

# Universidad Nacional de Ingeniería

Programa Académico de Geología Minas y Metalurgia

Departamento de Minería



## Estudio sobre la Ampliación de la Planta de Izamiento en Milpo

Tesis para obtener el Título de Ingeniero de Minas

**Julio César Gaitán Dañobeitia**

PROMOCION 1965

**Lima - Perú**

**1,975**

## I N D I C E

Pág.

### SECCION 1      GENERALIDADES

Generalidades	1
Ubicación y Acceso	3
Topografía - Clima	4
Funcionamiento General de la Mina	6
Observaciones sobre la operación minera	7
Geología y Reservas	8
Avance del Trabajo	9

### SECCION 2      DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MINA

Funcionamiento General de la Mina	10
Planta de Aire Comprimido	12
Métodos de Explotación	16
Transportes	18
Ampliación del Pique	21
Izamiento	22

### SECCION 3      PLANTA DE IZAMIENTO PROPUESTA

Planta inicial de Izamiento	24
Planta de Izamiento en la etapa intermedia	26

	<u>Pág.</u>
Instalación de la Planta de Izamiento	32
Chancadora Sub - terránea	35
Planta final de Izamiento	37
Profundización del Pique	37
Modificación de la Planta de Izamiento	39
<b>SECCION <u>4</u>      <u>EQUIPO PARA EL PIQUE Y AMPLIACION DE ESTE</u></b>	
Izamiento de mineral en los carros de la mina	41
Izamiento de mineral en Skips	43
Chimeneas de mineral	45
Depósitos de carga	47
Skips de mineral	50
Mecanismo de seguridad para el izamiento de jaulas	53
Ampliación y enmaderado del pique	56
Planta de Bombeo	60
Cálculo del Winche	63
Costo del equipo para la etapa inicial	81
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>84</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>85</b>

## P R O L O G O

El presente trabajo que bajo el Título de "Estudio - de Izamiento en Milpo" presento con la finalidad de optar el grado de Ingeniero de Minas.

Este trabajo se ha dividido en 4 secciones; siendo la primera de generalidades, la segunda es una descripción del funcionamiento de la mina, las secciones 3a. y 4a. se ocupan del problema de izamiento y ampliación del pique actual.

## SECCION 1.- GENERALIDADES

### Generalidades

La Compañía Minero Milpo S. A. planea aumentar en e etapas sucesivas su producción diaria de 800 a 1,400 y 2,100 toneladas por día. En base a esto se ha hecho un estudio de los métodos de izamiento en Milpo y se presenta un proyecto para aumentar la capacidad de izamiento de la misma. De manera de suministrar mineral suficientes para los incrementos de producción diaria de mineral.

El incremento de producción también nos hace estudiar la mejora de los métodos actuales de explotación y la aplicación de mejores métodos de explotación y la aplicación en Milpo; se han propuesto dos nuevos métodos: el "underhand cut and fill" para recuperar pilares y tajos difíciles y que necesitan sostenimiento de techo y finalmente el "Sub-level caving" para trabajar los tajos de las secciones nuevas que se irán formando conforme se profundice el pique.

Para el estudio de mejora de los métodos de izamiento se tenían los siguientes requisitos:

- 1.- Una planta de izamiento inicial capaz de izar 500 toneladas de mineral desde el nivel - 100, más

100 toneladas de desmonte desde el nivel -200 hasta el nivel principal de transportes en el nivel "0". El winche funcionará en dos turnos diarios, 6 días a la semana.

2.- Una planta de izamiento, que pueda izar 1,400 toneladas diarias desde el nivel -200 hasta el nivel "0", a **construirse** dentro de más ó menos 4 años, y que pueda ser ampliada hasta una capacidad de 2,100 toneladas diarias dentro de 6 años.

3.- La planta inicial de izamiento para 600 toneladas diarias deberá ser seleccionada con miras a reducir al mínimo el costo de inversión, pero sin aumentar demasiado dicho costo en la planta de izamiento final.

Esta planta de izamiento debería eliminar la necesidad de transporte de mineral en camiones en la superficie, entre la tolva de mineral de el nivel -100 y la planta de beneficio.

4.- El tipo de winche seleccionado deberá tener características de carga con consumos máximos (peaks) bajos, ya que los costos de la energía eléctrica son altos y porque las fuentes de energía eléctrica disponibles son limitadas.

5.- La ampliación del pique, incluyendo depósitos para carga de skips, vaciaderos de los skips, chimeneas de mineral y estaciones de bombeo, deberían ser diseñadas de manera de utilizar el pique actual entre los niveles : -100 y -200 para las necesidades iniciales de izamiento, y sin tener que recurrir a modificaciones extensas para las etapas intermedia y final de izamiento de 1,400 y 2,100 toneladas diarias.

#### Ubicación y Acceso

Las minas "El Porvenir de la Compañía Minera Milpo S. A. están ubicadas en la provincia de Pasco, en los Andes Orientales, a 185 Kms. al nor-este de Lima. La mina está situada en las escarpadas laderas al oriente de un estrecho valle, junto a las nacientes del río Huallaga, tributario del Amazonas. Se puede llegar a la mina desde Lima por un camino de 335 Kms. Desde Lima, la ruta hacia la mina sigue el camino principal pavimentado, hacia el Este subiendo por el valle del Rímac hacia la ciudad de La Oroya, continuando de allí hacia el norte a lo largo de la pampa de Junín, hacia la ciudad minera de Cerro de Pasco, hasta donde llega el Ferrocarril Central del Perú. Desde Cerro de Pasco, el camino angosto y sin pavimentar, tiene fuertes pendientes por una

distancia de unos 12 Km.; a medida que atraviesa la división principal de los Andes Orientales y desciende hacia la mina. Cerca de la mina, el camino pasa a través de un tunel estrecho de roca, el cual limita el tamaño de la carga de camiones a 3 mts. de diámetro. Del mismo modo las curvas pronunciadas y las fuertes pendientes del tramo del camino entre el tunel de roca y los deslindes de la mina, limitan el peso de la carga de los caminos a 20 toneladas.

### Topografía - Clima

La mina está ubicada a una elevación de más o menos de 4,100 metros (13,500 pies) sobre el nivel del mar, en una región de montañas escarpadas, con barrancos empinados de caliza alterada. Los afloramientos de roca son frecuentes en las laderas altas del valle, pero cerca del fondo abunda más el suelo con pasto ralo (ichu).

Es difícil elegir el lugar más adecuado para colocar estructuras pesadas permanentes, porque se ignora el espesor de la sobrecapa situada cerca de la planta minera actual, a menos que se encuentre la roca viva, por medio de perforaciones o trincheras de cateo. No existen árboles ni arbustos en los alrededores inmediatos de la mina, pero algunos árboles y arbustos achaparrados crecen en la parte más baja del valle a más o menos 5 Kms. al Sur y 500 metros más abajo del emplazamiento de la planta minera.



La temperatura varía entre un mínimo de más o menos 6°C bajo cero (21°F) en Julio, hasta un máximo de 16°C (61°F) en Diciembre, La precipitación anual es de más o menos 800 mm (20"), la mayoría de la cual cae entre Diciembre y Marzo. El máximo de agua caída en un día es de 32 mm (1¼ "), pero generalmente las precipitaciones tienen las formas de lloviznas continuas durante varias horas en la tarde, raramente acompañadas de viento. Los vientos no son frecuentes, y cerca de la mina, raras veces son más fuertes que una suave brisa.

Casi todos los 900 empleados y obreros de la Compañía minera viven cerca de la mina en un campamento de más o menos 4,500 habitantes.

Se dispone de transporte regular de autobuses varias veces al día entre el campamento de la mina y la ciudad de Cerro de Pasco. La duración del viaje en autobus entre estas dos ciudades es de más o menos 40 minutos.

La compañía Minera Milpo proporciona escuela, hospital, centro de recreación y tiendas para los empleados, trabajadores y sus familiares.

Los Jefes tienen casas separadas y los empleados, trabajadores y sus familiares, viven en campamentos.

### Funcionamiento General de la Mina

Las minas "El Porvenir" comenzaron a funcionar en -- 1,952, año en que se procesaron 16,000 toneladas de mineral. La cantidad tratada aumentó, en 1,953 a 23,000 toneladas, con un promedio diario de 63 toneladas. Desde entonces, la pequeña planta inicial con capacidad de más o menos 60 toneladas diarias, ha sido sucesivamente modificada y ampliada para beneficiar mayores toneladas de mineral. En el año de 1967 se trataron 220,000 toneladas de mineral en la planta con un promedio diario de 600 toneladas.

Durante los primeros años de producción, todo el mineral extraído fué de labores ubicadas más arriba de el nivel principal en la cota 0, pero en años más recientes se ha extraído también parte del mineral de las labores ubicadas debajo de la cota 0. El mineral situado por debajo de la cota 0 es arrastrado a la altura de la cota -100 a una tolva en la superficie, desde la cual es transportado en camiones de contratistas a la tolva de mineral de la planta.

La energía eléctrica para la mina se obtiene de tres fuentes: Una planta hidroeléctrica de propiedad de la compañía, de la cual se obtiene 700 Kw, durante la estación seca y hasta 1,400 Kw durante la estación lluviosa.

Una planta diésel ubicada cerca de la planta de beneficio, la cual consiste de un viejo generador diésel de 370 Kw y un generador diésel Sultzer nuevo, de 900 Kw.

Una línea de transmisión desde la mina Atacocha, la cual suministra hasta 600 Kw.

Los relaves provenientes de la planta se han estado almacenando en una serie de canchas a lo largo del valle an gusto, situado más abajo de la planta, pero la empinada gra dientes de este valle restringe el volumen de almacenamiento disponible detrás de las presas de relaves por ser estas de altura moderada. Las presas de dos de estas canchas de relaves se han derrumbado cayendo parte de los relaves almacenados.

#### Observaciones sobre la Operación minera

Los datos sobre el rendimiento de la mina y algunas informaciones sobre costos fueron tomados de los archivos de la Compañía. Aunque el propósito principal de las observaciones sobre el terreno fueron las de verificar las futuras necesidades de izamiento de la mina, sin embargo, las observaciones de los trabajos relacionados con el izamiento indicaban que podían hacerse mejoras en las instalaciones de aire comprimido, operaciones de acarreo y planificación de las labores. Este trabajo contiene sugerencias para el mejora -

miento de dichas instalaciones, aunque los términos de referencia del presente trabajo no exigían un estudio detallado de dichas instalaciones.

### Geología y Reservas

La región donde se encuentran situadas las minas está constituida por calizas del Triásico y de areniscas del Cretácico que están en discordancia posiblemente por la presencia de una gran falla.

Hay dos sistemas de fracturación que se cruzan en ángulos de 90°, las fracturas están orientadas de E-W y de N-S. Las fracturas son posteriores a la intrusión, pues muchas de ellas cortan a las intrusiones y aún las desplazan.

El yacimiento se formó por el reemplazo metasomático de los lechos de caliza por un intrusivo grande que mineralizó los contactos de caliza con sulfuros de plomo, zinc y hierro. Debido al reemplazamiento metasomático, en algunos lugares llega a formarse cuerpos mineralizados de importancia.

Los principales minerales son la galena argentífera, la esfalerita y la pirita. La ley promedio del mineral tratado durante 1,973 fué de 4.5% de Pb., 6.8% de Zn. y 4.6 onzas de Ag por tonelada y 11% de Fe. Las reservas totales probadas y probables de mineral a fines del año 1,973 eran de 3'222,000 toneladas, distribuidas de la siguiente manera:

Encima del nivel "0"	833,000	Toneladas
Entre los niveles 0 y -100	1'580,000	"
Debajo del nivel -100	809,000	"

### Alcance del Trabajo

En este trabajo se describe la ampliación del pique el equipo de izamiento para una capacidad de izamiento inicial de 600 toneladas diarias, y para una capacidad de izamiento intermedia de 1,400 toneladas diarias, la cual pueda ser aumentada a una capacidad final de 2,100 toneladas diarias.

Se ha estudiado el orden y método a seguir en la ampliación del pique y se ilustran con esquemas la sala de izamiento, la sala de la chancadora, las chimeneas de mineral y de desmonte, enmaderado del pique, depósitos de mineral y estación de bombeo.

Se ha proyectado la aplicación del método sub-level caving, como un método de explotación adecuado para un depósito tipo Milpo y que puede ser fácilmente mecanizado.

## SECCION 2.- DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MINA

Las minas "El Porvenir" comenzaron a funcionar en 1,952 con un promedio de 42 toneladas diarias. Este promedio fué aumentando paulatinamente durante los 10 años siguientes, hasta 1,962, año en que el promedio de producción fué de 485 toneladas diarias. La producción de mina fué bastante constante durante los 3 años siguientes, en que se trataron 480 toneladas diarias más o menos, pero fué aumentada su cesivamente durante los años 1,966 y 1,967, hasta alcanzar la producción actual de alrededor de 600 toneladas diarias.

La figura 2 muestra el gran aumento de la producción desde que comenzó a explotarse la mina en 1,952. Generalmente, las minas que incrementan su producción diaria tan rápidamente como el caso de Milpo, muestran, a la vez, aumentos substanciales en rendimientos ya que, proporcionalmente, se emplean menos hombres en las operaciones de servicio, a medida que aumenta el equipo de mineros. El rendimiento del equipo de mineros de Milpo, medida en toneladas por tarea, muestra, ciertamente, este aumento de eficiencia previsto, durante los primeros 4 años de operación, durante los cuales la producción diaria de la mina aumentó de 42 a 275 toneladas.

Después de 1956, sin embargo, este rendimiento bajó a pesar del continuo aumento de producción de la mina, permaneció baja hasta 1,966 y 1,967, en que se obtuvieron algunas mejoras. Puesto que los salarios de los mineros en Milpo, al igual que en el resto del mundo, tienden a aumentar año tras año, el hecho de no mejorar la productividad de los mineros al aumentar la producción de la mina, se reflejará en el aumento de los costos de producción. La influencia de rendimientos en los costos de producción se ven claramente en los gráficos de toneladas por tarea y costo por toneladas en Milpo. El gráfico de costos de producción muestra disminuciones en los costos solamente después que la productividad fué significativamente aumentada en los períodos 1,952 - 1,956 y -- 1,965, 1,967. Cuando la productividad declinó o permaneció bastante constante desde 1,956 a 1,965, los costos de producción aumentaron constantemente cada año.

Aunque pueden existir otras razones para la disminución de productividad de los mineros entre 1,952 y 1,965, creemos que los siguientes factores pueden haber afectado en forma adversa el rendimiento de la mina..

A.- La cantidad y presión de aire comprimido se hicieron cada vez más inadecuados para el funcionamiento eficiente de las perforadoras.

- B.- Las operaciones de acarreo, que en un principio eran eficientes, se vieron progresivamente restringidas porque los carros para el transporte eran demasiado pequeños y la vía angosta, y se encontraba en malas condiciones para el tonelaje que debía ser arrastrado.
- C.- Las instalaciones de mantenimiento ocupaban gran cantidad de hombres para mantener en servicio equipos anticuados.
- D.- Las labores de explotación, en los yacimientos irregularmente mineralizados, se hicieron difíciles de controlar.

