligatoria. Su no ejecución debe ser evaluada con las multas que acarrea esta decisión.

Dentro de las unidades mineras para llevar un control de los costos incurridos en el mantenimiento de su infraestructura se gestiona una codificación interna dentro de su contabilidad y se hace para cada frente de trabajo. Esto de acuerdo a su sistema de costeo de las unidades.

Para los ingenieros civiles es importante conocer los costos que demanda cada ejecución de obra con la finalidad de realizar estimaciones mas confiables, con la finalidad de conocer las horas hombre invertidas en cada obra ejecutada se lleva un control de los mismos.

En el caso de la mina Arirahua, la mayoría de los trabajos son ejecutados por personal que se encuentra en la planilla de la unidad minera, y para conocer

De este modo se obtenía las horas hombre asignadas a cada proyecto y podía cuantificar el costo de mano de obra de los mismos.

Las obras dentro de unidad minera Arirahua se ejecutan en su mayoría por administración directa, debido a la variabilidad que se tiene en los volúmenes de producción del mineral.

Los tipos de obras que se ejecutan, de acuerdo al monto de inversión se pueden clasificar como sigue:

- ✓ Obras de Inversión en Activos; esto debido que los montos de inversión son elevados
- ✓ Obras de Mantenimiento ; son rutinarios y se ejecutan para que la mina siga en operación

Ver el cronograma de ejecución de las obras realizadas en el año 2004, se puede observar la diversidad de obras que se ejecutan y los tiempos que tomo su ejecución. Es necesario indicar que las obras que son

2. CONTRATO

De acuerdo al artículo 1351 del código civil peruano que a la letra dice “El contrato es el acuerdo de dos o más partes para crear, regular, modificar o extinguir una relación jurídica patrimonial”. Por lo cual el contrato, por ser la exteriorización de la voluntad común de las partes, debe tener una forma y un contenido. Esto es lo que se denomina estructura del contrato.

En Minas Arirahua S.A. la ejecución de obras por contrato es muy poca comparado con otras unidades mineras (ARGENTUM, MILPO, etc), esto principalmente se debe a su ubicación geográfica y que los montos de las obras a ejecutar no son atractivos para los contratistas de las ciudades más cercanas, debido a los altos costos indirectos. Por tal motivo se tuvo que preparar contratos para cada obra específica que requería ser ejecutado por un tercero.

Para la celebración de contratos de todas las obras se debe tener en cuenta los siguientes requisitos:

- ✓ La capacidad del contratista adjudicatario; se debe tener en cuenta que el contratista debe ser de una envergadura similar al propietario.

- ✓ La determinación del objeto del contrato; donde se indica los alcances que se incluido como parte del proyecto a realizar, se debe especificar claramente los puntos principales dando una idea de lo que se espera obtener
- ✓ La fijación del precio; donde indique claramente el monto acordado así como la forma de contrato que se realiza (suma alzada, precios unitarios, etc.).
- ✓ La existencia de crédito adecuado y suficiente, si del contrato se derivan obligaciones de contenido económico para la Administración.
- ✓ La tramitación de expediente, al que se incorporarán los pliegos en los que la Administración establezca las cláusulas que han de regir el contrato a celebrar y el importe del presupuesto del gasto.
- ✓ La aprobación del gasto por la gerencia respectiva.
- ✓ La formalización del contrato.

3. ADJUDICACIONES

La adjudicación para Minas Arirahua es un proceso que conlleva tener confianza en la persona designada para elegir la empresa a ejecutar el proyecto.

La adjudicación de los contratos se lleva principalmente por la decisión conjunta del departamento de logística, con el jefe de obras civiles.

Uno de los requisitos a tener en cuenta para la adjudicación a una empresa son los siguientes:

- ✓ Contar con el equipo necesario para realizar la labor que se encomienda
- ✓ Tener solvencia económica, muy similar a Minas Arirahua.
- ✓ La propuesta técnica y económica más rentable para Minas Arirahua.
- ✓ Las obras complementarias que se necesiten ejecutar serán evaluadas antes de otorgar un adicional
- ✓ Los plazos que se otorgan serán acordes con las necesidades de la Unidad Minera, ya sea para cumplir requerimientos de operación o requerimientos de las autoridades (Ministerio de Energía y Minas, etc.)

4. SUPERVISION

En Minas Arirahua la supervisión es realizada por el Jefe de Obras Civiles, quien es un ingeniero civil. Las funciones que realiza incluyen a título enunciativo y no limitativo los siguientes:

- ✓ Organizar y dirigir la oficina del Jefe de Obras Civiles en la unidad minera
- ✓ Estudiar e interpretar técnicamente los planos y especificaciones para su correcta aplicación por el personal a su cargo o contratista designado
- ✓ Disponer de un cuaderno de obra en el cual se anotará las principales ocurrencias en las obras dentro de la unidad minera.
- ✓ Revisar y aprobar alguna modificación necesaria para la correcta ejecución de los trabajos por el personal bajo su cargo o contratista, evitando que estos modifiquen los precios y plazos estimados para las obras.
- ✓ Realizar mediciones de la obra ejecutada y aprobar los avances de obra.
- ✓ Conducir los reclamos planteados por el contratista, los cuales deberán ser planteados por escrito y de forma documentada.

Las atribuciones técnicas del supervisor también están establecidas en las Especificaciones Técnicas, por lo que deben ser ejercidas por este.

La Supervisión controlará técnicamente el trabajo del personal a su cargo y de los contratistas que se encuentren en la unidad minera y notificará los defectos que encuentre.

La Supervisión, ordenará al personal a su cargo y/o contratistas que localice un defecto y que exponga y verifique cualquier trabajo que considere que puede tener algún defecto. En el caso de localizar un defecto la Supervisión ordenará la corrección del citado defecto.

Será responsabilidad directa de la supervisión, el control de calidad y el cumplimiento de las especificaciones de los proyectos, principalmente en los siguientes aspectos:

- ✓ Control de la conformidad de la obra con los planos los trabajos ejecutados, deberán en todos los casos estar de acuerdo con los detalles indicados en los planos,

- ✓ Control de los trabajos topográficos, controlará los trabajos topográficos iniciales consistentes en el replanteo de ejes, nivelación y levantamientos, que servirán de base para la elaboración de órdenes de trabajo.
- ✓ Inspección de la calidad de los materiales.
- ✓ Cumplimiento de las especificaciones técnicas,
- ✓ Control del almacenamiento y acopio de materiales.
- ✓ Inspección de la calidad de los trabajos, ejercerá la inspección y control permanente en campo, exigiendo el cumplimiento de las especificaciones técnicas, en todas las fases del trabajo y en toda o cualquier parte de la obra.
- ✓ Pruebas, realizará las pruebas necesarias para verificar la buena calidad de la ejecución de las obras
- ✓ Corrección de defectos; toda parte de la Obra que no cumpla con los requerimientos de las especificaciones, planos u otros documentos del Contrato, será considerada trabajo defectuoso. Cualquier trabajo defectuoso observado antes de la recepción definitiva, que sea resultado de mala ejecución, del empleo de materiales inadecuados, deterioro por descuido o cualquier otra causa, será removido y reemplazado
- ✓ Medición de cantidades de obra; llevará un registro de los volúmenes de obra ejecutados, los cuales reportará a la gerencia
- ✓ Informes de avance de obra; realizará los informes que sean necesarios y con la frecuencia necesaria con la finalidad de mantener informado a la gerencia sobre las actividades del área bajo su dirección

CONCLUSIONES

1. El conocimiento de los procesos constructivos en minas permite diseñar una adecuada infraestructura minera proyectando su crecimiento para un mejor desarrollo de sus operaciones.
2. Los planes de cierre de pasivos ambientales requieren de diversas obras para la conservación del medio ambiente y su ejecución principalmente recae en los procesos constructivos que vienen utilizando las últimas tecnologías en materiales de conservación del ambiente
3. Los procesos constructivos en las unidades mineras están sujetas a las necesidades de operación de las unidades mineras.
4. La minería requiere que se tenga un conocimiento amplio de procesos constructivos de las diferentes especialidades de la ingeniería civil las cuales participan en el desarrollo de nuevas unidades mineras.
5. La infraestructura minera en el Perú actualmente esta en auge por los elevados precios de los metales por lo cual hay posibilidades de especializarse en la construcción de infraestructura minera.
6. Las obras de cierre de mina son multidisciplinarios, siendo el aspecto geotécnico e hidrológico las principales disciplinas.

RECOMENDACIONES

1. Antes de brindar una alternativa de infraestructura a la unidad minera es necesario conocer su uso.
2. La logística (adquisición de materiales) tiene que ser con anticipación pues las unidades mineras se encuentran alejadas de las ciudades.
3. Llevar un adecuado control del personal y materiales para conocer tus ratios reales para la construcción.
4. Coordinar con todas las áreas de la unidad minera antes de iniciar una obra de construcción, para evitar interferencias.

BIBLIOGRAFIA

1. Antill James M. y Woodhead W. - Método de la Ruta Crítica y sus aplicaciones a la construcción - 2da edición español, 2002.
2. Castellano Costa Joseph - Tesis "Análisis del régimen jurídico del proceso constructivo de la edificación" - Universidad Girona Fac. Derecho - Año 2000.
3. Comisión chilena del cobre <http://www.cochilco.cl/inversion/guia/chile.asp>
4. "EIA Ampliación de Producción de 150 a 300 TMD" – Consulcont Año 2000
5. "EIA Plan de Cierre de la Relavera Yareta de Minas Arirahua S.A."
6. Ministerio de Energía y Minas - Guía para la elaboración del plan de cierre:– Año 2002.
7. Ministerio de Energía y minas - Guía para la elaboración y revisión de planes de cierre de minas - 2002
8. Novak P., Moffat A.I.B. y Nallary C. - Estructuras Hidráulicas - 2da Edición, 2001
9. Polo Robilliard Cesar – Exposición "La minería en el Perú".
10. Schexnayder Clifford J. Shapira Aviad - Construction Planning, Equipment, and Methods; Robert L Peurifoy - 7 edition (June 9, 2005)
11. Vick S. G. - Planning, Design and Analysis of Tailings Dreams (Geotechnical Engineering) - Año 1983
12. Wikipedia la enciclopedia Libre: <http://es.wikipedia.org/>

ANEXO 01

LISTADO DE NORMAS RELACIONADAS CON LA CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN AMBIENTAL

- D.S. N° 014-92-EM. Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería
- Reglamento de Protección Ambiental para las Actividades Mineras, aprobado a través del D.S. 016-93-EM modificado por D.S. 059-93-EM.
- Modelo de Contrato de Estabilidad Administrativa Ambiental en base al PAMA de las Actividades Minero Metalúrgicas (Resolución Ministerial N° 292-97-EM/VMM).
- Reglamento Ambiental para las Actividades de Exploración Minera (Decreto Supremo N° 038-98-EM).
- Modificación del Reglamento para la Protección Ambiental en las actividades Minero Metalúrgicas aprobado por Decreto Supremo N° 058-99-EM.
- Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM, aprueba los Niveles Máximos Permisibles de Emisión de efluentes líquidos para las actividades mineros metalúrgicos.
- Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM, aprueba los Niveles Máximos Permisibles de Emisiones de gases y partículas para las actividades minero metalúrgico.
- Resolución Directoral N° 016-95-EM/DGAA, Formulario de la Declaración Jurada PAMA, para pequeños productores mineros.
- Ley que regula los Pasivos Ambientales de la Actividad Minera: Ley N° 28271
- Resolución Directoral N° 440-2004-MEM/AAM: Aprobación de Formatos de Declaración de Impacto Ambiental.
- Decreto Supremo N° 046-2004-EM Establecen disposiciones para la prórroga de plazos para el cumplimiento de Proyectos Medioambientales Específicos
- Decreto Supremo N° 033-2005-EM, Reglamento para el cierre de minas, aprobado el 15 de agosto del 2005.
- Decreto Supremo N° 039-2005-EM, Régimen del Registro de entidades Autorizadas a Elaborar Planes de Cierre.

