

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA
Y METALURGICA



TRANSPORTE SUBTERRANEO INTEGRAL
DE CHABUCA ESTE, CHABUCA SUR
Y CHABUCA

Informe de Ingeniería

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS

Mario Alvarado Bustios

LIMA-PERU

1 994

**"TRANSPORTE SUBTERRANEO INTEGRAL
DE CHABUCA ESTE, CHABUCA SUR
Y CHABUCA"**

TRANSPORTE SUBTERRANEO INTEGRAL DE CHABUCAS

1. **INTRODUCCION**
2. **GEOLOGIA Y RESERVAS**
 - 2.1 GEOLOGIA
 - 2.2 RESERVAS
3. **CARACTERISTICAS GEOMECANICAS**
 - 3.1 CHABUCA ESTE
 - 3.2 CHABUCA SUR
 - 3.3 CHABUCA
4. **MINERIA**
 - 4.1 **PARAMETRO DE OPERACION**
 - 4.1.1 DATOS
 - 4.1.2 CARACTERISTICAS
 - 4.1.3 PROPIEDADES DEL MINERAL
 - 4.1.4 CONDICIONES DE DISEÑO
 - 4.2 **CHABUCA ESTE**
 - 4.2.1 SELECCION DEL METODO DE EXPLOTACION
 - 4.2.2 METODO DE EXPLOTACION
 - 4.2.3 RESERVAS MINABLES
 - 4.2.4 ESCALA DE PRODUCCION
 - 4.2.5 PLANEAMIENTO A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO
 - 4.2.6 DISEÑO DE MINA
 - 4.2.7 DESARROLLO Y PREPARACION
 - 4.2.7.1 NIVELES

Transporte Subterráneo Integral de Chabucas

4.2.7.2 RAMPAS

4.2.7.3 CHIMENEAS (ORE PASS)

4.2.7.4 SUBNIVELES Y CRUCEROS

4.2.8 TAJEADO O EXPLOTACION

4.2.8.1 DESCRIPCION DEL METODO

4.2.8.2 CICLO DE MINADO

4.2.8.3 PERFORACION Y VOLADURA

4.2.8.4 SOSTENIMIENTO

4.2.8.5 LIMPIEZA O ACARREO

4.2.8.6 PREPARACION PARA RELLENO

4.2.8.7 RELLENO HIDRAULICO

4.3 CHABUCA SUR

4.3.1 SELECCION DEL METODO DE EXPLOTACION

4.3.2 RESERVAS MINABLES

4.3.3 ESCALA DE PRODUCCION

4.3.4 PLAN A CORTO MEDIANO Y LARGO PLAZO

4.3.5 DISEÑO DE TAJO ABIERTO

4.3.6 EXPLOTACION

4.3.6.1 PERFORACION Y VOLADURA

4.3.6.2 CARGUIO

4.3.6.3 TRANSPORTE

4.4 CHABUCA

4.4.1 RESERVAS

4.4.2 METODO DE EXPLOTACION

4.4.3 DISEÑO DE CHABUCA

4.4.4 PLAN DE PRODUCCION

4.4.5 DIRECCIONAMIENTO Y DISEÑO DEL TUNEL DE TRANSPORTE

5. TUNEL DE TRANSPORTE SUBTERRANEO INTEGRAL DE CHABUCAS

5.1 ANALISIS DEL TUNEL DE TRANSPORTE SUBTERRANEO CHABUCA ESTE

5.2 ANALISIS DEL TUNEL DE TRANSPORTE SUBTERRANEO CHABUCA SUR

5.3 ANALISIS DEL TUNEL DE TRANSPORTE SUBTERRANEO CHABUCA

5.4 ANALISIS DEL TUNEL DE TRANSPORTE SUBTERRANEO INTEGRAL DE CHABUCAS

5.4.1 DETERMINACION DE LA LONGITUD Y UBICACION DEL TUNEL INTEGRAL DE TRANSPORTE DE CHABUCAS, NIVEL 3850

5.4.2 CARACTERISTICAS DE DISEÑO DEL TUNEL INTEGRAL

5.4.2.1 CONSTRUCCION DEL TUNEL, NIVEL 3850

5.4.2.2 GEOMECANICA DEL TUNEL

5.4.2.3 CRONOGRAMA DE CONSTRUCCION

5.4.2.4 METODO DE EXCAVACION

6. ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE

6.1 TRANSPORTE POR RIELES

6.1.1 SELECCION DE LOCOMOTORAS CARROS Y CHUTES

6.1.1.1 DATOS

6.1.1.2 VERIFICACION DE LA CAPACIDAD DE JALE DE LA LOCOMOTORA

6.1.1.3 CALCULO DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION

6.1.1.4 CALCULO DEL ESFUERZO DE TRACCION

6.1.1.5 DETERMINACION DEL ESFUERZO PARA ACELERAR

6.1.1.6 EQUIPO SELECCIONADO

6.2 TRANSPORTE POR FAJAS

6.2.1 ASPECTO TECNICO DEL TRANSPORTE POR FAJAS

6.2.2 DISEÑO DE FAJAS

6.2.3 EQUIPO

6.3 TRANSPORTE POR CAMIONES

6.3.1 ASPECTO TECNICO DEL TRANSPORTE POR CAMIONES

6.3.1.1 SELECCION DE CAMIONES

6.3.2 EQUIPOS

7. INVERSIONES

7.1 INVERSION EN LABORES MINERAS

7.1.1 INVERSION EN LABOR DE TRANSPORTE POR LOCOMOTORA

7.1.2 INVERSION EN LABOR DE TRANSPORTE POR CAMIONES

7.2. INVERSION EN EQUIPOS E INSTALACIONES

7.2.1 INVERSION EN LOCOMOTORAS

7.1.2 INVERSION EN CAMIONES

8. COSTOS OPERATIVOS

8.1 COSTOS OPERATIVOS DE LOCOMOTORAS

8.2 COSTOS OPERATIVOS DE CAMIONES

9. EVALUACION ECONOMICA-FINANCIERA

9.1 INDICADORES: COSTO EQUIVALENTE ANUAL (CEA) Y VALOR PRESENTE (V.P.) DE ALTERNATIVAS.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS Y PLANOS

TRANSPORTE SUBTERRANEO INTEGRAL DE CHABUCA ESTE, CHABUCA SUR Y CHABUCAS

1. INTRODUCCION

La mina Tintaya explota los minerales mediante el sistema de TAJO ABIERTO actualmente la Empresa Minera Especial Tintaya S.A., está desarrollando los proyectos: Chabuca Este, Chabuca Sur y Chabucas, en orden de prioridad, la puesta en marcha de estos proyectos es vital para continuar la explotación de minerales.

La producción actual es de 8,000 TMD con una ley de 1.91% Cu; Cut Off-0.65%.

Dada la proximidad de las 03 Chabucas se plantea la posibilidad de integrar el transporte de mineral de estos proyectos por un túnel situado en el nivel 3850, cuya producción se proyecta a 8,000 TMD puestas en la bocamina situada en el Tajo Banco 3850, luego mediante camiones Wabco, como una alternativa inmediata, transportar el mineral a Planta Concentradora. El túnel en un futuro servirá para extraer la producción de minerales situados debajo del tajo, en primera instancia mediante rampas.

El transporte de mineral de las 03 Chabucas sería por un túnel en el nivel 3850, al que bajaría el mineral por chimeneas "ore pass" desde los tajeos de explotación de los niveles: 4000, 3930 y 3850, en el caso d Chabuca Este y Chabuca, en Chabuca Sur se enviaría el mineral del tajo Chabuca Sur por chimeneas diseñadas en el eje hasta el nivel 3850.

2. **GEOLOGIA Y RESERVAS**

2.1 **GEOLOGIA**

El yacimiento Chabuca Este es un depósito de skarn con mineralización de cobre, con reservas probadas por 30,00 m. de perforación diamantina, un túnel de 1,386 m. y una rampa de 12% de 220 m.

La mineralización no es continua, presentando intercalaciones de estéril. Estas variaciones son típicas de yacimientos metasomáticos de contacto, la ocurrencia de mineral es discontinua tanto en vertical como horizontal.

El cuerpo mineralizado se encuentra entre los niveles 4080 y el 3850 principalmente, infiriéndose en el lado oeste hasta el nivel 4030 y el 3930 teniendo una altura de 100 m. cubriendo un área de 350 m. por 700 m., con potencias promedio de 8 m. pero también se presentan potencia de 30m. en el flanco norte, el espesor promedio de overburden es de 60 m. y los óxidos tienen una profundidad de 30 m.

El yacimiento de Chabucas es continuación del cuerpo Chabuca Este hacia el NW es un skarn con minerales de cobre, en un área de 280 m, por 129 m., con un promedio de 45 m. de fondo de oxidación,

A continuación están los sulfuros con una profundidad de 100 m. del nivel 4020 al 3870, con potencia promedio de 35 m.

La mineralización está continua de calcopirita y bornita, y la discontinuidad es fuerte tanto en vertical como horizontal.

Es el yacimiento con más taladros, llegando a un total de 235 desde la sección 69 a la sección cero, pero en su mayoría son taladros cortos, haciendo una medida de 11,750 m. perforados.

2.2 **RESERVAS**

Al 15 de octubre de 1993, las reservas del Tajo Tintaya son de 10,864.701 T.M. probadas, con una ley de 1.95% en cobre, 0.55 g./TM Oro, 14.43 g/TM en plata y 0.02% en MoS₂, estas reservas dan una vida de 4.0 años al tajo a un ritmo de producción de 8,000 Ton/día con el que actualmente se trabaja. Las reservas probadas de los 03 Proyectos: Chabuca Este y Chabuca Sur son de 35.475.041 T.M. ley de 1.97% Cu con un Cut off de 0.41% Cu, y las reservas probadas de Chabuca de 2,836,833 T.M. ley de 2.08% Cu Off 1%;, que dan una vida de 15 años adicionales.

Específicamente las reservas Probadas más Probables Chabuca Este son de: 28,225,382 T.M. con 1.98% Cu, la de Chabuca Sur de 9,052,819 T.M.

Con 1.92% Cu; Chabucas tiene 2,836,833 T.M. con 2.08% Cu. En base a estas reservas la escala de producción proyectada es:

| | | | |
|--------------|-----|-------|------------|
| Chabuca Este | con | 4,000 | T.M./día |
| Chabuca Sur | con | 3,000 | T.M./día y |
| Chabuca | con | 1,000 | T.M./día |

3. CARACTERISTICAS GEOMECANICAS

3.1 PROYECTO CHABUCA ESTE

3.1.1 INTRODUCCION

Las características geomecánicas de macizo rocoso, fueron ensayadas con los testigos de diamantina, así como en los trabajos de excavación subterránea (galería y cruceros). SE han realizado utilizando los criterios y lineamientos recomendados por los sistemas de clasificación N61 del Instituto Geotécnico de Noruega, sistema "Q" (Barton et. al; 1975, 1992) y del CSIR de Sud-Africa, sistema RMR (BINIAWSKI 1979-1989) Los datos para el mapeo estructural (arco rebatico) clasificación usual del manejo rocoso, ensayos de laboratorio y levantamiento detallado mediante registro lineal.

Durante la excavación subterránea, el RQD se estimó mediante el número de juntas por metro cúbico, J_v ; las condiciones hidrogeológicas considerables en la evaluación del macizo rocoso son las que se obtienen durante la excavación del túnel es decir la roca se considera en estado saturado, parcialmente saturado y seco.

En la evaluación del manejo rocoso se está utilizando los parámetros que sustentan cada sistema de clasificación:

Durante los sondajes y con la excavación de la galería se cortaron tramos litológicos definidos y cuyas características geomecánicas promedios fueron las siguientes:

3.1.2 CARACTERISTICAS

Monzonita

| | |
|----------------------------|---|
| Compresión simple | = 20 - 100 Mpa. |
| Densidad | = 2.45 Tn/m ³ . |
| RQD | = 41.10% |
| Alteración | = Ligera a moderada en algunos casos extremadamente alterada. |
| Espaciamiento juntas | = 0.05 - 0.30 m. |
| Estado fisuras | = Suave ondulada a plana |
| Abertura de discontinuidad | = 0 - 5 m.m. |
| Agua subterránea | = intersticios a veces saturado |
| Valor "Q" | = De 0.5 - 0.1 |
| Valor "RMR" | = De 37.76 - 23.28 |

Es incompetente y condiciones de estabilidad desfavorable.

Pórfido Andesítico

| | |
|----------------------------|--------------------------|
| Compresión simple | = 50 - 150 Mpa. |
| Densidad | = 2.57 Tn/m ³ |
| RQD | = 62% |
| Alteración | = Ligera fresca |
| Espaciamiento de Juntas | = 0.20 - 0.65 m. |
| Estado fisuras | = lizo - medianamente |
| Abertura de discontinuidad | = 0 |
| Agua subterránea | = seco |
| Valor "Q" | = 1.00 |

Caliza

| | |
|-------------------|--------------------------|
| Compresión simple | = 50 - 120 Mpa. |
| Densidad | = 2.70 Tn/m ³ |
| RQD | = 63% |
| Alteración | = Ligera e incipiente |

| | |
|----------------------------|----------------------------|
| Espaciamiento de Juntas | = 0.30 - 0.80 m. |
| Estado fisuras | = Rugosa e irregular |
| Abertura de discontinuidad | = 0.01 - 0.5 m. |
| Agua subterránea | = intersticios a saturados |
| Valor "Q" | = 4.00 |
| Valor "RMR" | = 56.48 |

Skarn

| | |
|------------------------------|--------------------------|
| Compresión simple | = 50 - 150 Mpa. |
| Densidad | = 2.38 Tn/m ³ |
| RQD | = 70% |
| Alteración | = Moderada a fresca |
| Espaciamiento de Juntas | = 0.20 - 1.00 m. |
| Abertura de discontinuidades | = 0 - 5 m.m. |
| Estado fisuras | = Rugosa e irregular |
| Agua subterránea | = seco e incipiente |
| Valor "Q" | = 4.00 |
| Valor "RMR" | = 56.48 |

Es necesario aclarar que el skarn de magnetita se presenta generalmente en forma lenticular y de menos resistencia a la compresión. Las características descritas líneas arriba corresponden al skarn de granate.

ENDOSKARN

Ocurre generalmente en zonas de contacto o transición entre la monzonita y el skar.

Compresión simple = 100 - 150 Mpa.

RQD = 46%

Alteración = Ligera a moderada

Espaciamiento de discontinuidad = 0.20 - 0.70 m.

Estado de fisura = Lisa a medianamente rugosa

Valor "Q" = 1.25

Valor "RMR" = 46.01

3.1.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**Mediciones de convergencia**

Se utilizó un extensómetro de cinta marca "SINCO", con la cual se echan determinado los desplazamientos acumulados versus tiempo.

Los gráficos de velocidades incrementales versus tiempo, para las diferentes estaciones colocadas en la galería, muestran como era de esperarse que luego de un crecimiento inicial de los desplazamientos, estos tienden a estabilizarse. este efecto se aprecia en los gráficos que se adjuntan al presente (gráfico N° 1)

Conclusiones y Recomendaciones

Luego de haber efectuado los análisis geomecánicos de los testigos de diamantina y en la labor subterránea, se concluye lo siguiente:

El skarn mineralizado y la roca caja caliza son competentes y de buena estabilidad.

Considerando que la roca caja (monzonita) es incompetente, se recomienda que en labores de minado se dejen puentes o pilares de acuerdo al método a emplearse, para evitar mayores costos de sostenimiento.

Para la construcción de la galería de transporte y extracción de mineral es recomendable tomar en consideración los índices menores de 2.00, los que deben sostenerse adecuadamente con shcrete y split-set, según sea el caso.

Los registros de convergencia en la generalidad de los casos muestra un atendencia a disminuir con el tiempo.

3.2 CHABUCA SUR

Se ha determinado las características geomecánicas, mediante testigos con diamantina, en las que se ha realizado la clasificación geomecánica por el sistema RMR y su correspondiente equivalencia en el sistema "Q" de acuerdo a los lineamientos recomendados por este sistema.

La roca caja de encape de 70 m. de espesor aproximadamente, está constituida en su mayoría por microdiorita muy fracturada con RMR 30 y Q 0,21 hacen

que las condiciones de estabilidad sean desfavorables.

3.2.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El comportamiento geomecánico de la estructura mineralizada es relativamente competente, correspondiendo a la de menor competencia los tramos de fallamientos menores, el skarn de magnetita y silicatos calcáreos. El skarn de granate y mineralizado es muy competente al igual que en Chabuca Este.

La roca basal corresponde a la caliza recristalizada y marmolizada con características similares a la de Chabuca Este, y es posible que la galería proyectada atraviese esta litología.

Por las características del cuerpo mineralizado y condiciones geomecánicas del encape, el método de explotación será de tajo abierto.

3.3 CHABUCAS

3.3.1 CARACTERÍSTICAS Y CONCLUSIONES

La mayoría de los taladros ensayados son de profundidades que no llegan a la cota en la que se proyecta construir la galería de transporte.

De los 11 taladros ensayados, se concluye que la monzonita, skarn y la caliza están intercalados y menos competentes que la Chabuca Este. En vista que al finalizar los taladros se encontramos mayormente monzonita y caliza, se asume que continúe en la cota

donde se proyecta construir la galería de transporte. La monzonita encontrada es bastante fracturada con RMR = 28 promedio; $Q = 0.17$, mientras que la caliza tiene valores de RMR 52, $Q = 2.44$.

4. MINERIA

4.1 PARAMETROS DE OPERACION

4.1.1 DATOS

| | CHABUCAS ESTE | CHABUCAS SUR | CHABUCAS |
|-----------------------|------------------|-----------------|------------|
| Producción Diaria | 4,000 T.M.S | 3,000 T.M.S | 1,000T.M.S |
| Producción Anula | 1'350,000 " | 1'012,500 " | 337,500" |
| Reserv. Geológicas | 28,225,382" | 9,052,819" | 2,836,883" |
| Ley Cu % | 1.98 | 1.92 | 2.08 |
| Cut-Off % Cu | 0.45 | 0.45 | 1.0 |
| Cut-Off Operativo%CU | 1.0 | 0.50 | 1.0 |
| Periodo de Producción | 21 años | 9 años | 8 años |
| Días de Operación/Año | 337.5 | 337.5 | 337.5 |
| Guardias/día | 3 | 3 | 3 |

4.1.2. CARACTERISTICAS

| | CHABUCA ESTE | CHABUCA SUR | CHABUCAS |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Mineral | Bornita, chalcopyrita | Bornita, chalcopyrit | Bornita, chalcopyrit |
| Potencia del cuerpo m. | 25 | 8 | 8 |
| Buzamiento | 70 ° N | Sinclinal 65°S, 60°N | Sinclinal 65°S, 60°N |
| Competencia Cuerpo | Competente | Competente | Competente |
| Competencia Cajas | Semicompetente | Bajacompet. | Semicompet. |

4.1.3. PROPIEDADES FISICAS DEL CUERPO Y CAJAS

| | CHABUCA ESTE | CHABUCA SUR | CHABUCA |
|--|----------------------|------------------------|----------|
| Densidad del Mineral In Situ (Ton/m ³) | 3.3 | 3.1 | 3 |
| Esponjamiento (%) | 30 | 30 | 30 |
| Densidad mineral roto (Ton/m ³) | 2.2 | 2.2 | 2.2 |
| Densidad Caja (Ton/m ³) | 2.4 (mz) 2.6 (Ca) | 2.6 (Micro Diorita) | 2.4 (mz) |

4.1.4 CONDICION DE DISEÑO DEL TUNEL

- Inversión mínima.
- Integrar los 03 proyectos
- Transportar 8,000 TPD lo más pronto posible
- Minimizar el mantenimiento del túnel.
- Energía eléctrica proveniente de la Hidroeléctrica de Machu-Pichu.
- Explotar por Tajo Abierto Sur y método subterráneo Chabuca Este y Chabuca.
- Avance del túnel por contratos.