#### Planta de Aire Comprimido

La planta de aire comprimido existente, ubicada a la salida de la bocamina en el nivel 0, está formada de 3 compresoras de 1,000 pies cúbicos por minuto Gardner-Denver, accionadas por motores de 175 HP, por una compresora de 600 pies cúbicos por minuto Ingersoll-Rand, accionada por un motor de 100 HP, y por una compresora de 1500 pies cúbicos por minuto Joy, accionada por un motor de 200 HP. El aire comprimido descargado de cada compresora es transportado individualmente por medio de tubos a receptores de aire, los que descargan en una tubería común de aire comprimido que alimen



**ta la mina.** No hay ningún post-refrigerador instalado en la descarga de las compresoras.

La falta de post-refrigerador de aire comprimido afecta en forma adversa la calidad de aire comprimido alimentado a la mina y aumenta el riesgo de explosión en los receptores de aire. Puesto que el aire descargado en los receptores de aire es caliente, el vapor de agua, que podría ser condensado y acumulado en un post-refrigerador propiamente di se ñ a d o, es transportado a los receptores de aire y a la tubería principal de aire. La tubería de salida de los receptores de aire muestra señales evidentes de condensación de a c e i t e en los receptores de aire, lo cual aumenta el peligro de explosión. Debido a que el aire descargado de los receptores de aire es todavía caliente, la presión de aire en las tuberías de aire de la mina descenderá por debajo de la presión de descarga de los receptores de aire, cuando el a i r e se enfría en su paso hacia la mina.

De la inspección superficial de la planta de aire com primido, se observa a simple vista, que los receptores de aire parecen ser demasiado pequeños para la capacidad actual de las compresoras.

Las observaciones hechas del equipo de aire comprimido de la mina nos sugieren que la presión de aire comprimido **es** demasiado baja. Se observa que las compresoras funcionan

con una presión de más o menos 95 libras por pulgada cuadrada, la cual se reduce por el enfriamiento, condensación del vapor de agua y por la fricción de las tuberías, antes de ser usado en la mina.

Se sugieren las siguientes recomendaciones para mejorar la eficiencia del suministro de aire comprimido actual:

A.- Todo el aire descargado de las compresoras debería ser llevado a un post-refrigerador de capacidad adecuada y bien diseñado.

B.- Las compresoras de aire deberían ser ajustadas - para descargar a una presión de 105 libras por pulgada cuadrada, y volver a cargar a una presión no menor de 95 libras por pulgada cuadrada. Una diferencia más estrecha de presión entre la carga y la vuelta a cargar requerirá mayor capacidad del receptor de aire.

C.- El volumen de los receptores de aire debería ser por lo menos de un 10% de la capacidad nominal - de aire libre en un minuto de las compresoras a 4,100 metros de elevación, en caso de que la diferencia de presión de descarga y vuelta a cargar sea de 10 libras por pulgada cuadrada. De esta manera, si la capacidad nominal de las 5 compresoras es en realidad de 5,100 pies cúbicos por

minuto, el volumen total de los receptores de aire debería ser de un  $10\% \times 5,100 = 510$  pies cúbicos, como mínimo. La capacidad mínima de los receptores de aire debería ser algo mayor en caso de que la diferencia de presión entre la descarga y la vuelta de las compresoras sea menor - que 10 libras por pulgada cuadrada. En tal caso, si las compresoras se descargan a 105 libras por pulgada cuadrada, el volumen mínimo de los receptores de aire debería ser aumentado a  $12.5\% \times 5,100 = 500$  pies cúbicos para una diferencia de presión de descarga y vuelta a cargar de 5 libras por pulgada cuadrada.

D.- Las tuberías de entrada para los receptores de aire deberían estar conectadas por una cañería - de gran diámetro, de manera que la capacidad total de los receptores de aire pueda ser compartida por las compresoras, cada una de las cuales funciona en forma independiente.

Se necesitaran nuevas compresoras si se aumenta la producción de la mina, y sugerimos que se compren compresoras diferentes a las existentes. Las compresoras Gardner-Denver actuales son técnicamente satisfactorias para Milpo, pero

son más caras y necesitan más espacio que otras compresoras de la misma capacidad existentes actualmente.

### Métodos de Explotación.

Los cuerpos mineralizados de Milpo muestran la forma irregular típica de los reemplazos de minerales de zinc en calizas. Las labores son irregulares en planta y en sección.

Se emplean 3 métodos de explotación:

- A.- Corte y Relleno.- Es el método clásico y consiste en corte y relleno horizontal, se trata de cuadrar las labores en unidades tratando de trabajar con una chimenea y 2 tolvas clásicas de 2 compartimentos ó con una chimenea y una tolva de 4 ó 5 compartimentos. Este método se aplica en vetas y cuerpos de tajos que no crean problemas de sostenimiento. Como relleno se usa material detrítico aunque dentro de muy poco tiempo debemos usar relleno hidráulico en las labores que se hallen por debajo del nivel 0.
- B.- Square-Set.- Este método es muy parecido al anterior, utilizándose en Milpo en cuerpos que presentan problemas de sostenimiento. Por las dificultades y el bajo rendimiento que este método -

de explotación presenta, se está iniciando su cambio por el "Underhand-Cut and Fill ó Corte de Bajada y Relleno".

C.- Shrinkage o Reducción.- Este método de almacenamiento provisional se emplea en Milpo en algunos cuerpos, con las siguientes variantes:

a.- Shrinkage con tolvas; esta variedad usa tolvas espaciadas cada 6 metros (aunque este espaciamiento depende del puente). Esta variedad tiene el inconveniente de que las tolvas se gastan mucho y es necesario hacer reparaciones durante la etapa de vaciado del tajo.

b.- Shrinkage con descarga libre, esta variedad no usa tolvas, la descarga del mineral se hace directamente a cruceros transversales a las galerías, la limpieza de mineral en el nivel se hace con palas mecánicas.

c.- Shrinkage combinado; esta variedad usa las tolvas y la descarga libre. Esto está condicionado principalmente a la forma de los cuerpos.

### Transporte.

Actualmente el mineral de las labores por sobre el nivel 0 es cargado a través de tolvas en carros mineros de 1.5 toneladas tirados por una locomotora de trolley General-Electrica de 4 toneladas que corre en una vía de 18 pulgadas de trochas con rieles de 40 libras por yarda. El mineral explotado entre los niveles -100 y 0 es acarreado en el nivel -100 a una tolva de mineral ubicada en la bocamina del nivel -100, desde el cual es transportado en volquetes a la planta de beneficio.

La vía férrea en el nivel "0" no está en buen estado, siendo las curvas muy pronunciadas, sin necesidad, especialmente en el tramo ubicado fuera de la bocamina del nivel 0, en donde cruzan los vehículos de la planta de la superficie. Hasta 18 carros son tirados lentamente por la locomotora de trolley de 4 toneladas, ya que las condiciones de la vía férrea y las curvas pronunciadas impiden el transporte a gran velocidad. La mayoría de los carros están provistos de gatillos de descarga manejados a mano, y este diseño puede causar daños a las manos de los obreros cuando vuelcan los carros. Se considera que los carros provistos de gatillos de descarga manejados con el pie son menos peligrosos para descargar.

Puesto que la ampliación propuesta de la planta de izamiento aumentará en forma considerable las labores finales de acarreo en el nivel "0", deberían diseñar mejoras en el sistema actual de transporte para la capacidad final de acarreo de 2,100 toneladas diarias.

La trocha actual en el nivel "0" es demasiado estrecha para permitir el uso de locomotoras y carros grandes, por lo que se recomienda una trocha de 30 pulgadas como mínimo. Sugerimos que la vía de trocha de 30 pulgadas podría ser instalado junto a la existente, sin interrumpir las operaciones de acarreo del equipo actual.

La vía de trocha de 30 pulgadas debería consistir de rieles que pesen por lo menos 40 libras por yarda, aunque sería preferible que fueran de 60 libras por yarda, y deberían ser colocadas sobre durmientes de, por lo menos  $5\frac{1}{2}$ " x  $7\frac{1}{2}$ " de sección transversal, y por lo menos 54" de largo.- Los durmientes pueden ser cambiados bajo la vía existente sin interferir con las operaciones de acarreo actuales.

Tan pronto como se haya colocado la vía de 30 pulgadas de trocha, en todo el nivel 0, las locomotoras y carros actuales pueden ser usados en otros niveles.

Se ha elegido la trocha de 30 pulgadas como mínimo recomendada para la futura vía en el nivel 0, porque permi

tirá el uso de las locomotoras más grandes y pesadas y carros de diferentes tamaños y tipos.

Generalmente la trocha de 18 pulgadas restringe el tamaño y tipo del equipo normal de acarreo a locomotoras de 6 toneladas, carros de 4 toneladas y velocidades de acarreo de no más 8 kilómetros por hora. Por otra parte, una trocha de 30 pulgadas permitirá el uso de locomotoras de 12 toneladas, carros de 10 toneladas y una velocidad de transporte de 13 Kilómetros por hora, en caso de que el tamaño de la galería y las condiciones y curvaturas de la vía permitan estos tamaños y velocidades.

En general, es preferible obtener gran capacidad de transporte por medio de trenes cortos de carros grandes que se desplacen a poca velocidad, que por medio de trenes largos con carros pequeños que viajan a gran velocidad. Por lo tanto, el tamaño deseable de carros deberían ser el más grande que se pueda arrastrar según el tamaño actual del tnel.

Se recomienda los carros "Grangesberg" del tipo de vaciado por el fondo para acarreo principal en el nivel "0". Este tipo de carros puede ser vaciado continuamente desde tolvas, el volteo es rápido, y tienen gran capacidad en relación a su altura y ancho. Dichos carros, cuando están diseñados para trochas de 30 pulgadas, deberían usarse, más



bien, para mineral chancado que para el mineral tal como sa le de la mina. Los carros "Grangesberg de vaciado por el fondo son más apropiados para mineral pegajoso que los ca rros Granby de vaciado lateral. Tanto los carros Grangesberg como los "Granby" son mucho más apropiados que los ca rros de volteo que actualmente se están usando para el mine ral de la mina que, muy a menudo, es húmedo y pegajoso.

#### Ampliación del Pique

en la actualidad el pique interno de Milpo consiste en un pique de 3 compartimentos entre los niveles -100 y -200. Una chimenea piloto se extiende verticalmente entre el nivel -100 hasta el nivel "C", la cual será ampliada al tamaño total del pique cuando este se extienda hasta el ni vel "O".

La parte enmaderada del pique consta de marcos de madera de 10" x 10" a 7 pies de distancia de centros; marcos de soporte de hormigón van colocados a intervalos de 50 pies.

Los marcos de madera están suspendidos por varillas con ganchos en los extremos y están fijados con cuñas de madera.

La roca en los alrededores del pique parece ser re sistente y coherente y existe poca evidencia de rocas asti

lladas que caigan de las paredes del pique.

Consideramos que no es conveniente el uso de varillas con ganchos en los extremos para soportar el enmaderado del pique. Si bien es cierto que dichas varillas permiten una instalación más conveniente de los marcos de madera del pique que las varillas rectas, las varillas con ganchos tienen la tendencia a extenderse con el esfuerzo y no se pueden confiar en la resistencia del gancho. En caso de que se usaran varillas rectas, los marcos de soporte de hormigón colocados a ciertos intervalos no serían necesarios, lo que significaría un ahorro, ya que dichos marcos son caros. En caso de que se usen varillas rectas y que los marcos de madera estén alineados exactamente y sean acunados firmemente durante su instalación, sería necesario colocar marcos de soportes de hormigón solamente a 150 pies de distancia.

### Izamiento.

El winche instalado en el nivel -100, y que sirve al pique existente, es un winche de doble tambor JOY DSC 112 de 50 HP, con tambores de 24" de diámetro por 20" de ancho. Este winche tiene una capacidad nominal de 2,750 libras y una velocidad de los cables de 600 pies por minuto. Si bien es cierto que no se conoce el peso de la jaula, es evidente que el peso de la jaula cargada con un carro lleno

de mineral excede la capacidad nominal de tracción de los cables por un amplio margen.

Cabe notar que los embragues y frenos del winche carecen de enclavamiento mecánico o eléctrico; los embragues son del tipo indeseable de banda (el cual es además peligroso) y el eje del tambor y los frenos principales son inadecuados para las **cargas** que se transportan.

Se recomienda que este winche sea retirado del servicio de transporte de personal tan pronto como sea posible.

Las jaulas de acero que funcionan en el pique están provistas de un reten de seguridad de dientes múltiples mal diseñado, y un mecanismo de seguridad parcialmente a la vista, de dudosa eficiencia. Recomendamos que se reemplacen estas jaulas cuando se instale el nuevo winche de tambor en el nivel 0.

## SECCION 3.- PLANTA DE IZAMIENTO

### P R O P U E S T A

#### Planta Inicial de Izamiento

La planta inicial de izamiento para la etapa **inicial** podrá izar 400 toneladas de mineral diariamente desde el nivel -100; 200 toneladas de desmonte y mineral desde el nivel -200 y transportar hombres y suministros a los niveles ubicados debajo del nivel 0.

El equipo de izamiento constará de un winche de doble tambor de 48" x 36", accionado por un motor de rotor de vanado de 100 HP, 440 voltios, 600 R.P.M. con control completamente magnético a través de bancos de resistencias. Este winche será instalado en una parte de la sección ampliada - del nivel 0, junto al pique según se muestra en el dibujo - N° 3.

El winche será instalado al lado opuesto de los compartimentos N° 3 y N° 4 del pique, pero izará la carga a través de los compartimentos N° 1 y N° 2 por una disposición de poleas múltiples según se muestra en el dibujo N° 3. Esta disposición de las poleas permitirá usar el winche

para izamientos en los compartimentos N° 3 y N° 4 sin tener que sacarlo de sus bases.

El pique será ampliado y enmaderado al tamaño final de los cuatro compartimentos entre los niveles -100 y 0. Por sobre el nivel 0, el pique será ampliado hacia arriba con cuatro compartimentos enmaderados hasta una elevación de 35 metros por sobre el Nivel 0. Se abrirá una subida para cables desde la parte posterior de la sala de izamiento propuesta y que está en el nivel 0, hasta el volcadero de cajones del pique, en el lado opuesto de los compartimentos N° 1 y N° 2.

La estación de bombeo y los sumidores serán excavados bajo el borde del nivel -200, se construirán presas de hormigón armado y las bombas serán instaladas según se muestra en el dibujo N° 12.

Se instalarán bordes de carga en los niveles -100 y -200, según se muestra en el dibujo N° 6. Estos bordes de carga tendrán una capacidad viva de más o menos 3,500 libras de mineral desmenuzado cada uno, la cual es suficiente para cargar un Skip. En el fondo del pique, en el compartimento N° 3, deberá instalarse una bomba de aire para bombear agua al sumidero del nivel -200. Esta bomba de aire deberá ponerse en marcha y detenerse en forma mecánica, por

medio de válvulas de aire comprimido, accionadas por controles de flotación de alto y bajo nivel. La bomba de aire deberá ser capaz de funcionar estando sumergida, en caso de que el control de flotación de nivel alto dejará de funcionar.

El equipo del pique consistirá de un Skip volteador de 3,500 libras de capacidad y una jaula de capacidad para 8 hombres, y estarán ubicadas en los compartimentos N° 1 y N° 2. Puesto que las jaulas serán usadas durante la segunda etapa de izamiento, con un winche de fricción, la armazón de la jaula deberá de ser construida de manera que pueda soportar los cables flojos del winche de fricción.

#### Planta de Izamiento de la Etapa Intermedia.

La planta de izamiento de la etapa intermedia consistirá de un winche de fricción instalado a más o menos 80 metros sobre el nivel C, la cual deberá izar en equilibrio, una combinación de jaula y cajón. El material a izar será 1,400 toneladas de mineral diarias, hasta una chancadora primaria sub-terránea y un depósito de mineral triturado sobre el nivel O. Deberá completarse la ampliación del pique antes de que este equipo pueda ser instalado. El plan a seguir en el desarrollo del pique será el siguiente:

- 1.- El cuarto compartimento del pique será excavado y enmaderado entre los niveles -100 y -200.