- Decreto Supremo N°059-2005-EM, Aprueban Reglamento de Pasivos Ambientales de la Actividad Minera.
- Ley N° 28526, Ley que modifica los artículos 5, 6, 7 y 8, la primera disposición complementaria y final de la Ley N° 28271, ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera, y le añade una tercera disposición complementaria y final.
- D.Leg. N° 613 Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales.
- R.D. N° 440-96-EM/DDGM Normas a fin de garantizar la estabilidad de los depósitos de relaves.

ANEXO 02

FOTOGRAFÍAS



FOTO N° 01: Vista general y panorámica del talud principal de la relavera Yareta

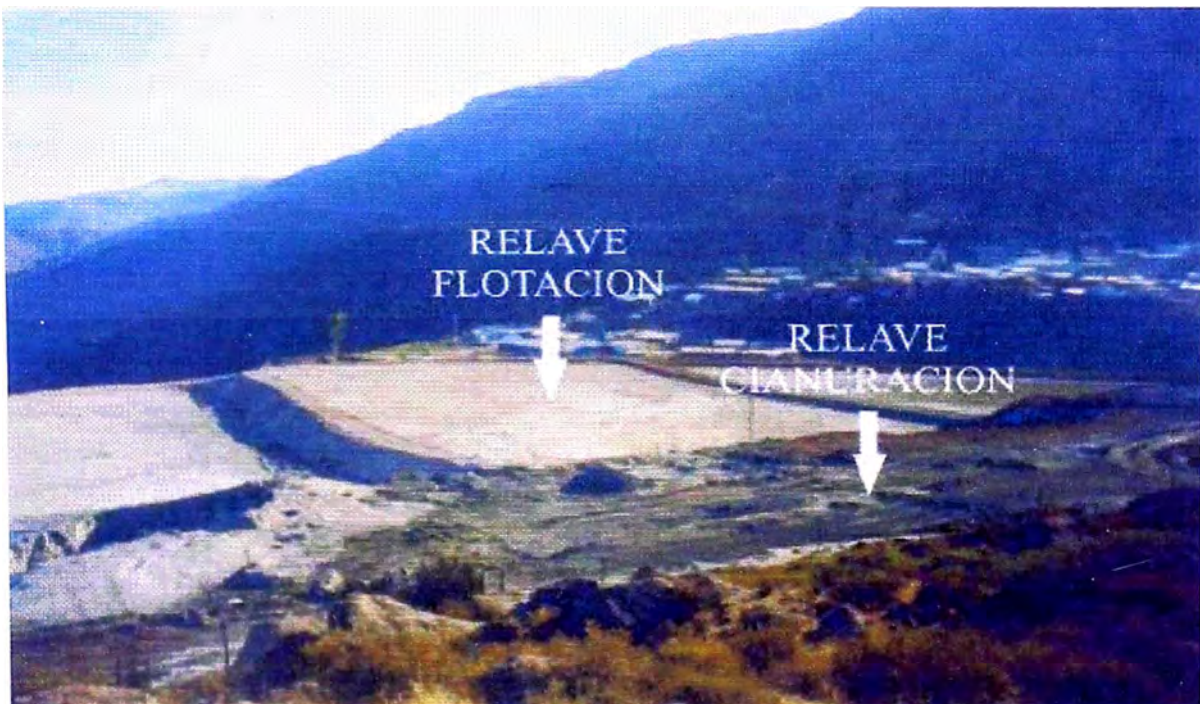


FOTO N° 02: Vista de la parte superior de la relavera (tipo aguas arriba) se observa que aun existía un pondaje de agua a la derecha.



FOTO N° 03: Vista de la planta de relleno hidráulico que funcionaba en la relavera Yareta antes del cierre.



FOTO N° 04: Vista de la parte superior de la planta de relleno hidráulico y de una de las plataformas de los relaves de flotación.



FOTO N° 05: Planta de relleno hidráulico, desde donde se bombeaba a la mina el material que servía como piso (relleno) para la perforación. Se ha reubicado por el plan de cierre.



FOTO N° 06: Planta de relleno hidráulico, en nueva ubicación, se tomó como base la existente.



FOTO N° 07: Perfilado de talud en forma manual, haciendo uso de sacos de polietileno, se observa también el muro construido con anterioridad.



FOTO N° 08: Parte del talud ejecutado manualmente, se muestra un muro de contención y el dique de piedra.



FOTO N° 09: Perfilado de talud con excavadora, para cumplir el talud de la especificación técnica.



FOTO N° 10: Perfilado del talud de relave de cianuración.



FOTO N° 11: Colocación de la cobertura luego de la nivelación, se realizó solo con tractor.



FOTO N° 12: Vista de la primera capa de cobertura colocada, consiste en un material arcilloso, como impermeabilizante.



FOTO N° 13: Vista de la cantera que se utilizó para la cobertura en la parte superior de la relavera, el top soil se separó para colocarlo en la etapa



FOTO N° 14: Nivelación y colocación de la cobertura arcillosa del relave de flotación.



FOTO N° 15: Vista del muro construido en la base del talud del muro de cianuración, previo a la cobertura y perfilado del talud de la antigua planta de relleno hidráulico.



FOTO N° 16: Vista del muro construido en la base del talud del muro de cianuración, previo a la cobertura y perfilado del talud de la antigua planta de relleno hidráulico.



FOTO N° 17: Cantera para ejecutar la cobertura de la parte interior del talud.



FOTO N° 18: Dique terminado y la cobertura del talud principal, se observa que la planta de Relleno Hidráulico quedó inutilizada.



FOTO N° 19: Perfilado del talud del relave de cianuración, sobre la zona que aún se mantiene húmeda.

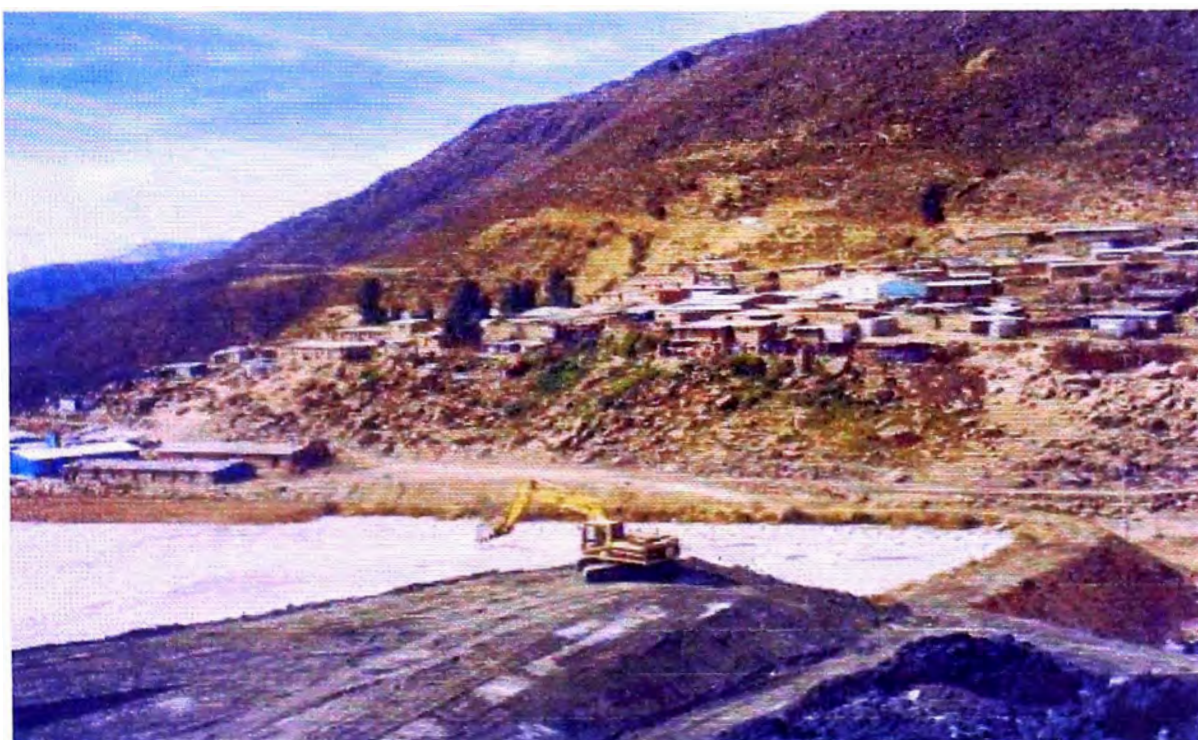


FOTO N° 20: Dando el acabado final y limitando la zona de cierre con la zona que aún queda en operación del relave de cianuración.



FOTO N° 21: Vista general de la relavera, pendiente ejecutar la zona húmeda.



FOTO N° 22: Ejecución completa con cobertura de top soil.



FOTO N° 24: Excavación del canal, por la zona existían rocas en el trazo, se hizo uso de explosivos en algunos tramos.



FOTO N° 25: Excavando el canal, haciendo uso de un marco para indicar los límites de perfilado y no sobreexcavar.



FOTO N° 26: Roca fractura luego del uso de explosivos para permitir el paso del canal.



FOTO N° 27: Se muestra el trabajo de revestimiento se hace uso de marcos para obtener las dimensiones de diseño.



FOTO N° 28: Se ejecutó alcantarillas de concreto para mantener el tránsito en algunos cruces necesarios para continuar con la operación.



FOTO N° 29: Canal en la zona de limite, entre el área de cierre y la de operación de los relaves de cianuración.



FOTO N° 30: Estructura hidráulica para descender al nivel de carretera a continuar con el canal de coronación paralelo a la carretera.



FOTO N° 31: Alcantarilla de cruce de la carretera que empalma dos tramos de canal revestido en la culminación de los trabajos.



FOTO N° 32: Canal excavado que va dirigiéndose hacia la quebrada.



FOTO N° 33: Canal en proceso de revestimiento.



FOTO N° 34: Canales intermedios construidos que cruzan la relavera.



FOTO N° 35: Trazo del borde donde se excavará el reservorio.



FOTO N° 36: Replanteo una vez nivelada la parte superior para el reservorio, de este nivel se procederá a excavar el replanteo.



FOTO N° 37: Excavación hasta llegar al nivel superior del reservorio.



FOTO N° 38: Excavación del reservorio que tiene una profundidad de 2 m se observa al personal que apoya el equipo con una escuadra que verifica el talud.



FOTO N° 39: Colocando la cama de arena con el apoyo de la excavadora.



FOTO N° 40: Compactación de la cama de apoyo, al lado derecho se observa una excavación donde se colocaría la tubería e captación.



FOTO N° 41: Relleno y compactación donde se instaló la tubería de captación.



FOTO N° 42: Colocación del geotextil, también se observa el canal de anclaje.