4.2 CHABUCA ESTE

4.2.1. SELECCION DEL METODO DE EXPLOTACION

4.2.1.1 CARACTERISTICAS DEL DEPOSITO

4.2.1.2 METODOS EXISTENTES

4.2.1.3 CRITERIOS DE PRESELECCION

4.2.1.4 PRESELECCION

4.2.1.5 CUADRO DE ALTERNATIVAS DE METODO DE EXPLOTACION

4.2.1.6 SELECCION DEL METODO DE MINADO PARA EL DEPOSITO CHABUCA ESTE.

4.2.1.1 CARACTERISTICAS DEL DEPOSITO

1. Dependientes de la naturaleza del yacimiento.
Geometría del yacimiento: áreas mineralizadas de forma cuerpos-lenticulares discontinuos en altura (algunos colgados) y esporádicos, de longitud variable de 30 - 50 m y 70 - 120 m.;
Potencia = 30 m.
 - Ley de Cu. Total: 2.15%, distribución irregular o errática de mineral económico.
 - Zoneamiento geomecánico en función de RMR de Bieniawski: en mineral, desde el Tipo II.

2. Dependientes de desarrollos ejecutados.
 - Labor de acceso y reconocimiento: galería temporal y ciega 4 m. x 3.5 m. en el nivel 4000, además de 6 cruceros.
Sin chimenea

3. Consideraciones ambientales
 - Al ser ciega la galería Nivel 4000, no tener chimeneas y tan solamente taladros de 3" a superficie, existe deficiente ventilación natural, por lo que es

necesario abrir chimeneas o caso contrario, implementar ventilación artificial.
Existe servicio eléctrico de baja potencia e intensidad.

4. Económicas-Financieros.

Limitados recursos de inversión.

5. Otros recursos

Existen recursos tales como: Energía Eléctrica, mano de obra, madera de Sicuani, agua.

4.2.1.2 METODOS EXISTENTES

En función al tratamiento que se dé al espacio vacío que se deja o a la forma de sostener el techo o restablecer el equilibrio del macizo rocoso, tenemos la siguiente clasificación:

a) Métodos de Sostenimiento Natural..

- * Tajeos por subniveles.
- * Tajeos por cámaras y pilares
- * Tajeos por acumulación

b) Métodos de Sostenimiento Artificial.

- * Corte y relleno ascendente y descendente
- * Corte y relleno mecanizado

c) Métodos de Hundimiento

- * Hundimiento por subniveles
- * Hundimiento por bloques

d) Métodos Combinados

4.2.1.3 CRITERIOS DE PRESELECCION

En consideración a las características del yacimiento necesidad de óptima seguridad, rendimiento económico y racional extracción del mineral, los criterios de preselección inicial se basan en definir:

- Es explotación masiva o selectiva y
- Es con sistema de explotación convencional o sin rieles.

4.2.1.4 PRESELECCION

El yacimiento de características de lentes diseminados y dimensiones irregulares, requiere método de explotación adecuado a cada tramo o bloque de mineral. En tal sentido, teniendo a la galería 4000 como nivel de extracción, se podría optar por:

1. Tramo con mineralización regular y caja competente, explotación masiva y mecánica con:
 - Métodos de tajeos por subniveles o VCR.
 - Cámaras y Pilares

2. Tramos de corta dimensión, con sostenimiento artificial y selectivo.
- Corte y relleno ascendente.

3. Cuerpos colgados
- Glory Hall con Gradines Rectos.

4.2.1.5:

CUADRO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS

DE METODO DE EXPLOTACION

SEGURIDAD

| Sist. | Método | Forma | Rum | Buzamien | GEOMECANICO(RMP) | | ECONOMIA | | EFICIENCIA | | | | |
|-------|--------------------------------|----------------|-----|----------|------------------|---------|----------|----|------------|------|--------|-------|-------|
| | | | | | Mineral | Mac-Roc | ven | se | costo | Fin | Produc | Produ | Recup |
| | Sub-nivel | Cuerpo de | SW | 60° | II-III | II-III | R | B | Medio | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | VCR | Tramos de | SW | 60° | II-III | II-III | R | R | Bajo | Medi | Alta | Alta | Alta |
| | Cámaras y Pilares | Largos | SW | 60° | II-III | II-III | M | R | Bajo | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | Corte y Relleno | Cuerpo Partic. | SW | 60° | II-III | II-III | B | B | Medio | Alta | Baja | Medio | Alta |
| | Glory Hall con Gradi nes Rects | Lentes | SW | 60° | II-III | II-III | B | R | Baja | Baja | Baja | Baja | Alta |

B: Buena, M: Mala R: Regular

4.2.1.6 SELECCION DEL METODO DE MINADO PARA EL DEPOSITO CHABUCA ESTE

En función del cuadro anterior y los criterios que luego se detallan se opta por el Método de Corte y Relleno Altamente Mecanizado.

1. Parámetros geomecánicos y litológicos:

Se tienen cajas débiles, incopentes y falladas.

El skarn de mineral es duro, competente cruzado por algunas fallas.

Hay presencia de agua.

Con el propósito e minimizar la dilución se aplicará el corte y relleno hidráulico.

2. Ocurrencia de la mineralización.

No hay continuidad de la mineralización en vertical y horizontal.

En el depósito se presentan más de 30 cuerpos de distintas dimensiones y el cuerpo principal tiene forma de árbol.

Para selectivizar la ley de mineral de cobre se decide trabajar por corte y relleno.

3. Configuración del cuerpo:

La configuración del cuerpo es irregular, variando la potencia desde 10 m. a 40 m.

Hay variación del buzamiento en vertical, presentando un promedio de 80º al Norte.

4. Consideraciones ambientales:

Con el corte y relleno hidráulico se restablece el equilibrio del macizo rocoso y los relaves son almacenados en las cavernas producto de la explotación, evitando los gastos actuales que significan la conservación de la Presa de relaves.

5. Grado de mecanización:

Las reservas de 30'000,000 TM. y el requerimiento de 8,000 T.M. por día para tratamiento en la Planta Concentradora hacen imprescindible la mecanización por scoop de 8 y d³ y jumbos hidráulicos para lograr extraer 4,000 T.M. por día de Chabuca Este. Se recomienda utilizar scoop eléctricos para evitar la contaminación y los ore pass cada 200 m. con 3 m. de diámetro permitirán obtener ventilación.

6. Consideraciones económicas:

a) Con el corte y relleno hidráulico las reservas minables se maximizan, estimado un 90% de las geológicas.

b) La Ley de mineral se estima en 2.0% Cu.

c) Se estima un valor de mineral de \$ 36/Ton. El cut-off en \$ 18/Ton. Cabe indicar que todos los trabajos deben ser realizados por terceros (contratas). La Empresa Minera Tintaya S.A. proporcionaría el equipo

Las desventajas al Corte y Relleno Hidráulico serían:

1. Requiere mayor cantidad de personal que un VCR como ejemplo.
2. Hay problemas de seguridad especialmente si no se desata y emperna techo y cajas convenientemente.
3. La ventilación es dificultosa
4. El método de corte y relleno hidráulico es más caro que el Block Caving. Room and Pillar y Suble Vel Stopping por lo que no es aplicable en depósito de leyes de mineral (1% Cu).

En cuerpos considerados como tramos largos, distancias mayores a 150 m. con cajas competentes se utilizaran el sistema VCR la probabilidad de trabajar con este método es baja, pero se considerará. Ver anexo I.

4.2.2 METODO DE EXPLOTACION

Definido el Corte y Relleno Hidráulico Altamente Mecanizado CRHAM como el más idóneo, por tener el depósito Chabuca Este una mineralización irregular y discontinua, así como potencias variables se opta trabajar con relleno hidráulico por ser barato, rellena todas las cavidades, se tiene la planta y

relaves en niveles superiores a los de explotación y da posibilidad de utilizar relleno cementado.

El método de Tajo Abiertos se elimina por tener una relación de stripping mayor a 10, considerando los óxidos sin valor, por tanto se elige el CRHAM ascendente.

El método logra una mejor selectividad, es factible para la recuperación de minerales colgados y la dilución es mínima hacia las cajas de monzonita alterada.

El acceso al mineral, desarrollo y explotación sería por los niveles principales: 4000, 3930 y 3850, a partir del Tajo Abierto.

Inicialmente para desarrollar la mina antes que acede el tajo se correrán 02 rampas principales la 1er del 4000 al 3930 que permite correr el nivel 3930, y la 2da del 3930 al 3850, corriendo luego el nivel 3850.

El nivel 4000 está sobre mineral, pero el 3930 y 3850 irán en caja piso. A partir de los niveles principales correrán cruceros al norte hasta la caja techo, cada 200 m. aproximadamente, abriendo luego a partir de estos, subniveles al este y oeste de 100 m. c/u. Para preparar la cara libre. Paralelamente, se trazan 03 chimeneas de superficie al nivel 3850 que serán ore pass además de servir para acceder suministros (energía eléctrica, agua, relleno hidráulico) directo a los tajeos.

De los tajeos el mineral es evacuado con scoop eléctrico de 8 y d³ al "ore pass".

El transporte de mineral a superficie se realiza en el nivel 3850, jalando el mineral de los "ore pas" que recolectan de los tajeos situados en los niveles superiores.

4.2.3 RESERVAS MINABLES

Considerando las reservas e mineral obtenidas por la Superintendencia de Exploraciones:

Ver anexo 2.

Cut off:0.45%Cu 28,225,382T.M. 1.98%Cu

Con el método de explotación Corte y Relleno Hidráulico altamente Mecanizado Ascendentemente se dejarán pilares de mineral en una mínima cantidad, y estos de ley menor a 0.45% Cu asumiendo 10% como posibles pilares. Entre niveles se extraerá todo relleno cementado. El factor de recuperación será de 90%. Asumiendo un 5% de dilución de las leyes geológicas. El factor de corrección de las reservas geológicas será de: $0.9/0.95 = 0.95$.

Las reservas minables totales de Chabuca Este serán:

| | | |
|-----------------|-----------------|----------|
| Cut off .45 %Cu | 26,814,112 T.M. | 1.89 %Cu |
| Cut off 1.0 %Cu | 23,393,573 Ton | 2.05 %Cu |

En la siguiente tabla se dan las reservas por niveles a un cut.off de 1% Cu.

| | Ton | Ley % Cu |
|------------|-----------|----------|
| Nivel 4000 | 5'294,674 | 1.99 |
| Nivel 3930 | 5'435,576 | 2.11 |
| Nivel 3860 | 7'452,761 | 2.04 |
| Nivel 3585 | 5'210,569 | 2.08 |

* No consideramos el nivel 3850 para dejar un pilar de 10 m. hasta el túnel de extracción.

4.2.4. ESCALA DE PRODUCCION

La escala considerada es 4,00 TPD equivalente a 1'350,000 Ton/año, con lo que las reservas minables totales tendrán una vida de 17 años, considerando las reservas minables a ser extraídas por el túnel del Nv. 3850 serán 14 años.

4.2.5 PLAN A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO

| | 1er | 2do | 3er | 4to | 5to | 6to | 7mo | 8avo | 9no | 10m | 11av | 12av | 13av | 14av | Año |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| NIVEL 366 | 1500 | 3000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | | | | | | | | | TP |
| NIVEL 3830 | | | | | | | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | | | | | |
| NIVEL 4000 | | | | | | | | | | | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | |

Es decir se planea preparar la mina e iniciar la explotación en forma ascendente.

4.2.6 DISEÑO DE LA MINA

Habiéndose esbozado el planeamiento general, el diseño de la mina se desarrollará trazando los niveles principales a partir de las rampas de profundización y luego las chimeneas.

Los equipos estarán cautivos en los tajeos, accediendo los servicios por las chimeneas y caminos (Ver plano I)

La sección del nivel 3930 será de 3.5 m. x 4 m. y la del nivel 3850 de 4m. x 4.5 m. - con pendiente de 15%, y longitud de 470 m. la primera.

Los intervalos de nivel serían de 70 m.

El mineral es acarreado de los tajeos a los ore pass que lo conducirá al 3850, nivel de transporte, para llevarlo a superficie (Ver plano II).

4.7 DESARROLLO Y PREPARACION

El yacimiento ha sido explorado por más de 36,000 m. de perforación superficial, una galería de verificación en el nivel 4000 con 06 cruceros par delimitar diamantina subterránea en el nivel 4000, que delimitan totalmente el ancho del cuerpo.

Asimismo, el depósito es irregular y existe la posibilidad de encontrar cuerpos hacia el Sur principalmente en la coordenadas 1'235,500 E, 441,300 N y 1'235,900 E, 411,300 N - Nivel 4000 por lo que se deben ejecutar perforaciones diamantinas hacia esta dirección en los niveles 3830 y 3850, y posteriormente dirigir 02 cruceros de desarrollo de 300 m. c/u. Hacia el Oeste con el rumbo del cuerpo principales continuará desarrollando el depósito hasta llegar a Chabuca en los niveles 3930 y 3850, con 02 galerías de desarrollo de 300 m. c/u.

La sección de estas labores será de 3m x 3.5 m. con pendiente positiva 5/1000.

4.2.7.1 NIVELES

Los niveles principales son el 4000, 3930 y 3850; de los cuales el primero ya está construido, los otros 2 se correrán una vez que puedan ser accedidos por las rampas.

| <u>LABOR</u> | <u>SECCION</u> | <u>UNIDAD</u> | <u>LONGITUD</u> | <u>PENDIENTE</u> |
|--------------|----------------|---------------|-----------------|------------------|
| Nivel 3930 | 4. x 3.5 | m. | 1,600 | 5/1000 |
| Nivel 3850 | 4.5 x 4 | m. | 1,250 | 5/1000 |

Estos niveles serán construidos por contratistas provistas de sus equipos tales como jumbo hidráulico, scoop de 3.5 yd³ y camión de bajo perfil de 10 T.M.. Irán en caja piso (caliza) a 10 m. del cuerpo el primero y el segundo a 15 m. pues será galería de extracción y transporte. Los niveles se utilizarán para el ingreso de personal, equipo y aire durante la operación.

4.2.7.2 RAMPAS

Para preparar la mina Chabuca Este antes que se agote el tajo, es necesario construir rampas de acceso.

La primera se debe desarrollar desde el nivel 4000 coordenadas 1'235,900 E, 44,320 N, pendiente 15% dando acceso al nivel 3930 y

posibilitando su desarrollo. Esta labor irá sobre mineral.

La segunda se inicia en el nivel 3930 desarrollándose hasta el nivel 3950 bajando sobre mineral. Las características son:

| <u>LABOR</u> | <u>SECCION</u> | <u>UNIDAD</u> | <u>LONGITUD</u> | <u>PENDIENTE(%)</u> |
|--------------|----------------|---------------|-----------------|---------------------|
| Rampa 3930 | 3.5 x 3 | m. | 470 | 15 |
| Rampa 3930 | 3.5 x 3 | m. | 533 | 15 |

La construcción se realizará con contratistas provistas de equipos Trackless.

4.2.7.3 CHIMENEAS (ore pass)

Para echadero de mineral o ore pass" de los tajeos situados en los niveles 4000, 3930 y 3850 se deben desarrollar 05 chimeneas de 3 m. de diámetro. Las chimeneas son: 0,1,2,3,4. Ver plano I.

Las chimeneas comunicarán de superficie al nivel 3850, efectuándose con equipos Raisse Borer.

Las chimeneas se diseñaran para limpiar los tajeos disparados, rapidamente y bajar el mineral al nivel 3850, la explotación será ascendente, la otra función de las chimeneas será de acceso a las tuberías de Relleno Hidráulico, agua, aire, combustible, camino y ventilación.

| LABOR | SECCION | UNIDAD | LONG. | | | | COORDENADAS |
|----------|---------|--------|-------|-------------|------------|-----------|------------------|
| | | | | SUP-4000 | 4000-3930 | 3930-3850 | 1235850 E 441300 |
| CHIMENEA | 3 | m. | 291 | 83,S | 90 | 64 | 1235850 E 441300 |
| CHIMENEA | 3 | m. | 272 | 69.5 ,3.5NW | 40 | 70,3.5 SE | 1235850 E 441300 |
| CHIMENEA | 3 | m. | 275 | 76,15 SE | 60 15 SE | 64 15 SE | 1235850 E 441300 |
| CHIMENEA | 3 | m. | 258 | 76,0.5 SE | 80 ,0.5 SE | 64 15 SE | 1235850 E 441300 |
| CHIMENEA | 3 | m. | 210 | 90 | 90 | 90 | 1235850 E 441300 |

Los "ore pass" en el nivel 3850 deberán tener una sección de 8m. x 8m. x 10m., tipo embudo para almacenar 1,800 Tons. En los niveles 3930 y 400 se construirán buzones de transferencia.

Las chimeneas se ejecutaron por medio de contratistas

4.2.7.4 SUBNIVELES Y CRUCEROS

De acuerdo al Diseño de mina, el plan de Desarrollo y Preparaciones consiste en construir los niveles principales, las chimeneas, luego los cruceros y subniveles. Ver plano II. A partir del nivel principal se abren los cruceros para atravesar el cuerpo hasta la caja en dirección Sur-Norte y los subniveles se inician en los cruceros en dirección Este-Oeste para preparar la calibre de los tajeos. La longitud de los subniveles será como máximo de 100 m. al Este y 100 m. al Oeste.

| <u>LABOR</u> | <u>SECCION</u> | <u>LONGITUD</u> | <u>UNIDAD</u> |
|--------------|----------------|-----------------|---------------|
| Crucero | 3 x 3 | Variable | m. |
| Subniveles | 3 x 3 | 100 | m. |

4.2.8. TAJEADO O EXPLOTACION

Efectuadas las preparaciones se procede a la explotación del cuerpo mineralizado.

4.2.8.1 DESCRIPCION DEL METODO

El método seleccionado es el Corte y relleno hidráulico altamente mecanizado ascendente.

Los cuerpos mineralizados de gran área, más de 2,500 m² se explotarán por cortes con perforación masiva del techo.

El mineral tiene buena competencia estructural, permitiendo abrir aberturas de 25 m. de ancho por 10 m. de alto, dentro del mineral hay zonas pobres, monzonitas o calizas estas se dejarán in situ como pilar y se contribuirá a la estabilidad y selectividad del mineral.

En la comunicación con los niveles principales no se dejarán, estos se recuperarán con relleno cementado 1 : 6 (cemento : relave).

Los tajeos se inician con la perforación del techi y voladuras masiva realizando el primer corte con jumbo hidráulico. Ver plano III.

Terminada la voladura se efectúa la limpieza del mineral con scoop de 8yd eléctricos, previamente

se desata y emperna techo y cajas, sobre mineral para ganar altura se abre una ventana hacia el "ore pass" desde el tajeo y rellenarlo y luego colocando tapones con enrejados y poliyute, un buen sistema de drenaje, rellenando la abertura a una altura de 7 m. dejando 3 m. para iniciar el segundo corte.

El ingreso de tuberías de Relleno, energía eléctrica, agua y otros será por la chimenea "ore pass" a medida que se realizan los cortes ascendentes, se retiran los tubos.

La explotación será con equipo cautivo. La perforación será vertical minimizando tiempos. La limpieza del mineral se hará directamente del tajeo al "ore pass" hasta una distancia menor a 200 m. El diseño de cada "ore pass" contempla una distancia máxima de acarreo de 200 m., la explotación será ascendente desde el nivel 3850 hasta los óxidos. Ver plano IV.

El mineral de los "ore pass", nivel 3850 es extraído directamente con locomotoras y carros metaleros a superficie.

Desde el nivel inicial se dejará un camino de 1.5" en relleno, construido con anillos de fierro que subirá con el tajeo.

La secuencia o ciclo de minado es: Perforación, voladura, sostenimiento, limpieza, preparación para relleno y relleno hidráulico.

4.2.8.2 CICLO DE MINADO Y EFICIENCIA

En forma regular se planea trabaja simultáneamente con el mismo equipo, 02 tajeos de 100 m. c/u. Cada tajeo a un ore pass independiente.

Las dimensiones del block son:

| | |
|----------|--------------------------|
| Longitud | 100 m. |
| Ancho | 25 m. |
| Altura | 70 m. (De nivel a nivel) |

Desde el nivel 3850 al 4080 (límite de óxidos) se planean 30 cortes.