Los residuos de roca de esta excavación serán extraídos desde una tolva ubicada en el nivel - 200 y volcados en los bordes de carga del nivel -200, para ser izados en los Skips al depósito de residuos ubicado sobre el nivel 0.

- 2.- Se sacaran las escaleras, tuberías y cable que están en el compartimento N° 3, entre los niveles -200 y -100 y se reinstalarán en el nuevo compartimento N° 4. Se colocarán guías en el compartimento N° 3 para izamiento de la jaula.
- 3.- El pique será profundizado debajo del nivel -200 en la forma de un pique de cuatro compartimentos hasta 40 metros. Los residuos de roca de las excavaciones del pique serán izados desde el fondo del pique a los bordes de carga del nivel -200 en el winche "Joy" de 24" x 20" que está en el nivel -100. Si bien es cierto que no consideramos seguro este winche como winche de doble tambor para el transporte de hombres y suministros, puede usarse con confianza como winche de un tambor para izar capachos de profundización a través del compartimento N° 3 del pique, restringiendo el peso del capacho cargado

a 2,700 lbs. Los residuos del pique volcados - en los bordes de carga del nivel -200 serán iza dos en el winche de doble tambor de 48" x 36" - del nivel 0, al depósito de residuos ubicado so bre el nivel 0. Antes de profundizar el pique más abajo del nivel -200 se deberá construir un sólido andamio de protección (guarda cabeza) de madera bajo los bordes de carga del nivel -200, a fin de proteger a los obreros que trabajan en la profundización del pique, del material que pueda caer de los bordes de carga.

4.- Una vez que se haya terminado la profundización del pique, se deberán excavar el depósito de carga del nivel -200 y las subidas para mineral y residuos hasta el nivel -200, según se muestra en el dibujo N° 8. Se instalarán compuertas de control con cadenas en las chimeneas de mineral y de residuos, justamente encima del depósito de carga del nivel -200. El depósito de carga de hormigón será instalado bajo el nivel -200, a fin de preparar el pique para el izamiento de los Skips con el winche de fricción.

5.- Una vez que se hayan completado los trabajos de preparación del pique bajo el nivel -200, se pue



de comenzar con un trabajo de preparación del pique por sobre el nivel 0. Se construirá un sólido andamio de protección de madera sobre los compartimentos N° 1 y N° 2 del pique, a unos 35 metros sobre el nivel 0. Este andamio de protección protegerá dichos compartimentos mientras se amplía hacia arriba el pique hasta la sala del winche de fricción, que estará a unos 80 metros sobre el nivel 0. La parte inicial de esta ampliación hacia arriba del pique consistirá en ampliar los compartimentos N° 1 y N° 2 hasta una altura de 5 metros sobre el andamio de protección de madera, ampliando luego el pique a los 3 compartimentos.

6.- Desde la parte posterior del depósito de residuos en el lado opuesto al compartimento N° 3 se abrirá una subida vertical desde una altura de 11 metros sobre el nivel 0, hasta 38 metros sobre el nivel 0, desde donde esta subida vertical será inclinada para penetrar en el compartimento N° 3, a 40 metros sobre el nivel 0. La parte vertical de esta subida estará a 3 metros de distancia de la pared este del pique. Esta subida será usada como chimenea de residuos del

pique para extraer los residuos excavados en la ampliación hacia arriba del pique hasta el depósito de residuos.

- 7.- El pique será ampliado hacia arriba en 3 compartimentos hasta la sala del winche de fricción, y se excavará la pared este del pique en el volcadero de cajones del winche de fricción.
- 8.- Mientras el pique es ampliado hacia arriba hasta la sala del winche de fricción, se abrirá una galería desde una ubicación adecuada en la superficie hasta conectar con la sala del winche de fricción. La bocamina de esta galería deberá estar convenientemente ubicada cerca del camino existente, de manera que el equipo y los suministros que se necesitaran para la instalación del winche de fricción puedan ser transportados fácilmente a la obra. Los residuos de roca de la excavación de la sala del winche de fricción serán transportados y volcados en la bocamina de esta galería.
- 9.- Más o menos a 35 metros más abajo de la galería de la sala del winche, se abrirá una segunda galería hasta conectar con la sala de la chancadora primaria. Los residuos de la excavación de

la sala de la chancadora serán transportados y volcados fuera de la bocamina de la galería de la sala de la chancadora. Se abrirá una subida desde la pared occidental de la sala de la chancadora hasta conectar , con el volcadero de Skips del winche de fricción.

10.- Mientras se lleva a cabo la ampliación hacia arriba del pique, la excavación de la sala de izamiento y de la sala de la chancadora, se abrirá una chimenea de mineral entre los niveles 200 y -100, según se muestra en el dibujo 8.

11.- Una vez que se haya completado el trabajo de ampliación hacia arriba del pique y la ampliación de la subida de residuos del pique hasta el volcadero de Skips, no se transportarán más residuos de rocas procedentes de los trabajos de preparación del pique al depósito de residuos ubicado sobre el nivel 0.

El depósito de residuos será vaciado y se usará temporalmente como depósito de mineral, hasta que el depósito permanente haya sido ampliado.

12.- El depósito de mineral permanente ubicado sobre el nivel 0, será vaciado y se abrirá una su

bida vertical desde la parte posterior del depósito de mineral hasta el borde de la sala de la sala de la chancadora. La parte inclinada del depósito de mineral existente será excavada hasta 7 metros de ancho y 5 metros de alto hasta el fondo de la subida vertical. La subida vertical será entonces excavada hasta 7 metros de diámetro. El depósito resultante de mineral, según se muestra en el dibujo N° 4, será entonces suficientemente grande para contener 2,500 toneladas métricas de mineral, el que puede ser transportado al depósito, ya sea por los Skips del winche de tambor, como por los Skips del winche de fricción, a través de la chancadora - primaria. Tan pronto como se haya excavado el depósito de mineral, se sacaran los residuos de rocas y el depósito de mineral, se transformará nuevamente en almacenamiento de mineral.

#### Instalación de la Planta de Izamiento

La rueda del winche de fricción será montada, sobre vigas de hormigón directamente sobre los compartimentos N°1 y N° 2, según se indica en el dibujo N° 4. La sala del winche de fricción excavada será de tamaño suficientes para acomodar, en un solo nivel, el winche y su motor, como tam-

bién el conjunto de generador y motor (asumiendo que se use motor de corriente directa), el conjunto de generador y motor auxiliar y el equipo de control eléctrico para el winche. La sala del winche deberá ser ventilado por presión - para eliminar el aire impuro del pique de la mina y el daño consiguientes al equipo eléctrico.

En la sala del winche se necesitará una grúa superior (de capacidad de 7 toneladas métricas aproximadamente).

La grúa deberá estar colocada de tal manera que pueda ser usada en los trabajos de instalación y mantenimiento de la caja de cambio y de motor del winche y el conjunto principal de generador y motor.

Por debajo del piso de la sala del winche, la pared del pique sera excavada a un lado a fin de colocar las roldanas de flexión. Se construirán escaleras de acceso desde la sala del winche hasta las roldanas de deflexión.

Las roldanas en este pique pesarán aproximadamente 4,000 libras (1,820 Kg.) y el mantenimiento podría llevarse a cabo posiblemente a través del piso de la sala del winche, usando la grúa.

Una vez que se haya instalado el winche de fricción se cambiará la disposición de las roldanas motrices usadas con el winche de doble tambor, de manera de acomodarlas a

la jaula y a la operación de contrapeso de los compartimentos N° 3 y N° 4. Las dos roldanas de 48" de diámetro, colocadas previamente sobre los compartimentos N° 1 y N° 2, serán reubicadas en la parte superior de las vigas doble "T" a 6'-6" por debajo de la ubicación anterior, y servirán de roldanas motrices en los compartimentos N° 3 y N° 4 (véase dibujo N° 3). Las dos roldanas de 48" de diámetro restantes y la roldana motriz de 60" de diámetro, junto con sus vigas de acero de soporte serán completamente retiradas del pique. Las dos roldanas de 48" excedentes pueden ser conservadas como repuestos, si se desea. Las dos soldadas de 24" de guías oscilantes instaladas en la subida para cordeles también serán retiradas.

En seguida se instalarán los cables en el winche de doble tambor para izar una jaula de doble tambor en el compartimento N° 3 y un contrapeso en el compartimento N° 4. Si se desea, se pueden instalar capachos en el compartimento N° 3, para comenzar a profundizar el pique en esta etapa se retirará el andamio de protección de madera que cierra los compartimentos N° 1 y N° 2 sobre el nivel 0, y el winche de fricción será provisto de cables para izar combinaciones de "cajón sobre jaula" en estos compartimentos.

La jaula de doble cubierta (en caso de ser instalada en el compartimento N° 3) puede ser usada conveniente -

mente para ayudar a colocar los cables del winche de fricción.

### Chancadora Sub-terránea

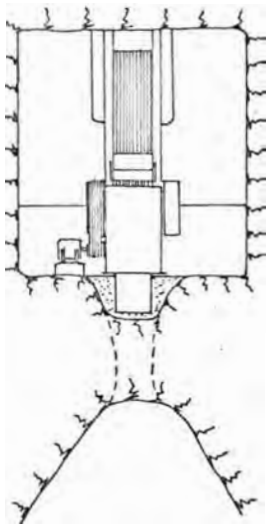
Una vez instalada el winche de fricción en Milpo - para alcanzar una capacidad de izamiento aumentada a 1,400 toneladas diarias, 6 días a la semana, la planta chancadora de la superficie y la planta de beneficio serán ampliadas a fin de tratar el aumento de producción de mineral.

Aconsejamos que la chancadora primaria sea instalada bajo tierra cuando se haya aumentado la producción, por las siguientes razones:

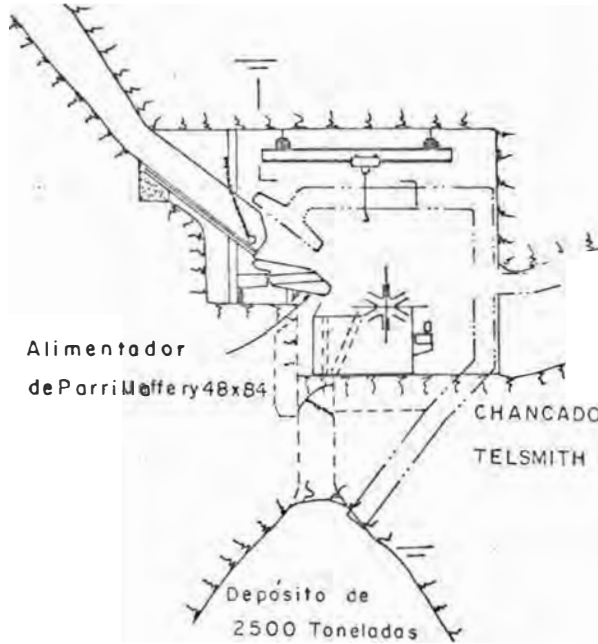
A.- La altura requerida para descargar mineral tal como sale de la mina, a través de una planta de chancadora primaria, con área adecuada para almacenamiento de mineral chancado, se puede obtener fácilmente y en forma eficiente bajo tierra con una planta de izamiento vertical.

B.- La ubicación en la superficie de la chancadora primaria requiere transportadores largos y caros para subir el mineral chancado a una tolva de capacidad adecuada.

C.- El mineral chancado puede ser cargado por medio de una tolva a los carros de la mina en forma eficiente mientras que la carga a través de una tolva de mineral sin chancar causa frecuentes retrasos debido a que el mineral



SECCION A



ELEVACION N

Alimentador de Parri Moffery 48x84

A LA SALA DE CAPTACION DE POLVO

CHANCADORA DE QUIJADAS 30x42 TELSMITH CON MOTOR DE 150 H.P.

Depósito de 2500 Toneladas

Winche de



fracción de 30" 80" Ø Roldanas de de-

4 Cordales 7/8 "

SKIP

Extremo flojos de los 2 cordales

Chancadora

Chimene de Residuos

Deposito de residuos

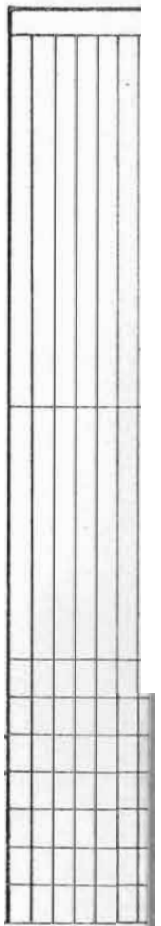
Deposito d 2500 Toneladas

Bajada original del mineral

SUB TERRANEA

PLANTA CHANCADORA

PIQUE S



CM.M.S.A.

PLAN C  
TA HANCADORA  
SUBTERRANEA

Tesla J.C.G.

Dic 1968

Dib.No. 4



se acumula en la tolva o a que las compuertas de tolva se atasean. Todo el mineral izado sería cargado a través de una sola tolva en el nivel 0, y podían ocurrir retrasos cuando éste es cargado con mineral sin chancar.

D.- Se reducirán los costos iniciales y de mantenimiento del equipo de acarreo si únicamente el mineral chancado es transportado en el nivel 0.

Aunque el mineral proveniente de las labores ubicadas sobre el nivel 0, no podría ser transportado a una planta chancadora subterránea que esté ubicada por encima del nivel 0, donde sólo puede recibir el mineral izado en Skips, se espera que dicho mineral estará agotado o cuando se hayan instalado la planta ampliada de izamiento, la planta chancadora y la nueva concentradora.

Si bien es cierto que sería deseable el mineral antes de ser izado con el fin de disminuir al mínimo el mantenimiento de los Skips y de los depósitos de carga, la profundidad futura hasta la cual se puede prolongar el pique es incierta, por lo tanto es prematuro designar una ubicación permanente de la estación de chancadora en el fondo del pique. En estas condiciones de incertidumbre, recomendamos ubicar la estación de chancado sobre el nivel 0, ya que en dicha ubicación, la chancadora es capaz de tritu

rar todo el mineral izado en el pique, sin que la profundidad de donde se produce el mineral sea un obstáculo para ello.

Se recomienda una chancadora primaria del tipo de un solo fiador, porque este tipo de chancadora da una mayor reducción de tamaños, y puede recibir trozos más grandes que la chancadora de doble fiador y del mismo costo.

#### Planta Final de Izamiento

Se asume que antes de que el winche de fricción sea convertido a su capacidad final de 2,100 toneladas diarias de mineral, el pique será profundizado hasta el nivel -400. Aunque es posible producir suficiente cantidad de mineral sobre el nivel -200 para mantener una producción de 2,100 toneladas diarias durante varios años, creemos que, tarde o temprano, será necesario una mayor profundización de la mina. Las necesidades de izamiento han sido calculados sobre las condiciones más difíciles de izamiento, es decir, 2,100 toneladas diarias desde el nivel -400.

#### Profundización del Pique.

- 1.- El winche de doble tambor de 48" x 36" funcionará como winche de un solo tambor, para izar capachos de profundización a través del compartimento N 3 del pique.