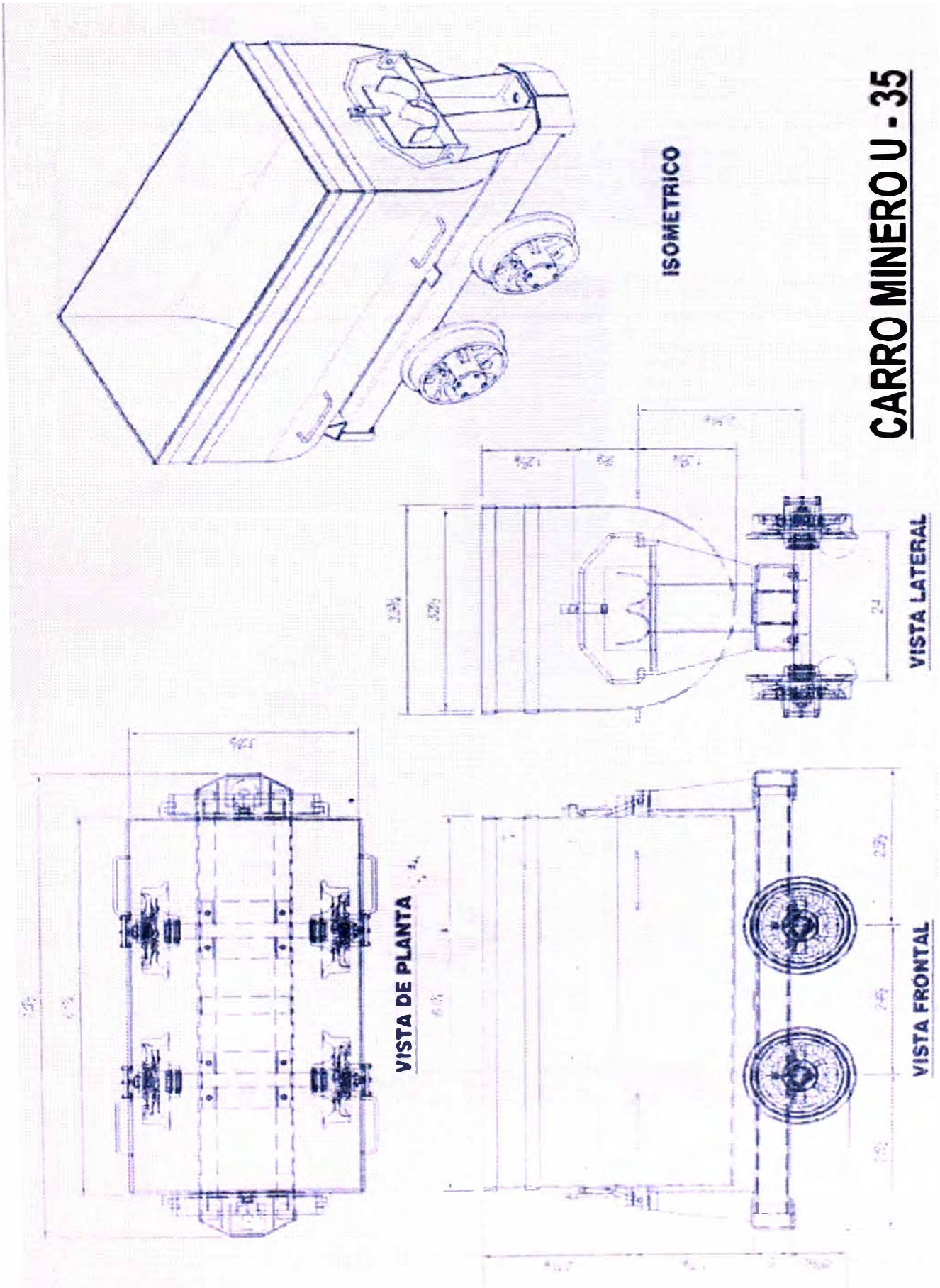


FOTO N° 43: Vista de la colocación completa de la geomembrana, listo para realizar el relleno del canal de anclaje.



FOTO N° 44: El reservorio en funcionamiento, con una malla lateral de cerco perimétrico.

ANEXO 03
ESPECIFICACIONES DE MAQUINARIA EN MINERIA



CARRO MINERO U - 35

PIKROSE HAULAGE GEARS

2 Speed Electric Single Drum Size 3



Cat. No. 58 (144-147)

Of modest overall dimensions, this two-speed single drum haulage is an extremely powerful 2 speed machine suitable for many applications in the extraction and mining industries and industry in general. Fast or slow rope speeds of between 25/770 f.p.m. provide a large area of work delivery.

EXTRA SAFETY FEATURE

Hinged rope guards with hand brakes are available for endless rope and direct haulage drums.

VERTICAL LIFT APPLICATIONS

For vertical lift operations, a lateral mounted 'Feed in Reel' system (less and positive drive clutch version of this machine is available as an extra to the standard range).

19-gt. triple slow mesh gears, heat treated to 60 tons/in².

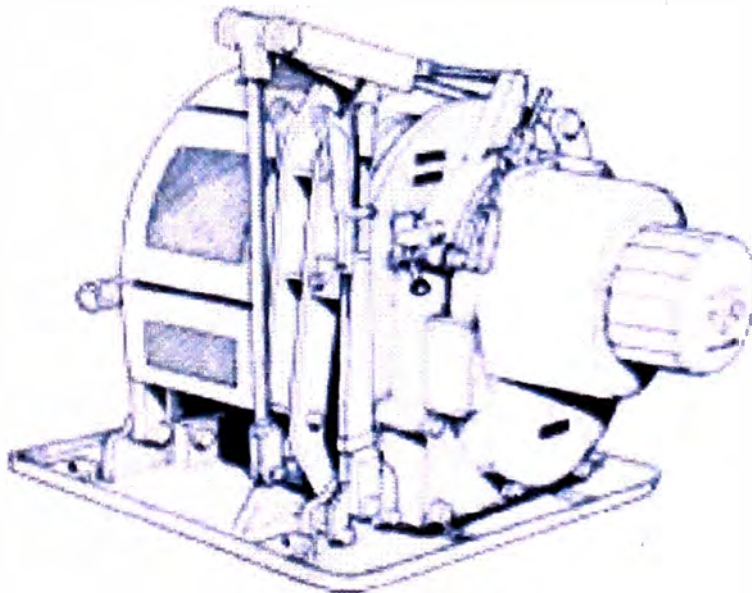
Detachable segments can be fitted for endless rope drums.

Integral switching with arrangements for reverse rotation if required.

Class 'B' low speed motor.

'Dry Heat' type clutch - complete hand control.

Hand operated mechanical 'Lock on' face brake.



WINCHE ELECTRICO

PIKROBE 2 Speed Electric HAULAGE Single Drum GEARS Size 3

Specification

Motor		Gear Selector	Drum and Trolly		Dimensions			Rope Capacity (in feet, lbs.) N.B. Calculated Value
H.P.	R.P.M.		Rope Pull (lb.) (Kgf)	Rope Speed (ft/min) (m/min)	Length (in.)	Width (in.)	Height (in.)	
10	900	Fast Slow	5,000 (22631) 10,200 (46240)	80 (271) 25 (82)	24 (1.373m)	34 1/2" (880mm)	47 (1194mm)	3400 3,100 - 1/4" dia. 2000 1,800 - 3/4" dia. 1200 1,000 - 1 1/2" dia. 250 200 - 5" dia.
20	750	Fast Slow	5,000 (22631) 10,200 (46240)	100 (331) 40 (125)				
30	1800	Fast Slow	5,000 (22631) 10,200 (46240)	160 (488) 55 (171)				
45	1800	Fast Slow	5,000 (22631) 10,200 (46240)	270 (822) 65 (201)				

The maximum ratings are reduced to 2 hour ratings if I.S. 741 Flammable Temperature Rise Standards apply.

FLP Voltage Range 600/800
600/1100

IT SHOULD BE NOTED THAT THERE ARE ALTERNATIVE GEAR RATIOS AVAILABLE WHICH WOULD ADJUST THE ROPE SPEEDS AND PULLS STATED. THIS IS MOST IMPORTANT WHEN ONE HAS TO TAKE INTO CONSIDERATION THE M.C.B. HAULAGE AND TRANSPORT PAPER WITH INDI 2.

Note: The rope capacities stated are for guidance only and are not intended as a recommendation with regard to rope diameter for the duty concerned.

Shipping Information

DIMENSIONS (L x W x H)	9' 11" x 5' 2" x 4' 6" 3033mm x 1575mm x 1332mm
GROSS WEIGHT	6210 lbs. (2819 Kgf)
NETT WEIGHT	5544 lbs. (2515 Kgf)
TOTAL VOLUME	127 cu. ft. (3.6 m ³)

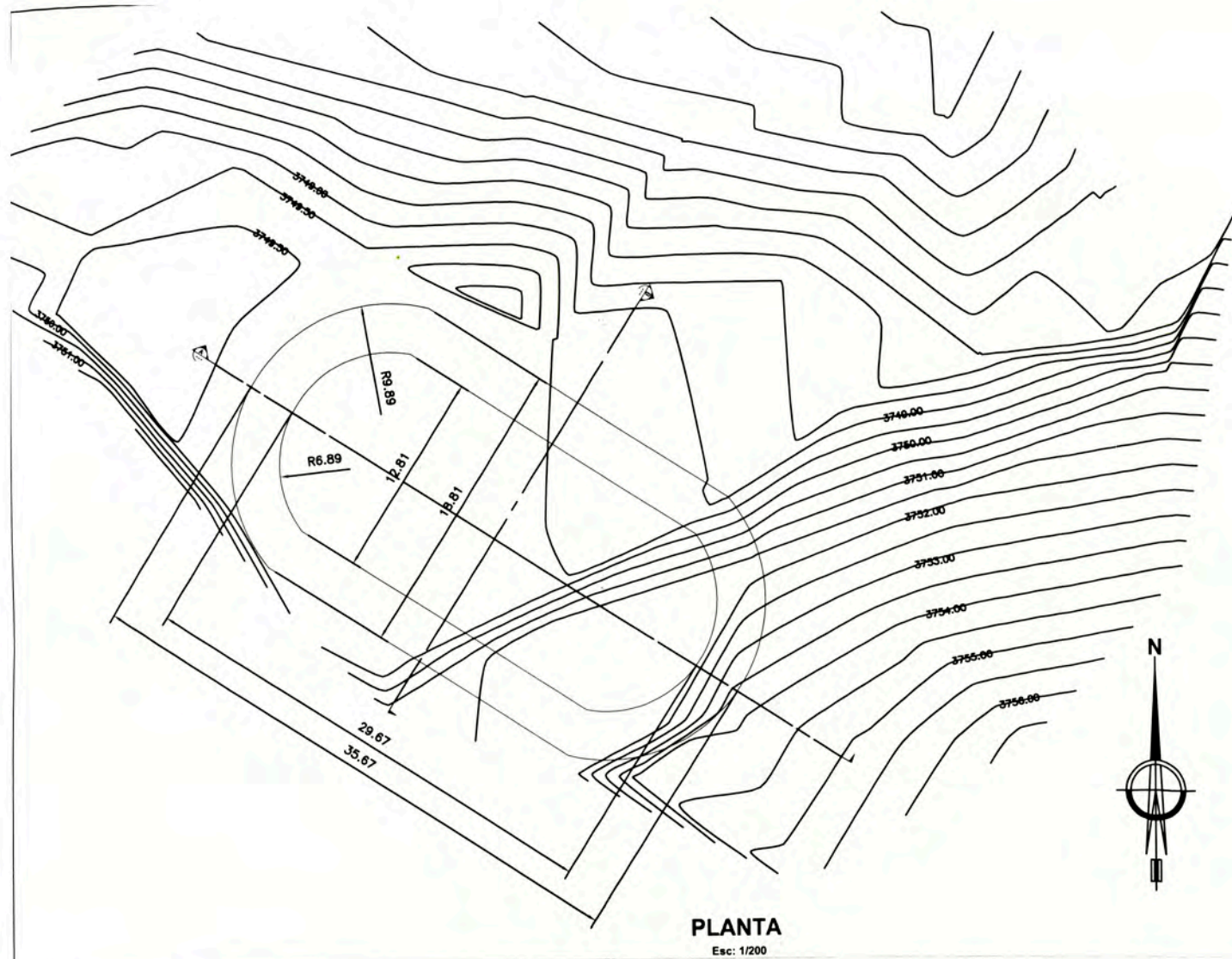


PIKROBE & COMPANY LIMITED
Deth Works, Ashburton, Manchester, M34 2HS
Telephone 061-370 1300 Telex 861468