Cada tajeo romperá por corte:

| | |
|-----------------------------|-------------------------|
| 100 m. x 25 m. x 7 m. x 0.7 | = 12,250 m ³ |
| Tonelaje a extraer | = 36,750 Tons. |

| El ciclo de explotación es: | Días | Guardias | Hombres |
|--|-------|----------|---------|
| 1) Perforación (2 ½" x 7m) Voladura | 06 | 03 | 04 |
| 2) Sostenimiento (Desate y pernos) | 04 | 03 | 06 |
| 3) Limpieza mineral | 16 | 03 | 01 |
| 4) Preparación para relleno | 04 | 03 | 06 |
| 5) Relleno | 05 | 03 | 08 |
| 6) Otras demoras | 02 | | |
| | ----- | | |
| CICLO TOTAL | 37 | | |

| | | | |
|---------------------------|----|----|----|
| 7) Supervisión | 37 | 03 | 03 |
| 8) Transporte subterráneo | 37 | 03 | 06 |

Eficiencia 26 Tons./Hombre guardia

4.2.8.3 PERFORACION Y VOLADURA

En los tajeos se usarán jumbos hidráulicos de 02 brazos, barrenos de extensión y brocas de 2 ½". Un equipo servirá a 02 tajeos y serán cautivos. Los jumbos irán provistos de su cargador de ANFO.

En voladura se usarán ANFO con un cartucho de dinamita de 65%, como iniciador y como accesorio de voladura: fanel, cordón detonante, fulminante y guías que permitirán hacer un disparo masivo de todo corte, características:

Longitud de perforación = 7 m.

Area de perforación del Tajo = 100 m x 25 m.

Malla de perforación = 2.5 m x 3 m. (BxS)

aplicando la Teoría de
ASH.

Número de taladros = 333

Factor de Potencia = 0.5 kg/Ton.

Perforación Específica = 17 Ton/m. perforado.

4.2.8.4 SOSTENIMIENTO

Debido a que las propiedades estructurales de las cajas son incompetentes, especialmente la monzonita, en los lugares de debilitamiento se usará split set, de tal manera que la limpieza se mineral se realice seguridad.

Se empleará un equipo empernador de roca. Igualmente en casos necesarios se usará shot crete, luego del disparo el desatado de rocas será la primera tarea.

4.2.8.5 LIMPIEZA O ACARREO

El mineral roto es cargado con scoop eléctricos de 8 yd³ hasta el ore pass. Un scoop trabajará en 02 tajeos contiguos y estarán cautivos.

La eficiencia considerada es 200 Ton/hora

La distancia promedio considerado en el diseño de tajeos es 150 m. de tal manera de evacuar lo más rápido posible el mineral roto, en el ciclo de minado constituye el 40%.

Se seleccionan scoop de 8 yd³, capacidad de transporte de 13,640 kg y ancho de cuchara de 2.794 m.

Limpieza de Tajeos

| | | |
|------------------------------|---|---|
| Equipo | = | Scoop 13.64 Ton. |
| Cucharón = 8 yd ³ | = | 6.13 m ³ |
| Factor de llenado | = | 0.85 |
| Distancia máxima | = | 120 m. |
| Ciclo de operación | = | 6 minutos - 10 viajes |
| Rendimiento practico | = | 312 m ³ /guardia 120 Ton/hora |
| Velocidad promedio | = | 5 km/hora |

4.2.8.6 PREPARACION PARA RELLENO

El relave que produce Planta Concentradora y el que está almacenado, alrededor de 20'000,000 Tons. será el material que se utilizará para rellenar los tajeos y permitir la estabilidad de las cajas y el techo.

La preparación del tajeo consiste en colocar tapones con enrejados y poliyiute en los cruceros que son los acceso al corte extraído, así como instalar un sistema de drenaje para evacuación rápida del agua, evitando que se introduzca al ore pass.

4.2.8.7 RELLENO HIDRAULICO

El relleno se somete a un tratamiento previo en la Planta de Relleno Hidráulico para eliminar las partículas finas (malla 300 o 53 micrones). Las características principales que reunirá el relleno son:

- Permeabilidad, 8 cm/hora
- Coeficiente de uniformidad, 3.
- Composición mineralógica inerte.

Estas condiciones tiene el relave de Tintaya, se hicieron pruebas y mediante ciclones de 20" ϕ o 25" ϕ con apex de 2.5" ϕ se obtiene un buen relleno. Ver plano III.

Equipos de la Planta de Relleno Hidráulico :

- 03 Bombas Mars 2 m³/minutos con 50% de sólidos de 463 Kw c/u.
- 06 ciclones de 20 ϕ .
- 03 tanques de almacenamiento.
- 03 líneas de relleno con tubería de 4" ϕ hasta las chimeneas de 2.7 Km c/u.

En los tajeos se usarán tuberías PVC x 4" ϕ . La eficiencia del Relleno Hidráulico se estima en 6m³/min. con 50% de sólidos.

4.3. CHABUCA SUR

El yacimiento Chabuca Sur de tipo metasomático de contacto, con minerales de cobre, chalcopirita, bornita y molibdenita tiene forma de sinclinal abierto con potencia de 10 m. a 15 m. a una profundidad de 30 m. a 120 m. con un espesor promedio de encape "overburden" de 60 m. El eje del sinclinal tiene dirección NW-SE. El fracturamiento en la estructura mineralizada es regular con un RQD promedio de 40%. ver plano V.

4.3.1 SELECCION DEL METODO DE EXPLOTACION

La selección entre el minado subterráneo y superficial la determinamos con la Relación Crítica de Desbroce (RCD), que es el punto de equilibrio entre los dos sistemas.

Según anexos 3 y 4 se hicieron los siguientes cálculos con aquellas reservas :

| Fecha | Relación Crítica de Desbroce | | Relación de Desbroce | |
|----------|------------------------------|---------------|----------------------|---------------|
| 18-03-93 | 8.29 | Sup.Proyectos | 4.62 | Sup.Proyectos |
| 01-06-93 | 5.55 | Sup.Proyectos | 4.97 | Sup.Proyectos |
| 30-09-93 | 7.4 | Minconsult | 6.6 | Minconsult |

Además del RCD calcularemos la Relación Económica de Desbroce

$$RED = \frac{\text{Valor Mineral} - \text{Costo del Mineral}}{\text{Costo de desbroce}}$$

$$RED = \frac{28.11 - 19}{1.136} = 8.01$$

Parámetros Económicos :

| | |
|--|-----------------|
| Valor de 1Ton. Concentrado a \$1/lb Cu | = \$ 477.95 |
| Radio de concentración | = 17 |
| Costo promedio total de Chabuca Sur | = \$ 19/Ton.Min |
| Costo de desbroce | = 1.136 |

Observamos que la Relación de Desbroce es menor que la Relación Económica de Desbroce y la Relación Crítica de Desbroce por lo tanto se selecciona el método de Tajo Abierto en Chabuca Sur.

4.3.2 RESERVA MINABLES

Las reservas de mineral son 9'052,819 Ton con 1.92% Cu. y Cut off de 0.45% Cu.

Considerando que la estructura mineralizada esta interrumpida por digitaciones de monzonita y no es continua en vertical, presentando potencias de 1 m. y 2 m. por tanto el factor de extracción de mineral es 0.85. Así mismo la voladura masiva no evitará romper mineral de bajo contenido cerca a las cajas, por lo tanto la dilución se estima en 10%. El factor de corrección de las reservas geológicas se estima : $0.85/09 = 0.95$

Reservas Minables = 8'600,178 Ton. ley% Cu = 1.75 Cut-off = 45% Cu

4.3.3 ESCALA DE PRODUCCION

De acuerdo a las reservas se ha llegado a la conclusión que la mejor escala de Producción es de 3,000 Ton/día equivalente a 1'125,000 Ton/año. Con lo que se considera que las reservas tendrán una vida de 8 años.

4.3.4 PLAN A CORTO , MEDIANO Y LARGO PLAZO

El volumen del yacimiento está reconocido por taladros diamantinos con una malla de 40 m. x 40 m. Preparando la mina en la primera etapa, se tendría descubierto el mineral, laborando un plan de explotación definido, con ley de extracción definida y menores costos de operación e inversión, porque se cuenta con el equipo, personal, abastecimiento y capacitación.

4.3.5 DISEÑO DEL TAJO ABIERTO CHABUCA SUR

Para determinar el Diseño final óptimo existen muchos métodos manuales o automatizados como son:

1. Método del Cono movible
2. Método de Korobob
3. Método de Programación Dinámica
4. Algoritmo de grafos de Lerchs y Grosman
5. Algoritmo del bosque subcompactado
6. Método de Johnson, etc.

Para Chabuca Sur se ampliará el método de Cono movible, método de fácil aplicación que tiene las siguientes pautas :

1. El yacimiento se divide en bloques de 40 m. de largo, 25 m. de ancho y 16 m. de altura.
2. Se valoriza los bloques correspondientes a las secciones longitudinales y transversales, determinando la contribución, es decir el valor del mineral menos el costo de minado.

Trans-Sub-Int-CHE-CHD-CH

El plan es el siguiente :

| Tonela je | 1er año | 2do año | 3er año | 4to año | 5to año | 6to año | 7mo año | 8avo año | 9no año | 10avo año |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| Mineral | - | 675,000 | 1,125,000 | 1,125,000 | 1,125,000 | 1,125,000 | 1,125,000 | 1,125,000 | 1,125,000 | 50,178 |
| Desmonte | 1,500,000 | 4,000,000 | 7,000,000 | 10,000,000 | 10,000,000 | 9,000,000 | 10,000,000 | 700,000 | - | - |

Plan del Equipo Prinoipal :

| 1er año | 2do año | 3er año | 4to año | 5to año | 6to año | 7mo año | 8avo año | 9no año | 10avo año |
|------------------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|----------|----------|-----------|
| 2 Waboo | 4 W | 6 W | 7 W | 7 W | 7 W | 2 W | 2 W | 2 W | 1 W |
| 1 Perfor.Byourls | 1PB | 1PB | 2PB | 2PB | 2PB | 1PB | 1PB | 1PB | 1PB |
| 1 Pala 6 yd | 1P/L 12y | 2P/L 12y, 6y | 2P/L 12y, 6y | 2P/L 12y, 6y | 2P/L 12y, 6y | 1P/L, 6y | 1P/L 6y | 1P/L 6y | 1P/L 6y |
| 1 Tráctor D 8 | 1 T/T D9 | 1 T/T D9 | 1 T/T D9 | 1 T/T D9 | 1 T/T | 1 T/T D8 | 1 T/T D8 | 1 T/T D8 | 1 T/T D8 |

3. Se aplica el Cono movable tanto a las secciones longitudinales como a las transversales, los bloques con ley menor al cut-off tienen valor igual al costo de desbroce, que es \$ 1.05/Ton, se suman valores de bloques que den contribución, como regla general todo cono positivo se extrae y todo lo que es negativo se deja. Al final se suman los valores de los conos que den contribución y se tiene un valor óptimo a cada sección.

El Tajo Chabuca Sur tiene el siguiente diseño:

Altura de banco - 16 m. en Desmote, en mineral según la potencia.
Talud final = 45º Striping 5.6/1
Ancho de rampa - 25 m. Ver plano VI y Anexo respectivo.

4.3.6 **EXPLORACION**

El yacimiento tienen forma de sinclinal, por lo tanto primero se extraerá el desmote consistente en microdioritas que son incompetentes y falladas; este sería almacenado en el primer botadero situado en la coordenada 44,300 N y 1,234,700 E quebrada en donde se almacenarán 1'000,000 Ton. y el 2do botadero se ubicará entre las coordenadas 440,300 N - 440,800 N y 1'234,5000 E - 1,234,500 E donde se almacenarán más de 15'000,000 Tons. Luego se ubicará otro 3er botadero al Sur del 2do, chequeando previamente con taladros diamantinos posibles presencia de mineral.

La primera parte de la operación es el pre-minado que consisten en remover la microdiorita hasta exponer suficiente cantidad de mineral para iniciar la explotación. El preminado se hará el 1er año paralelamente se desarrollarán carreteras al botadero y de tránsito a Arequipa.

4.3.6.1 PERFORACION Y VOLADURA

Se usarán perforadoras Bucyrus 45 R, los taladros serán de 18 m. con brocas de 11".

La malla de 6m. x 6m.

En voladura se empleará: ANFO, Booster, Cordón detonante, retardos, fulminante y guía.

El factor de potencia - 0.2 kg/Ton.

Al entrar a mineral la longitud de perforación y diámetro variarán según la potencia, debiendo usar track dill para aquellas potencias de cuerpo menor a 7 m.

La disponibilidad mecánica es 80%.

4.3.6.2 CARGUIO

En el carguío se emplearán palas de 6 yd³ en el primer años y luego de 12 yd³, estimando su eficiencia en 400 y 700 Ton/hora respectivamente. La disponibilidad Mecánica es 80%.

El uso de palas P/H programado se hará siempre y cuando el transporte de mineral se realice con camiones de Chabuca Sur a Planta, en caso de utilizar el túnel de transporte subterráneo, este se reduce a un 50%.

4.3.6.3 TRANSPORTE

El tajo está diseñado con una rampa principal que integra todos los niveles. El equipo a utilizar está compuesto de 02 Wabcos en el primer año, 4 en el segundo y 6 en el tercer año.

El rendimiento es 160 Ton/hora. La disponibilidad Mecánica es 70% la distancia de transporte media a Planta es 4.2 km.

El túnel subterráneo integral plantea evitar este transporte por superficie y realizarlo por subterráneo, por gravedad baja el mineral al nivel 3850. Las chimeneas son : Ver plano VI.

| | φ m. | LONGITUD m. | COORDENADAS | |
|----------------|------|-------------|-------------|-----------|
| R - 5 Vertical | 2 m. | 150 | 1'234,863 E | 440,935 N |
| R - 6 Vertical | 2 m. | 140 | 1'234,616 E | 440,948 N |
| R - 7 Vertical | 2 m. | 140 | 1'234,512 E | 440,177 N |

4.4 CHABUCAS

Chabuca es la denominación del área mineralizada que se halla al NW de Chabuca Este.

Este yacimiento en su prospección y exploración ha sido dividido en 70 secciones S-W mirando al W (00 a 69), distantes 12.5 m. una de otra.

Se han perforado 276 taladros verticales con un promedio de 58.63 m: 14,909.75 m (268 taladros) por Minero Perú y Cerro de Pasco, entre 1953-1980 1,272.98 m. (8 taladros) por Tintaya entre los años 1989 - 1990 yacen en Chabuca minerales sulfuros, mixtos y óxidos de los cuales sus mayores concentraciones están :

Sulfuros y mixtos en las secciones 51 al 69 próximo a Chabuca Este, sulfuros mixtos en las secciones 00 al 10 y 33 al 40.

Oxidos en las secciones 33 al 659 y en cuerpos aislados de menor tamaño entre las secciones 00 al 32.

La mineralización se encuentra en bloques aislados de skarn de diversa magnitud a manera de roof pendant producto del emplazamiento de intrusivos dioríticos y monzoníticos.

La mineralización de óxido es de malaquita y crisocola con presencia de cobre nativo y cuprita hacia la base de esta zona, la cual tiene un promedio de 80 m. de profundidad. En la zona de sulfuros predomina la calcopirita con menor de bornita y muy débil calcosita y covelita.

4.4.1 RESERVAS

Se han ubicado 285 bloques de mineral, de los cuales 260 corresponden a probada y 25 a probable :

| <u>Oxidos</u> | <u>Mixtos</u> | <u>Sulfuros</u> |
|---------------|---------------|-----------------|
| 7'199,000 TM | 583,788 TM | 2'836,883 TM |
| 2.21% CuT | 2.81% CuT | 2.08%Cut |
| 1.99% CuS | 0.85% CuS | -- |

De ellas la más interesantes y considerada para la explotación como parte del presente proyecto son los sulfuros cuyas reservas geológicas sobre un Cuf off de 1% se hacen en minables 2'520,346.29 TM con una ley promedio de 2% (cuadro N° 1).

4.4.2 METODO DE EXPLOTACION

El área económica del yacimiento está constituida por los cuerpos N°1, N°2 y N°3, dispuestas en forma aislada, siguen el rumbo N° 42° W, con un buzamiento casi perpendicular; sus dimensiones son como

| <u>Cuerpo</u> | <u>Longitud</u> | <u>Potencia</u> | <u>Profundidad</u> |
|---------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| N° 1 | 70 - 150 m. | 10 - 50 m. | 65 - 175 m. |
| N° 2 | 15 - 55 m. | 10 - 30 m. | 55 - 80 m. |
| N° 3 | 20 - 75 m. | 10 - 20 m. | 15 - 20 m. |

El mineral en skarn y la presencia de caliza y monzonita hace de Chabuca una zona de características mencionadas, permiten aplicar en las tres áreas el método selectivo Corte y Relleno Hidráulico.

4.4.3 DISEÑO DE CHABUCA

El yacimiento se divide en 3 niveles de explotación: N-4000, N-3930 y N-3850, siendo este el último el nivel o galería de transporte (unido a su correspondiente en Chabuca Este y Chabuca Sur); asimismo por cada cuerpo de explotación se tiene un echadero hacia el N-3850. Las galerías y los echaderos están comunicados a los blocks de explotación vía cruceros.

El rumbo de las galerías de acceso en los niveles de explotación se direccionó teniendo como referencia la proyección de la galería de transporte del N-3850 y los requerimientos técnicos de ubicación de los echaderos CH-8, CH-10
diámetro = 2 metros, Longitud de c/chimenea = 207 m.

4.4.4 PLAN DE PRODUCCION

Del plan integral de explotación de Chabuca Este, Chabuca Sur y de Chabuca, a esta última corresponde producir 1000 TM/día, la que se hará efectiva al desarrollarse la mina e iniciar el minado ascendente desde el N-3850 en el cuerpo N°1 del N-3930 en los cuerpos N° 2 y N°3, correspondiéndole al primero de los citados mayor proporción, como consecuencia de la disponibilidad de dos tajeos en producción y una en preparación.

Este plan sostenido de corto y mediano permitirá una producción de 345,000 TM de mineral de cobre y una vida de aproximadamente 7 años.

4.4.5 DIRECCIONAMIENTO Y DISEÑO DEL TUNEL DE TRANSPORTE

La ubicación del rumbo de la galería de transporte en el N-3850 fue originada por la proyección aproximada de los centros de gravedad de los blocks de mineral mostrados en los planos secciones, generados del cuadro N° 1 geológico-mineralógico de perforaciones diamantinas

La galería cruza puntos proyectados de bloques con mayor tonelaje de mineral y de mayor ley de Cu. y describe un rumbo aproximado de N 42°W, y una

longitud de 706 m. y cuya sección deberá ser de 4 x 4.5 m.

Para la posibilidad de utilizarse locomotoras o camiones de bajo perfil o fajas transportadoras.

Ubicación de las Chimeneas

| | | Coordenada | |
|-------------|--|------------|----|
| Chimenea 10 | | 400,962 | N |
| | | 1'234,715 | E |
| Chimenea 9 | | 441,783 | N |
| | | 1'243,724 | E |
| Chimenea 8 | | 441,649 | N |
| | | 1'234,810 | E. |

5.- TUNEL DE TRANSPORTE SUBTERRANEO INTEGRAL DE CHABUCAS

El tunel de transporte busca la producción de mineral de Chabuca Este, Chabuca Sur y Chabuca que en total son : 40,115,000 Ton con ley promedio de 2% Cu, 0.28 gr/Ton Au, 12 gr/Ton Ag.

Centralizando la extracción de mineral por un sólo nivel del tajo, y bajando los costos de transporte.

El nivel es el 3850, porque es el fondo del límite final del tajo, además está 80 m. debajo del fondo del límite final del tajo Chabuca Sur a 70 m. debajo del fondo de Chabuca y el 90% de Chabuca Este. Tener un sólo nivel de extracción, equipos y personal en sólo este nivel, dirigir el mineral de los tajeos de chimeneas y por gravedad centralizarlo en un ore pass situado en el 3850, disminuir los costos de chancado porque el mineral llegará

bien fracturado por caída hasta el nivel de transporte y se construirá una sola tolva en superficie para transporte y se construirá una sola tolva en superficie para transportar el mineral a Planta Concentradora con Wabcos.