- 2.- Se excavará un volcadero de capachos en la muralla este del compartimento N° 3 hasta conectar con el depósito de residuos a un s 1 metros sobre el nivel 0, Este volcadero de capachos estará equipado con una compuerta plegadiza que cubre completamente el compartimento del pique cuando se vuelcan los capachos de profundización.
- 3.- Se instalarán un andamio de protección resistente por sobre el fondo del pique en los compartimentos N° 1 y N° 2 para proteger a los obreros que trabajan en la profundización de este, del material que pueda caer de los depósitos de carga de Skips en el nivel -200.
- 4.- El pique será profundizado y enmaderado en forma de un pique de 4 compartimentos hasta 40 metros bajo el nivel -400. Durante las operaciones de profundización del pique se excavarán las entradas de los túncles en los niveles -300 y - 400.
- 5.- Se abrirá un sistema de chimeneas de mineral y de residuos y de depósitos de carga desde el depósito de carga del nivel -400 hasta el nivel -200. Este sistema de chimeneas de mine -

ral y de residuos será igual al mismo sistema que se extiende entre los niveles -200 y -100. Sin embargo, el depósito de carga del nivel -400 será más grande que el ubicado en el nivel -200, para adaptarse a los skips más grandes necesarios para izar 2,100 toneladas de mineral diarios.

- 6.- Se excavará una estación de bombeo bajo el nivel -400 similar a la del nivel -200. Las bombas instaladas en la estación de bombeo del nivel -200, porque la presión de bombeo será más alta.

#### Modificación de la Planta de Izamiento

Una vez que se haya completado la profundización del pique, el winche de doble tambor del nivel 0, reasumirá sus servicios como winche de doble tambor, izando una jaula de doble cubierta en el compartimento N° 3 y un contrapeso guiado por una cañería de gran diámetro en el compartimento N° 4.

El winche de fricción será adaptado con cuatro cables de 7/8" para izamiento, los que reemplazarán a los cuatro cables de 3/4" que se usaban en la segunda etapa de izamiento.

Se reemplazarán los skips y jaulas de 4 toneladas usados durante la segunda etapa de izamiento, por skips más grandes de 6 toneladas. Será necesario llevar a cabo algunos cambios en las estructuras de acero y en los rodillos de volteo en el voleadero de skips del winche de fricción para adaptarlo a los skips más grandes que se necesitaran para la capacidad final de izamiento.

#### SECCION 4.- EQUIPO PARA EL PIQUE Y AMPLIACION DE ESTE

##### Izamiento de Mineral en los Carros de la Mina

El mineral puede ser izado en carros colocados en una jaula de izamiento en el nivel en que está trabajando y será sacado en el nivel de acarreo. Si bien es cierto que este método de izar el mineral no necesita el costoso sistema de chimeneas de mineral, depósitos de carga y depósitos de volteo, lo cual es necesario para el izamiento de Skips, sin embargo, el izamiento de carros requiere excesiva mano de obra, causa frecuentes accidentes en el pique y está limitado a una baja capacidad de izamiento.

El gráfico N° 5 que se adjunta, muestra el número de carros que pueden ser izados por hora desde los niveles -100 y -200, por medio de winches operados a diferentes velocidades. Este gráfico está basado en los estudios de tiempos empleados en izamientos de carros en Canadá, en donde dicha clase de izamiento se usa sólo en minas pequeñas que producen menos de 200 toneladas diarias.

El tamaño reducido de los compartimentos del pique existen en Milpo limita la capacidad de los carros, cuyo pequeño tamaño les permite caber dentro de la jaula hasta com

pletar no más de 0.8 toneladas métricas más o menos.

De esta manera, si se utiliza el pique existente para izar carros, la capacidad de izamiento por horas no excederá de 30 toneladas desde el nivel -100, o de 24 toneladas desde el nivel -200. No se aumentaría en forma significativa la capacidad de izamiento del pique aumentando la velocidad de izamiento, y los accidentes tienden notablemente a ser más frecuentes cuando se izan carros a velocidades mayores de 800 pies por minuto. Puesto que la jaula será requerida para el transporte de personal y suministro durante una parte de cada turno, es probable que no se dispondrá de más de 10 horas diarias para el izamiento de carros de mineral.

Es obvio que no se pueden izar 600 toneladas de mineral y de residuos diariamente por medio de carros en el pique existente.

Se podrá aumentar la capacidad de izamiento usando carros de mayor tamaño, para lo cual se necesitarían compartimentos más grandes en el pique. El costo de ampliación del pique a fin de aumentar la capacidad de izamiento sería muy alto y podría exceder al costo de la ampliación del pique requerida para izamiento de skips.

De esta manera, el izamiento de carros no tendría ventajas sobre el izamiento de Skips, y tendría las desven-

ventajas de gran consumo de energía eléctrica, excesiva mano de obra, aumento en la frecuencia de accidentes y falta de adaptabilidad al aumento de tonelaje o de profundidad del pique.

### Izamiento de Mineral en Skips

El izamiento de Skips es el único método para izar grandes tonelajes de mineral a través de compartimentos pequeños, y es el único sistema de izamiento de mineral que cabe considerar en Milpo. El izamiento de Skips requiere - un sistema de chimeneas que transporta el mineral desde los niveles en donde se está trabajando al depósito de carga, un depósito de carga en que quepa el contenido de un skips de mineral, y un depósito de volteo para retener el mineral izado sobre el nivel principal de acarreo.

Para operaciones con pequeños tonelajes es posible prescindir del sistema de chimeneas de mineral, transportando el mineral en los niveles en que se está trabajando a los bordes de carga del pique. Estos bordes de carga disminuyendo al mínimo el costo de la ampliación para izamiento de Skips, pero tienen las siguientes ventajas:

- A.- La caída de mineral en el pique tiende a ser frecuente porque la compuerta de carga debe de estar colocada junto a la parte interior del enmaderado del pique.



B.- Los bordes de carga del pique tienen una capacidad de carga de un Skips solamente, y el izamiento en el pique y el transporte a nivel de pende en gran parte uno del otro.

C.- Los equipos de obreros encargados del transporte deben trabajar en cada turno cuando el mineral está siendo izado, pero el acarreo de mineral debe detenerse tan pronto como se transporten personal o suministros por el pique se recomienda bordes de carga para izamiento de Skips para la capacidad inicial de izamiento de 600 toneladas diarias, pero para la capacidad de izamiento de la etapa intermedia y final, se recomienda un sistema de chimeneas de mineral que alimenta un depósito de carga.

El dibujo 6 muestra una disposición para borde de carga que se recomienda para las condiciones iniciales de izamiento de Skips en Milpo. Este tipo de borde de carga podría ser construido en forma económica en las estaciones del pique existente en los niveles -100 y -200.

El dibujo N° 7 muestra un diseño de depósito de carga que sería apropiado para las condiciones finales de izamiento en Milpo.

### Chimeneas de Mineral

Se necesitará un sistema de chimeneas de mineral en Milpo para alimentar el depósito de carga para izamiento de Skips con el winche de fricción en la etapa final. No serán necesarias las chimeneas de mineral y los depósitos de carga para el izamiento de Skips con el winche de doble tambor de la etapa inicial, los bordes de carga serán suficiente.

Las chimeneas de mineral necesarias para mineral húmedo que contenga material pegajoso deberían ser abiertos - con una inclinación de  $55^{\circ}$  a  $70^{\circ}$ . Si las chimeneas son construídas en forma vertical o casi vertical, es decir, sobre  $75^{\circ}$ , el mineral húmedo tiende a amontonarse, si dichas chimeneas son construídas en ángulos de menos de  $50^{\circ}$  con la horizontal, el mineral no siempre fluye libremente.

La chimenea de mineral entre los niveles -200 y -100 deberá ser excavada con colgadores de acero empotrados en la roca, a partir de la unión de las dos chimeneas que está por encima del nivel -200, según se muestra en el dibujo N° 8. La chimenea de acceso angosta y ubicada sobre el nivel -200, está unida a la chimenea para roca, más ancha y tendida, más o menos a 5 metros sobre el borde del nivel -200. Toda la roca excavada de la chimenea de mineral baja por la chimenea para roca para ser cargada, por medio de las tolvas, a los carros de la mina. Por encima de la unión

de la chimenea de acceso y de la chimenea para roca, la chimenea de mineral continua en la misma línea y con la misma inclinación que la chimenea de acceso.

La chimenea de mineral tiene vigas de madera apoyadas sobre los referidos colgadores de acero, los cuales están acuñados y empotrados en agujeros taladrados en las paredes de la chimenea de mineral.

Con este método de enmaderado se tiene acceso a lo largo de la parte superior de la chimenea de mineral, mientras que la parte inferior de la chimenea sirve como chimenea para vaciar la roca. Una vez construída la chimenea de mineral hasta el nivel -100, las vigas de madera pueden ser fácilmente retiradas. Deberán instalarse una compuerta de control con cadena en la chimenea tendida para vaciado de roca, algo más arriba del borde del nivel -200 y una tolva de madera en el fondo de la chimenea de acceso angosta. La chimenea de acceso angosta será rellena con residuos de rocas hasta la unión con la chimenea para vaciado, pero estos residuos de roca pueden ser sacados a través de la tolva de madera de la chimenea de acceso, en caso de que la chimenea de mineral se obstruya en la unión de las chimeneas.

Este método de ampliación es preferible a otros cuando se construyen chimeneas empinadas en un solo tramo en

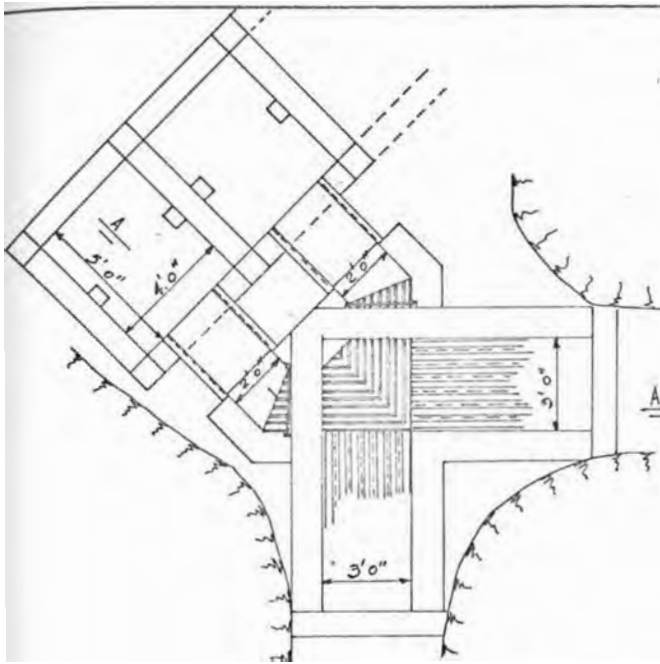
largas distancias verticales.

Las chimeneas de mineral y de residuos que van desde los depósitos de carga al borde del nivel -200 deberán de ser continuados con chimeneas convencionales, sin colgadores empotrados, ya que no se justifica el uso del método de colgadores en estas chimeneas más cortas.

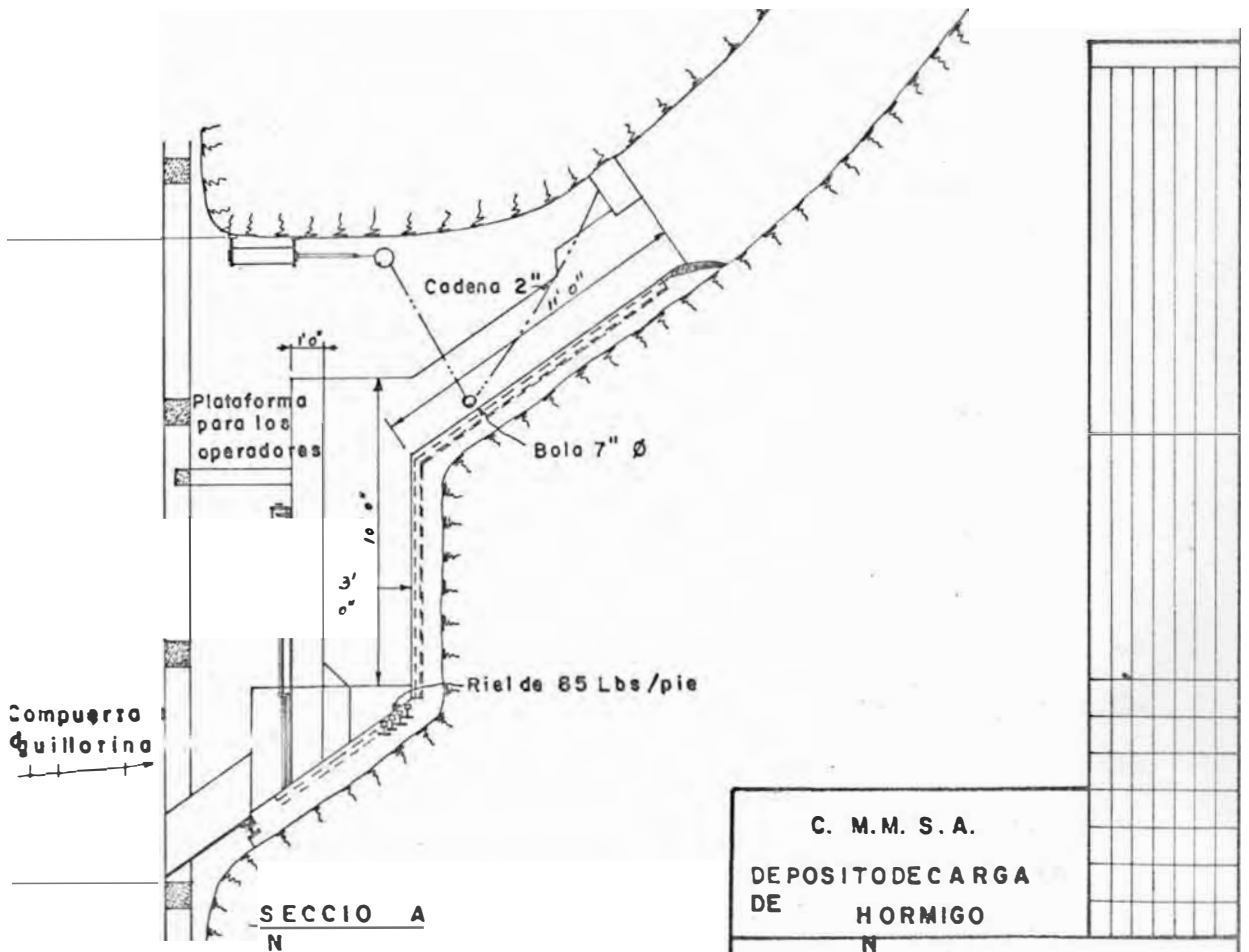
### Depósito de Carga

El dibujo N° 7 muestra el diseño de los depósitos de carga recomendado para la planta de izamiento de fricción en la etapa final en Milpo. Este tipo de depósito de carga ofrece varias ventajas sobre los depósitos de carga dobles de acero convencionales para las condiciones en Milpo.

El depósito de carga recomendado requiere altura libre y excavación mínimo en la pared del pique. Dicho depósito de carga está ubicado de manera de recibir ya sea mineral o residuos para cargar tanto los Skips del compartimento N° 1 como del compartimento N° 2, puede ser construido de hormigón y no requiere costosas estructuras de acero. La parte interior de las murallas de dichos depósitos pueden formarse con placas desgastadas de la chancadora o recubrimientos del molino de bolas empotrados en el hormigón. Si bien es cierto que los recubrimientos Nihard



PLANT  
A



C. M. M. S. A.		
DEPOSITO DE CARGA DE HORMIGO		
N		
Tesis J.C.G.	Dic 196 8	Dib. No. 7

ofrecen buena resistencia al desgaste ocasionado por las rocas, sin embargo son demasiado quebradizos para ser usados en depósitos de carga con estructuras de acero, mientras que los depósitos de hormigón moldeado proporcionan un soporte continuo para revestimientos que son quebradizos y resistentes al desgaste.