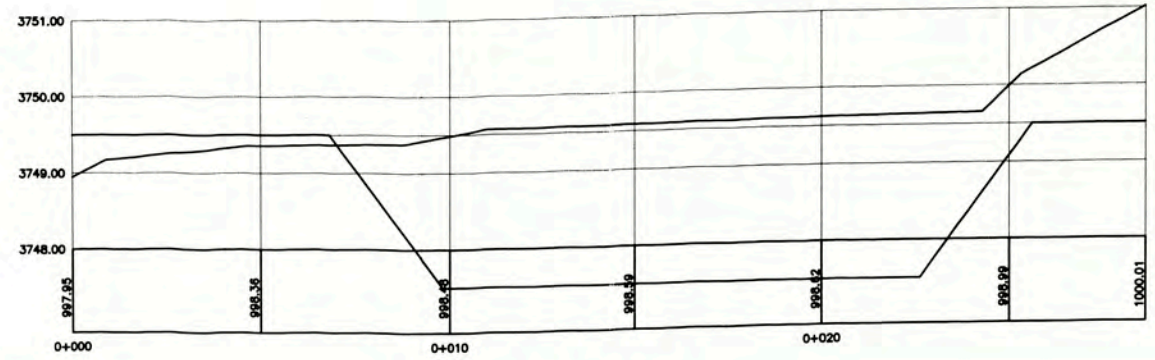
DATOS TECNICOS DEL WINCHE

ANEXO 04
PLANOS Y ESQUEMAS

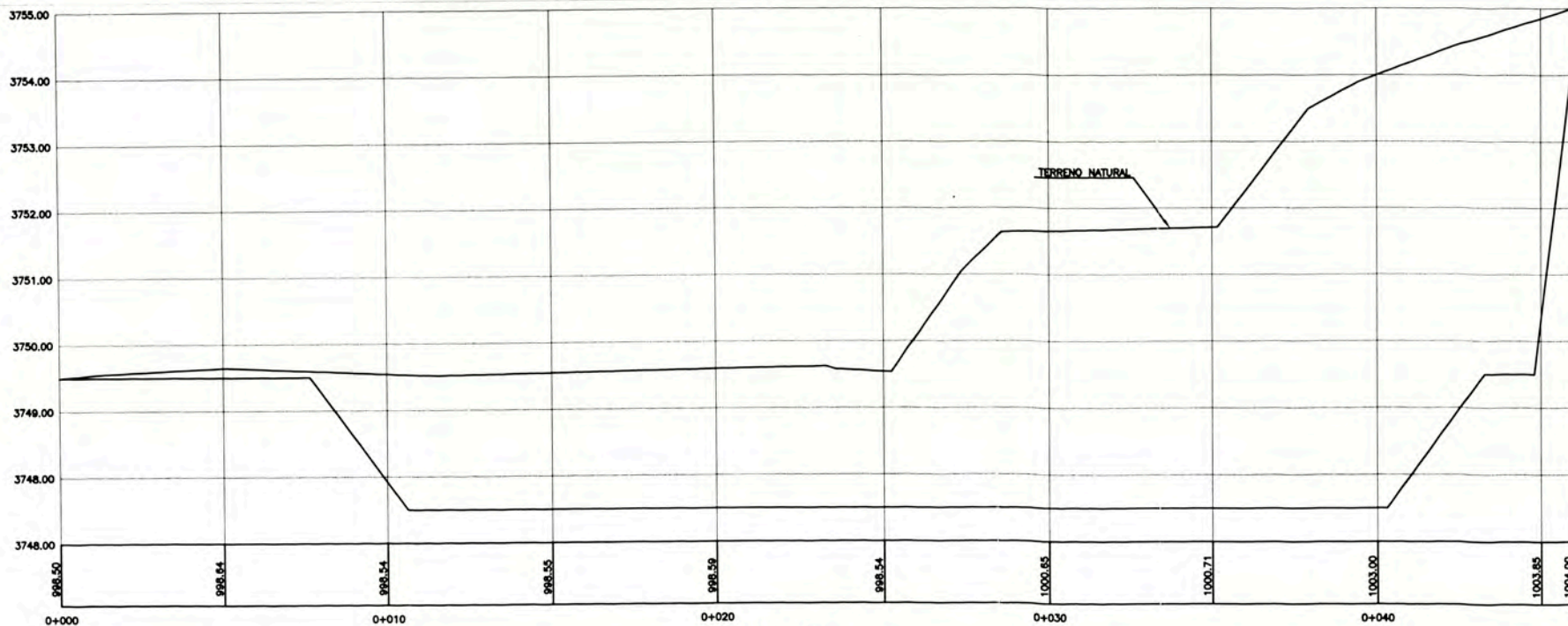
02 – 001	Infraestructura Básica	Campamentos
02 – 002	Infraestructura Básica	Campamentos
03 – 001	Infraestructura Hidráulica	Reservorio de Geomembrana 800m3
04 – 001	Remediación Ambiental	Obras Cierre Relavera Yareta
05 – 001	Infraestructura Minera	Inclinado 180
05 – 002	Infraestructura Minera	Bocaminas



PLANTA
Esc: 1/200



CORTE B-B
Esc: H: 1/100
V: 1/50



CORTE A-A
Esc: H: 1/100
V: 1/50

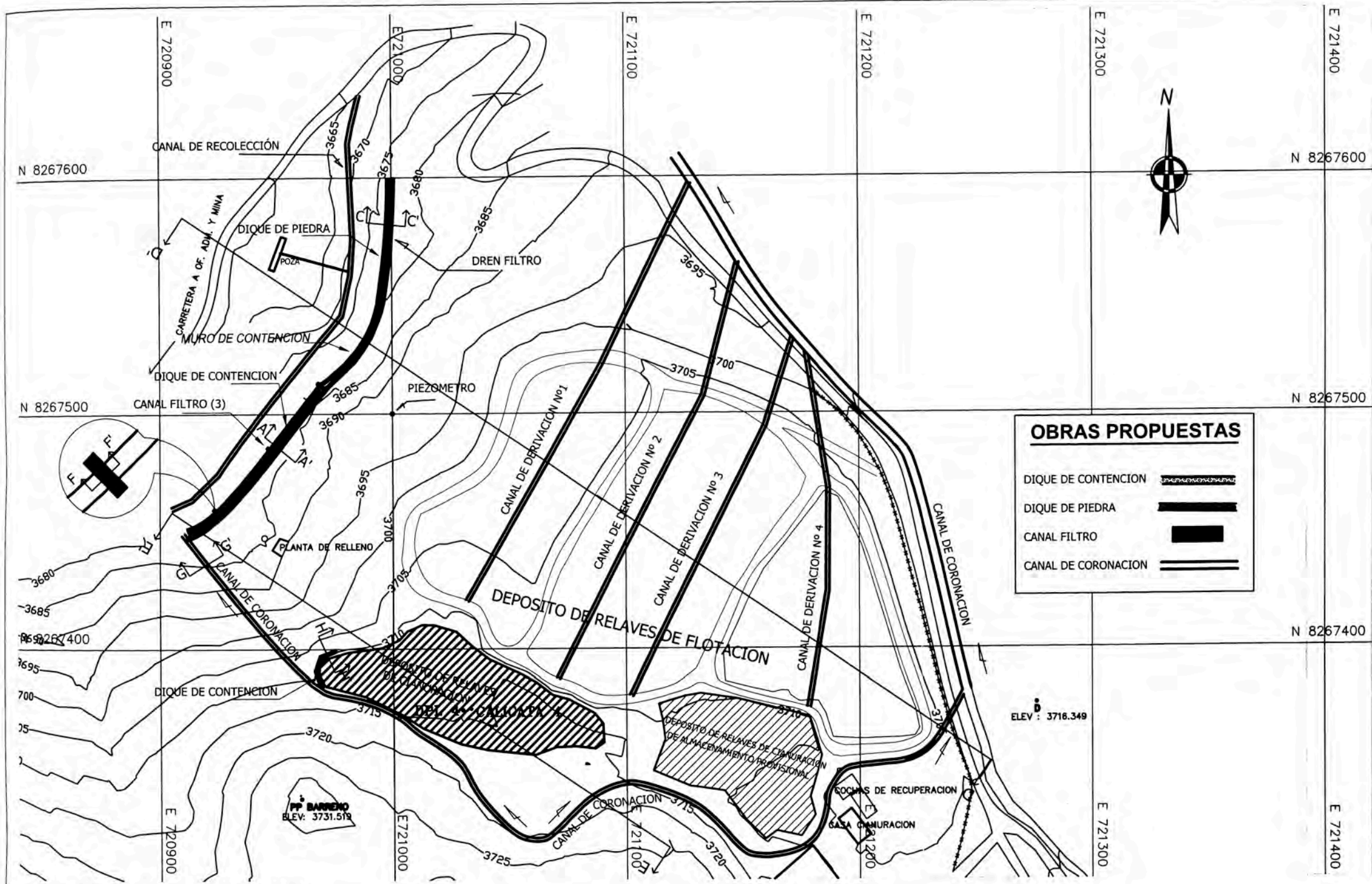
REV.	FECHA	DISEÑADO POR	REVISADO 1 POR	REVISADO 2 POR	APROBADO POR	No.	DWG. No.

INGENIERIA		
DIBUJANDO :	P. ARTICA	15-JUL-04
DISEÑADO :	P. ARTICA	15-JUL-04
REVISADO 1 :	J. SANTANA	15-JUL-04
REVISADO 2 :	J. SANTANA	15-JUL-04
APROBADO :	J. SANTANA	15-JUL-04

MINARSA
Minas Arirahua S.A.