5.1 ANALISIS DEL NIVEL DE TRANSPORTE EN CHABUCA ESTE

El nivel de transporte en el sector Chabuca Este, Nv 3850 será parte del desarrollo de este nivel, corriendo por la base Sur del cuerpo.

Los puntos de dirección túnel son los ore pass: R0, R1, R2, R3 y R4, que recolectan mineral de los tajeos de explotación de Chabuca Este cuya producción será de 4,000 TPD. Ver plano VII.

Se descarta la posibilidad de un transporte mediante isaje, pues se tiene el tajo que da acceso a superficie por galerías,

Se descarta la construcción de un nivel de transporte arriba del 3850 porque dejaríamos mineral y también descartamos construir el nivel debajo del 3850 porque el nivel último del límite final del tajo es 3835, por lo tanto hay 14 m. para construir una tolva de almacenamiento en superficie. Ver plano I

5.2 ANALISIS DEL NIVEL DE TRANSPORTE EN CHABUCA SUR

El nivel de transporte subterráneo en Chabuca Sur será por el nivel 3850 aproximadamente la galería es paralela al eje del sinclinal, aceptando el mineral del tajo Chabuca Sur.

Se tiene 3 chimeneas R5, R6, y R7, que evacuarán el mineral del tajo. ver plano VI.

Se descarta el transporte por superficie en Wabcos, el costo por tonelaje es menor en transporte subterráneo. Ve anexo 5.

La producción de este depósito estimado en 3,000 Ton/día se evacuará por 03 chimeneas al nivel 3850 desde el 3930 proporcionará un mineral chancado por la reducción en fragmentación al caer por gravedad. Además el ahorro de transporte será determinante, pues la distancia de acarreo es de los bancos de explotación a los echaderos de mineral, que es 150 m. Ver plano VII.

El desarrollo del tunel desde Chabuca Este hasta Chabuca Sur contribuye a la explotación de esta zona porque hay evidencias de la presencia de mineral.

5.3 ANALISIS DEL NIVEL DE TRANSPORTE EN CHABUCA

El nivel de transporte en Chabuca será por el nivel 3850 desarrollando el depósito Chabuca Este hacia el norte respectivamente, es sólo seguir la estructura.

Se proyecta evacuar el mineral por 03 echaderos 8, 9 y 10 que bajará el mineral roto de los tajeos hacia el tunel de transporte aprovechando la gravedad.

El cuerpo de Chabuca llega hasta el nivel 3850 por lo tanto, se explotará el mineral a partir de este nivel en forma ascendente. Ver plano II y III.

5.4 ANALISIS DEL NIVEL DE TRANSPORTE SUBTERRANEO INTEGRAL DE CHABUCAS

El nivel 3850 como base para abrir el túnel de transporte subterráneo integral de chabucas abarca la extracción del mineral producido por los depósitos Chabuca Este, Chabuca Sur y Chabuca, el total producido es 8,000 Ton/día.

La principal ventaja de integrar la producción es la centralización del transporte de Chabuca Sur y Chabuca a la producción de Chabuca.

Este con la siguiente optimización de costos y eficiencia en transporte, los yacimientos Chabuca Este y Chabuca profundizan hasta la costa 3850 y geoméricamente la bocamina del tunel proyectado en las coordenadas 1'236,200 E, 441,500 N, cota 3850, es la distancia más corta a la planta concentradora.

Para los depósitos Chabuca Este y Chabuca es imprescindible el tunel 3850 para los desarrollos y preparaciones.

La única desventaja es el tiempo que tardaría en construir 01 año aproximadamente, para poder sacar por este nivel el mineral de Chabuca Sur.

5.4.1 DETERMINACION DE LA LONGITUD Y UBICACION DEL TUNEL INTEGRAL DE TRANSPORTE DE CHABUCA 3850

El túnel se ubicó en la parte inferior de los depósitos Chabuca Sur y sus dimensiones son : Ver plano VII.

| | CHABUCA ESTE | CHABUCA SUR | CHABUCA | TOTAL |
|-------------------------------|-----------------|----------------|-----------|-------|
| Longitud m. | 1,205 | 1,225 | 706 | 3,136 |
| Puntos de refer. Chimeneas | R0,R1,R2,R3,R4 | R5,R6,R7 | R8,R9,R10 | |
| Rumbo | N080°E | 560°E | N 41° W | |

5.4.2 CONSTRUCCION DEL TUNEL NIVEL 3850

La construcción se hará por el sistema de contratos.
Lo equipos reequeridos son: ver plano IX

- Jumbo de 02 brazos hidráulicos
- Scoop de 3.5 yd³
- Camiones de bajo pérfil de 12 Tons.
- Equipos para shotcretear
- Ventiladores axiales de 20,000 cfu.

5.4.2.2 GEOMECANICA DEL TUNEL NIVEL 3850

Según la estabilidad del macizo rocoso cortado al abrir el nivel 4000 se puede inferir que :

- Es roca inestable el 50% del túnel = 1,518 m. y requiere sostenimiento con shotcrete o pernos.
- Es roca estable un 40% = 1,214 m. y no requiere sostenimiento.
- Es medianamente estable en 7% = 212 m. no requiere sostenimiento.

- Es crítico en 3% = 91 m. requiere shotcrete, malla y en casos necesarios arcos de acero o madera.

5.4.2.3 CRONOGRAMA DE CONSTRUCCION

Se estima un avance de 160 m./mes de tunel 4.5 m x 4 m. y el avance a Chabuca y Chabuca Sur se hará simultaneamente

CRONOGRAMA DE AVANCE DEL TUNEL DE SUPERFICIE AL OESTE, NIVEL 3850

| metros/mes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|
| Chabuca Este | 85 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | | | | | | | |
| Chabuca Sur | | | | | | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 165 | | | |
| Chabuca | | | | | | 160 | 160 | 160 | 160 | 66 | | | | | |

5.4.2.4 METOD DE EXCAVACION

La perforción que se utilice debe ser con taladros paralelos de 1 3.4" ϕ y un taladro central como arranque de 3 1/2 ϕ , con 3 m. de longitud.

La voladura será con el sistema de voladura controlada "recorte", en total un promedio de 52 taladros. El explosivo que se debe utilizar es dinamita de 65%. El factor de Potencia será = 0.5 kg/Ton.

Como accesorios de voladura, se debe emplear fanel o fulminate eléctrico de medio segundo, cordón detonante, guía de seguridad y fulminante N^o 6 para l inicio.

En los 500 m. al iniciar el tunel puede emplearse ANFO.

Para el transporte del material se emplearán scoop de 3.5 yd³ t dumper de 12 Ton. con cámaras de carguío cada 200 m.

5.5 VENTILACION

El sistema de ventilación debe ser impelente.

Se debe utilizar 3 ventiladores de 75 HP, 20,000 cfm y 3,000 R.P.M. en serie, para la longitud total del tunel.

La manga de ventilación debe ser de 28" ϕ y se coloca por el centro pegada al techo, esta irá en lo posible a 30 m. el frente.

El principio está basado en el consumo de 200 cfm por persona y 120 cfm (pies cúbico por minuto) por H.P Ver plano X.

6.- ALTERNATIVAS DE TRSSNPORTE

Para la extracción del mineral por el tunel 3850 hacia superficie desde los 11 "ore pass" de los depósitos Chabuca Este, Chabuca Sur y Chabuca se consideran arias alternativas que se comprarán en inversions, costo de operación y gastos financieros a una escala de 8,000 TPD. (4000 de Chabuca Este; 3,000 de Chabuca Sur y 1,000 de Chabuca).

6.1 TRANSPORTE POR RIELES

Por experiencia en numerosas minas tales como Cobriza, Casapalca, El teniente y otras, esta alternativa es la más viable, ya que existe el nivel 3850 de extracción a superficie.

El tunel tendrá las siguientes dimensiones

- Gradiente - 1/200 (hacia superficie)
- Longitud 3,036 m.
- Sección 4.5 x 4 m. (arco)

6.1.1 SELECCION DE LOCOMOTORAS, CARROS MINEROS Y CHUTES DE DESCARGA

6.1.1.1 DATOS

Carga por día = 8,000 Tons. por día
 De Chabuca Este = 260 Tons. por hora
 De Chabuca Sur = 110 Tons. por hora
 De Chabuca = 80 Tons. por hora

TOTAL = 450 Tons. por hora

Distancia de Chabuca Este a Bocamina = 1.3 Km.
 Distancia de Chabuca Sur a Bocamina = 2.3 Km.
 Distancia de Chabuca a Bocamina = 1.8 Km.
 Distancia Promedio a Bocamina = 1.6 Km.
 Velocidad Media = 10 km/hora

Ciclo de transporte:

Carguío = 10 minutos

Descarga - 5 minutos

Transporte = 0.32 hora

Ciclo total = 0.57 hora

Toneladas requeridas por viaje = 256

Peso de locomotora = 15 Tons.

Peso de 01 carro minero vacío = 14 Tons.

N° de carros a jalar por viaje = 10

Capacidad de cada carro = 30 Tons.

Peso de la riel = 60 lb/yarda

Trocha de las colleras = 42 pulgadas

6.1.1.2 VERIFICACION DE LA CAPACIDAD DE JALE DE LA LOCOMOTORA

Peso vacío de 10 carros = $14 \times 10 = 140$ Tons.

Peso cargado = $30 \times 10 + 140 = 440$ Tons.

Peso a transportar por viaje = 300 Tons.

6.1.1.3 CALCULO DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION (RT)

a) VACIO

Contra la pendiente (1/200)

Resistencia = 20 lb/Ton

$RT = 20 + 0.5 \times 20 = 30$ lb/Ton.

$RT \text{ Total} = 15 \times 30 + 140 \times 30 = 4,650$ lbs.

b) CARGADO

A favor de la pendiente (1/200)

$$RT = 20 - 0.5 \times 20 = 10 \text{ lb/Ton}$$

$$RT \text{ Total} = 15 \times 10 + 440 \times 10 = 4,550 \text{ lbs.}$$

Con el tiempo las rieles se hundan y pueden tener pendiente cero, en ese caso:

$$RT = 20 \text{ lb/Ton y } RT \text{ Total} = 8,950 \text{ lbs.}$$

6.1.1.4 CALCULO DEL ESFUERZO D ETRACCION DE LA LOCOMOTORA

$$30\% \text{ del peso} = 0.3 \times 2,000 \times 15 = 9,000 \text{ lbs.}$$

6.1.1.5 DETERMINACION DEL ESFUERZO PARA ACELERAR

15% del esfuerzo de tracción por lo menos $4,650/900 = 52\%$ pero cuando las rieles tienen pendiente cero: $8,950/9,000 = 99\%$ no hay esfuerzo para acelerar. Por tanto se vuelve a iterar y finalmente se deb adquirir una locomotora de 20 Tons. quedando un 25% del esfuerzo para acelerar.

6.1.1.6 EQUIPO SELECCIONADO

Se requiere 01 locomotoras eléctric a Trolly de 20 Tons. y motor de 250 HP, con 13 carros mineros de 30 Tons. de capacidad c/u para cumplir la producción de 8,000 Ton/día. En stand by deberá estar oto CONVOY similar.

Los carros serán tipo Gramby de descarga lateral, cajón de 2m. (ancho), 1.7 m. (alto), 4 m. (largo).

La trocha será de 42" y rieles de 60 lb/yarda.

El chute, elemento de carguío del carro por medio de la fuerza de gravedad será de fierro, con 02 compuertas, la primera tipo guillotina y la segunda de cadenas, accionadas por pistones hidráulicos, sus dimensiones serán de 2m, de largo x 1.5m. de alto.

Se requerirá 3,036 m. de Trolley.

6.2 TRANSPORTE POR FAJAS

El transporte por fajas es utilizado en minas como Cerro de Pasco y tiene las ventajas de bajo costo, alta eficiencia por transporte continuo y alta seguridad.

El sistema se instala en el túnel de extracción 3850, desde los depósitos Chabuca, Chabuca Sur y Chabuca Este empleándose 03 sistemas de fajas; 02 secundarias de CHS y CH y 01 principal desde CHE. Se complementará con chancadores primarios. La faja deja el mineral en superficie, un posterior estudio ampliaría el transporte por fajas hasta Planta Concentradora, la ventaja son los bajos costos de mantenimiento y el transporte continuo, la desventaja es la alta inversión inicial.

6.2.1 ASPECTOS TECNICOS DEL TRANSPORTE POR FAJAS

El transporte por fajas emplearía el túnel de Chabuca Este de 1,205 m. Chabuca Sur de 1,225 m. y de Chabuca 706 m.

La sección puede reducirse a 3m x 3m (AxH) con pendiente de 1/200.

Se empleará 03 fajas en Chabuca Sur que transporte 3,000 TPD, 2 en Chabuca de 1,000 TPD, las dos descargan a la principal en Chabuca Este que entrega el total de 8,000 TPD, empleándose aquí 03 fajas.

Chabuca Sur = 375 Ton/hora. En 08 horas

Chabuca = 125 Ton/hora. En 08 horas

Chabuca Este = 500 Ton/hora. En 16 horas

6.2.2. DISEÑO DE FAJAS

Utilizando las expresiones

$$B = \frac{Q}{vd \ 160}, \text{ m}$$

$$q = \frac{Q}{3.6 \ v}, \text{ kg/m.}$$

$$P_1 = 0.004 \ q \ L \ V + 0.015 \ qv, \text{ HP}$$

$$P_2 = Q (0.00016L + 0.001), \text{ HP}$$

donde:

B = ancho faja m.

Q = Ton/hora

V = velocidad m/seg

d = Densidad Ton/m³

q = Carga en Kg/m.

P = Potencia instalada, HP

P₁ = Potencia para arrastrar la faja vacía, HP

P₂ = Potencia para arrastrar el mineral, HP

| | $\frac{Q_{\text{Ton}}}{\text{Hora}}$ | $\frac{v_{\text{m}}}{\text{seg}}$ | $\frac{d_{\text{Ton}}}{\text{m}^3}$ | B m | Long. m. | Potencia Instal. HP | q $\frac{\text{kg}}{\text{m}}$ |
|----------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----|--------------------|---------------------|--------------------------------|
| CH. ESTE | 500 | 1.2 | 1.8 | 1.2 | 1,200 (4 fajas) | 800 (4 motores) | 116 |
| CH. SUR | 375 | 1.0 | 1.8 | 1.2 | 1,200 (4 fajas) | 600 (4 motores) | 104 |
| CHABUCA | 125 | 1.0 | 1.8 | 0.8 | 900 (3 fajas) | 150 (3 motores) | 35 |

6.2.3 EQUIPO

El transporte por faja requiere de:

CHABUCA ESTE:

4 fajas de 600 m x 1.2 m de ancho

4 motores con 200 HP c/u

5 alimentadores en los 05 echaderos de mineral

5 chancadores de quijadas 40" x 48"

potencia de chancadora 125 kw

5 tolvas de mineral Ton.

5 tolvines de mineral chancado de 15 Ton.

CHABUCA SUR:

- 4 fajas de 600 m x 1.2 m
- 4 motores con 150 HP c/u
- 5 alimentadores en los 03 echaderos de mineral
- 5 chancadores de quijadas 40" x 48"
potencia de chancadora 125 kw
- 3 tolvas de mineral 100 Ton.
- 3 tolvinos de mineral chancado de 15 Ton.

CHABUCA:

- 3 fajas de 600 m x 0.8 m
- 3 motores con 50 HP c/u
- 3 alimentadores en los 03 echaderos de mineral
- 3 chancadores de quijadas 40" x 48"
potencia de chancadora 125 kw
- 3 tolvas de mineral 100 Ton.
- 3 tolvinos de mineral chancado de 15 Ton.

6.3 CAMIONES**6.3.1 ASPECTOS TECNICOS DEL TRANSPORTE POR CAMION**

El túnel de transporte integral, nivel 3850 tendría la misma longitud:

Chabuca Sur 945 m. con sección 4.5 x 4 (AxH) y 180 m. con sección 8 x 4 (A x H) para cruce de camiones.

Chabuca Este 1,025 m. con sección 4.5 x 180 (AxH) y 180 m. con sección 8 x 4 (A x H)

Chabuca 661 m. con sección 4.5 x 4 (AxH) y 45 m. con sección 8 x 4 (A x H)

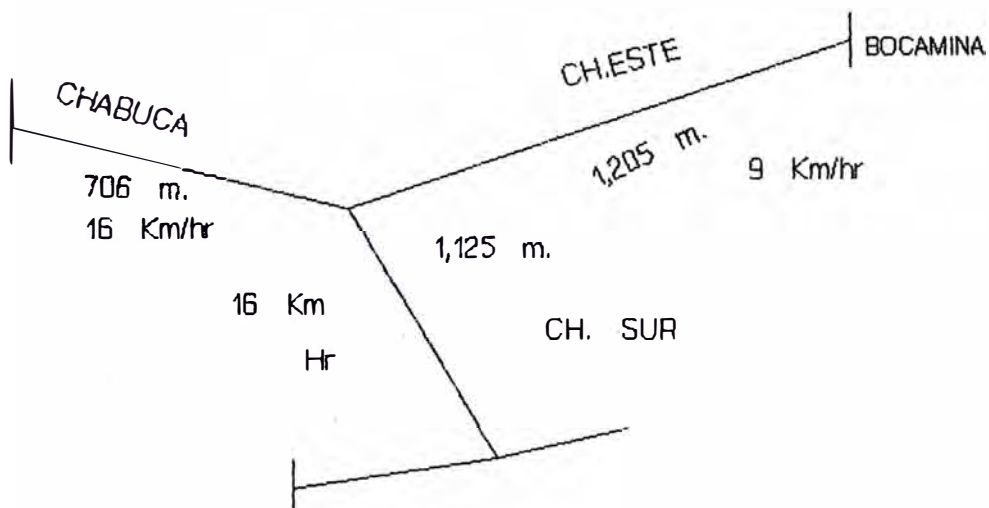
La pendiente podría incrementarse a 10% en Chabuca Sur para disminuir la altura de las chimeneas, en Chabuca Este podría ser -10% para ganar altura y tener accesibilidad a las reservas que están debajo del nivel 3850 y en Chabuca, podría continuar con pendiente 1/200 si no hay posibilidad de encontrar mineral en profundidad.

El carguío de los caminos se realizará por tolvas o chutes situados en las 11 ore pass (5 en Chabuca Este, 3 en Chabucas Sur y 3 en Chabuca).

La ventaja de transporte en camiones es la versatilidad y la posibilidad de profundizar el nivel 3850. La desventaja son los altos costos de mantenimiento y reparación.

6.3.1.1 SELECCION DE CAMIONES

Seleccionando camiones Diesel de 23 Tons. o 11.5 m³ y su capacidad de trabajo es 9.2 m³.



CALCULO DEL NUMERO DE CAMIONES

| | TPD | m ³ /hora (rotos) | Ciclo Total (min) | m ³ /hora de 1 camión | N°viaje hora | N° camiones |
|---------|-------|---------------------------------|----------------------|-------------------------------------|-----------------|----------------|
| CH.ESTE | 4,000 | 86.7 | 23 | 20 | 4.4 | 5 |
| CH.SUR | 3,000 | 65.0 | 31.2 | 15.0 | 4.4 | 5 |
| CHABUCA | 1,000 | 21.7 | 29 | 16.0 | 1.4 | 2 |

CICLO DE TRANSPORTE (mín):

| CHABUCA ESTE | CHABUCA SUR | CHABUCA |
|---------------------------|----------------|------------|
| Carguío = 3 | 3 | 3 |
| Transporte cargado = 8 | 4.2 + 8 = 12.2 | 3 + 8 = 11 |
| Descarga = 3 | 3 | 3 |
| Transporte vacio = 7 | 11 | 10 |
| Tiempo esperas = <u>2</u> | <u>2</u> | <u>2</u> |
| 23.0 | 31.2 | 29.0 |

Se requiere 12 camiones en operación y 6 en stand by, en total 18 de 23 Tons c/u. La dimensión del camión será 3m x 2.54 m. (Ancho x Alto) de 277 HP.