Todo el mineral extraído entre los niveles -200 y 0 será cargado a través de los depósitos de carga bajo el nivel -200. No se recomienda un depósito de carga adicional bajo el nivel -100 para recibir el mineral extraído entre los niveles -100 y 0, por las siguientes razones:

- A.- Si bien es cierto que se necesita energía eléctrica adicional para izar mineral desde el nivel -200 en lugar que desde el nivel -100, dicha cantidad adicional de energía no es grande. La mayor parte de la energía eléctrica requerida para izamiento es usada durante la aceleración y la primera parte del funcionamiento a toda velocidad del ciclo de izamiento, y la energía requerida para esta parte del ciclo es virtualmente la misma para izar desde el depósito del nivel -200 que desde el depósito del nivel -100. La energía adicional requerida para izar desde el depósito del nivel -200 es u

sada durante la parte intermedia del funcionamiento a toda velocidad del ciclo de izamiento, en donde la relación del consumo de energía con respecto al trabajo efectuado es muy eficaz.

B.- Un winche de fricción con Skips en equilibrio no puede operar en forma eficiente cuando el mineral es cargado desde dos depósitos de carga ubicados en diferentes niveles. Si los skips están colocados de manera que un Skip se encuentre en el vadiadero de Skips cuando el otro está en el depósito de carga del nivel -100, la posición, de los Skips no será apropiado para el funcionamiento en equilibrio del Skip del depósito del nivel -100.

C.- La caída de mineral desde el depósito del nivel -100 puede afectar en forma adversa el izamiento de Skips entre los niveles -200 y -100, debido al daño que puede ocasionar al enmaderado del pique y a las guías. Por otra parte, no parece posible que la caída de mineral desde el depósito del nivel -200 puede afectar el izamiento de Skips, ya que los cajones no atraviesan la parte del pique situado bajo del de

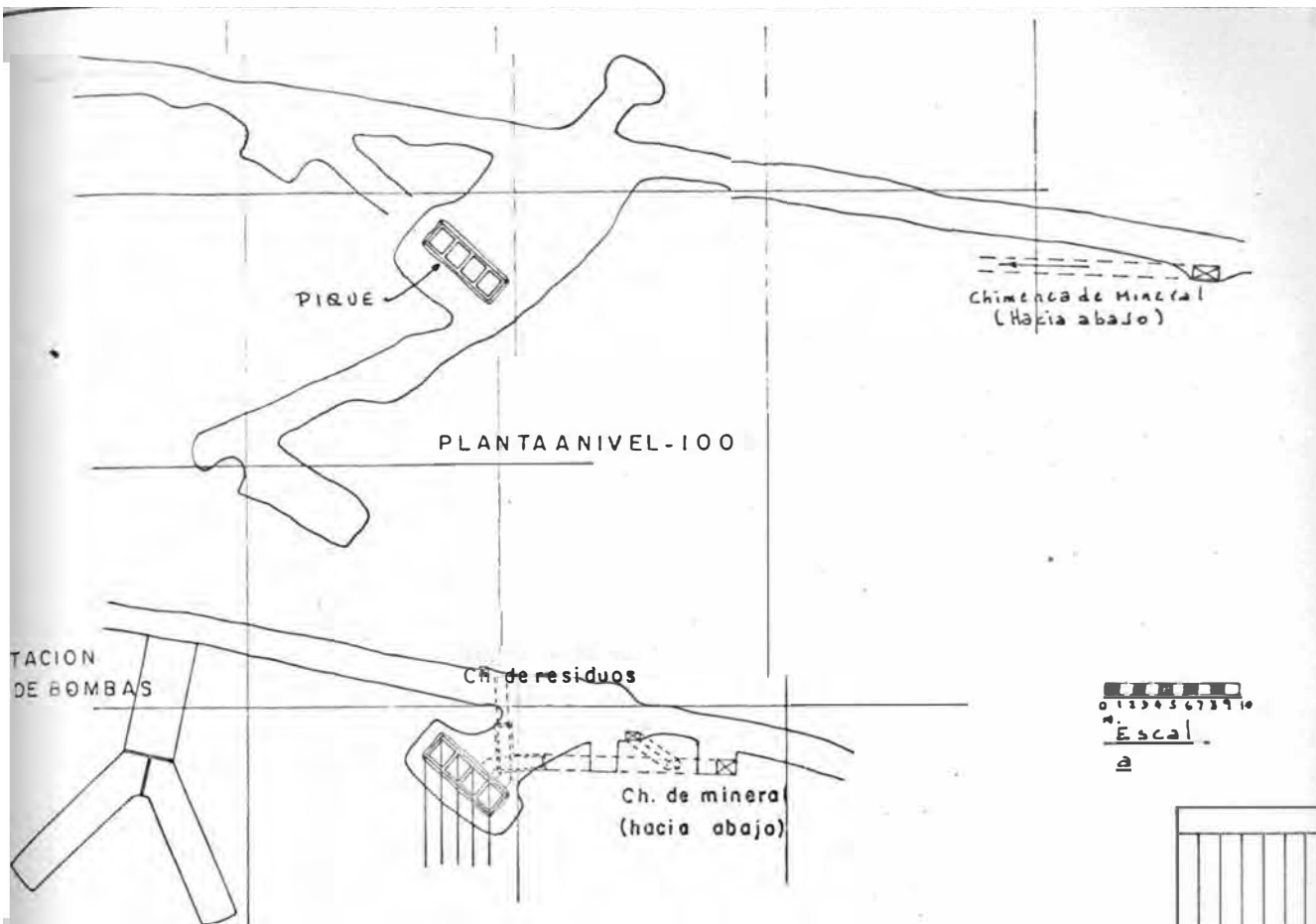
pósito del nivel -200 en sus operaciones normales.

### Skips de Mineral

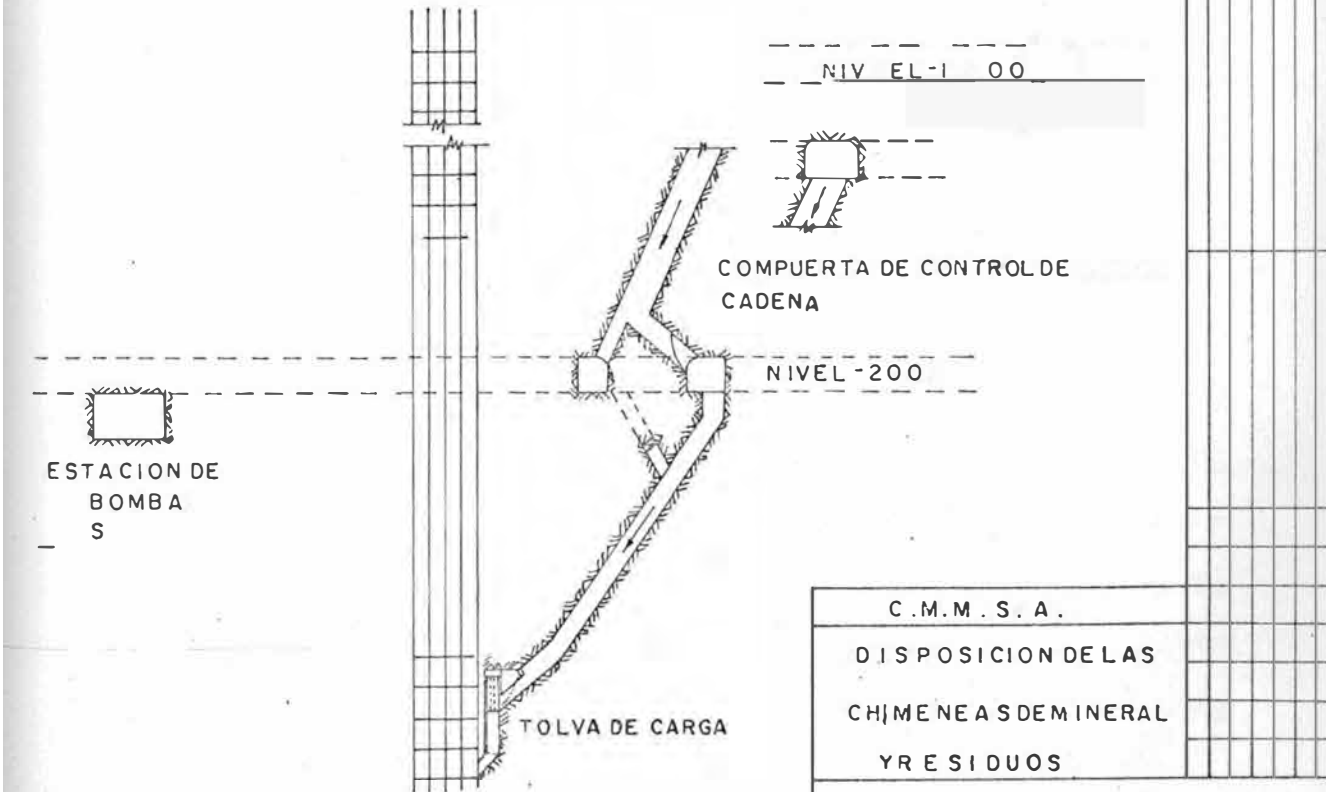
Se pueden obtener Skips de diferentes diseños, tres de los cuales pueden ser adecuados para el uso en Milpo . Estos tres diseños de Skips varían en su reacción al impacto durante el volteo, facilidad de vaciar mineral pegajoso y facilidad de mantenimiento.

A.- Volquete Kimberley.- Este diseño de Skips da típicamente como resultado una reacción violenta del cable durante el vaciado, lo cual ayuda a vaciar el mineral pegajoso, pero si el Skip es muy larga, la reacción fuerte de las guías ocasiona grandes gastos de mantenimiento de las mismas, de los rodillos para las guías y de los rodillos para vaciado. El diseño Kimberley se tiene toda el agua y la humedad en el mineral mientras es izado en el pique, mientras que otros diseños de Skips permiten el drenaje del agua a través de la abertura de la compuerta. El reemplazo de los recubrimientos del Skip es fácil en el diseño Kimberley, y se puede construir un cajón resistente sin peso





PLANTA A NIVEL -200



C.M.M.S.A.	
DISPOSICION DELAS	
CHIMENEAS DE MINERAL	
Y RESIDUOS	

excesivo. Si el Skips es muy profundo en relación a su ancho, el marco tiende a deformarse a menos que sea fuertemente reforzada. En general, los Skips Kimberley no son aconsejables cuando la relación de la profundidad del Skips con respecto a su ancho es mayor que 1.5. Debido a que la sección transversal de los compartimentos del pique de Milpo es pequeño, es necesario usar Skips profundos a fin de obtener mayor capacidad. Se recomienda el uso de Skips Kimberley en Milpo solamente para los trabajos de izamiento de la etapa unicial en donde los Skips de pequeña capacidad son adecuados.

B.- Skips de vaciado por el fondo.- Este diseño de Skips impone una reacción moderada de los cables al vaciar, mucho menos violenta que la de los Skips Kimberley. Esta reacción moderada de las guías ayuda a vaciar el mineral pegajoso sin causar demasiado esfuerzo en los rodillos de descarga. Debido a que el Skips se balancea hasta algo más afuera del enmaderado del pique al abrir la puerta de vaciado, el pique debe de estar libre de obstrucciones hasta cierta distancia más arriba del punto de des

carga. Esta restricción puede hacer necesaria la colocación de rigidizadores especiales en el enmaderado vertical del pique, y la altura a que hay que izar los Skips por sobre el punto de descarga es generalmente mayor que la necesaria para los Skips Kimberley, o que la necesaria para los Skips de vaciado forntal de la misma capacidad.

No se recomienda este diseño de Skips para la planta de izamiento de Skips, y lo consideramos menos apropiado que el Skips frontal para la planta de izamiento de fricción de la etapa final.

C.- Skips de vaciado frontal.- A diferencia del Skips Kimberley y del Skips de vaciado por el fondo, el Skips de vaciado forntal no se desplaza en forma lateral durante el vaciado. Cuando el mineral es muy pegajoso, los Skips de descarga forntal pueden no descargar en forma tan limpia durante el vaciado.

Debido a la gran inclinación del fondo, estos Skips son generalmente algo más largos que otros tipos de Skips de la misma capacidad. Los Skips de vaciado frontal tienden a dejar caer

trozos pequeños de roca en el pique durante el vaciado, pero esta tendencia es mínima en los Skips de vaciado frontal del tipo "Rollador". El Skip de vaciado frontal permite que el Skip sea construída en forma resistente sin tener que agregar excesivo peso. Se recomienda este diseño de Skips para la planta de izamiento de la etapa final en Milpo.

#### Mecanismo de Seguridad para el Izamiento de Jaulas.

Las jaulas para el transporte de personal y suministros deben estar provistos de mecanismos de seguridad efectivos para detener la jaula en caso de que el cable se corte. Aunque si ha diseñado muchos tipos de retenes de seguridad y de mecanismos de retenes de seguridad para las jaulas de las minas, la rotura de un cable es tan poco común que nunca se pueden notar los defectos de muchos de éstos diseños aún cuando se llevan a cabo pruebas de seguridad dejando caer las jaulas.

Las pruebas, cuidadosamente controladas de los mecanismos de retenes de seguridad, efectuadas en antaño bajo condiciones similares de emergencia causadas por rompimiento de los cables, han revelado las siguientes características de los retenes de seguridad:

5.- El mecanismo de resorte que acciona los retenes de seguridad debera estar comprimido hasta un 60% del peso de la jaula, a fin de evitar que los retenes de seguridad se hagan funcionar en forma inadvertida se prefieren los mecanismos de resorte del tipo de hojas a los resortes en espiral, ya que son más accesibles para su inspección y las posibilidades de mal funcionamiento, ocasionadas por astillas de roca u objetos extraños, son reducidos.

6.- El mecanismo de retén de seguridad deberá estar completamente protegido por la cubierta de la jaula, lo que evitará daños y atascamientos del mecanismo producidos por objetos que caen.

Se recomienda que en Milpo no use ni compre ninguna clase de jaula para el transporte de los mineros, hasta que se haya cumplido con los dos requisitos siguientes:

A.- Que el diseño del mecanismo de seguridad haya sido aprobado por un ingeniero calificado, competente en el diseño de mecanismos de seguridad.

B.- Que el mecanismo de seguridad de la jaula haya sido probado por el método de "caida libre" de

la jaula con su carga completa, y que dicha prueba muestre una aceleración negativa comprendida entre 1 y  $2\frac{1}{2}$  veces la aceleración terrestre se hace notar que las jaulas que se están usando entre los niveles -100 y -200 son peligrosas y deberían ser retiradas del servicio tan pronto como fuera posible.

#### Ampliación y Enmaderado del Pique

La planta final de izamiento requerirá cuatro compartimentos para el pique, los cuales incluyen dos compartimentos para izamiento de Skips de mineral, un compartimento para izamiento de jaula para personal y suministros, y un compartimento para tubería para el pique, galería de acceso y contrapeso.

El pique de tres compartimentos existentes entre los niveles -100 y -200 será ampliado al tamaño de cuatro compartimentos antes de que se instale la planta final de izamiento. El dibujo N° 9 muestra el procedimiento recomendado para la ampliación del pique, a fin de reducir al mínimo los daños que se pueden ocasionar al enmaderado actual del pique. Antes de comenzar la ampliación del pique, se deberá instalar una tolva en el nivel -200 a fin de vaciar a los carros, la roca desmenuzada, para su transporte

al nivel 0, en las jaulas del pique. Se deberá perforar y volar la pared sur del pique en tramos de cuatro pies desde el nivel -200 hasta el nivel -100.