PROYECTO No: 2004
DISCIPLINA:
ESCALA: INDICADA

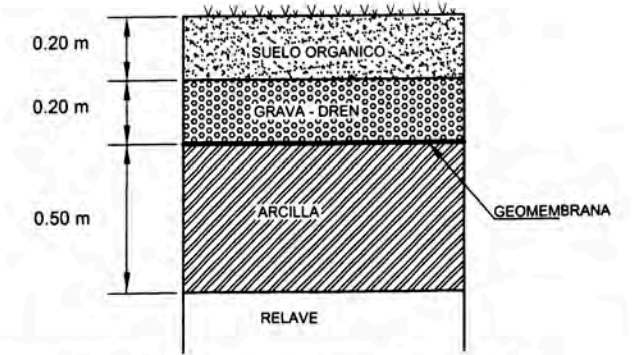
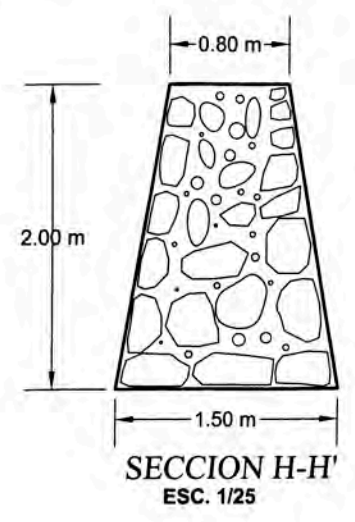
CLIENTE: **MINAS ARIRAHUA S.A.**
INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA
PLANTA DE PROCESOS
RESERVOIR DE GEOMEMBRANA 800 M3
PLANTA Y SECCIONES PRINCIPALES
PLANO No: 03-001



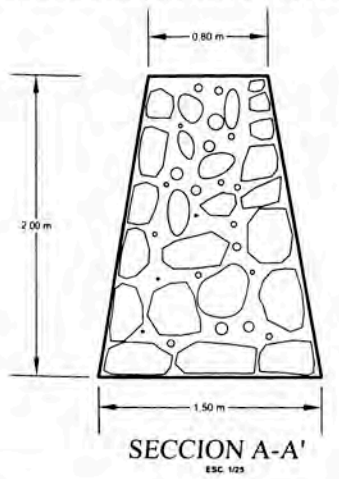
OBRAS PROPUESTAS

DIQUE DE CONTENCION	
DIQUE DE PIEDRA	
CANAL FILTRO	
CANAL DE CORONACION	

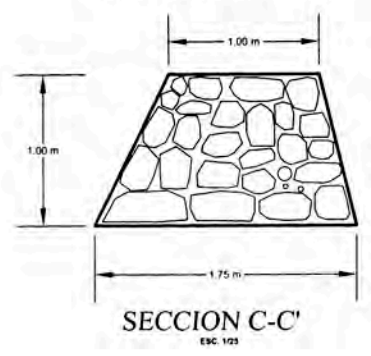
DISEÑO DIQUE DE CONTENCION



DISEÑO DIQUE DE CONTENCION



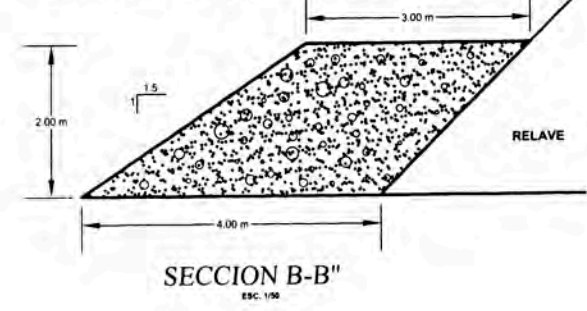
DISEÑO DIQUE DE PIEDRA



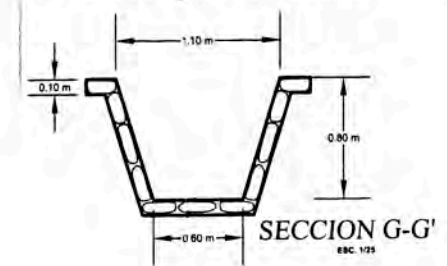
DISEÑO CANAL FILTRO



DISEÑO CONTRAFUERTE O BERMA ESTABILIZADORA



DISEÑO DE CANAL DE CORONACION



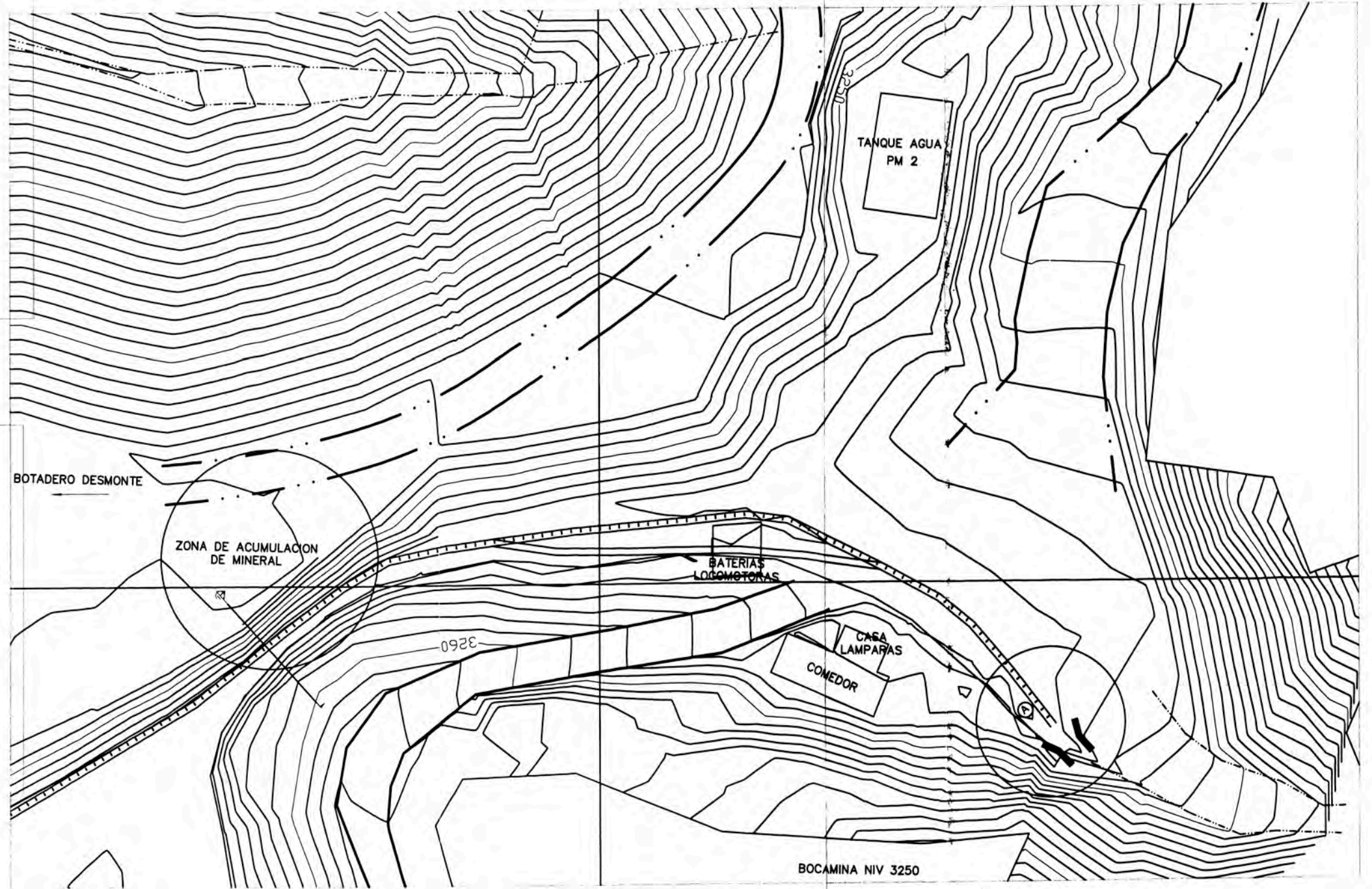
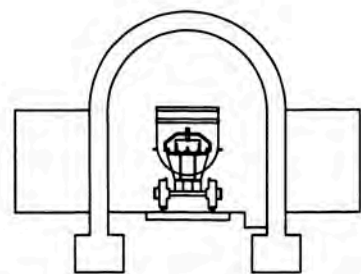
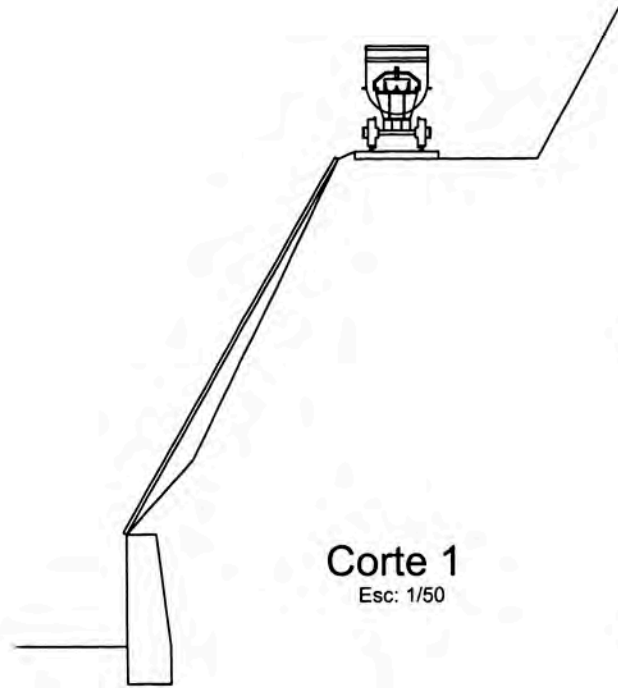
REV.	REVISIONES	FECHA	DESBLLADO POR	DISEÑADO POR	REVISADO POR	REVISADO 2 POR	APROBADO POR	No.	DWG. No.	PLANOS DE REFERENCIA

INGENIERIA		
DESBLLADO :	P. ARTICA	15-JUL-04
DISEÑADO :	P. ARTICA	15-JUL-04
REVISADO 1 :	J. SANTANA	15-JUL-04
REVISADO 2 :		
APROBADO :	J. SANTANA	15-JUL-04

MINARSA
Minas Arirahua S.A.

PROYECTO No:	2004
DISCIPLINA:	
ESCALA:	INDICADA

CLIENTE:	MINAS ARIRAHUA S.A.
	REMEDIACION AMBIENTAL
	PLANTA DE PROCESOS
	OBRAS CIERRE RELAVERA YARETA
	PLANTA, SECCION DE ESTRUCTURAS
PLANO No:	04-001



										INGENIERIA DIBUJADO : P. ARTICA 15-JUL-04 DISEÑADO : P. ARTICA 15-JUL-04 REVISADO 1 : J. SANTANA 15-JUL-04 REVISADO 2 : APROBADO : J. SANTANA 15-JUL-04			PROYECTO No: 2004 CLIENTE: MINAS ARIRAHUA S.A. INFRAESTRUCTURA MINERA BOCAMINAS ESTRUCTURAS TÍPICAS PLANTA Y SECCIONES PRINCIPALES	
										MINARSA Minas Arirahua S.A.		 ESCALA: INDICADA PLANO No: 05-002		
REV.	REVISIONES	FECHA	DIBUJADO POR	DISEÑADO POR	REVISADO 1 POR	REVISADO 2 POR	APROBADO POR	No.	DWG. No.	PLANOS DE REFERENCIA	<small>SEE PLANO DE ORO GENERAL Y BARRIO POR NIVEL 3250 Y 3260 PARA INFORMACION DE POSICION DE PUNTO EN ORO DE LA BOCAMINA DE ARIRAHUA S.A. CONSULTAR PLANO N. 05-001.</small>			