6.3.2. EQUIPOS

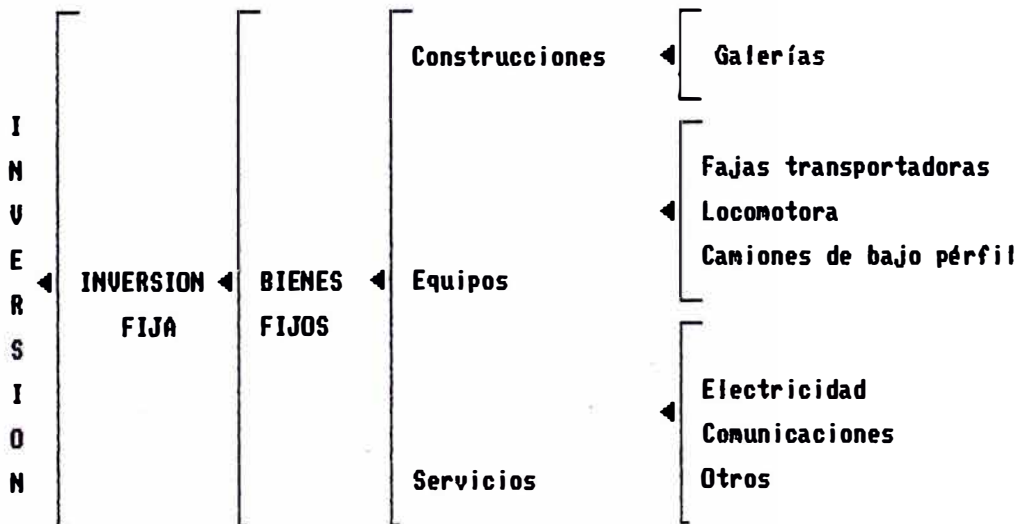
Adicional a los camiones se necesitarán ventiladores, mangas de ventilación, motoniveladora e instalaciones electricas.

| CANTIDAD | |
|--------------------------------|---------------|
| - Camiones 23 Ton. 277 HP | 18 |
| - Ventiladores 100,000 cfm c/u | 5 |
| - Mangas de ventilación 36" | 3,000 metros. |

Como una conclusión a que se arribaría luego del análisis técnico de las 3 opciones planteadas, es el hecho que las fajas transportadoras es desestimada como técnicamente viable, en razón de que la ubicación relativa de cada uno de los cuerpos económicos demandaría tener chancadoras **como echaderos que el diseño de las unidades productivas plantea. En tal sentido, se posibilita el análisis económico-financiero de la alternativas camiones versus locomotoras.

7. INVERSIONES

En el presente estudio del planteamiento de alternativas de características similares, la estructura básica de inversión optada consiste en tal como se presenta en el siguiente esquema:



En el tratamiento de determinación de montos de inversión por alternativa, mostrada en el cuadro N° 1, se trata de identificar por cada futura unidad productiva, considerando la construcción de galerías separadas y los equipos conjucionado con sus correspondientes servicios.

De las tres alternativas de equipod que figuran en el cuadro de estructura de inversiones, el de fajas transportadoras ha sido desechada por cuestiones técnicas, por lo que en este capítulo económico no se le considera.

7.1 INVERSION EN LABORES MINERAS

La inversión básica en la construcción de galerías en función de las características técnicas que cada alternativa demanda.

7.1.1. INVERSION EN LABOR DE TRANSPORTE POR LOCOMOTORA

El desarrollo de galerías de 4.5 x 4 m. En Chyabuca Este 1205 m, en Chabuca Sur -1250 m. y en Chabuca 706 m. demanda una inversión de US \$ 2'901,798 resultante de (Sección m² x factor x valor \$ por metro lineal de

$$\text{avance) } 4 \times 4.5 \text{ m}^2 \times 0.85 \times 60 \frac{\text{m}^2}{\text{m}^2} \times \underline{\$} \times 3161$$

7.1.2. INVERSION EN LABOR DE TRANSPORTE DE CAMIONES

La construcción de lagalería para camiones de bajo perfil requiere en las tres unidades de producción además de las de sección 4 x 4.5 m², tramos de 8 x 4 m², es así de cada tipo se desarrollará en Chabuca

Este 1025 m. y 180 m., en Chabuca Sur 945 m. y 180 m., y Chabuca 661 m. y 45 m. El monto estimado a invertir será de US \$ 3'396,978 como resultado de la suma de: $4 \times 4.5 \text{ m}^2 \times 0.85 \times 60 \text{ \$/m}^2 \times 2631$ y $8 \times 4 \text{ m}^2 \times 0.85 \times 60 \text{ \$/m}^2 \times 405$

7.2 INVERSION EN EQUIPOS E INSTALACIONES

Tal como se ha mencionado en uno de los párrafos de inicio del presente capítulo las inversiones en equipos está asociada a sus servicios y se muestra en cuadro N° 1 su composición por cada unidad productiva.

7.2.1. INVERSION EN LOCOMOTORAS

La inversión en las locomotoras equipos complementarios y servicios se asume como un todo de la alternativa; el monto correspondiente en calidad de estimativo es de US \$ 1'643,500 y su asignación por elementos se muestra en el cuadro N° 1.

7.2.2. INVERSION EN CAMIONES

Así como en la alternativa anterior, ésta también incluye en su inversión sus elementos complementarios y servicios, cuyo estimado alrededor de US \$ 3'429,500 como inversión inicial y US \$ 342,950 (10% de la inversión inicial) como inversión de reposición.

Debe tenerse presente que 10 camiones operarán y 2 son de reemplazo en los primeros 10 años del proyecto, de los cuales 4 camiones con reposición operarán en los últimos tramos del proyecto.

8. COSTOS OPERATIVOS

Una vez determinadas las alternativas, se estimó los costos operativos del equipo principal, sus elementos complementarios y servicios. Los componentes considerados como parte de estos costos son: Mantenimiento-reparación, combustibles, lubricantes, filtros, neumáticos y otros. El resumen de ellos se muestra en el cuadro N° 2 diferenciados por alternativas A (camiones) y B (locomotoras).

8.1 COSTOS OPERATIVOS DE LOCOMOTORAS

Los costos operativos de esta alternativa está compuesta por los correspondientes a una locomotora, sus carros mineros y otros complementarios, que en suma asciende a US \$ 306,305 anuales.

8.2 COSTOS OPERATIVOS DE CAMIONES

Esta alternativa compuesta por camiones, motoniveladora y otros elementos complementarios que permiten la operación tienen un costo operativo estimado de US \$ 1'231,181 anuales (10 camiones) en los primeros 10 años y US \$ 556,858 (4 camiones) para los 4 últimos años del proyecto.

CUADRO Nº 1

INVERSIONES

| ITEM | CHABUCA ESTE | | CHABUCA SUR | | CHABUCA | | TOTAL |
|----------|---|-----------|---|-----------|---|---------|-----------|
| CAMIONES | 1025m. de 4.5x4m. y 180m. de 8x4m. | 1,528,470 | 945 m.de 4.5x4m y 180m. de 8x4m. | 1,161,270 | 661m. de 4.5x4m y 45m. de 8x4m. | 680,238 | 3,269,978 |
| LOCOMOT. | 1205 m. de 4.5 x 4 m. | 1,106,190 | 1250 m. de 4.5 x 4 | 1,147,500 | 706 m. de 4.5 x 4 m. | 648,108 | 2,901,798 |
| | - 5 camiones de 23 Tn de 277 HP. y 3 x 2.54 m (A x h). | 1,250,000 | 5 camiones de 23 ton. de 277 HP y 3 x 2.54 m (A x h). | 1,250,000 | - 2 camiones de 23 ton. de 277 HP y 3 x 2.54 m. (a x h). | 500,000 | |
| | - 1 motoniveladora CAT - 120 HP. | 148,000 | - 2 ventiladores de 100,000 cfm o/u | 100,000 | - 1 ventilador de 100 cfm. | 50,000 | |
| | - 2 ventiladores de 100,000 cfm o/u | 100,000 | - 1125 m. de manguas de ventil. de 36". | 24,000 | - 706 m. de manguas de ventilación de 36". | 15,000 | |
| | - 1205 m. de manguas de ventil. de 36". | 25,000 | | | | | |
| | - 4 chutes de hierro de 2 compuertas : guillotina y de cadenas, accionados por pistones hidráulicos de 2 x 1.5 m. (L x h). | 10,000 | - 4 chutes de hierro de 2 compuertas : guillotina y de cadenas, accionados por pistones hidráulicos de 2 x 1.5 m. (L x h). | 10,000 | - 3 chutes de hierro de 2 compuertas : guillotina y de cadenas, accionados por pistones hidráulicos de 2 x 1.5 m. (L x h). | 7,500 | |
| | - Reparación. | 342,950 | | | | | |
| | | 1,875,950 | | 1,324,000 | | 572,500 | 3,772,450 |
| | - 2 locomotoras eléctricas a Trolley de 20 Tn o/u, motor 250 HP | 400,000 | | | | | |
| | 26 carros mineros de 30 Tn o/u, tipo Gramby de descarga lateral de 2 x 4 x 1.7 m. | 650,000 | Idem | | Idem | | |
| | - Rieles de 60 lb/yd. | 450,000 | | | | | |
| | - 3036 m. de Trolley. | 16,000 | | | | | |
| | - 4 chutes de hierro de 2 compuertas : guillotina y de cadenas, accionados por pistones hidráulicos de 2 x 1.5 m. (L x h). | 10,000 | - 4 chutes de hierro de 2 compuertas : guillotina y de cadenas, accionados por pistones hidráulicos de 2 x 1.5 m. (L x h). | 10,000 | - 3 chutes de hierro de 2 compuertas : guillotina y de cadenas, accionados por pistones hidráulicos de 2 x 1.5 m. (L x h). | 7,500 | |
| | Otros | 100,000 | | | | | |
| | | 1,626,000 | | 10,000 | | 7,500 | 1,643,500 |

9. EVALUACION ECONOMICA-FINANCIERA

Luego del análisis técnico de las alternativas de medios de transporte desestmó la opción de fajas transportadoras, es necesario hacer la evaluación económica-financiera de las alternativas camiones y locomotoras consideradas técnicamente viables, para la toma de decisión de adquisición e implementación concordante al objetivo del proyecto de transporte subterráneo integral de Chabucas.

Para casos similares al presente estudio, la evaluación económica-financiera que suele realizarse, es mediante los indicadores denominados Costo Equivalente Anual y/o Valor Presente del flujo de aplicaciones (inversiones) y egresos (costos operativos) que demanda cada alternativa (equipos) en su ciclo de vida económica al servicio de los proyectos en su horizonte productivo.

En consecuencia, en concordancia con el análisis técnico (horizonte de vida del proyecto: Chabuca Este 14 años, Chabuca Sur 10 años, Chabuca 7 años y vida económica de camiones, locomotoras 25 años), el flujograma de aplicaciones y egresos se estima en 14 años.

Este espacio de tiempo contempla inversiones iniciales (IL, C, TL, L) y de reposición (IR), costos operativos (C.op.c, C.op.L) y valor residual de los equipos (VR.C, VR.L, calculados en base a tasas fijas de depreciación para camiones 15% para los primeros 10 años y 20% para los siguientes 4 años, para locomotora 15% en el ciclo de servicios), tal como se muestra el cuadro N° 2.

9.1 INDICADORES: COSTO EQUIVALENTE ANUAL (CEA) Y VALOR PRESENTE (VP) DE ALTERNATIVAS

Adicional a las informaciones ya citadas en acápite anteriores, es importante para la evaluación económica-financiera mediante el CEA y VP de las alternativas, la tasa de descuento o costo de capital requerida por la inversión, la que para los próximos cálculos se estima en 15% (Involcra riesgos)

Con los mencionados indicadores estableceremos comparaciones decisorias de las alternativas. Es así el CEA nos permitiría visualizar cual de las inversiones, en camiones o locomotoras, tiene la serie más baja de costo equivalentes anuales a la tasa mínima requerida de rendimiento; el VP a su vez nos mostrará cual de las opciones tiene el menor valor presente de los costos (de propiedad y de operación) en el proyecto. De ellos concluiremos que el medio de transporte a elegir es aquel que tiene el menor CEA y VP de flujos.

De las informaciones y datos que se plasman en los flujogramas mostrados en el cuadro N° el proceso de cálculo se formula como:

$$\text{CEA Camión} = [I_1 + I_R \text{FSA}^{15}_{10} - VR] \text{FRC}^{14}_{15} + VR \times L + [C.\text{op.}1 \times \text{FAS}^{15}_{10} + C.\text{op.}2 \times \text{FAS}^{15}_4 \times \text{FSA}^{15}_{10}] \text{FRC}^{15}_{14}$$

$$\text{CEA Locomotoras} = [I_1 - VR] \text{FRC}^{15}_{14} + VR \times L + C.\text{op.}$$

$$\text{VP Camión} = I_1 + C.\text{op.}1 \times \text{FAS}^{15}_{10} + I_R \times \text{FSA}^{15}_{10} + C.\text{op.}2 \times \text{FAS}^{15}_{10} - VR \times \text{FSA}^{15}_{14}$$

CUADRO N° 2

INFORMACIONES , DATOS Y CALCULO DE CEA Y VP DE ALTERNATIVAS

| ALTERNATIVA | INVERSIONES | EQUIPOS | C O S T O O P E R A T I V O | | TASA | VIDA ECON. AÑOS | VR | CEA | VP |
|-------------|------------------------|-------------------------------------|--|--------------|------|-----------------------|------------------------|-----------|-----------|
| | | | Horario (16hr) | Anual (3452) | | | | | |
| CAMION | INICIAL : 3,429,500 | CAMIONES Motonivelad OTROS | 20.36 x 10 = 203.6 17.44 x 1 = 17.44 2.00 x 1 = 2.00 | 1,231,181 | 15% | 10 | 1 depr. 15% 675,181 | 1,738,329 | 6,597,826 |
| | REPOSICION 342,950 | PARTES Y Elementos DE EQUIPOS | 20.36 x 10 = 203.6 17.44 x 1 = 17.44 2.00 x 1 = 2.00 | 556,858 | | | 1 depr. 20% 417,026 | | |
| LOCOMOTORA | INICIAL 1,643,500 | LOCOMOTOR Carros MIner. Otros | 21.76 x 2 = 43.52 0.69 x 13 = 8.97 3.00 x 1 = 3.00 | 306,305 | 15% | 25 | 168,902 | 589,235 | 3,373,065 |

$$CEA Camión = 3,429,500 + 342,950 FSA - 417,026 FRC + 417,026 \times 0.15 + 1,231,181 FAS + 556,858 FAS \times FAS \quad FRC$$

$$CEA Loomotora = 1,643,500 - 168,902 \times 0.15 + 306,305$$

$$VP Camión = 3,429,500 + 1,231,181 FAS + 342,950 FSA + 556,858 FAS \times FSA - 417,026 FSA$$

$$VP Loomotora = 1,643,500 + 306,305 fas - 168,902 FSA$$

$$\text{VP Camión} = I_1 + C.\text{op}1 \times \text{FAS}^{15}_{10} + \text{IR} \times \text{FSA}^{15}_{10} + \\ C.\text{op}.2 \times \text{FAS}^{15}_{10} \times \text{FSA}^{15}_{10} - \text{VR} \times \text{FSA}^{15}_{14}$$

$$\text{VP Locomotora} = I_1 + C.\text{op}\text{FAS}^{15}_{14} - \text{VR} \times \text{FSA}^{15}_{14}$$

de donde, reemplazando valores, se obtienen:

$$\text{CEA Camión} = \text{US } \$ 1'738,329$$

$$\text{CEA Locomotora} = \text{US } \$ 589,235$$

$$\text{VP Camión} = \text{US } \$ 6'597,826$$

$$\text{VP Locomotora} = \text{US } \$ 3'373,065$$

De los resultados se genera la comparación de las alternativas camión vs. locomotoras:

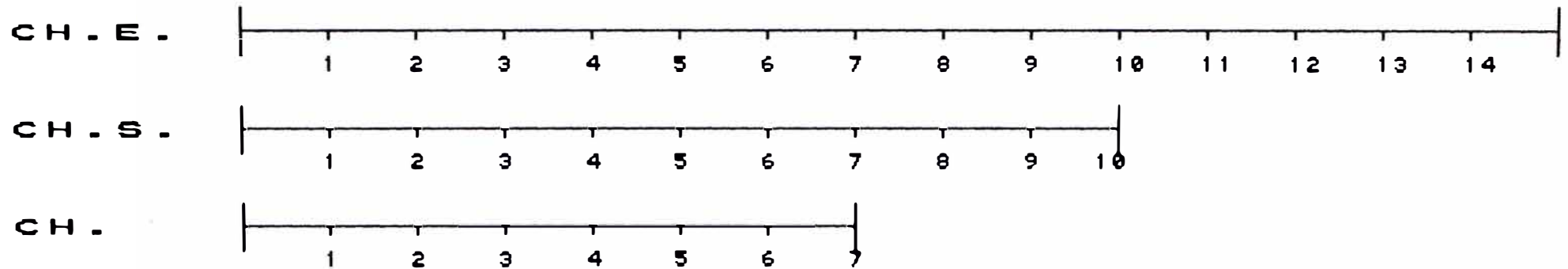
$$\text{CEA Camión} > \text{CEA locomotora}$$

$$\text{VP Camión} > \text{VP locomotora}$$

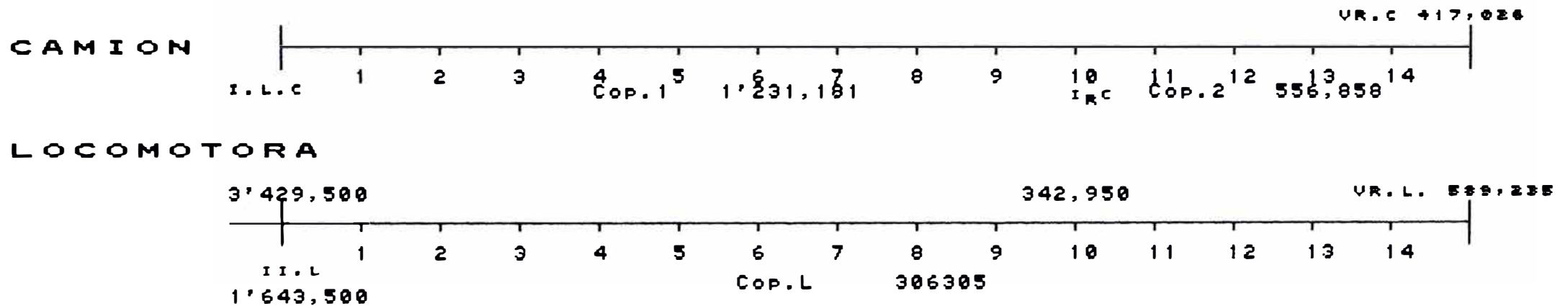
de las cuales se concluye que los CEA y VP de locomotoras es menor con respecto a camiones, por lo que la decisión recomendable como mejor medio de transporte técnico-económico para el Proyecto Subterráneo Integral de Chabucas, es la alternativa uso de locomotoras.

CUADRO N° 3

HORIZONTE DE VIDA DE PROYECTOS



FLUJOGRAMA DE APLICACIONES Y EGRESOS



I.L.C. = Inversión Inicial de camiones

IRC = Inversión de Reposición

Cop1 = Costo operativo anual de camiones con adición de reposición

Cop2 = Costo operativo de camiones con adición de reposición

IT.L = Inversión Inicial de Locomotoras.

VR.C = Valor residual de camiones

Cop.L. = Costo operativo

VR.L = Valor residual de locomotoras

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El Proyecto Transporte Subterráneo Integral de Chabucas, se funda en la posibilidad de explotar simultáneamente las 3 futuras áreas productivas: Chabuca Este (4000 TMD), Chabuca Sur (3,000 TMD) y Chabuca (1000 TMD):
2. El nivel de transporte elegido técnicamente es el N-3850, hacia donde se derivará el mineral roto de las niveles superiores vía 11 echaderos, ubicados: 5 en Chabuca Este, 3 en Chabuca Sur y 3 en Chabuca.
3. De las opciones transporte por camiones, locomotoras y fajas transportadoras; éste último ha sido desestimado en la etapa del análisis técnico, por ser inviable por la ubicación relativa de los cuerpos económicos.
4. La decisión de elección del mejor medio de transporte que logre los objetivos del proyecto, es el uso de locomotoras, dado que es:
 - Técnicamente viable, similar al de camiones.
 - Económica-financiera de menor Costo Equivalente Anual (CEA) y Valor Presente (VP) de las aplicaciones (inversiones) y egresos (costo operativos anuales), que la alternativa camiones.
5. Para una conjugación de viabilidad técnico-económica entre los métodos de explotación seleccionados y plan de producción para cada futura área productiva: Chabuca Este 4000 TMD, Chabuca Sur (3000 TMD) y Chabuca 1000 TMD, con

el objetivo del Proyecto Transporte Subterráneo Integral de Chabucas, es recomendable desarrollar y preparar previamente y simultáneamente las 3 unidades, las que desde luego demandará una alta inversión.