Una vez terminada la voladura hasta el nivel -100, deberá bajarse la roca desmenuzada a medida que el enmaderado del pique es instalado hacia abajo desde el nivel -100.

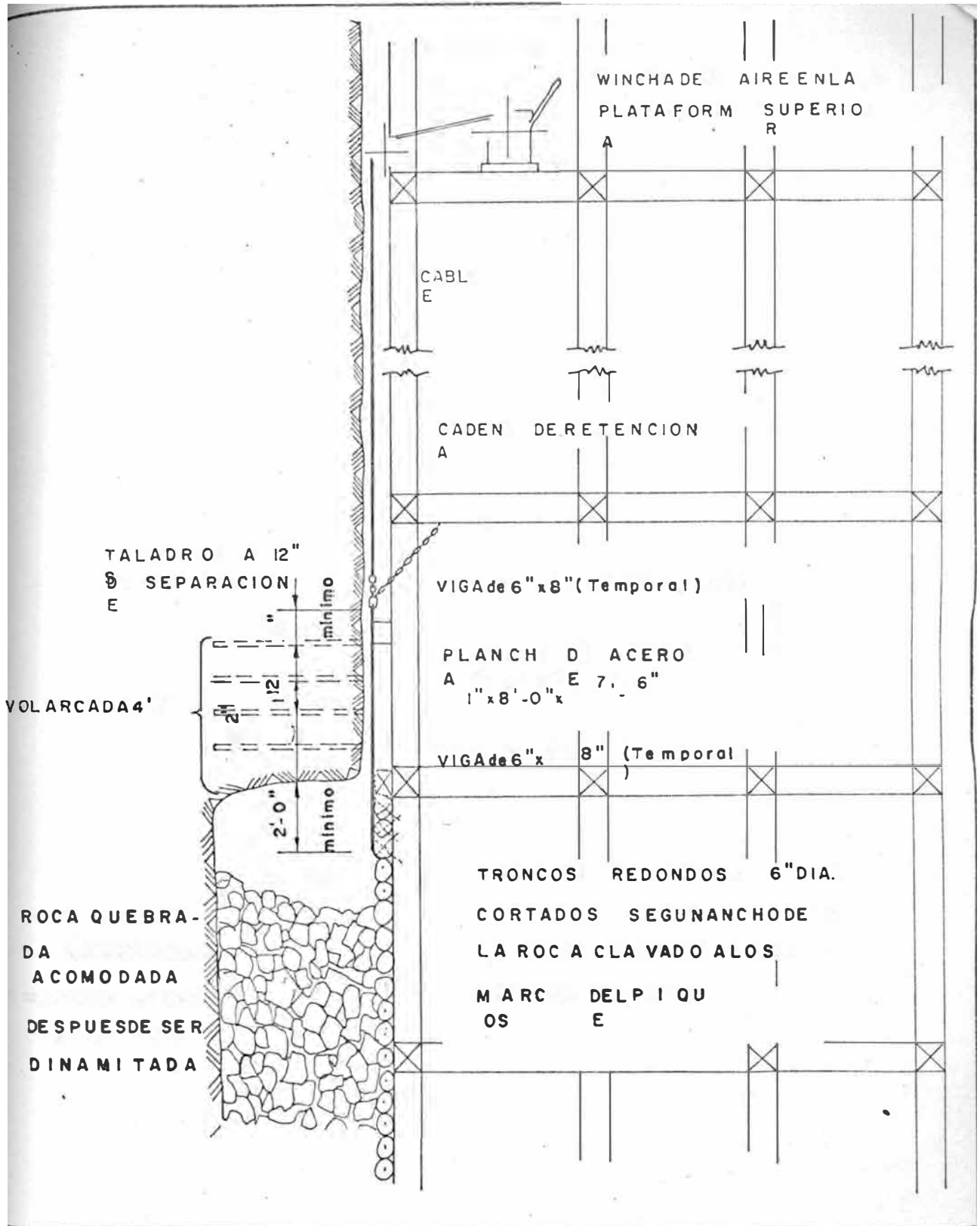
El enmaderado del cuarto compartimento del pique - deberá ser instalado según se muestra en el dibujo N° 10.

Se hace notar que la armadura y el soporte de la madera que forma el compartimento adicional del pique, se distingue del enmaderado corriente de piques en que las soleras de los extremos van colgadas en lugar de las soleras del muro, y que la unión entre las soleras de los extremos y las del muro van invertida.

Sobre el nivel -100, el pique deberá ser ampliado del tamaño de la chimenea piloto al tamaño completo para los cuatro compartimentos, los cuales deberán estar ubicados verticalmente por encima del enmaderado actual.

Con el fin de conservar la alineación exacta del enmaderado del pique, dicho enmaderado debe de ser instalado comenzando desde el nivel -100, hacia arriba.

El compartimento N° 3 deberá ser revestido de madera a fin de retener la roca desmenuzada proveniente de la



C. M M . S . A .

PROCED PARA ENSANCHAR EL PIQUE

TESI J.C.G. IMIENTO DI 1968  
S C.

DI B. N. 9

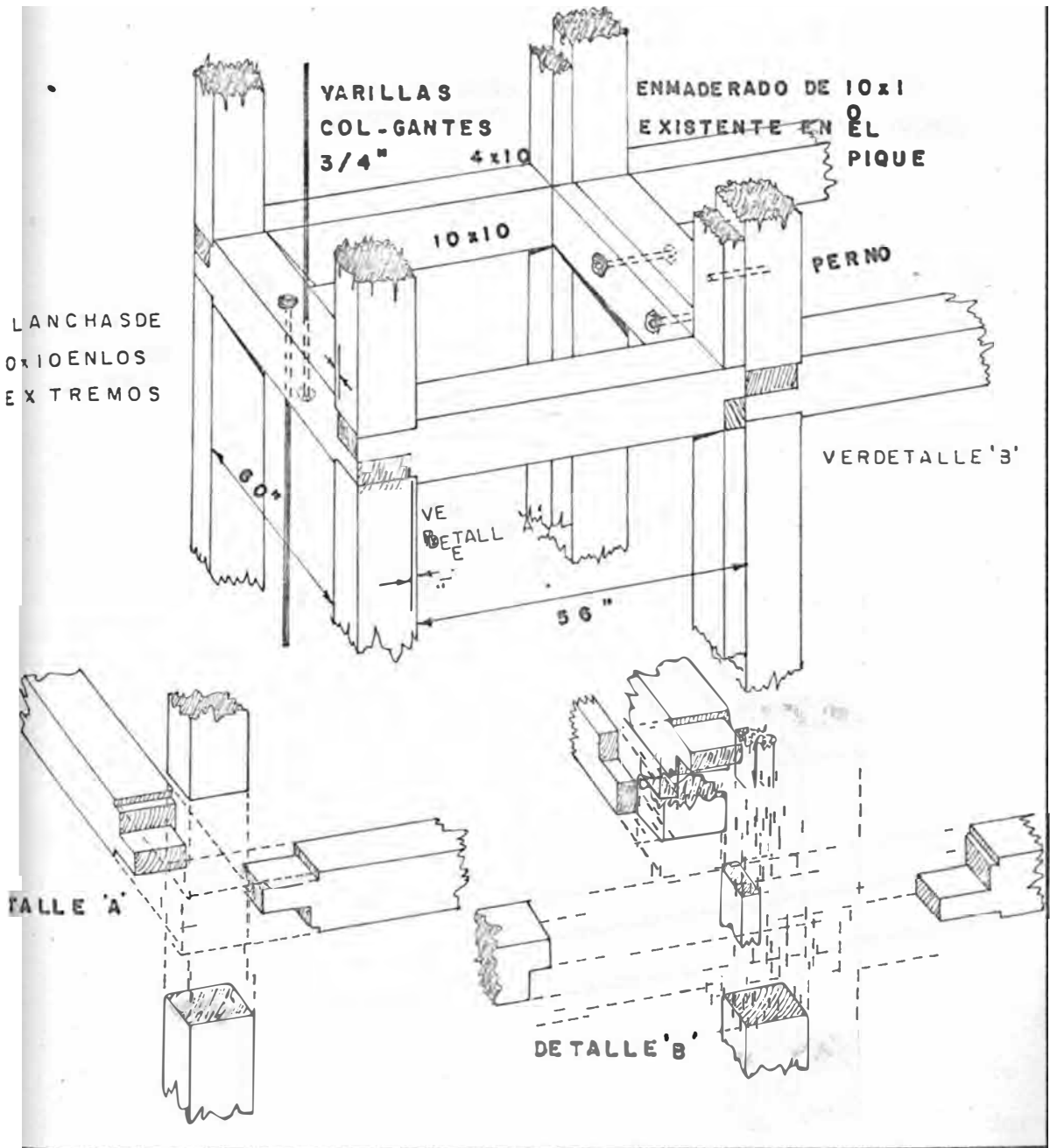


excavación en la parte superior del pique. Se colocarán - guías en el compartimento N° 2 para el transporte de madera y suministros en jaulas. La jaula usada para la ampliación hacia arriba del pique sería izada por medio de un cable a través de la chimenea piloto sin enmaderar, hasta un winche instalado en el nivel 0.

El winche de doble tambor instalado ahora en el nivel -100 podrá ser usado para este servicio sin peligro siempre que funcione con un solo tambor y que el peso de la jaula cargada no exceda las 2,700 libras.

El dibujo N° 11 muestra el armazón de madera para el pique completo de cuatro compartimentos. Dicha armazón debe ser construída con cuidado, usando de preferencia plantillas de acero para guías. Si la construcción del armazón de madera no se lleva a cabo minuciosamente será difícil instalar con precisión el enmaderado deberá ser mucho más exacta que la existente en la actualidad, ya que la planta final de izamiento izará a mucho más velocidad - que la actual en el nivel -100. Se recomienda las siguientes normas para todo el enmaderado del pique:

- 1.- La alineación vertical entre marcos adyacentes tendrá una tolerancia máxima de  $3/16$  de pulgada en las esquinas interiores de las soleras - de los muros.

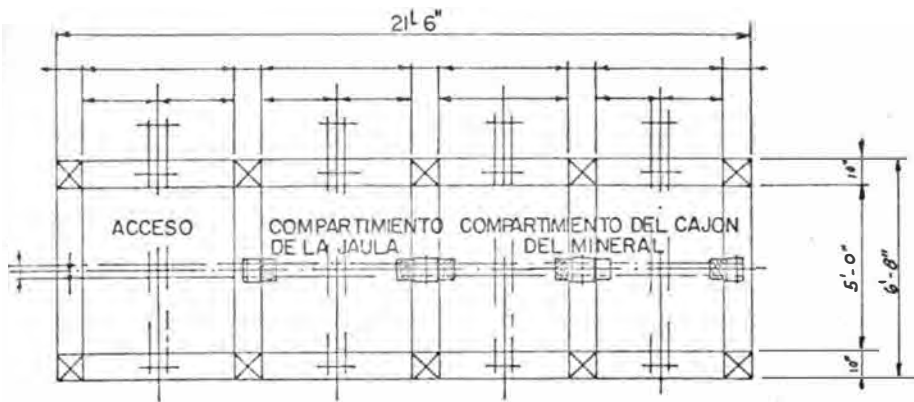


C . N . M S A

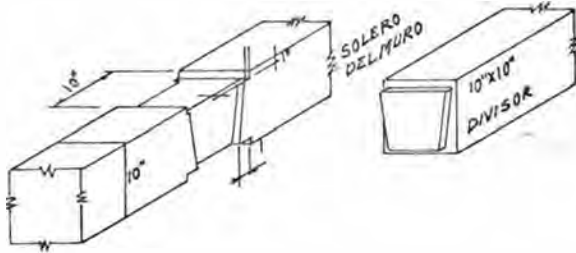
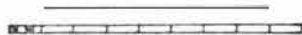
ARMAZON DE MADERA

- 2.- El máximo de error permisible en la alineación vertical de las soleras de los muros entre dos marcos cualesquiera en un grupo de cinco marcos adyacentes no deberá exceder de  $3/8$  de pulgada.
- 3.- Todos los marcos del pique que están mal alineados verticalmente más de  $3/16$  de pulgada con respecto al marco adyacente, o más de  $3/8$  de pulgada con relación a cualquiera de los cuatro marcos más cercanos, deberán de ser colocados nuevamente y acuñados en la posición correcta.
- 4.- Las guías del pique deben estar alineados verticalmente con una tolerancia de  $1/8$  de pulgada a lo largo de tres marcos adyacentes cualesquiera. Las ranuras en los soportes de las guías se muestran en el dibujo N° 11, permitirán una alineación exacta de las guías, aún cuando los marcos del pique puedan estar algo mal alineadas.

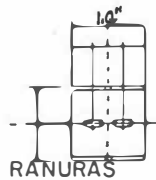
A pesar de todo el cuidado que se pueda tener durante el trabajo de ampliación del pique, es improbable que se logre esta precisión necesaria de alineación durante el enmaderado inicial del pique. Una vez que se haya terminado el enmaderado entre los niveles -100 y 0, dicho



PLANTA DEL PIQUE

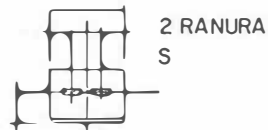


DETALLE DE LA UNION ENTRE LA SOLERA DEL MURO Y EL DIVISOR

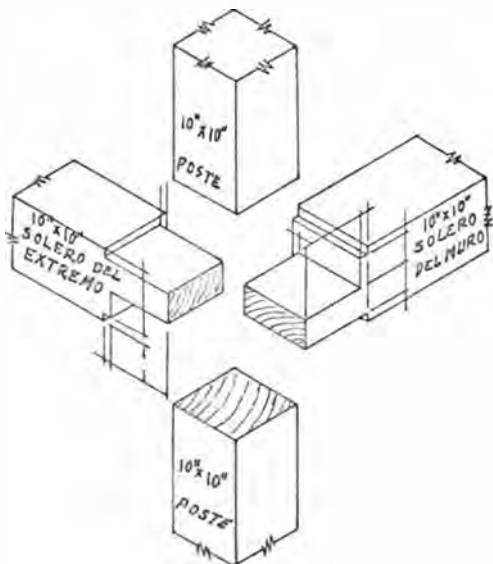


RANURAS  
A CADA LADO

DETALLE DEL SOPORTE 10C28.5



DETALLE DEL SOPORTE L7x4x



DETALLE DE LA UNION ENTRE LA SOLERA DEL MURO Y LA SOLERA DE LOS EXTREMOS



C. M. M. S. A. MARCOS

DE MADERA  
PARA EL PIQUE

enmaderado deberá ser cuidadosamente aplomada y cualquier marco mal alineado deberá ser acuñado nuevamente según la alineación requerida..

### Planta de Bombeo

Los dibujos 12 y 13 muestran la planta de bombeo propuesta en el nivel -200. Estos dibujos ofrecen detalles suficientes para permitir la excavación y la construcción de las presas, pero disposición de las cañerías y las bombas pueden ser modificada para adaptarse al tipo de bombas que se adquiriera. El conjunto general de las bombas y de la cañería supone que se va adquirir bombas - Ingersoll-Rand, tipo 3GT de 2 etapas, pero otro tipo de bombas puede ser igualmente apropiado.