ANEXO 05

CRONOGRAMAS REALES DE EJECUCION

CRONOGRAMA DE EJECUCION
FEBRERO

N°	DESCRIPCION	DIA																													%					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29						
INFRAESTRUCTURA																																				
1	Construcción Bóveda en nivel 3120 Olvidada	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																						100	
2	Construcción de Base de Winche Crucero 470 Nivel 3415			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																						100	
3	Muros en Canchas de Mineral Olvidada												x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			80		
4	Construcción del Comedor en el Nivel 3250																		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			80		
5	Local de Fundición - Planta																				x	x	x	x											90	
6	Otras labores menores	x	x									x		x	x																				100	
MEDIO AMBIENTE																																				
1a	Revestimiento Canal de Coronación - Cianuración								x	x	x	x				x	x																		100	
2a	Mejora del Talud relaves de flotación "Yareta"	x	x	x	x	x	x	x	x	x																									60	
3a	Nuevo Deposito de Relaves de Cianuración (NDC)																																			
4a	Construcción de Muro en Quebrada del Nivel 3250												x	x	x	x																				
5a	Clausura de poza cianuración de informales																																			

CRONOGRAMA DE EJECUCION
MARZO

N°	DESCRIPCION	DIA																															%			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
INFRAESTRUCTURA																																				
1	Construcción de Muro en Nivel 3120 - Olvidada	x	x																																	100
2	Construcción de Tolva de Relleno Detritico Nv 3210 - Ov			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	85
3	Construcción de Comedor Nivel 3250 - Barreno	x	x	x	x	x	x																													100
4	Reubicación de la Planta de Relleno Hidráulico	x	x	x	x	x	x																													40
5	Obras civiles para red eléctrica - Olvidada																																			100
6	Construcción local de geología																																			95
7	Otras labores menores																																			100
MEDIO AMBIENTE																																				
1a	Reubicación de la Planta de relleno hidráulico																																			40
2a	Nuevo Deposito de Relaves de Cianuración (NDC)																																			80
3a	Estudios de Medio Ambiente y apoyo a infraestructura	x																																		100
4a	Mejora del Talud del Deposito de relaves "Yareta"	x	x	x	x	x																														100
POR CONTRATA																																				
1c	Cerco Perimétrico de Seguridad en Campamento Arirahua	x	x	x	x	x																														85
2c	Losas paramódulos - Staff	x	x	x	x																															100

CRONOGRAMA DE EJECUCION
ABRIL

N°	DESCRIPCION	DIA																														%					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
INFRAESTRUCTURA																																					
1	Reubicación de la Planta de Relleno Hidráulico	x	x	x	x	x	x	x																												100	
2	Construcción de Tolva de Relleno Detritico Nv 3210 - Ov																																				90
3	Construcción del Comedor en el Nivel 3250 - Barreno	x	x	x																																100	
4	Construcción de columnas para puerta Nivel 3250																																			50	
5	Ampliación de Comedor Campamento Maria																																			10	
6	Otras labores menores																																			100	
MEDIO AMBIENTE																																					
1a	Nuevo Deposito de Relaves de Cianuración (NDC)																																			80	
2a	Plan de Cierre de la Relavera Yareta																																			20	
POR CONTRATA																																					
1c	Cerco Perimétrico de Seguridad en Campamento Arirahua	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	85		
2c	Losas para módulos - Staff	x	x	x	x																																100

CRONOGRAMA DE EJECUCION
MAYO

N°	DESCRIPCIÓN	DIA																															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
INFRAESTRUCTURA																																	
1	Ampliación de Comedor Campamento Maria					X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X																
2	Construcción de Tolva de Relleno Detritico Nv 3210 - Oliv		X	X	X	X	X	X	X																								
3	Construcción de Sala de Capacitación											X	X	X				X	X				X	X									
4	Construcción de Baños - Olvidada									X	X	X	X	X	X																		
5	Construcción de muro con gaviones Olvidada																	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
6	Reubicación Planta de Relleno Hidráulico																			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
7	Otras labores menores		X	X							X	X	X				X			X	X			X	X	X	X	X	X	X	X		
MEDIO AMBIENTE																																	
1a	Nuevo Deposito de Relaves de Cianuración (NDC)																																
2a	Plan de Cierre de la Relavera Yareta		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
POR CONTRATA																																	
1c	Cerco Perimétrico de Seguridad en Campamento Arrahua																																

CRONOGRAMA DE EJECUCION
JUNIO

N°	DESCRIPCIÓN	DIA																														%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
INFRAESTRUCTURA																																
1	Construcción de Sala de Capacitación								X	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
2	Construcción de Muro con Gaviones Nv 3120 Olvidada	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3	Refuerzo de la Planta de Relleno Hidráulico				X			X	X		X	X	X	X																		
4	Trabajos en interior mina	X	X	X	X	X				X	X	X					X		X	X	X											
5	Otras labores menores	X	X	X	X	X						X		X	X							X	X	X	X	X	X	X	X	X		
MEDIO AMBIENTE																																
1a	Cobertura de Relaves - Plan de Cierre Yareta	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
2a	Reservorio de 500 m3																X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3a	Canal de Coronación 2da Etapa																										X	X	X	X	X	X

CRONOGRAMA DE EJECUCION
JULIO

N°	DESCRIPCIÓN	DIA																														%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
INFRAESTRUCTURA																																
1	Construcción de Sala de Capacitación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
2	Construcción de Comedor Nivel 3250	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X																
3	Pozos de tratamiento de agua con Aceite															X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
4	Losas de almacén de Cianuro, Cal y cemento																															
5	Construcción de muro en Nivel 3480											X	X	X	X									X	X	X	X	X	X	X		
6	Construcción de Muro con gaviones Nv 3110 - Olvidada																				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
7	Construcción de Comedor en Planta Concentradora																															
8	Construcción de Campamento para Obreros Arrahua																				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
9	Otras labores menores				X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X								X	X				X	X	X	
MEDIO AMBIENTE																																
1a	Ejecución de Recomendaciones dejadas por el Men											X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
2a	Canal de Coronación 2da Etapa - Plan de Cierre Yareta	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3a	Reservorio de 500 m3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

CRONOGRAMA DE EJECUCION
AGOSTO

N°	DESCRIPCIÓN	DIA																															%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
INFRAESTRUCTURA																																	
1	Construcción de Campamento para Obreros Arrahua		X										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
2	Pozos de tratamiento de agua con Acete		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
3	Reubicación y Mejora cerco de seguridad - Planta			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
4	Construcción de Comedor en Planta Concentradora	X	X	X	X																												
5	Construcción de losas en cochas de recuperación			X	X	X	X	X	X	X	X																						
6	Construcción de oficina y comedor olvidada																							X	X	X	X	X	X	X	X		
7	Construcción de Muro de Gaviones Relleno Sanitario																								X	X	X	X	X	X	X		
8	Otras labores menores	X	X			X			X	X	X	X	X	X	X	X				X	X			X	X	X	X	X	X	X	X		
MEDIO AMBIENTE																																	
1a	Ejecución de las Recomendaciones dejadas por el Men							X	X	X																	X	X	X	X	X		
2a	Canal de coronación 2da Etapa		X	X	X	X	X	X	X												X	X			X	X	X	X	X	X	X		
3a	Reservorio de 500 m3	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
4a	Nuevo Deposito Relaves de Cianuración															X	X	X															

CRONOGRAMA DE EJECUCION
SETIEMBRE

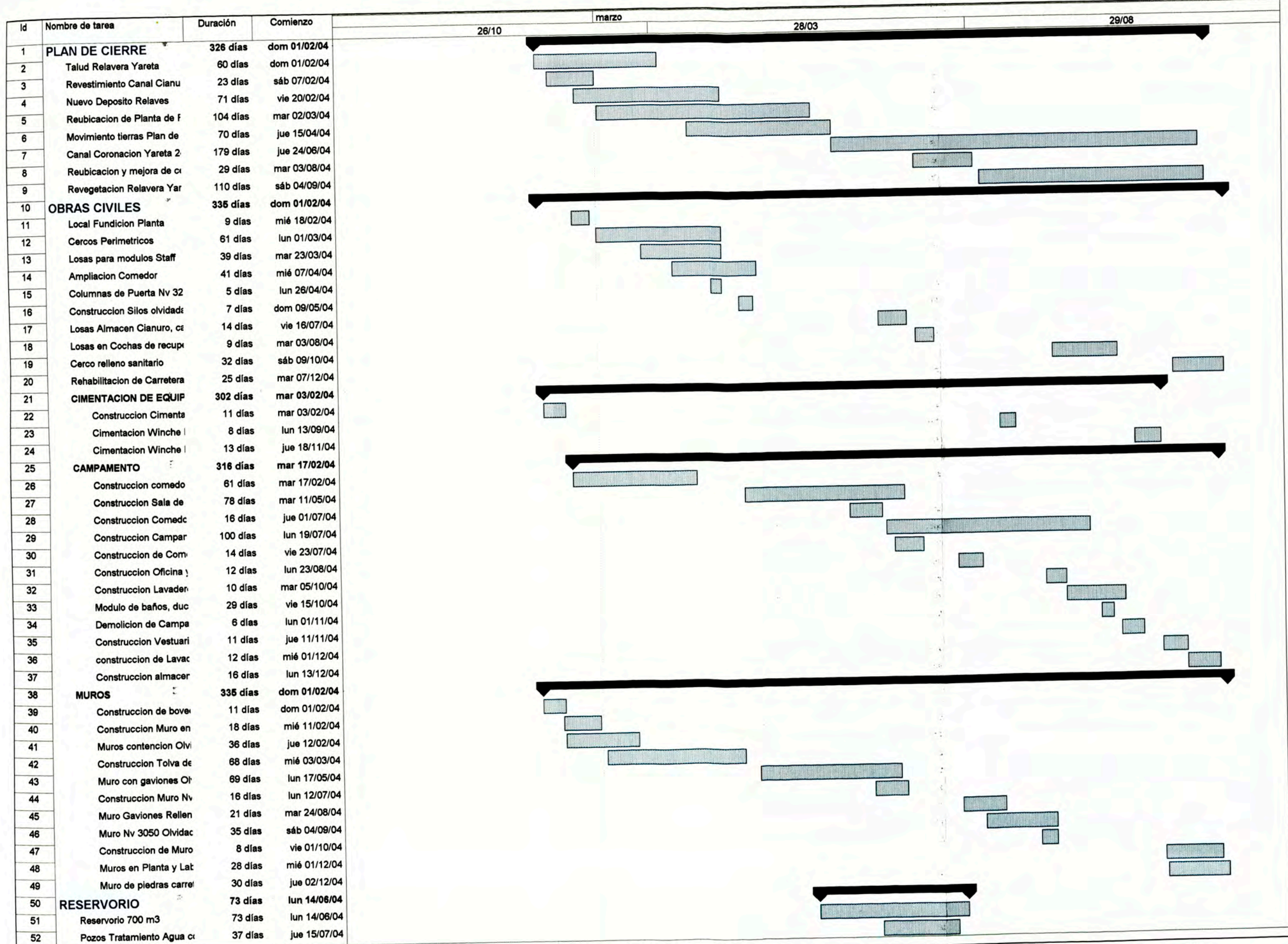
N°	DESCRIPCIÓN	DIA																														%	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
INFRAESTRUCTURA																																	
1	Ejecución de las Recomendaciones dejadas por el Men	x	x	x	x	x	x	x	x																								
2	Construcción de Muro para Mineral Nivel 3050 Olvidada				x		x	x		x	x	x		x																			
3	Construcción de base de winche y muro nivel 3125 Inc 150																																
4	Construcción de Muro de Gaviones Relleno Sanitario	x	x	x	x		x			x	x	x																					
5	Construcción de oficina y comedor Olvidada	x	x	x																													
6	Losa en taller de mantenimiento						x	x	x	x																							
7	Otras labores menores	x	x		x		x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x														
MEDIO AMBIENTE																																	
1a	Ejecución de las Recomendaciones dejadas por el Men	x	x	x	x		x			x	x	x		x																			
2a	Canal de Coronacion 2da Etapa	x	x	x						x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
3a	Revegetación de la relavera Yareta				x	x	x	x	x																								