6. Dado que la vida económica de la alternativa seleccionada se estima en 25 años, se recomienda que paralelamente se debe realizar campaña adicional de exploración en las adyacentes, para así ampliar los horizontes de vida de los proyectos involucrados, y propender la utilización económica de la locomotora.

ANEXO 1

METODO DE EXPLOTACION - CHABUCA ESTE

1.- GEOLOGIA

Mineral : bornita, chalcopirita

Skarn mineralizado disminuyendo los valores hacia las cajas.

Predominancia de la dirección de fallas al NW-SE.

Roca Skarn Tipo I, con índice geomecánico = 9. en promedio, que permite abrir cavernas de 20 m., dejando pilares de 1 m. de espesor a las cajas.

Los block cubicados del nivel 4000 tienen un promedio las siguientes dimensiones :

alto : 30 m. ancho (E-W) : 25 m.

Potencia : 20 m.

Se ubicó 3'208,437 TM con 2.15 % Cu.

y sólo son 329,500 TM con 3.59 % Cu.

Los costos actuales son de \$ 30 TM que correspondía a una Ley de Corte de 2.24 % Cu. que limita el mineral y estéril para los actuales precios de Cobre.

II. DISEÑO DE MINA

Se aplicará un método masivo adecuado a los blocks de mineral existentes encima del 4,000. El método es el Block Caving, inducido con perforación larga con limpieza mecanizada con Scoop y en retroceso.

Ver ilustraciones adjuntas.

III. EQUIPO

Perforación : Simba 251 de 2 1/2" ⚡

Carguío : Scoop de 6 yd³

Transporte : Camiones de 25 TM.

IV. PERFORACION - VOLADURA

Cálculo del Burden.

Método Langerfors, válido sólo para perforación radial.

$$B_{\max} = \frac{D}{25} \left(\frac{de * PRP}{C * f * S/B} \right)^{1/2}$$

$$B_{\max} = \frac{63.65}{25} \left(\frac{0.9 + 0.87}{0.7 * 0.85 * 1.35} \right)^{1/2} = 2.54 \text{ m.}$$

$$B_{\text{urden}_{\max}} = 2.54 \text{ m.}$$

$$B_{\text{urden}_{\text{práct.}}} = B_{\max} - (A + C)$$

A = error de empare, 10 cm. para perforación radial.

C = error de alineación, 2 % de desviación por m. en 20 m. = 0.4 m.

$$B_{\text{Práct.}} = 2.54 - (0.1 + 0.4) = 2 \text{ m.}$$

$$B_{\text{urden}_{\text{práct.}}} = 2 \text{ m.}$$

D = diámetro de perforación (m.m.)

E = Constante de roca. cantidad de explosivo necesario para romper 1 m³ de roca (c = 0.7).

f = factor de fijación de taladros

Vertical f = 1

Inclinados 3:2 f = 0.9

inclinados 2:1 f = 0.85

S/B = Relación espaciamento/burden, en perforación radial S/B = 1.35

de = densidad de carga (gr/cr)

PRP = Potencia relativa en peso.
(Anfo = 0.87)

V. COSTO

Preparación

Sección = 4 x 3.5 m.

1 crucero en mineral = 16 m.

1 galería en preparación = 25 m.

Costo por m² = \$ 80

Costo preparación

\$39.360

Explotación

| | | | | |
|-----------------------|----------------------------|--------------------------|----------------|----------|
| 1. | Preparar Cara libre.- | | | |
| | Longitud cargada = | 1,077 m. | | |
| | Nº taladros | = 80 | | |
| | ANFO | = 2,838 Kg | \$ 1.703 | |
| | Fanel | = 80 m. | 99 | |
| CD (Cordón Detonante) | = | 75 m. | 10 | |
| Guía | = | 10 m. | 1 | |
| | | | | \$1.813 |
| | | | | ----- |
| 2. | Perforación Cara libre.- | | | |
| | \$ 14 a 1,539 | | | \$21.546 |
| 3. | Voladura de abanicos (6).- | | | |
| | Nº Taladros = | 26 | | |
| | ANFO = 1,026 Kg. | = 1,026 Kg | \$616 | |
| | Fanel | = 26 u. | 32 | |
| | CD | = 10 m. | 2 | |
| | Guía | = 3 m. | 1 | |
| | | | | ----- |
| | | | | 651*6 \$ |
| | | | | 3.906 |
| 4. | Perforación de abanicos.- | | | |
| (*) | \$ 14 x 511 m. | = 7.154 * 6 abanicos | | \$42.924 |
| 5. | Transporte.- | | | |
| | Volumen = 25 x 30 x 18 | = (13,500 m ³ | | |
| | TM | = 40,500 | | |
| | Costo/Hr Scoop | = \$95 | | |
| | Costo Dumper | = \$51 | | |
| | Eficiencia Promedio | = 120 TM/hr. | | |
| | Espojamiento | = 30 % | | |
| | 40.500 | | | |
| | ----- * 1.3 (95 + 51) = | | | \$64.057 |

cajas.

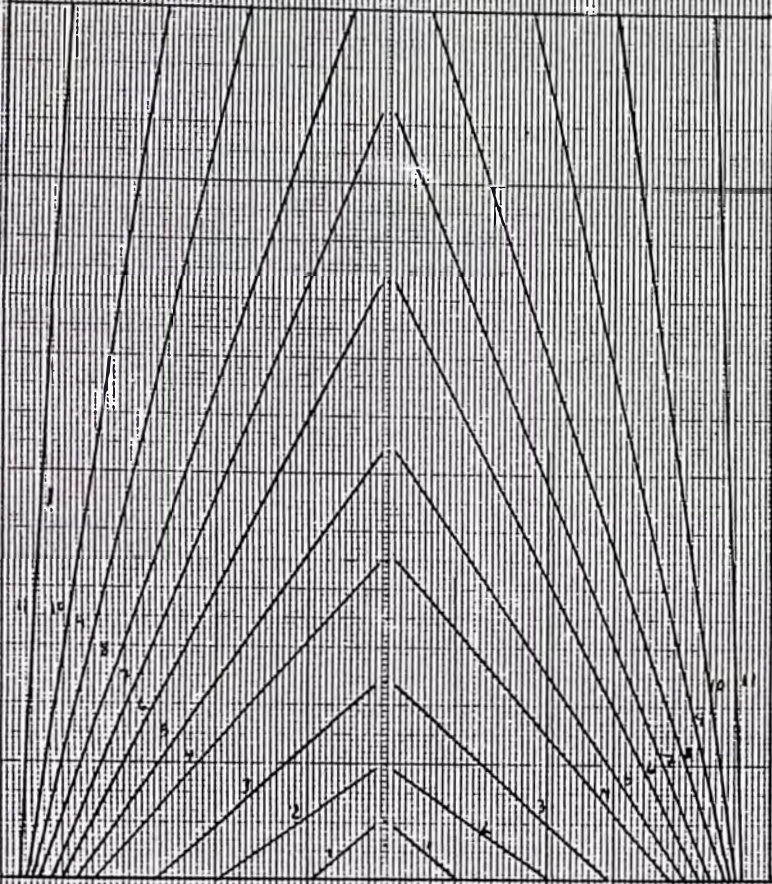
Los rípios provenientes de los taladros serán analizados constantemente para evitar romper estéril.

Seguir secciones del Nivel 4000, el 80% de todas tienen formas similares a las presentadas.

Con este tipo de explotación se trabaja en las Minas: Raúl, Santander (se trabajó) y en Chile

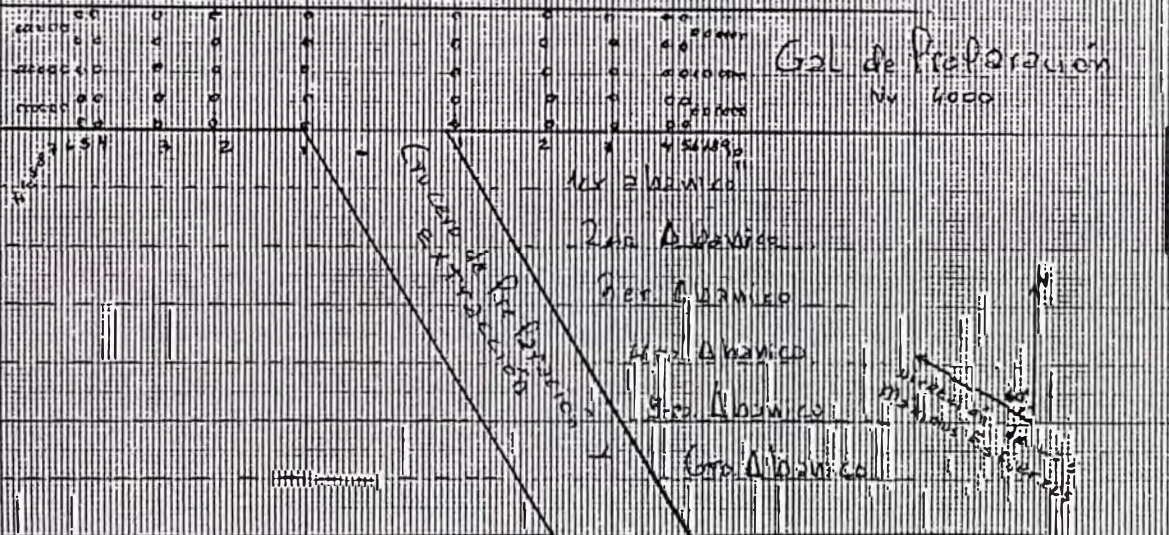
Perforación Para Camp Libre (Corte U222)

escala 1 cm = 2 m



| Tal | Long (Tal(m)) | N Tal | Long (Tal) |
|------------------|---------------|-----------|------------------|
| 1 | 2.80 | 10 | 2.00 |
| 2 | 6.40 | 10 | 6.50 |
| 3 | 9.80 | 10 | 6.80 |
| 4 | 14.00 | 10 | 9.80 |
| 5 | 22.80 | 10 | 12.00 |
| 6 | 22.80 | 6 | 16.00 |
| 7 | 28.00 | 6 | 19.00 |
| 8 | 21.40 | 6 | 22.00 |
| 9 | 30.60 | 6 | 21.40 |
| 10 | 30.00 | 6 | 21.00 |
| 11 | 30.00 | 6 | 21.00 |
| 1538.30 m | | 80 | 1087.00 m |

Vista Elevación



Escala 1:1000 (actual)

Vista Planitud

VISTO SECCIÓN

1 cm = 2 m

MINERAL

CALIA PISO

PILAR EN EL CENTRO DE LA CALIA

CARA LIBRE

1er. O BANCOS

2do O BANCOS

3er. O BANCOS

4to

5to

6to

SECCION DE LA CALIA EN EL CENTRO DE LA CALIA

Gal. de Preparación

CRUCE RO

Gal. de Agua (a TUAL)

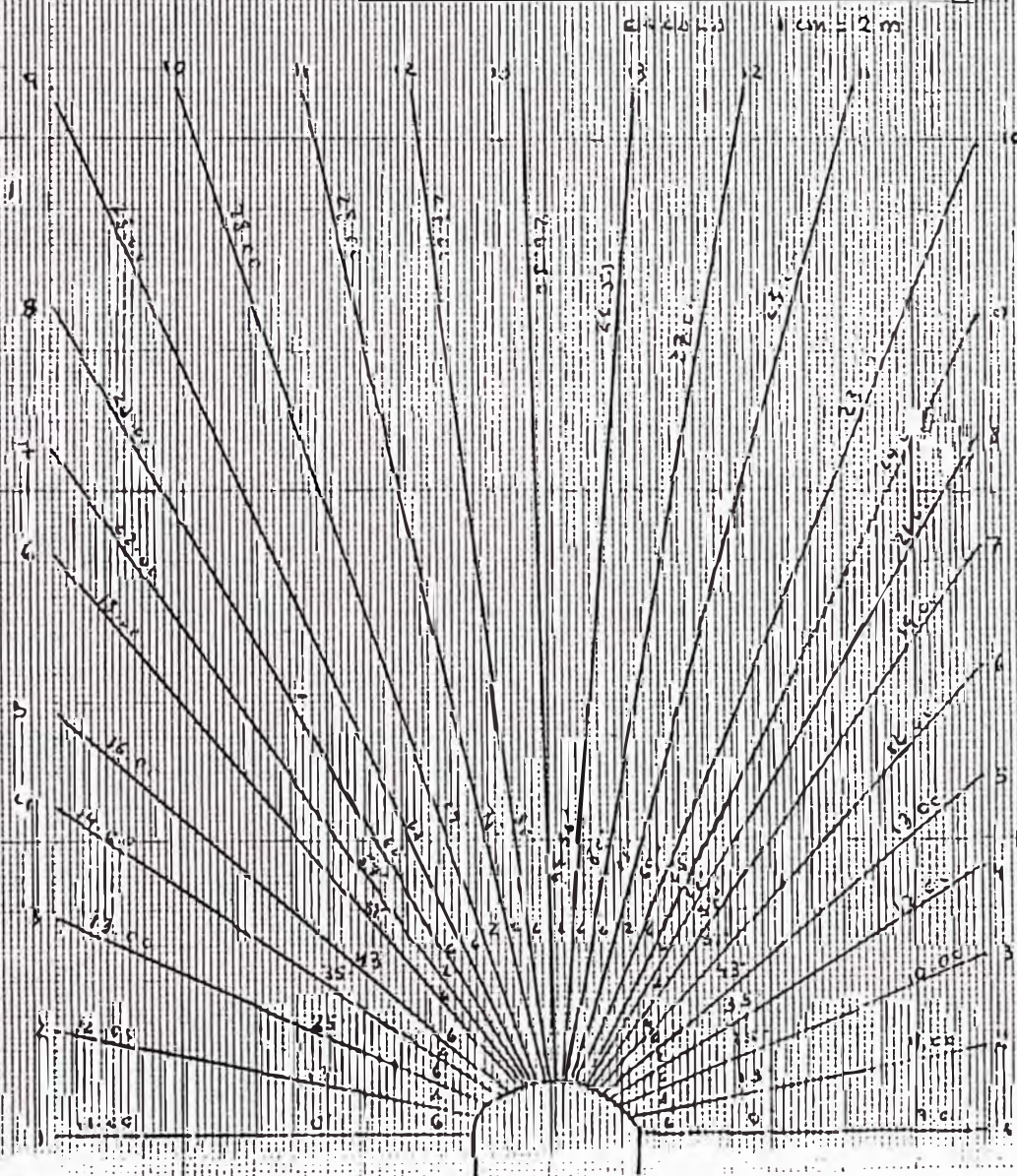
Perforación

Ø Perforación 2 1/2"
 Nº Cálculos 26
 Distancia (m) 2
 Espaciamiento (m) 3
 Longitud Prof. (m) 511
 Vol. Rota (m³) 1900
 Perfor. Específica (m/min) 0.14

Valores

Explosivo Anfo
 Encendido f. m. L.P.
 Inyección Líquida Sulfonada
 Líquido Det. S.G.
 Factor de Carga (Kg/m) 2.63
 Long. Carga (m) 397
 Cont. Explos. (Kg) 1011.6
 Taladro 2 y 2
 Carga Específica (Kg/m³) 0.14

Visita = Levantamiento de un Abanico



ANEXO 2

ANEXO 3

METODO SUPERFICIAL PARA EL YACIMIENTO CHABUCA SUR.

1.0 Conclusión :

El método superficial es más económico al ser aplicado en Chabuca Sur, que el método subterráneo. La relación crítica de desbroce es 8 a 1 y la relación de desbroce es de 4 a 1, se calculó basado en el informe de Geología de Chabuca Sur de agosto de 1,992.

2.0 Datos :

Costo de minado Subterráneo = \$ 10.00/Ton.mineral
(Room end Pilar, Sublevel Stopping).

Costo de Minado Superficial = \$ 1.26/Ton.mineral
(Tinataya).

Costo de Minado Superficial = \$ 1.26/Ton desmonte

Ton. de mineral cubicado :

$$1'840,000 \text{ m}^3 \times 2.75 \frac{\text{Ton}}{\text{min.}} = 5'060,000 \text{ Ton.}$$

Ley de mineral = 2% Cobre.

Ton. de desmonte cubicado : =

$$9'000,000 \text{ m}^3 \times 2.6 \frac{\text{Ton}}{\text{min.}} = 23'400,000 \text{ Ton.}$$

3.0 Cálculos :

$$\text{Relación crítica de desbroce} = \frac{10 - 1.26}{1.26} = 6.93$$

$$\text{Relación de desbroce} = \frac{23'400,000}{5'060,000} = 4.62$$

Costos con método subterráneo =

$$18 \times 5'060,000 = \$ 91'000,000$$

Costo con método superficial =

$$23'400,000 * 1,26 + 5'060,000 * 7.55 = \$ 67'687,000$$

ANEXO 4

1. **CONCLUSION:**

De acuerdo a la información proporcionada por los últimos taladros en Chabuca, se concluye que el mineral cubicado es 6'301,811 toneladas con ley de 2.31%. El desmonte cubicado en Autocad es de 31'370,703 ton. Ppr tanto, el stripping es: 4.97. Si trabajamos con reservasminables y aplicamos un castigo de 10% a las reservas, el stripping será de 5.5, la explotación superficial es más económica.

2. **DETERMINACION DE LA ALTERNATIVA**

| | | |
|-----------------------------|----|-----------|
| Costo de minado subterráneo | \$ | 9,000/Ton |
| Costo de minado superficial | | 1.34 Ton |
| Costo de desbroce | | 1.34 Ton |

| | |
|-------------------|-----------------|
| Mineral cubicado | 6'301,811 Ton. |
| Desmonte cubicado | 31'370,703 Ton. |

Cálculos:

$(9.0-1.34)/1.34 = 5.75$ (Relación crítica de desbroce)

$(31'370,703.5/6'301,811) = 4.97$ (stripping)

Con métodos subterráneos el costo es: \$ 94'527,165

Con métodos superficiales el costo es: \$ 84'914,257

Por lo tanto, el método superficial es más económico.

ANEXO 5

Los costos de transporte de mineral en \$/Ton. que significaría trasladar el mineral proveniente del tajo Chabuca Sur a Planta Concentradora, utilizando sólo camiones en la 1era alternativa y en la 2da evacuando el mineral por el túnel integral de transporte Nv 3850 por locomotoras a tolvas de superficie-Tajo y de aquí emplear camiones hacia Planta Concentradora (Ver plano adjunto).