La planta de bombeo propuesta está ubicada bajo el nivel -200 para permitir el drenaje por gravedad desde dicho nivel. Si bien es cierto que sería más fácil excavar y menos caro de instalar la estación de bombeo y los sumideros si estuvieran colocados en el nivel -200, consideramos preferible colocarlos por debajo de dicho nivel por las siguientes razones:

- A.- Se puede confiar siempre en el drenaje por gravedad de la zanja ubicada en el nivel -200 hacia el sumidero aunque se produzcan interrup-

ciones de la energía eléctrica o fallas de las bombas.

B.- Las estaciones de bombas colocadas en el mismo nivel que el tunel necesitan bombas de sumidero para subir el agua sucia de la zanja a la presa de la estación de bombas, y no se puede confiar en estas bombas en cuanto a su funcionamiento mecánico y eléctrico cuando bombean agua sucia.

Los sumideros están dispuestos en forma de "Y" - lo que permite bombear desde cualquiera de los sumideros cuando se está sacando el barro sedimentado de uno de los sumideros, En condiciones normales de funcionamiento todos los sólidos serán depositados en el sumidero de decantación y solamente el agua clarificada será almacenada en el sumidero de agua clarificada.

El tamaño de los sumideros fué determinado luego de las siguientes consideraciones:

El sumidero de decantación es suficientemente grande para sedimentar todos los sólidos del tamaño mayor de 20 micrones cuando la afluencia de agua sucia es de 100 galones por minuto.

Los sólidos de tamaño menor de 20 micrones generalmente no afectan el funcionamiento de las bombas, pero el bombeo de agua que contengan sólidos más grandes de 20 micrones perjudica el funcionamiento de bombas de alta presión.

El sumidero de agua clasificada es suficientemente grande para permitir el funcionamiento continuo de la bomba durante 2 horas más o menos, y para, proporcionar almacenamiento de emergencia por más de una hora adicional, en caso de que la bomba no responda al interruptor de flotación de alto nivel.

La disposición general de la estación de bombeo está diseñado de manera que se pueda tener máxima confianza en el funcionamiento automático de las bombas.

### CALCULO DEL WINCHE (ETAPA INICIAL)

Para la planta inicial de izamiento se tienen los siguientes datos:

- 1.- Longitud del cable = 233.6 mts. - 766 pies
- 2.- Factor de seguridad estático = 7.0
- 3.- Tonelaje de producción diaria = 600 T.M.S. (Pd)
- 4.- Horas de trabajo diario en izaje de mineral = 12 horas/día (h)
- 5.- Tonelaje a transportarse por cada viaje.- El izaje de mineral se hará por medio de SKIPS KIMBERLEY, que tienen una capacidad de 2.7 pies cúbicos = 0.765 metros cúbicos = 2.2 Tm (Pv)
- 6.- Número de viajes por hora.- Con los datos anteriores calcularemos el número de viajes aplicando la siguiente fórmula:

$$N = \frac{Pd}{h \times P_v} = \frac{600 \text{ Ton/día}}{12 \times 2.2} = 22 \text{ viajes / hora}$$



7.- Tiempo total empleado para cada viaje ( $T_t$ ).- Teniendo en cuenta que 1 hora 3,600 segundos y conociendo  $N_v, t_e$  nemos:

$$T_t = \frac{3,600 \text{ seg/1 hora}}{N} \cdot \frac{3,600 \text{ seg / 1 hora}}{22 \text{ viajes / hora}}$$

$$T_t = 163 \text{ segundos}$$

8.- Tiempo de movimiento del Skip con velocidad uniforme ( $T_v$ ) se obtiene de la siguiente manera:

$$T_v = T_t - (T_a + T_d + T_m) = 163 - (10 + 6 + 40) \text{ segundos}$$

$$T_v = 107 \text{ segundos}$$

Los tiempos de aceleración, desaceleración son los mínimos recomendados áara profundidades de izamiento entre los rangos de 500 a 1000 pies.

9.- Velocidad del Skip después del tiempo de aceleración ( $V$ ) De acuerdo a los datos que disponemos, este dato se obtiene de la siguiente manera:

$$V = \frac{E}{T_a/2 + T_d/2 + T_v} = \frac{766}{5 + 3 + 107}$$

$$V = 6.66 \text{ pies/segundo}$$

10.- Determinación de los Espacios ( $E_a$ ), ( $E_v$ ) y ( $E_d$ ).- Conociendo la Velocidad ( $V$ ) y los Tiempos ( $T_a$ ), ( $T_v$ ) y ( $T_d$ ), se determinan los espacios de la siguiente manera:

Espacio que se recorre con aceleración constante ( $E_a$ ):

$$E_a = V \times \frac{T_a}{2} = 6.66 \text{ pies/seg.} \times 5 \text{ seg.} = 33.4 \text{ pies}$$

Espacio que se recorre con velocidad constante ( $E_v$ )

$$E_v = V \times T_v = 6.6 \text{ pies/seg} = 107 \text{ segundos}$$

$$E_v = 712.6 \text{ pies}$$

Espacio que se recorre con desaceleración constante ( $E_d$ )

$$E_d = V \times \frac{T_d}{2} = 6.6 \text{ pies/seg.} \times 3 \text{ seg.} = 20 \text{ pies}$$

Espacio total por recorrer:

$$E_t = E_a + E_v + E_d \quad (33.4 + 712.6 + 20) \text{ pies}$$

$$E_t = 766 \text{ pies}$$

- 11.- Determinación de la Aceleración (a) y de la desaceleración (d).- Conociendo la velocidad (V) y los tiempos de aceleración ( $T_a$ ) y desaceleración ( $T_d$ ) se obtienen los valores buscados de la siguiente manera.

Valor de la aceleración: (a) :

$$a = V/T_a = (6.6 \text{ Pies/seg.}) / 10 \text{ seg}$$

$$a = 0.66 \text{ pies / seg}^2$$

Valor de la desaceleración (d) :

$$d = V/T_d = 6.6 \text{ pies/seg} / 6 \text{ seg.}$$

$$d = 1.1 \text{ pies/seg}^2$$

12.- Cálculo del cable.- Según las tablas, y teniendo en cuenta que el izaje está en el rango de 500 pies a 1000 pies, vamos a determinar los siguientes datos:

a) Longitud del cable (Lp).- La longitud total del cable suspendido por debajo de la polea de cabeza de 48" de diámetro, colocada sobre el compartimento N°1, estando el cajón en posición de carga en la estación de cargio de la cota -200, está estimado en 233.6 mts. (766 pies). Esto se ha calculado de la siguiente manera:

	mts.	Pies
I. Desde el centro del eje de la polea de 48", hasta el puente de acoplamiento al extremo inferior del cable, estando el cajón totalmente descargado.	10.1	33
II. Desde la cota "0", hasta la línea central del puente de acoplamiento del extremo inferior del cable estando el cajón totalmente descargado.		74
III. Desde la cota "0", hasta la cota "-200".	200.0	656
IV. Desde la cota "-200" hasta la línea central del puente de acopla-		

miento del extremo inferior del cable, estando el cajón en posición de carga en la estación de cargío de la cota "-200"

	0.9	3
Lp	233.6 mts	766 pies

b) Determinación del peso muerto (Pm).- Este valor se determina de la siguiente manera.

$$Pm = j + c$$

Siendo: j peso del Skip y de la jaula 4,300 lbs.

c peso del mineral que se iza en un viaje 3,500 lbs.

Luego Pm 4,300 + 3500 7,800 lbs

Con estos valores (Lp y Pm), y de acuerdo a datos de catálogos podemos establecer el siguiente cuadro comparativo.

C A B L E S			C A R G A S		
Diámetro en Pulgadas	Longitud en Pies	Peso en Libras	Peso Muerto en Libras	Peso Total en libras	F.S. Estático
DC	Lc	Pc	Pm	Pe + Pm	
3/4	766	774	7,800	8574	7.2
7/8	766	942	7,800	8742	8.0
1	766	1226	7,800	9026	10.1
1 1/8	766	1547	7,800	8347	12.5

Analizando el cuadro anterior, llegamos a la conclusión que debemos usar un cable de  $\frac{3}{4}$ " DC, de esta manera tendremos:

$$P_c = \text{Peso del Cable} = 775 \text{ lbs.}$$

13.- Peso Total.-  $W_o$  - Es igual a la suma del peso del cable ( $P_c$ ) más el peso muerto ( $P_m$ ):

$$W_o = (P_c) + (P_m) = 775 + 7800$$

$$W_o = 8575 \text{ lbs.}$$

14.- Diámetro del tambor de la wincha ( $D_t$ ) y de la polea de izaje ( $D_p$ ).- A continuación se establecen las relaciones que nos permitirán determinar estos valores.

a) Relación del diámetro del tambor ( $D_t$ ) al diámetro de la polea ( $D_p$ ).- Para evitar un desgaste antieconómico de los cables de izaje, la relación  $D_t/D_p$  debe ser 1 a 1, o mejor  $D_t/D_p = 1.0$

b) Relación del diámetro del tambor ( $D_t$ ) al diámetro del cable ( $D_c$ ).- Esta relación debe ser de 60 a 1

$$D_t = 60 \times D_c$$

Como sabemos de  $D_c$

$$D_t = 60 \times \frac{3}{4} = 45'' = 48'' = 4'$$

15.- Longitud máxima del cable envuelto ( $L_r$ ) - Para determinar este valor, tenemos los siguientes datos:

	<u>mts.</u>	<u>pies</u>
-Cable engrampado en la parte interior del tambor de izamiento.	2.4	
-Tres vueltas muertas del cable en el tambor.	11.6	38
-Cable desde el tambor hasta la polea de 48" ubicada sobre el compartimento N° 1.	45.1	
-Cable suspendido desde la polea de 48" hasta el pernete de acoplamiento del extremo inferior del cable, estando el cajón en la estación de cargío.	233.6	766
-Causa adicional hasta el punto de recogida de desperdicios.	15.6	51
-Vuelta del cable en el pernete de acoplamiento.		4
-Longitud extra de cable para permitir los cortes del mismo, requeridos por su inspección.	21.4	70
-Longitud extra del cable a cortar cuando éste se enrede.	<u>42.6</u>	<u>140</u>
Longitud total del cable (Lc)	373.5 mts.	1225 pies

16.- Número de vueltas máximo en el tambor del winche (Nv).-

Conociendo(Lc) y el diámetro del tambor (Dt), se aplica la siguiente fórmula:

$$Nv = \frac{Lc}{3.14.6 \times Dc} = \frac{1225 \text{ pies}}{3.1416 \times 4 \text{ pies}}$$
$$Nv \approx 97.48 \quad 97 \text{ vueltas}$$

17.- Ancho del tambor de la wincha (At).- Este valor se obtiene multiplicando Nv x Dc

$$At = Nv \times Dc = 97 \times \frac{3}{4} = 72''$$

En nuestra wincha usaremos 2 hileras de enrollamiento para reducir el ángulo con la polea; luego

$$At = \frac{72''}{2} = 36''$$

18.- Longitud máxima del cable (Lm).- Esta longitud ya fue calculada en el acápite 15.

$$Lm = Lc \approx 1225 \text{ pies}$$

19.- Fuerza dinámica total (Ft) y Factor de seguridad dinámico del cable (F.Sd).- Se conocen los siguientes valores:

$$\text{Peso total } (W_o) = P_c + P_m$$

Fuerza de aceleración Fa

Fuerza debido al doblamiento Fd

Resistencia del cable a la rotura (r)

Se establecen las siguientes fórmulas:

$$F_t = W_o + Fa + Fd \dots\dots\dots(1)$$

$$F. Sd = r/Ft \dots\dots\dots(2)$$

Tenemos que:

$$W_0 = 8575 \text{ lbs.}$$

$$F_a - W_0 \quad x \quad a = \frac{8575 \text{ lbs.}}{32.2 \frac{\text{pies}}{\text{seg}^2}} \quad x \quad 0.66 \frac{\text{pies}}{\text{seg}^2}$$

$$F_a = 175 \text{ lbs.}$$

$F_d = 288,000 \times D_c^3 / D_t \rightarrow D_c$  y  $D_t$  se dan en pulgadas

$$F_d = 288,000 \times \frac{(\frac{3}{4})^3}{48} = 2,531 \text{ lbs.}$$

Reemplazando éstos valores en la fórmula (1) tenemos:

$$F_t = (8575 + 175 + 2531) \text{ lbs.}$$

$$F_t = 11,281 \text{ lbs.} = 5.13 \text{ Ton.}$$

Conociendo el valor  $F_t = 5.13$  Ton y el valor de (r), especificados en los catálogos para un cable de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro = 27.2 Ton (60,000 lbs); reemplazamos éstos valores en la formula 2 y obtenemos

$$F. Sd = \frac{r}{F_t} = \frac{27.20}{5.13}$$

$$F. Sd = 5.3$$

20.- Movimiento Circular.- A continuación hacemos los cálculos respectivos:

a) Velocidad circular ( $V_c$ ) .- Conociendo la velocidad lineal V del cable y el diámetro del tambor  $D_t$ ; tenemos:



$$V_c = \frac{V}{3.1416 \times D_t} = \frac{6.66 \text{ Pies / seg}}{3.1416 \times 4 \text{ pies/1 Rev}}$$

$$V_c = 0.53 \text{ RPS} \quad 31.8 \text{ RPM}$$

b) Velocidad angular ( $V_a$ ).- Conociendo  $V_c$  y sabiendo - que una Revolución es igual a  $2 \times 3.1416$  radianes; se tiene

$$\begin{aligned} V_a &= V_c \times 2 \times 3.1416 \text{ Rad / 1 Rev.} \\ &= 3.33 \text{ Rad / seg.} \end{aligned}$$

c) Áceleración Angular.- ( $A_a$ ).- Conociendo la velocidad angular ( $V_a$ ) y el tiempo de aceleración ( $T_a$ ), tenemos:

$$\begin{aligned} A_a &= \frac{V_a}{T_a} = \frac{3.33 \text{ Rad/seg.}}{10 \text{ seg.}} \\ A_a &= 0.333 \text{ Rad/seg}^2 \end{aligned}$$

d) Desaceleración Angular ( $D_a$ ).- Conociendo la velocidad angular ( $V_a$ ) y el tiempo de desaceleración ( $T_d$ ), ~~tenemos:~~ tenemos:

$$\begin{aligned} D_a &= \frac{V_a}{T_d} = \frac{3.33 \text{ Rad/seg.}}{6 \text{ seg.}} \\ D_a &= 0.555 \text{ Rad/seg}^2 \end{aligned}$$

e) Número de Revoluciones del tambor acelerado ( $N_a$ ).- Conocidos ( $V_c$ ) y ( $T_a$ ), se tiene:

$$N_a = (V_c) \times \frac{(T_a)}{2} = 0.53 \text{ Rev / seg.} \times \frac{10 \text{ seg}}{2}$$

$$N_a = 2.65 \text{ Revoluciones}$$

f) Número de Revoluciones a Velocidad Constante (Nv) .-

Conocidos los valores de Vc y Tv, se tiene:

$$Nv = Vc \times Tv = 0.53 \text{ Rev/seg} \times 1.07 \text{ seg.}$$

$$Nv = 56.71 \text{ Revoluciones}$$

g) Número de Revoluciones del tambor desacelerado (Nd)

Conocidos los valores de Va y Td, se tiene:

$$Na = Vc \times \frac{Td}{2} = 0.53 \frac{\text{Rev}}{\text{seg}} \times \frac{6}{2} \text{ seg.}$$

$$Nd = 1.59 \text{ revoluciones}$$

h) Número total de revoluciones útiles (Nt).- Se obtiene

sumando Na, Nv y Nd; de la siguiente manera:

$$Nt = Na + Nv + Nd$$

$$= (2.65 + 56.71 + 1.59) \text{ Rev.}$$

$$= 60.95 \text{ Revoluciones}$$

i) Comprobación.- Con las revoluciones útiles del tambor de la wincha (Nt) y con el diámetro del mismo (Dt), calcularemos el recorrido total del Skip-jaula.