CRONOGRAMA DE EJECUCION
OCTUBRE

N°	DESCRIPCIÓN	DIA																															%	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
INFRAESTRUCTURA																																		
1	Construcción de campamento para obreros Arirahua	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
2	Construcción de Muro para Mineral Nivel 3480 Olvidada	x	x		x	x	x		x																									
3	Construcción de Muro con Gaviones Nivel 3480	x		x	x	x	x	x																										
4	Construcción de Lavaderos de viandas en Arirahua					x	x	x	x	x	x	x	x	x																				
5	Cerco de Relleno Sanitario									x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
6	Módulos de Baño, Duchas y Lavaderos																																	
7	Otras labores menores				x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
MEDIO AMBIENTE																																		
1a	Ejecución de las recomendaciones dejadas por el MEN	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
2a	Canal de Coronacion 2da Etapa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
3a	Revegetación de la relavera Yareta																																	

CRONOGRAMA DE EJECUCION
NOVIEMBRE

N°	DESCRIPCIÓN	DIA																														%		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
INFRAESTRUCTURA																																		
1	Módulos de Baño, Duchas y Lavaderos		x	x	x	x	x		x	x	x	x																						
2	Cerco de Relleno Sanitario						x	x	x	x																								
3	Construcción de Vestuario en Planta Concentradora																																	
4	Techado del Pozo de Agua Campamento Maria																																	
5	Construcción de Base de Winche Inclinado 150 Nv 3125																																	
6	Demolición de Campamentos Arirahua		x	x	x	x	x																											
7	Otras labores menores																																	
MEDIO AMBIENTE																																		
1a	Ejecución de las Recomendaciones dejadas por el MEN																																	
2a	Canal de Coronacion 2da Etapa		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
3a	Revegetación de la relavera Yareta		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
4a	Excavación de Pozo Septico Arirahua		x	x	x	x																												



Tarea [Barra de progreso] Progreso [Barra de progreso] Resumen [Barra de progreso] Tareas externas [Barra de progreso] Fecha límite [Barra de progreso]

División [Barra de progreso] Hit [Barra de progreso] Resumen del proyecto [Barra de progreso] Hit externo [Barra de progreso]

ANEXO 06

PRESUPUESTOS Y VALORIZACIONES



MARQUISA S.A.C.
Contratistas Generales

Domicilio Fiscal: Calle Santo Domingo N° 126-A Ofc. 302
Gerardo - Arequipa T 051 441983
marquisa@bolnet.pe marquisa@bolnet.com

OFERTA ECONOMICA

AREQUIPA, 29 de Marzo del 2003

Señores:
MINAS ARIRAHUA S.A.
Presente

Referencia: **OBRA CIERRE DE DEPOSITO DE RELAVES**

De mi Consideración:

De acuerdo a su invitación para la Obra de la referencia, el suscrito **MARQUISA S.A.C. CONTRATISTAS GENERALES** tiene a bien presentar a consideración de **MINAS ARIRAHUA S.A.**, su Propuesta Económica para la ejecución de la Obra : "**CIERRE DE DEPOSITO DE RELAVES**", Cuyo monto asciende a:

S/ 38,285.07

Monto Total en Nuevos Soles incluido Gastos Generales, Utilidad y el IGV: S/. 132 083.50

(CIENTO TREINTA Y DOS MIL OCHENTA Y TRES Y 50/100 NUEVOS SOLES)

Se adjunta, al presente el presupuesto detallado de la obra por las partidas que lo generan.

Este presupuesto es a Precios Unitarios y se pagara los metrados realmente ejecutados en Obra.

Para el inicio de los trabajos se solicita un adelanto de 30% del monto de la propuesta, para los Gastos de inicio de Obra, Movilización de Maquinaria y Equipo, y gastos varios.

Atentamente,

MARQUISA S.A.C.
CONTRATISTAS GENERALES
Ing. Mauro Marquina Neira
Director Gerente

Domicilio Comercial: Coop. Viv. Trabajadores Ministerio de Agricultores G-9 2do Piso (Av. Dolores 2do Piso Pollo Re.1)

PRESUPUESTO DE MARQUISA SAC

MARQUISA SAC CONTRATISTA
GENERALES

PRESUPUESTO

Obra	0104001CIERRE DE DEPOSITO DE RELAVES					
Formula	01 CIERRE DE DEPOSITOS DE RELAVES					
cliente	MINAS ARIRAHUA S.A.					
Departamen	AREQUIPA	Provincia: CONDESUYOS			Distrito: CHUQUIBAMBA	
Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal Total
01 00	OBRAS PRELIMINARES					
01 01	CAMPAMENTO Y ALMACÉN PROVISIONAL	GLB	1.00	2,196.25	2,196.25	
01 02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARI Y EQUIPO	GLB	1.00	16,480.00	16,480.00	
01 04	CONTROL TOPOGRÁFICO DURANTE EJECUCION DE LA OBRA	GLB	1.00	1,374.40	1,374.40	20,050.65
02 00	MOVIMIENTOS DE TIERRAS					
02 01	HABILITACION CAMINOS DE ACCESO	KM	1.50	1,198.13	1,797.20	
02 02	EXPLOTACIÓN DE GRAVA EN CANTERA(SIN ZARANDEO)	M3	4,410.00	2.04	8,987.58	
02 03	EXPLOTACIÓN DE TOP SOIL EN CANTERA	M3	3,430.00	2.04	6,990.34	
02 04	NIVELACION DE TERRENO(DEPOSITO DE RELAVES DE FLOTACION)	M2	8,732.00	0.57	4,959.78	
02 05	EXPLANACION SW DEPOSITO PROVISIONAL DE CIANURACION	M2	3,580.00	0.23	823.40	
02 06	SUAIVIZADO DE TALUDES 1.5:1(DEPOSITO, DIQUES, LADERAS, ETC)	M3	375.00	4.12	1,545.00	
02 07	COLOCACIÓN Y EXTENDIDO DE GRAVA (E=20 cm SIN COMPACTACIÓN)	M2	17,143.00	0.49	8,417.21	
02 08	COLOCACIÓN Y EXTENDIDO DE TOP SOIL (E=20 CM SIN COMPACTACIÓN)	M2	17,143.00	0.49	8,417.21	
02 09	CONFORMACION DE BERMA ESTABILIZADA L=140 M (SIN RODILLO COMPACTADOR)	M3	980.00	5.10	4,998.00	
02 10	COLOCACIÓN Y EXTENDIDO DE TOP SOIL EN TALUD ESTABILIZADO CON SAQUILLOS	M2	1,200.00	2.43	2,916.00	49,851.72
03 00	TRANSPORTE DE MATERIAL					
03 01	TRANSPORTE DE GRAVA D<=1KM	M3K	4,410.00	2.84	12,519.99	
03 02	TRANSPORTE DE GRAVA D>=1KM	M3K	4,410.00	0.59	2,601.90	
03 03	TRANSPORTE DE TOP SOIL D<=1 KM	M3K	3,430.00	2.84	9,743.57	
03 04	TRANSPORTE DE TOP SOIL D>1 KM	M3K	3,430.00	0.59	2,023.70	26,889.16
04 00	VARIOS					
04 01	DEMOLUCION DE ESTRUCTURAS	UND	7.50	76.28	572.10	572.10
	COSTO DIRECTO					97,363.63
	GASTOS GENERALES (10.0 %)					9,736.36
	UTILIDAD (4.0%)					3,894.55
	SUB TOTAL					110,994.54
	IMPUESTO IGV (19.0%)					21,088.96
	TOTAL PRESUPUESTO					132,083.50

SON: CIENTO TRENTIDOS MIL OCHENTITRES Y 50/100 NUEVOS SOLES

PRESUPUESTO DE ETECO S.A.

ETECO

PRESUPUESTO

Obra	0104001CIERRE DE DEPOSITO DE RELAVES					
Formula	01 CIERRE DE DEPOSITOS DE RELAVES					
cliente	MINAS ARIRAHUA S.A.					
Departamen	AREQUIPA	Provincia: CONDESUYOS			Distrito: CHUQUIBAMBA	
Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal Total
01 00	TRABAJOS PRELIMINARES					
01 01	Movilización y Desmovilización	Glb	1.00	3,500.00	3,500.00	
01 02	Habilitación de Accesos y Canteras	Glb	1.00	2,500.00	2,500.00	6,000.00
02 00	NIVELACION Y PERFILADO					
02 00		m2	25,000.00	0.20	5,000.00	5,000.00
03 00	TRANSPORTE DE MATERIAL					
03 01	Hasta 1 Km	m3	12,000.00	0.58	6,960.00	
03 02	Más de 1 km adicional	m3	3,700.00	0.76	2,812.00	9,772.00
04 00	PREPARACION Y CARGUIO DE MATERIAL					
04 00		m3	12,000.00	0.52	6,240.00	6,240.00
05 00	EXTENDER MATERIAL POR CAPAS					
05 00		m2	93,000.00	0.13	12,090.00	12,090.00
06 00	MURO DE CONTENCION					
06 00		m3	1,200.00	1.80	2,160.00	2,160.00
07 00	ZARANDEO DE ARCILLA					
07 00		m3	3,700.00	3.00	11,100.00	11,100.00
	COSTO DIRECTO					52,362.00
	GASTOS GENERALES Y UTILIDAD (5.0 %)					2,618.10
	SUB TOTAL					54,980.10
	IMPUESTO IGV (19.0%)					10,446.22
	TOTAL PRESUPUESTO					65,426.32

SON: SESENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS VEINTE Y SEIS Y 32/100 NUEVOS SOLES

ALCANCES DEL TRABAJO

1. Introducción

La Minera Minarsa a tenido a bien convoca a nuestra a empresa contratista MARQUISA SAC CONTRATISTAS GENERALES a cotizar un servicio que permita implementar una parte del Plan de Cierre de Relaves de sus operaciones.

A fin de tomar una mayor y mejor conocimiento de los alcances del servicio es que se realizó una visita a la minera, en donde en compañía de sus ingenieros pudimos identificar las tareas e intercambiar planeamientos de la mejor manera de realizar los trabajos y sus obras complementarias.

Lamentablemente no se pudo obtener un documento oficial y único que, a manera de Memoria o RESUMEN EJECUTIVO, permitiera a los diferentes postores identificar las actividades bajo un criterio común e incluso sistemas de medidas comunes; hecho tal que nos sugirió presentar nuestra propuesta acompañada de una Memoria Explicativa que sustente cada una de las actividades. Creemos que es la mejor manera de lograr un mejor entendimiento del alcance del servicio.

2. Descripción

Para una mejor comprensión hemos dividido el Presupuesto en tres títulos que discriminan y agrupan actividades comunes vinculadas, llámese, Obras Provisionales.

Movimiento de Tierras, Varios.

Obras Provisionales

- Campamento y almacén provisional:

Esta partida comprende la implementación de una infraestructura destinada al servicio del contratista y que conlleva varios fines, desde el establecimiento de una sede logística, oficinas, talleres, etc.

- Movilización y desmovilización de equipo

Aquí incluimos el obvio gasto que representa el mover un equipo de su sede hasta las instalaciones del campamento minero y su posterior retiro de las mismas.

- Control topográfico durante la ejecución de la obra

Como bien sabemos, con fines de control que justifiquen un movimiento o el pago de una valorización, se hace imprescindible el implementar esta actividad. El control topográfico se constituye en la más poderosa herramienta con fines de cuantificación de trabajos.