1. ALTERNATIVA CON CAMIONES WABCO-BELAZ

1.1 COSTO DE EVAPORACION

Distancia de transporte

| | |
|-------------------------|----------------|
| Tajo - Planta | 2.8 Km. |
| Chabuca Sur - Planta | 4.2 Km. |
| Costo Acarreo Julio '93 | 0.05 \$/Ton-Km |
| Costo Operación | 0.212\$/Ton(1) |

1.2 COSTO DE DEPRECIACION

| | |
|-----------------------------------|----------------|
| Depreciación 07 Belaz (julio '93) | \$ 54,394.00 |
| Transporte material Chabuca Sur | 240,000 |
| | Ton/mes |
| Velocidad promedio | 20 Km/hora |
| Ciclo de enviaje | 0.425 hora |
| Número de caminos requeridos | 04 |
| Costo de depreciación | 0.129\$/Ton(2) |
| Costo alternativa camión | |
| Chabuca-Sur Planta | 0.341\$/Ton(2) |

2. ALTERNATIVA CON TREN - CAMION

2.1 Costo de Operación tren en trasladar el mineral de Chabuca Sur al tajp Nv 3850 0.028 \$/Ton

2.2 Costo de depreciación de trenes y carros mineros
0.1 \$/Ton = 0.0195

2.3 Costo de operación de camiones Tajo-Planta

0.141 \$/Ton

2.4 Costo de deprecaición de camioones Tajo-Planta

0.06 \$/Ton

Costo alternativa Tren - Camión 0.329 \$/Ton= 248

CONCLUSION

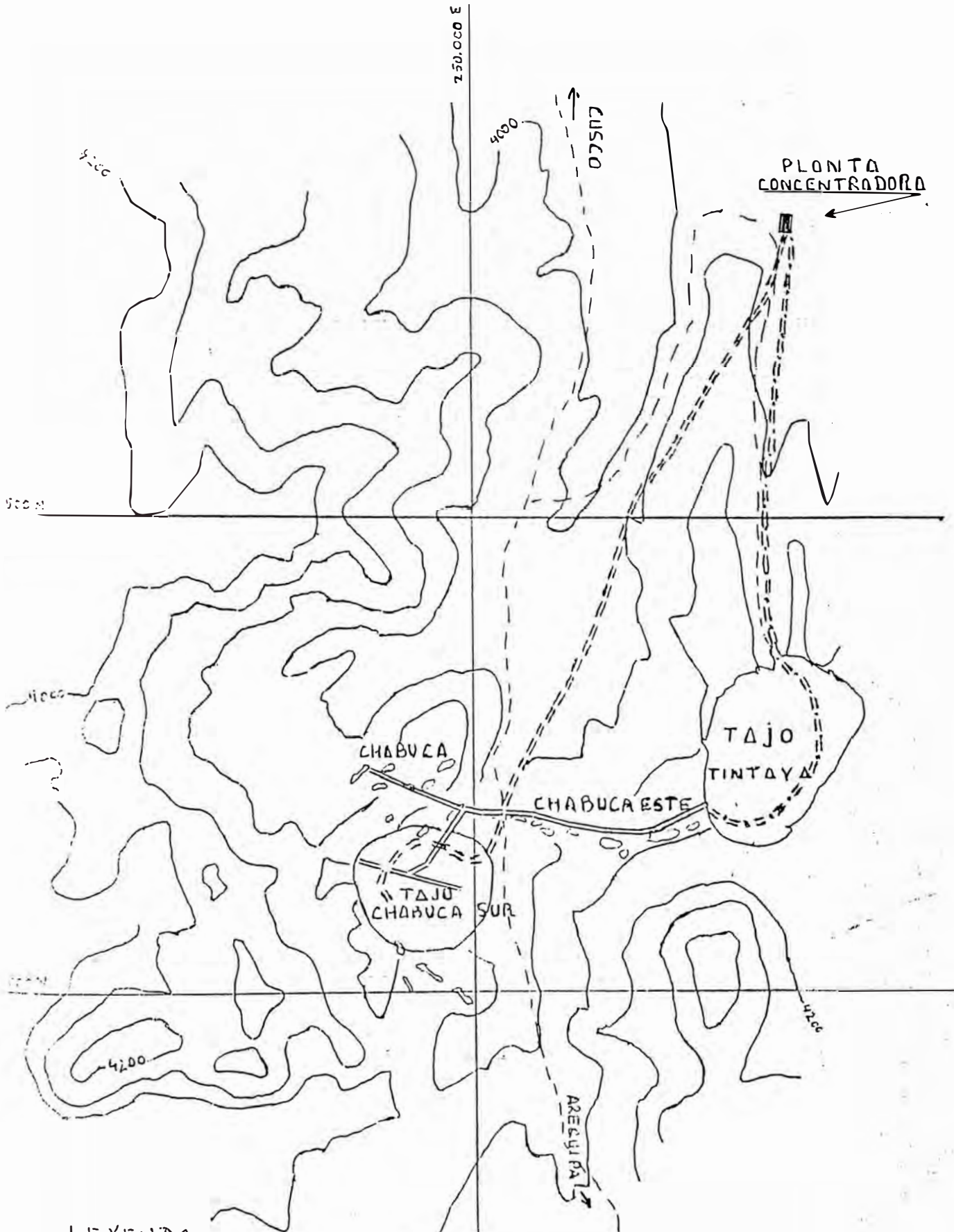
Costo transporte de mineral con caminos de Chabuca Sur a Planta = 0.341 \$/Ton
Distancia de Transporte = 4.2 Km.

Costo transporte con tren de Chabuca Sur a tajo y de aquí con caminos 0.248 \$/Ton
Distancia de Transporte con camión del tajo a Planta = 2.8 Km.

Es más económico el transporte integrado en 27% con el equipo consistente en 02 locomotoras de 10 Ton y 20 carros de 30 Tons c/u y extraerá mineral de Chabuca Este y Chabucas, además su vida útil es de 40 años. En el futuro podría extraer mineral de reservas ubicadas "Debajo del Tajo".

Al emplear camiones de transporte de Chabuca Sur a la Chabuca Sur a la Planta se tendría que reubicar la carreta nacional de tránsito a la ciudad de Arequipa.

Atentamente,

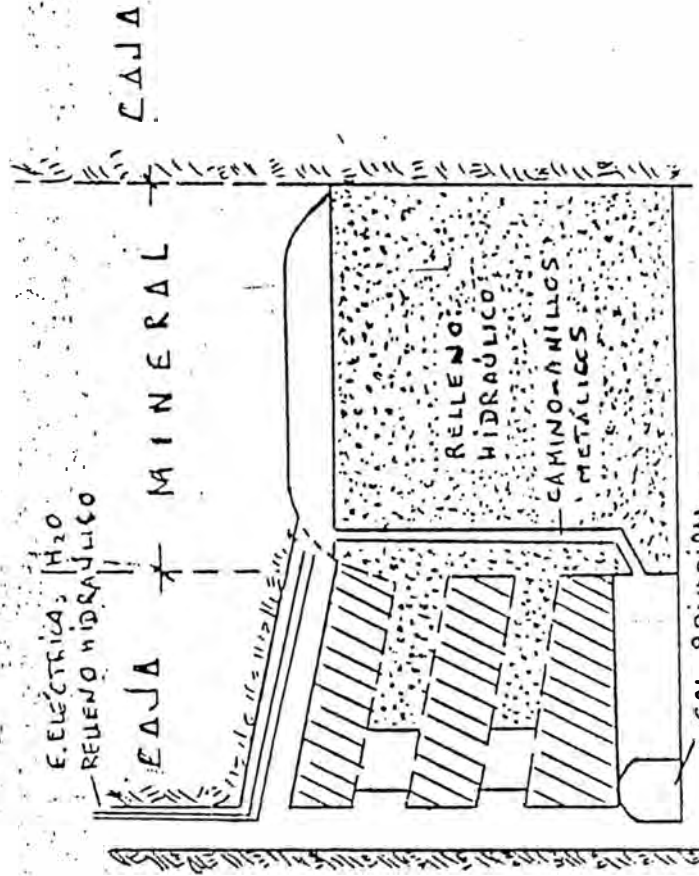


LEYENDA

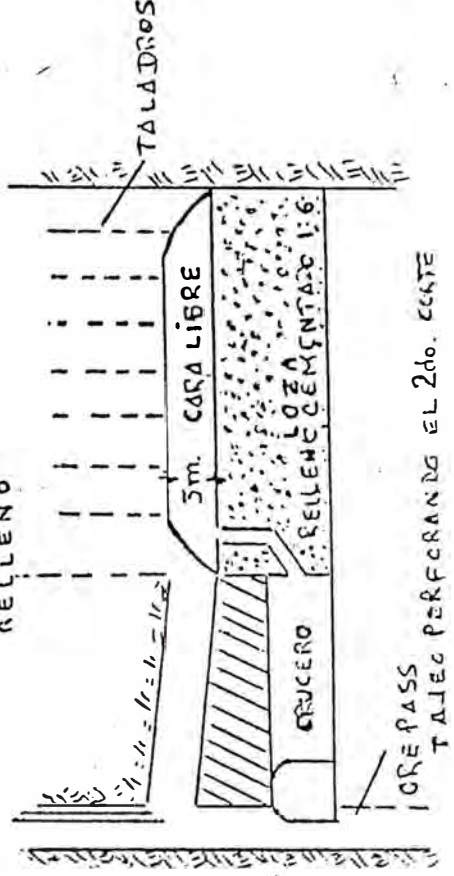
- Carretera Transporte Sulizayán No 3850
- Carretera Tajo Chabuca Sur - Planta
- " Tajo Tintaya - Planta.
- " actual

**UBICACION DE CARRETERAS
VS TUNEL DE TRANSPORTE**
Escala 1/25,000 D.C.G.

PLANO I

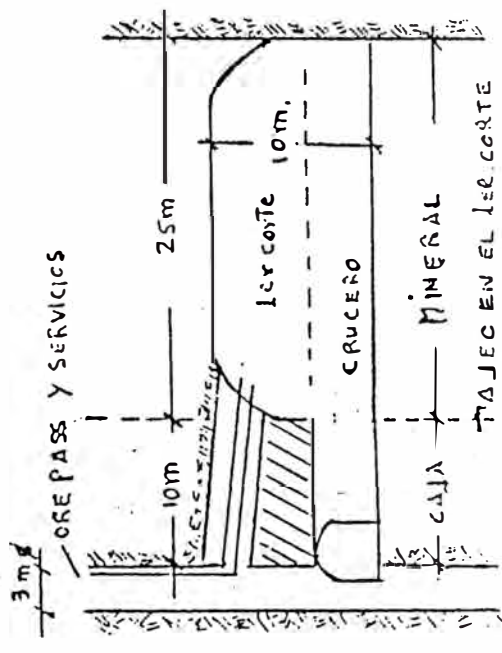


GAL. PRINCIPAL
TALADO EN EL 4to. CORTE, LUEGO DEL
RELENO



TALADO PERFORANDO EL 2do. CORTE

ESCALA: 1/500

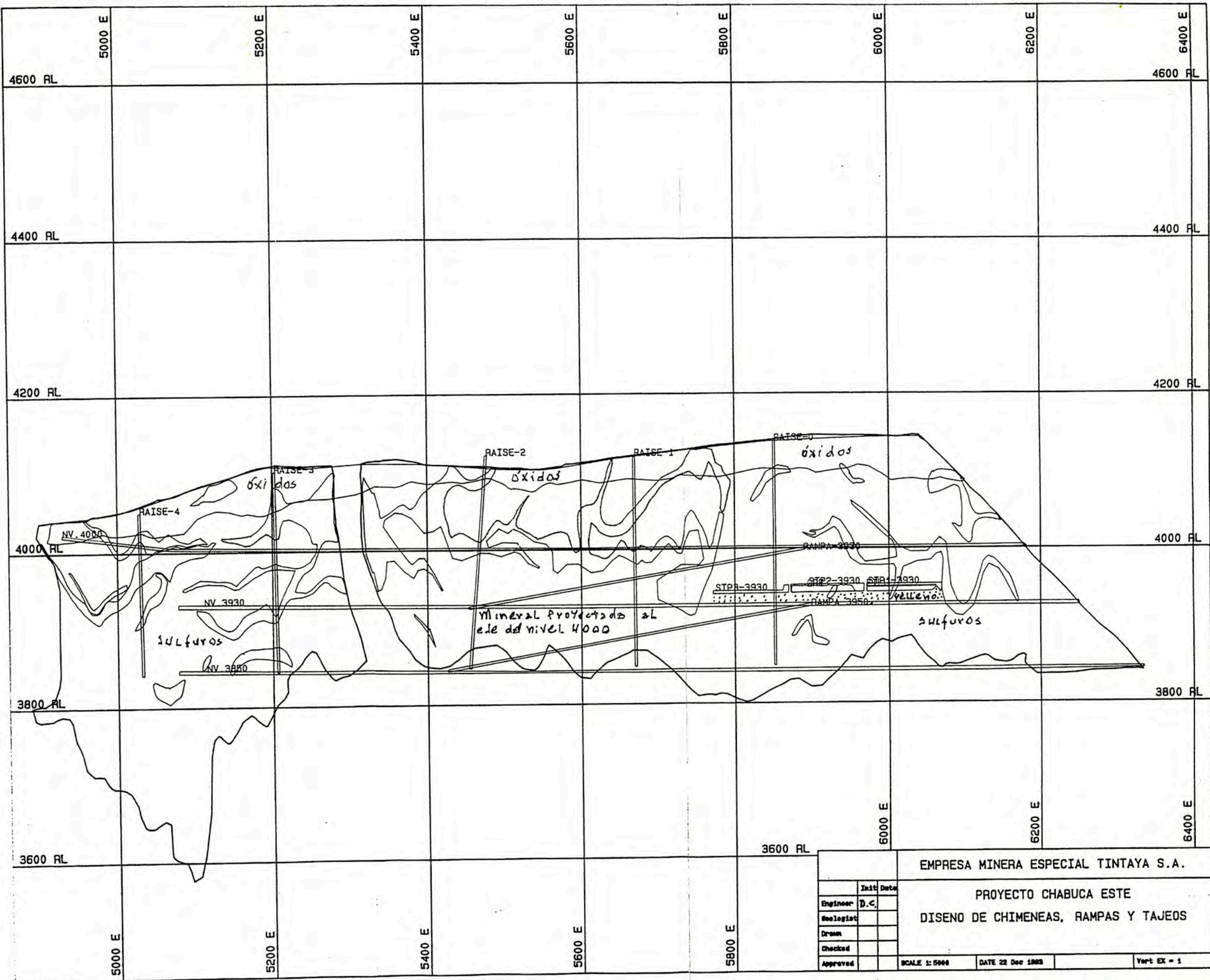


TALADO EN EL 1er. CORTE

ESCALA DE EXPLOTACIÓN

PLANO II

PLANO1



EMPRESA MINERA ESPECIAL TINTAYA S.A.

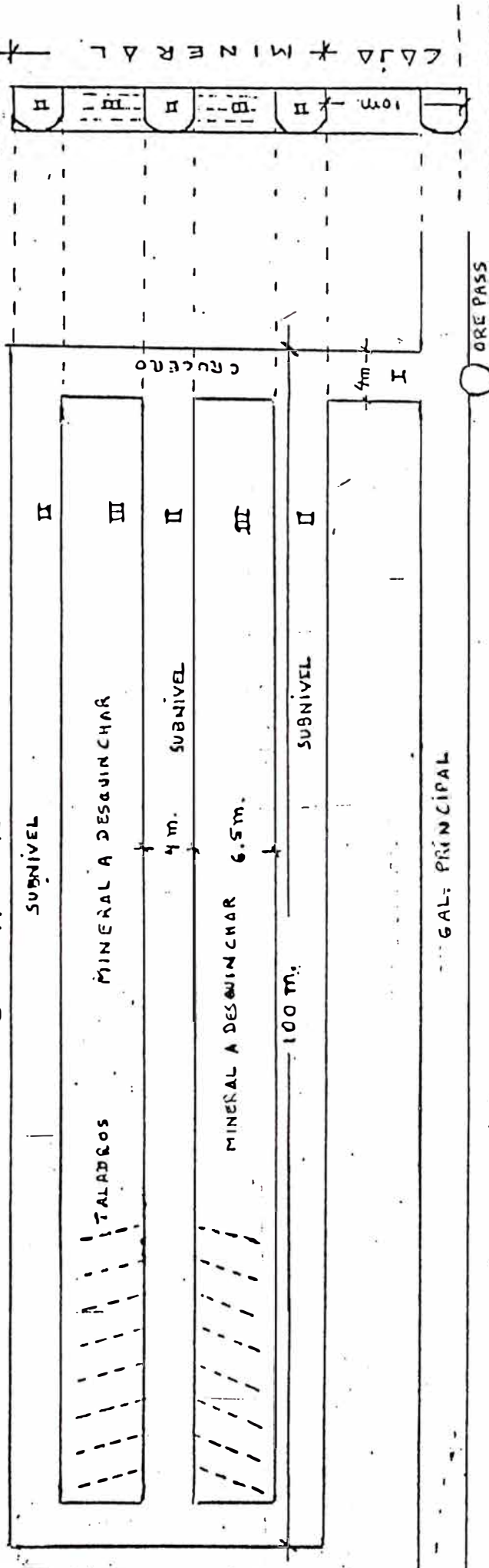
PROYECTO CHABUCA ESTE
 DISEÑO DE CHIMENEAS, RAMPAS Y TAJEOS

| | |
|-----------|-----------|
| | Init Data |
| Engineer | D.C. |
| Geologist | |
| Drawn | |
| Checked | |
| Approved | |

SCALE 1:5000 DATE 22 Dec 1983 Vert EX - 1

PLANTA

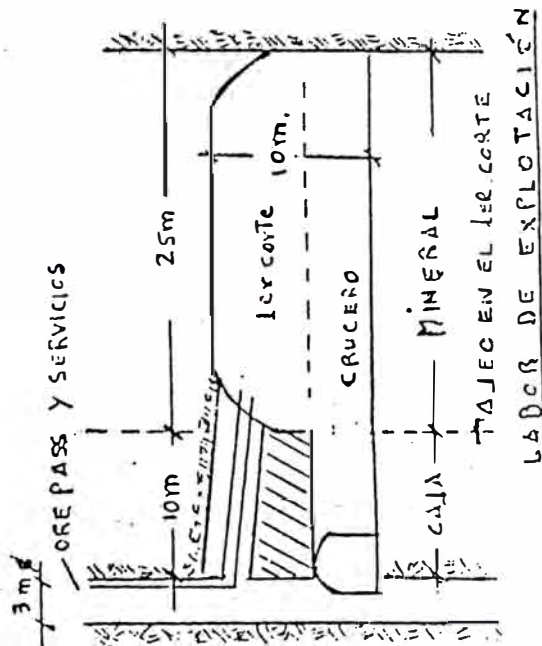
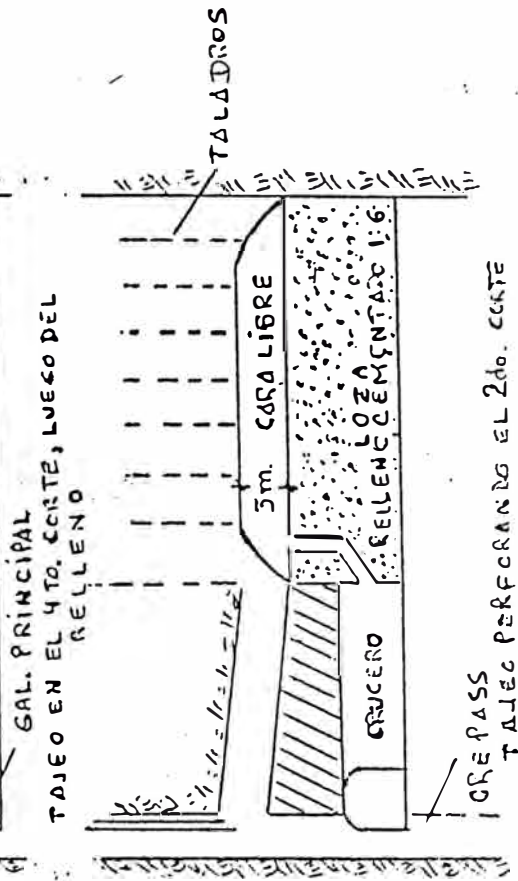
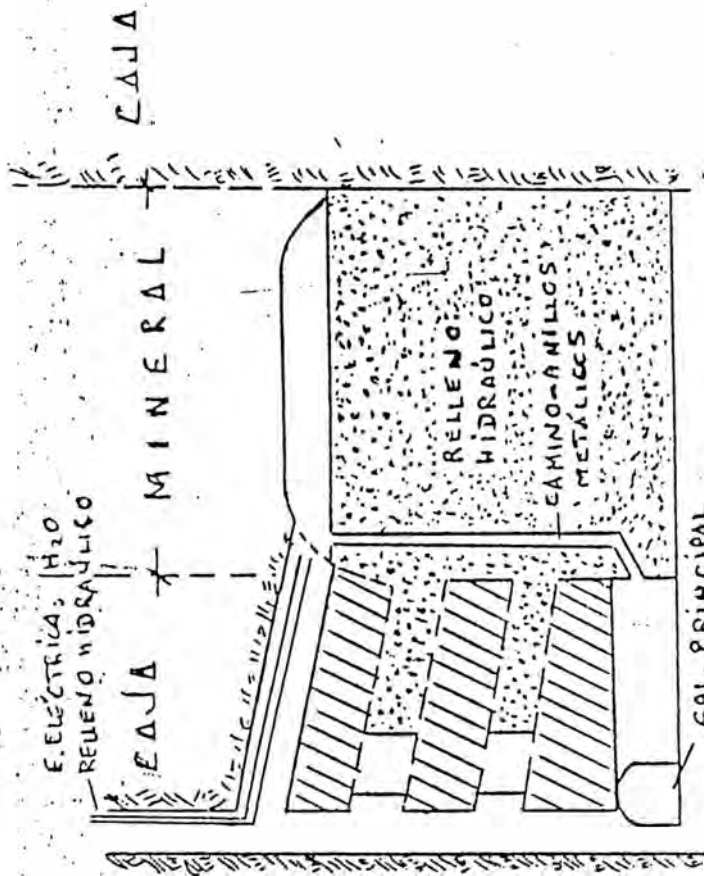
CORTE