$$E_1 = Nt \times 3.1416 \times Dt$$

$$60.95 \text{ Rev.} \times 3.1416 \times \frac{4 \text{ Pies}}{\text{Rev.}}$$

$$E_1 = 766 \text{ pies } E$$

21.- Determinación del peso de la polea (Wp).- Para obtener el peso aproximado de la polea, en lbs, utilizamos la siguiente fórmula:

$$W_p = 1000 + (D_p - 5) \times 570 \text{ lbs.}$$

$$= 1000 + (4 - 5) \times 570 \text{ lbs.}$$

$$W_p = 430 \text{ lbs.}$$

22.- Cálculo del peso del tambor de la wincha ( $W_{t,}$ ).- Aplicamos la siguiente fórmula:

$$W_{t,} = 200 \times A_e \dots\dots\dots (1)$$

En esta igualdad ( $A_e$ ) representa el área de enrollamiento del cable sobre el tambor de la wincha, expresado en pies cuadradosm dándonos para  $W_{t,}$  un valor en lbs.

$$A_e = 3.1416 \times D_t \times A_t$$

$$A_e = 3.1416 \times 4 \times 6 = 75.398 \text{ lbs.}$$

Reemplazando  $A_e$  en la igualdad N° 1, se tiene

$$W_{t,} = 200 \times 75.398 \text{ lbs.}$$

$$W_{t,} = 15,080 \text{ lbs.}$$

23.- Momento de Inercia del Tambor( $I_t$ ).- Para determinar el momento de inercia del tambor de la wincha, se puede tomar con bastante aproximación; Radio del tambor ( $R_t$ ) Radio de giro del Sistema ( $R_g$ ) y teniendo como datos el peso del tambor ( $W_t$ ) y su respectivo radio ( $R_t$ ), aplicamos la fórmula del momento de inercia.

$$I_t = (W_t) \times (R_t)^2$$

$$= 15,080 \text{ lbs} \times (2)^2$$

$$= 15,080 \times 4$$

$$I_t = 60,320 \text{ lbs} - \text{pie}^2$$

24.- Peso por acelerar (Wa).- Es igual al resultado de la suma de los siguientes pesos:

a) 2 Skips y jaulas = 2 (j) = 2 x 4300 = 8,600 lbs

b) 2 cables = 2 (Lm) x 1.01 lbs/pie = 2 x 1225 x  
= 1.01  
= 2,450 x 1.01 = 2474 lbs.

c) Peso del mineral = Pv = 3500 lbs.

d) Peso de 2 tambores = 2 Wt = 2 x 15,080 = 30,160 lbs

e) Peso de 2 poleas = 2 Wp = 2 x 430 = 860 lbs.

Sumando a + b + c + d + e se tiene

$$W_a = (8,600 + 2,474 + 3,500 + 30,160 + 860) \text{ lbs}$$

$$W_a = 45,594 \text{ lbs.}$$

25.- Cálculo de la Fuerza de Aceleración de la Wincha (F.A.).-

Conociendo  $W_a$  y  $a$ , se puede determinar F.A., aplicando la siguiente fórmula:

$$F.A. = \left( \frac{W_a}{g} \right) \times a = \frac{45,594 \text{ lbs}}{32.2 \text{ pies/seg}^2} \times 0.66 \text{ Pies/seg}^2$$

$$F.a. = 934.5 \text{ lbs.}$$

26.- Cálculo de la fuerza de Desaceleración de la Wincha (F.D.).

Conocidos los valores  $W_a$  y  $d$ , podemos determinar F.D., aplicando la siguiente fórmula:

$$F.D. = \left( \frac{E_a}{g} \right) \times d = \frac{45,594 \text{ lbs}}{32.2 \text{ pies/seg}^2} \times 0.1 \text{ pies / seg}^2$$

$$F.D. = - 1,557.5 \text{ lbs.}$$

27.- Determinación de los momentos Estáticos.- A continuación se determinan y tabulan los resultados de los cálculos, teniendo en cuenta para hallar los momentos, el radio del tambor de la wincha (Rt) como radio de giro del sistema. Este valor será igual a  $Dt/2 \approx 2$  pies.

MOMENTOS ESTATICOS DEL SKIP-JAULA DE SUBIDA

TIEMPO EN SEGUNDOS	PROF. SKIP-JAULA DE SUBIDA	PESOS DE CABLE	DE CARGA	MOMENTOS DE CABLE	DE CARGA	MOMENTO TOTAL DE SUBIDA
0	766.0	775	7,800	3100	31,200	34,300
10	732.6	750	7,800	3000	31,200	34,200
117	20.0	20	7,800	80	31,200	31,280
123	0.0	00	7,800	00	31,200	31,200

MOMENTOS ESTATICOS DEL SKIP-JAULA DE BAJADA

TIEMPO EN SEGUNDOS	PROF. SKIP-JAULA DE SUBIDA	PESOS DE CABLE	DE CARGA	MOMENTOS DE CABLE	DE CARGA	MOMENTO TOTAL DE SUBIDA
0	0.0	0	4,300	0	17,200	17,200
10	33.4	34	4,300	126	17,200	17,326
117	746.0	753	4,300	3012	17,200	20,212
123	766.0	775	4,300	3100	17,200	20,300

RESUMEN DE LOS MOMENTOS ESTÁTICOS

TIEMPO EN SEGUNDOS	MOMENTO ESTÁTICO TOTAL DE SUBIDA	MOMENTO ESTÁTICO TOTAL DE BAJADA	MOMENTO NETO
0	34,300	17,200	17,100
10	34,200	17,326	16,874
117	31,280	20,212	11,068
123	31,200	20,300	10,900

28.- Determinación del momento de Fricción (Mf).- Para determinar esta cifra debemos tener en cuenta los siguientes datos:

- a) Momento neto máximo (M.M)
- b) Momento neto mínimo (M.m)
- c) Diferencia entre el momento mínimo de subida y el momento mínimo de bajada (Mc)
- d) Eficiencia del sistema (Ef)  $\pm 0.75 = 75\%$

Teniendo en cuenta éstos datos, aplicamos la siguiente fórmula:

$$M_f = \frac{(M.M - M.m)}{2 \times Ef} - M_c$$

Reemplazando éstos valores tenemos:

$$M_f = \left( \frac{17,100 - 10,900}{2 \times 0.75} \right) - (31,200 - 17,200) \text{ Lbs - Pie}$$

$$= 18,667 - 14,000$$

$$M_f = 4,667 \text{ Lbs - pie}$$

R E S U M E N

Tiempo (segundos)	0	10	10	117	117	123
<u>ESFUERZOS :</u>						
De Subida	8575	8550	8550	7820	7820	7,800
De Aceleración	935	935	0	0	-1558	-1,558
De Bajada(-)	4300	4334	4334	5053	5053	5,075
Límite Alto	9510	9485	8550	7820	2767	2,725
Límite Bajo	4300	4334	4334	5053	-1558	-1,558
Neto	5210	5151	4216	2767	1209	1,167
<u>Dis%</u> . al Fondo	0	33.4	33.4	712.6	712.6	766
<u>Revoluciones</u>	0	2.65	2.65	59.36	59.36	60.95
<u>MOMENTOS:</u>						
De Esfuerzos	10,420	10,302	8432	5534	2418	2334
De Fricción	4,667	4,667	4667	4667	4667	4667
T O T A L	15,087	14,969	13099	10201	6085	7001
H.P. (Torque)	91.3	90.6	79.3	61.8	36.8	
H.P. (Motor)	0	90.6	79.3	61.8	36.8	0

29.- Determinación de la Potencia Media Necesaria (Y),- para la operación de la Wincha.- Aplicamos la siguiente fórmula:

$$y^2 = \left( \frac{A^2 \times Ta + \left( \frac{B^2 + C^2 + B \times C}{3} \right) \times Tv + D^2 \times Ta}{K_1 \times Ta + K_2 \times Tv + K_3 \times Td + K_3 \times Tm} \right)$$

Siendo los valores que figura en esta ecuación los que se indican a continuación.

(A) = Potencia necesaria para adquirir la velocidad al final del tiempo de Aceleración; según nuestros cálculos;

$$A = 90.6 \text{ h.p.}$$

(B) = Potencia requerida al iniciarse el movimiento uniforme; de acuerdo a lo calculado  $B = 79.3 \text{ h.p.}$

(C) = Potencia necesaria al final del movimiento uniforme; según nuestros cálculos  $C = 61.8 \text{ h.p.}$

(D) = Potencia al iniciarse la desaceleración, según lo calculado  $D = 36.8 \text{ h.p.}$

Como se va a usar un motor de corriente alterna, los factores (K) tienen los siguientes valores:

$$K_1 = 0.5$$

$$K_2 = 1$$

$$K_3 = 0.25$$

Además conocemos los valores  $Ta = 10 \text{ seg.}$ ;  $Tv = 107 \text{ seg.}$ ;  $Td = 6 \text{ seg.}$  y  $Tm = 40 \text{ seg.}$ ; reemplazando estos valores en la fórmula tendríamos:

$$I) \quad A^2 \times Ta = (90.6)^2 \times 10 = 820,836 \text{ (h.p.)}^2 \text{ seg.}$$



$$\text{II) } \left( \frac{B^2 + C^2 + B \times C}{3} \right) \times T_v$$
$$= \left[ \frac{(79.3)^2 + (61.8)^2 + (79.3)(61.8)}{3} \right] \times (107)$$
$$= 515,321 \text{ (hp)}^2 \text{ seg.}$$

$$\text{III) } D^2 \times T_d = (36.8)^2 \times 6 = 8,125 \text{ (h.p.)}^2 \text{ seg.}$$

$$\text{IV) } K_1 \times T_a = 0.5 \times 10 = 5 \text{ seg.}$$

$$K_2 \times T_v = 1.0 \times 107 = 107 \text{ seg}$$

$$K_1 \times T_d = 0.5 \times 6 = 3 \text{ seg.}$$

$$K_3 \times T_m = 0.25 \times 40 = 10 \text{ seg.}$$

Reemplazando éstos valores en la fórmula, se tiene:

$$Y^2 = \frac{820,836 + 515,321 + 8,125}{5 + 107 + 3 + 10}$$

$$Y^2 = \frac{1,343,282}{125} \text{ (hp)}^2$$

$$Y = \sqrt{\frac{1,343,282}{125}} \text{ h.p.} = \sqrt{10,746.25}$$

$$Y = 103 \text{ h.p.}$$

30.- Características del motor.- Con estos datos - después de revisar catálogos de casas vendedoras, las características del motor serán:

Potencia nominal  $\approx$  100 HP

Factor del motor de servicio  $\approx$  1.0

R.P.M. = 600

Frecuencia = 60

Tensión = 400 voltios

### COSTOS DEL EQUIPO PARA LA ETAPA INICIAL

A continuación presentamos el costo para el equipo requerido para la etapa inicial de la ampliación de la planta de izamiento en Milpo.

Se han analizado propuestas competitivas para cada uno de los siguientes rubros de equipos:

Winche de doble tambor

Jaulas y Skips para el pique

Poleas de cabeza

Cables de izaje

La lista siguiente, basada en los precios que nos proporcionaron las casas interesadas en vender equipo, resume el costo total del equipo que Cia. Minera Milpo S.A. debe importar para culminar la etapa inicial.

Cantidad	Equipo Minero	Precio	Proveedor Recomendado
1	Winche de doble tambor completo con motor y equipo eléctrico.	\$ 54,376	A. E. I.
2	Jaulas de 1 piso	\$ 7,285	Wabi
3	Skips tipo Kimberley	\$ 15,776	Wabi
2	Pares de pantalones de volteo para Skips	\$ 2,085	Wabi
5	Poleas de cabeza de 48" de diámetro	\$ 6,298	G.H.H.
1	Polea de cabeza de 60" de diámetro	\$ 1,326	G.H.H.
3	Cables de izaje de $\frac{3}{4}$ " de diámetro, por 1225 pies de longitud cada uno	\$ 1,392	Martin-Black
	COSTO TOTAL	\$ 88,538	

El costo total está dado en dólares norteamericanos, "C.I.F. Callao", que significa el precio sobre el barco en el puerto del Callao, sin incluir los gastos portuarios, ni los derechos de importación, impuestos a la venta, impuesto sobre la remisión de gastos al extranjero, u otro impues

to peruano creado o por crearse.

La lista de costos no incluye los siguientes items adicionales:

2 poleas de guía de 24" de diámetro y juegos de soportes colgantes

1 tecele para la sala del winche

La polea de guía y los soportes colgantes son accesorios de poco costo, los cuales se fabrican en el país.

El tecele debe ser de una capacidad aproximada de 4 toneladas.

## C O N C L U S I O N E S

- Compañía Minera Milpo S.A. planea elevar su producción en etapas sucesivas, elevándola a 1400 y 2100 toneladas por día.  
  
Se ampliará el pique actual de 3 compartimentos, entre los niveles -100 y -200, a un pique de 4 compartimentos en tre los niveles 0 y -200 (Etapa inicial).
- La estación de bombeo y los sumideros serán construidos - bajo el borde del nivel -200.
- El equipo del pique consistirá de un Skip volteador de 3,500 lbs. de capacidad y una jaula de capacidad para 8 hombres.
- El equipo de izamiento constará de un winche de doble tam bor de 48" x 36", accionado por un motor de rotor de va ciado de 100 HP, 440 voltios, 600 R.P.M. con control com pletamente magnético a través de bancos de resistencia.
- El costo del equipo para la etapa inicial será de U.S. \$ 88,538 "C.I.F. Callao".

## B I B L I O G R A F I A

- 1.- MINING ENGINEERS' HANDBOOK - PEELE
- 2.- ELEMENTS OF MINING - LEWIS
- 3.- MINING - BOKY
- 4.- INFORMES TECNICOS DE WRIGHT ENGINEER LIMITED
- 5.- INFORMES INTERNOS CIA. MINERA MILPO S.A.
- 6.- MC WAYTE WIRE ROPE - Catálogo
- 7.- NORDBERG NOTICE - Catálogo
- 8.- A.E.I. (CANADA) LIMITED - Catálogo
- 9.- M.B. WILD & Co. Limited - Catálogo
- 10.- CANADIAN INGERSOLL - RAND Co. LTD. - Catálogo
- 11.- THE WABI IRON WORKS LIMITED - Catálogo
- 12.- DORR-OLIVER - LONG LIMITED - Catálogo
- 13.- THE COEUR D'ALENES COMPANY - Catálogo
- 14.- LAKE SHORE INC. - Catálogo
- 15.- GUTEHOFFNUNGSHUTTE STERKRADE A.G. (G.H.H.) - Catálogo
- 16.- WIRE ROPE INDUSTRIES OF CANADA (1966) LTD. - Catálogo
- 17.- MARTIN-BLACK WIRE ROPES LTD. - Catálogo
- 18.- WRIGHTS' CANADIAN ROPES LTD.- Catálogo
- 19.- WRIGHTS' ROPES LTD - Catálogo
- 20.- BRITISH ROPES LTD - Catálogo
- 21.- DONALD ROPES & WIRE CLOTH LIMITED - Catálogo
- 22.- APUNTES DEL CURSO DE EXPLOTACION DE MINAS-UNI-L.BRICEÑO