Movimientos de Tierras

- Habilitación de Caminos de acero:

Luego de recorrer el perímetro de la zona de trabajo observamos la necesidad de implementar rutas de ingreso a la misma, que se hacen necesarias a fin de disminuir el mayor recorrido de las unidades al momento que trasladan el material de carretera hacia esta zona. Consideremos que todos estos accesos son dinámicos puesto que se habilitaran y luego pueden ser clausurados sabiendo que no sean de utilidad para la minera.

- Explotación de grava en cantera (sin zarandeo)

Esta actividad inicial de explotación incluye la extracción en bruto del material tipo grava directamente de la ladera del cerro que la alberga, apilarla y seleccionar manualmente las piedras de mayores dimensiones, pero no incluye el trabajo de zarandeo que permitiría seleccionar un material mas uniforme, de mejor gradación, pero que no por esto deja de tener calidad.

- Explotación de Top Soil en cantera:

La explotación de este suelo al igual que en el caso anterior se realiza directamente de cerro pero no se trata de un material cualquiera, sino de uno que reúna las condiciones que permita que se cree una cobertura vegetal sobre el con el tiempo. Esta actividad tampoco involucra un zarandeo, pero so sugerimos que previamente a la siembra y después de su colocación y tendido, se realice una actividad de rastrillado a fin de retirar la mayor cantidad de partículas de dimensiones mayores que impidan un normal crecimiento de la cobertura vegetal.

- Nivelación del terreno en depósito de relaves de flotación:

En la zona de relaves de flotación contamos con una plataforma que carece de horizontalidad pero que debe ser mejorada y uniformizada a fin de lograr que no haya un desperdicio innecesario de grava cuando se le coloque en dicha plataforma. Al ser un material blando, no se convierte en una actividad complicada.

- Explanación de depósito provisional de cianuros:

En esta zona observamos que existen dos o mas montículos que previamente a su colocación de cobertura, deben ser extendidos y suavizados. Al no realizar esta actividad corremos el riesgo de desperdiciar material de grava y soil innecesariamente.

- Suavizado de taludes (1.5:1, depósitos, diques, laderas)

Estimamos que se debe suavizar los taludes a fin de imponer la mayor semejanza con una ladera y que se consiga una inalterabilidad de los cursos y pendientes naturales.

Planteamos un talud 1.5:1 que es versátil y estable y que permite al mismo tiempo un normal trabajo de los tractores y evita que el material se desperdicie, ya que si no ponemos un talud mas parado, el material grava y top soil se desperdiciaría y acumulara hacia la base del talud creando un talud de 2:1 o menor que no es lo que se desea. Por ello de la propuesta de usar este talud.

- Colocación y extendido de grava (e= 20 cm. sin compactación)

Esta capa de grava permite crear la transición entre el material relave y el suelo orgánico. En ausencia de especificaciones, planteamos colocar y extender esta capa de material pero sin compactación y nuestro costo no incluye esta compactación. Este extendido se hace simplemente con tractores y siempre considerando la existencia permanente de cotas de control o chutas que permiten hacer un metrado real del ingreso de material en cancha.

- Colocación y extendido de top soil (e= 20 cm. sin compactación)

Al igual que la actividad anterior esta capa se coloca y extiende, se trabaja con un control topográfico estricto y permanente, pero no se hace compactación con rodillo sino con el propio peso del tractor durante su desplazamiento y trabajo. Consideremos que tanto en esta partida como en la anterior, la plataforma no queda completamente refinada, tan solo colocada y nivelada, ya que para el trabajo de perfilado final se requeriría o bien una motoniveladora o personal con rastrillos.

- Conformación de berma estabilizada (L=140 m, sin compactación)

Esta berma se trabajara con material tipo grava, se trasladara y colocara en la zona definida y se procederá a su extendido con tractor orugas. Finalmente se procederá a dar el talud del plano con equipo o ayuda personal. Ténganse presente que nuestro costo no incluye la compactación de esta berma.

- Colocación y extendido de top soil en talud estabilizado con saquillos:

La minera ha desarrollado un control de deslizamiento de talud con saquillos a manera de geotextiles que ha dado un buen resultado. Esta zona ya cuenta con un talud preestablecido y no se requiere hacer un suavizado de taludes o mayores trabajos en esta zona tan solo debemos colocar el material top soil en la corona del talud y desde aquí trasladar el material con cargador o carretillas hacia el talud estabilizado y disponer la capa necesaria.

Transporte

Estas partidas incluyen los trabajos de traslado del material de cantera desde la cantera hasta la zona de colocación en los diferentes sectores de trabajo. Aquí se incluye el traslado de canteras situadas a menos de 1 Km. y en la eventualidad de que la cantera se encuentre alejada más de 1 Km. de la zona de trabajo.

Varios

En este rubro incluimos el trabajo de demolición de una estructura de concreto armado que se encuentra dentro de la zona de trabajo y que debe quedar enterrada bajo la grava y top soil.

PLAN DE CIERRE DE DEPOSITOS DE RELAVES "YARETA"
VALORIZACION

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.U. (\$)	1RA VALORIZACION		2DA VALORIZACION		3RA VALORIZACION		TOTAL	
					EJECUTADO	PARCIAL (\$)	EJECUTADO	PARCIAL (\$)	EJECUTADO	PARCIAL (\$)	EJECUTADO	PARCIAL (\$)
A	TRABAJOS PRELIMINARES											
a.	Movilización y Desmovilización	Glb	1	3500.00	0.5	1750	0	0	0.5	1750	1	3500
b.	Habilitación de Accesos y Canteras	Glb	1	2500.00	0.8	2000	0	0	0.2	500	1	2500
B	NIVELACION Y PERFILADO	m2	25000	0.20	26253	5250.6	0	0	5204	1040.80	31457	6291.40
C	TRANSPORTE DE MATERIAL											
a.	Hasta 1 Km	m3	12000	0.58	5037	2921.46	4916	2851.28	8767	5084.86	18720	10857.60
b.	Más de 1 km adicional	m3	3700	0.76	0	0	4060	3085.60	810	615.60	4870	3701.20
D	PREPARACION Y CARGUIO DE MATERIAL	m3	12000	0.52	5037	2619.24	8976	4667.52	9577	4980.04	23590	12266.80
E	EXTENDER MATERIAL POR CAPAS	m2	93000	0.13	16508	2146.04	27122	3525.92	22313	2900.64	65943	8572.60
F	MURO DE CONTENCION	m3	1200	1.80	0	0	0	0	750	1350	750	1350
G	ZARANDEO DE ARCILLA	m3	3700	3.00	0	0	0	0	0	0	0	0

COSTO DIRECTO	16687.34	14130.3198	18221.9432	49039.60
G.G. Y UTILIDAD (5%)	834.37	706.52	911.10	2451.98
	17521.71	14836.84	19133.04	51491.58
IGV (19%)	3329.12	2819.00	3635.28	9783.40
TOTAL US \$	20850.83	17655.83	22768.32	61274.98

METRADOS

FECHA	VOLUMEN TRANSPORTADO (M3)		
25/04/2004	156	195	--
26/04/2004	312	405	--
27/04/2004	286	345	210
28/04/2004	260	300	315
29/04/2004	312	360	360
30/04/2004	260	315	315
01/05/2004	91	120	120
PARCIAL	1677	2040	1320

TOTAL (M3) 5037

AREA DE LA ZONA

DESCRIPCION	AREA (M2)
PLATAFORMA 01	9229
PLATAFORMA 02	4570
PLATAFORMA 03	3660
TALUD 01	2173
TALUD 02	1643
TALUD 03	536
TALUD 04	8098

TOTAL (M2) 29909

DISTANCIA MENOR DE UN KILOMETRO

FECHA	VOLUMEN TRANSPORTADO (M3)		
02/05/2004	--	--	--
03/05/2004	286	330	330
04/05/2004	143	180	180
05/05/2004	312	360	360
06/05/2004	117	165	165
07/05/2004	143	285	285
08/05/2004	156	180	180
09/05/2004	--	--	--
10/05/2004	--	--	--
11/05/2004	--	--	--
12/05/2004	117	135	135
13/05/2004	117	120	135
14/05/2004			
15/05/2004			
16/05/2004			
PARCIAL	1391	1755	1770

TOTAL (M3) 4916

DISTANCIA MAYOR DE UN KILOMETRO

FECHA	VOLUMEN TRANSPORTADO (M3)		
12/05/2004	208	240	240
13/05/2004	208	240	255
14/05/2004	273	315	315
15/05/2004	247	330	330
16/05/2004	169	195	195
17/05/2004		150	150
PARCIAL	1105	1470	1485

TOTAL (M3) 4060

AREA DE LA ZONA

DESCRIPCION	AREA (M2)
PLATAFORMA 01	9229
PLATAFORMA 02	4570
PLATAFORMA 03	3660
TALUD 01	2173
TALUD 02	1643
TALUD 03	536
TALUD 04	8098

TOTAL (M2) 29909

DISTANCIA MENOR DE UN KILOMETRO

FECHA	VOLUMEN TRANSPORTADO (M3)		
18/05/2004	--	--	--
19/05/2004	182	360	345
20/05/2004	390	465	480
21/05/2004	--	195	195
22/05/2004	260	435	435
23/05/2004	156	195	195
24/05/2004	--	360	360
25/05/2004	117	435	480
26/05/2004	273	330	330
27/05/2004	--	495	480
28/05/2004	39	--	105
29/05/2004	--	30	45
30/05/2004	--	300	300
31/05/2004			
PARCIAL	1417	3600	3750

TOTAL (M3) 8767

DISTANCIA MAYOR DE UN KILOMETRO

FECHA	VOLUMEN TRANSPORTADO (M3)		
18/05/2004	--	195	360
19/05/2004	--	60	75
21/05/2004	--	60	60
PARCIAL	0	315	495

TOTAL (M3) 810

MATERIAL PARA MURO DE TIERRA

FECHA	VOLUMEN TRANSPORTADO (M3)		
18/05/2004	--	315	375
19/05/2004	--	30	30
PARCIAL	0	345	405

TOTAL (M3) 750

AREA DE LA ZONA

DESCRIPCION	AREA (M2)
PLATAFORMA 01	9229
PLATAFORMA 02	4570
PLATAFORMA 03	3660
PLATAFORMA 04	1260
PLATAFORMA 05	856
PLATAFORMA 06	238
TALUD 01	2173
TALUD 02	1643
TALUD 03	536
TALUD 04	8098
TALUD 05	1135
TALUD 06	1520
TALUD 07	1455

TOTAL (M2) 36373

RESERVORIO DE 700 M3

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.U. (\$)	PARCIAL	EJECUTOR
1	Limpieza del terreno	m2	900	0.45	405.00	ETECO S.A.
2	Habilitación de accesos	Glb	1	900.00	900.00	
3	Excavación en roca fracturada	m3	1578	1.10	1735.80	
4	Eliminación de material excavado	m3	1578	0.75	1183.50	
5	Perfilado de taludes	m2	250	0.75	187.50	
6	Nivelación de piso de reservorio	m2	430	0.60	258.00	
7	Extendido de arena para cama de apoyo	m2	680	0.80	544.00	
8	Compactado de cama de apoyo	m2	680	0.80	544.00	MINARSA
9	Excavación zanja de anclaje-geomembrana	m3	19	3.00	55.80	OTRA
10	Instalacion de geomembrana	m2	867	4.00	3469.60	

COSTO DIRECTO

9283.20