LABORES DE PREPARACIÓN: ESCALA 1:1500

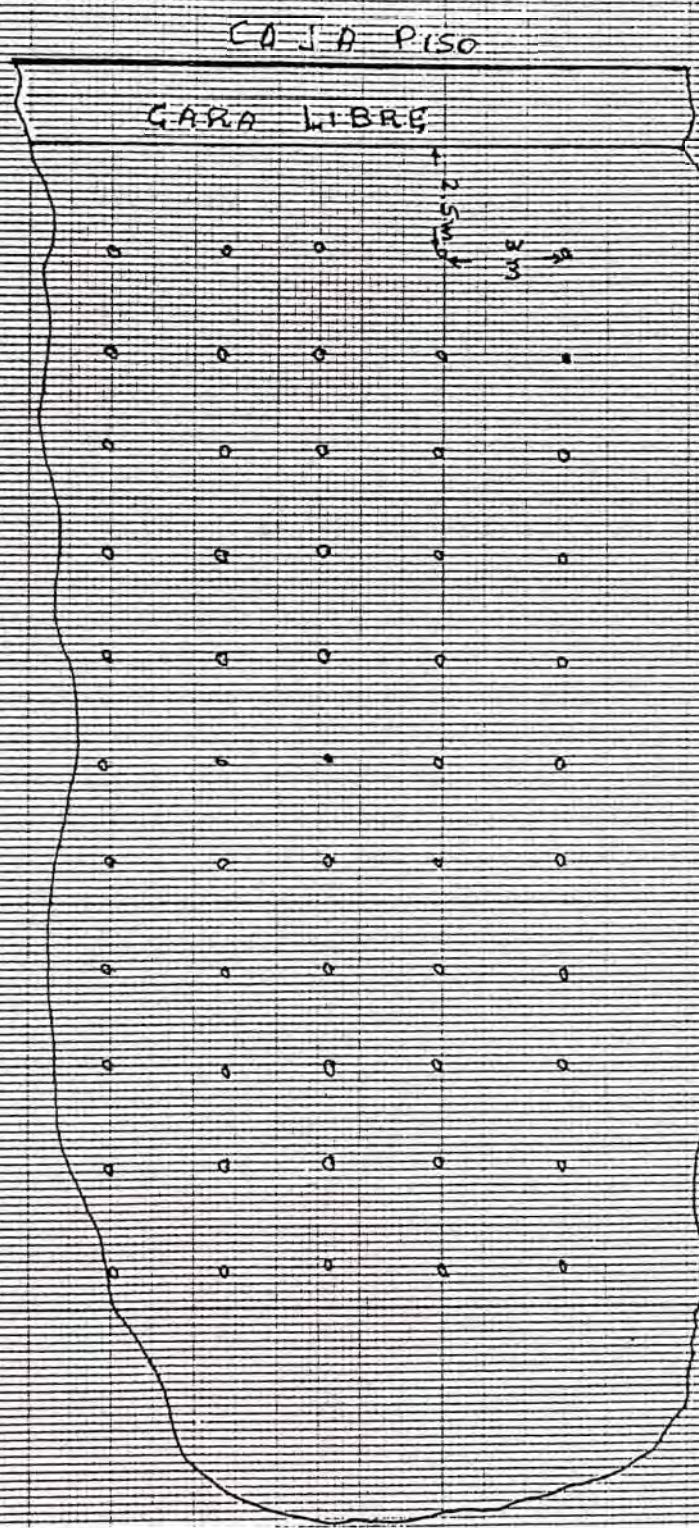
- I CRUCERO
- II SUBNIVEL DE ATAGUE
- III DESQUINCHES FINALES

PLANO III



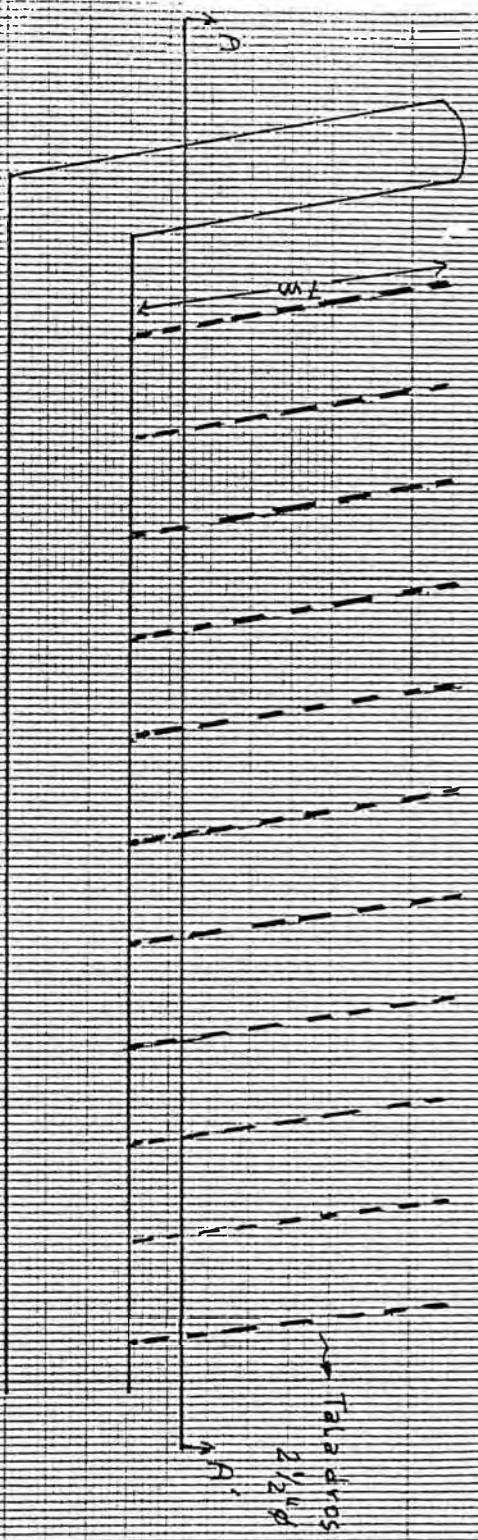
ESCALA: 1/500

PERFORACION EN TALADROS
 CADA 12 CM = 2 M
 12 CM = 2 M
 12 CM = 2 M

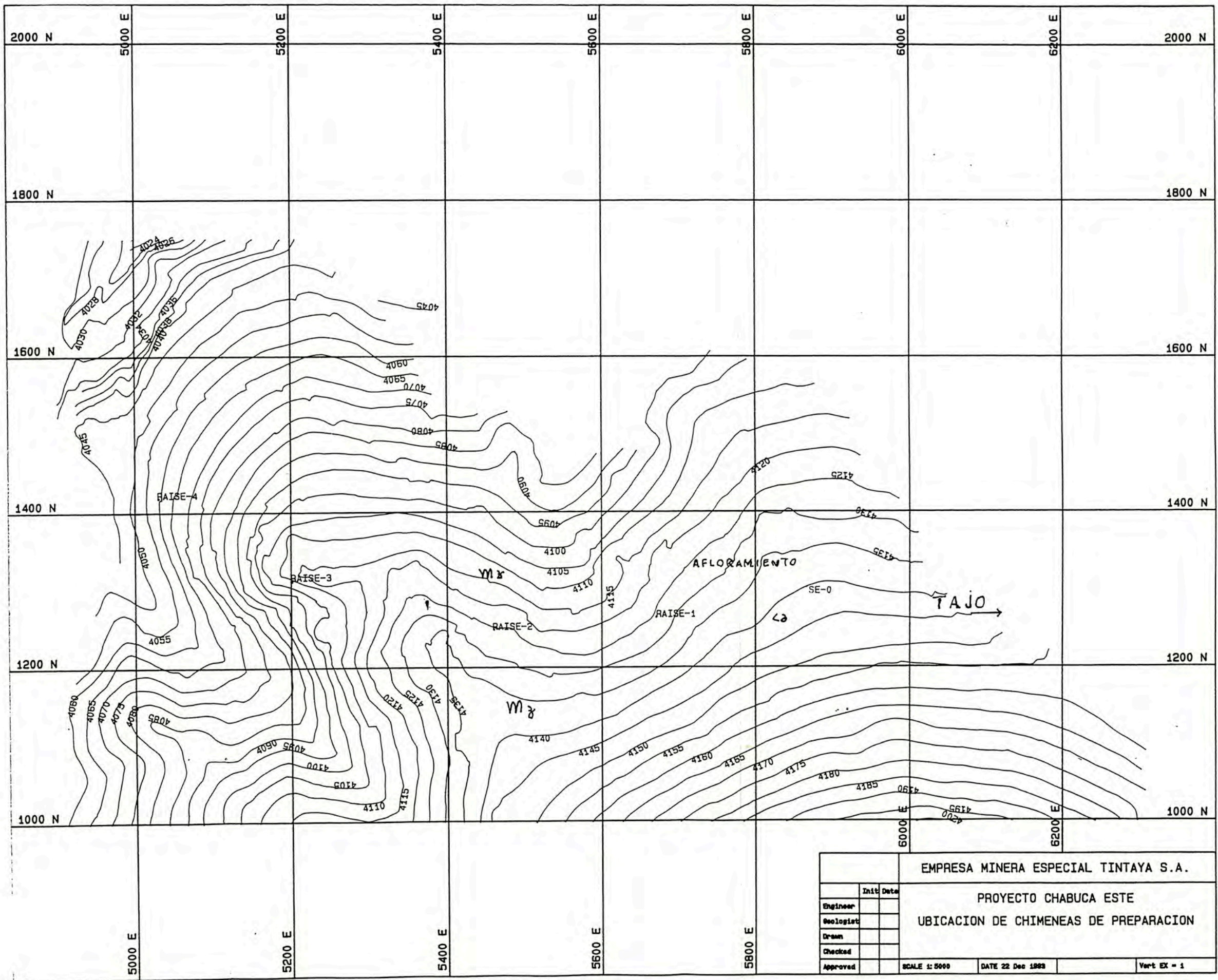


CORTE A-A'

WILLAMO

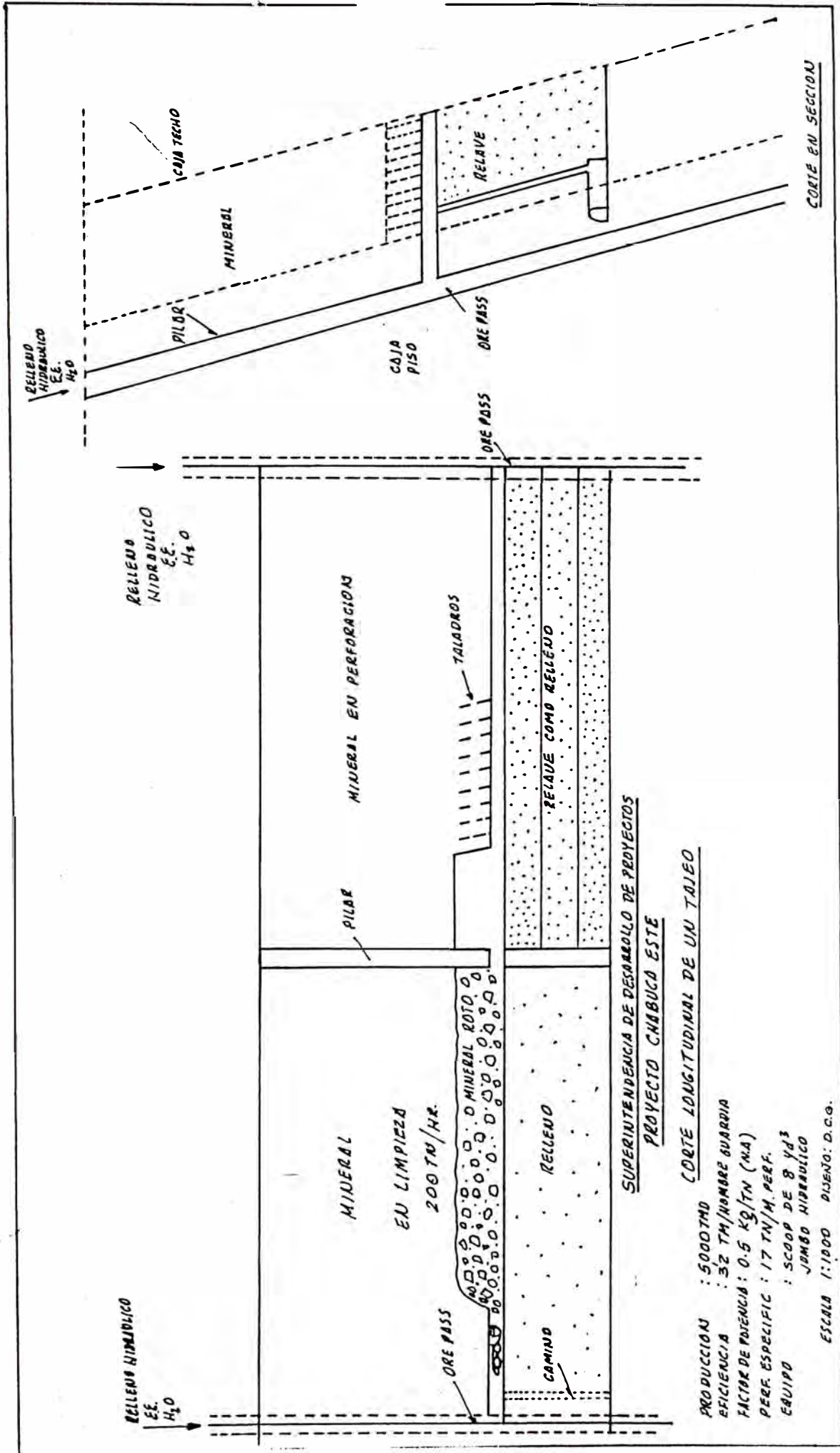


PLANO2



| | | | |
|--------------|------|---------------------------------------|-------------|
| | | EMPRESA MINERA ESPECIAL TINTAYA S.A. | |
| | | PROYECTO CHABUCA ESTE | |
| | | UBICACION DE CHIMENEAS DE PREPARACION | |
| Engineer | Init | Date | |
| Geologist | | | |
| Draught | | | |
| Checked | | | |
| Approved | | | |
| SCALE 1:5000 | | DATE 22 Dec 1983 | Ver: EX - 1 |

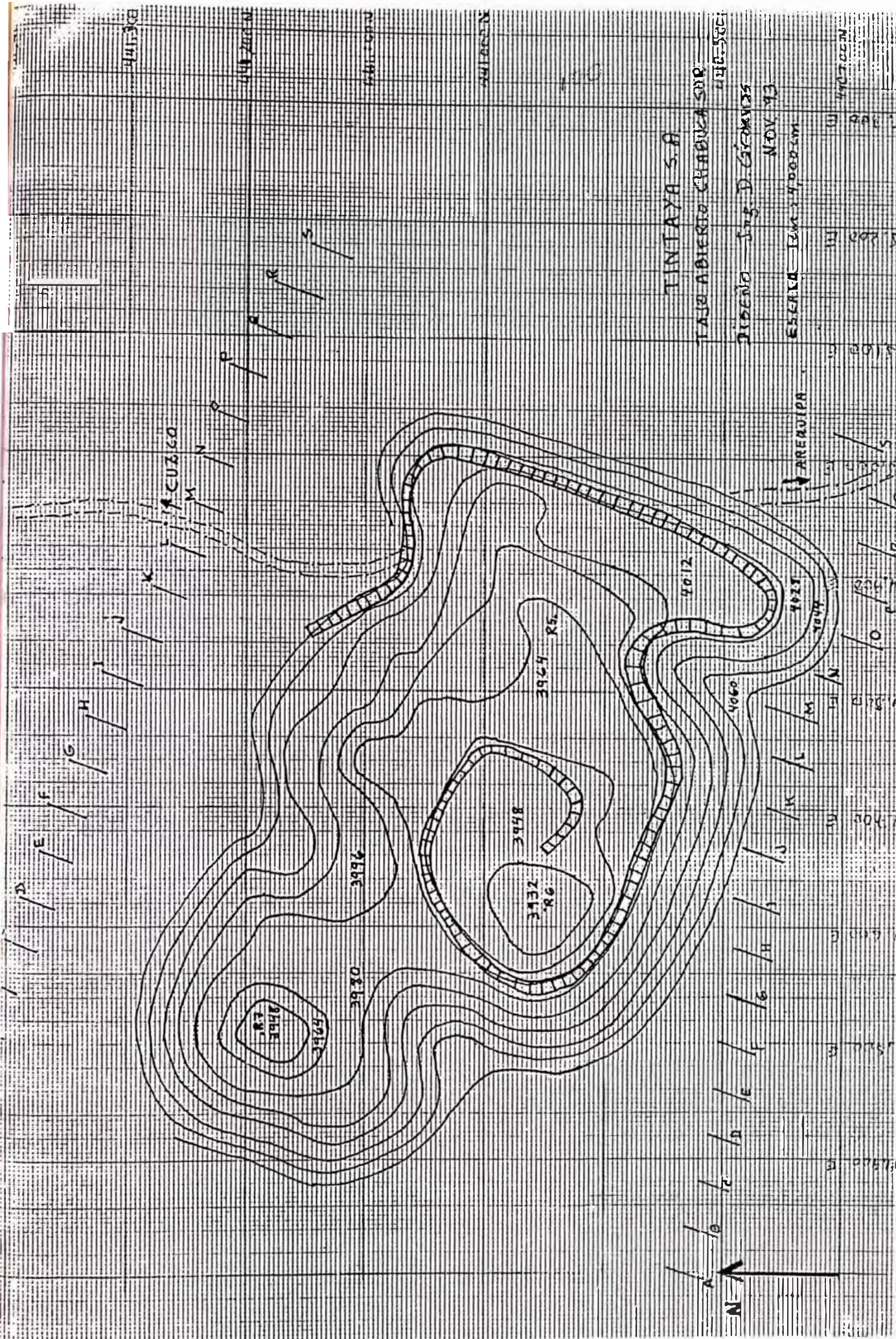
PLANO IV



SUPERINTENDENCIA DE DESARROLLO DE PROYECTOS
 PROYECTO CHABUCA ESTE
 CORTE LONGITUDINAL DE UN TAJEO
 PRODUCCION : 5000 TMD
 EFICIENCIA : 52 TM/NOMBRE GUARDIA
 FACTOR DE PNEUMIA : 0.5 KG/TN (M.A)
 PERF. ESPECIFIC : 17 TM/M. PERF.
 EQUIPO : SCOOP DE 8 Yd³
 JOMBO HIDRAULICO
 ESCALA 1:1000 DISEÑO: D.C.G.

PLANO V

PLANO VI



TINTAYA S.A

TALLO ABIERTO CHADIVA SOR
1400-500

DISEÑO Ing. D. GARCIA
NOV. 93

ESCALA 1:50000

AREQUIPA

N ↑

CUBICO

3976

3980

3932
R. 6

3948

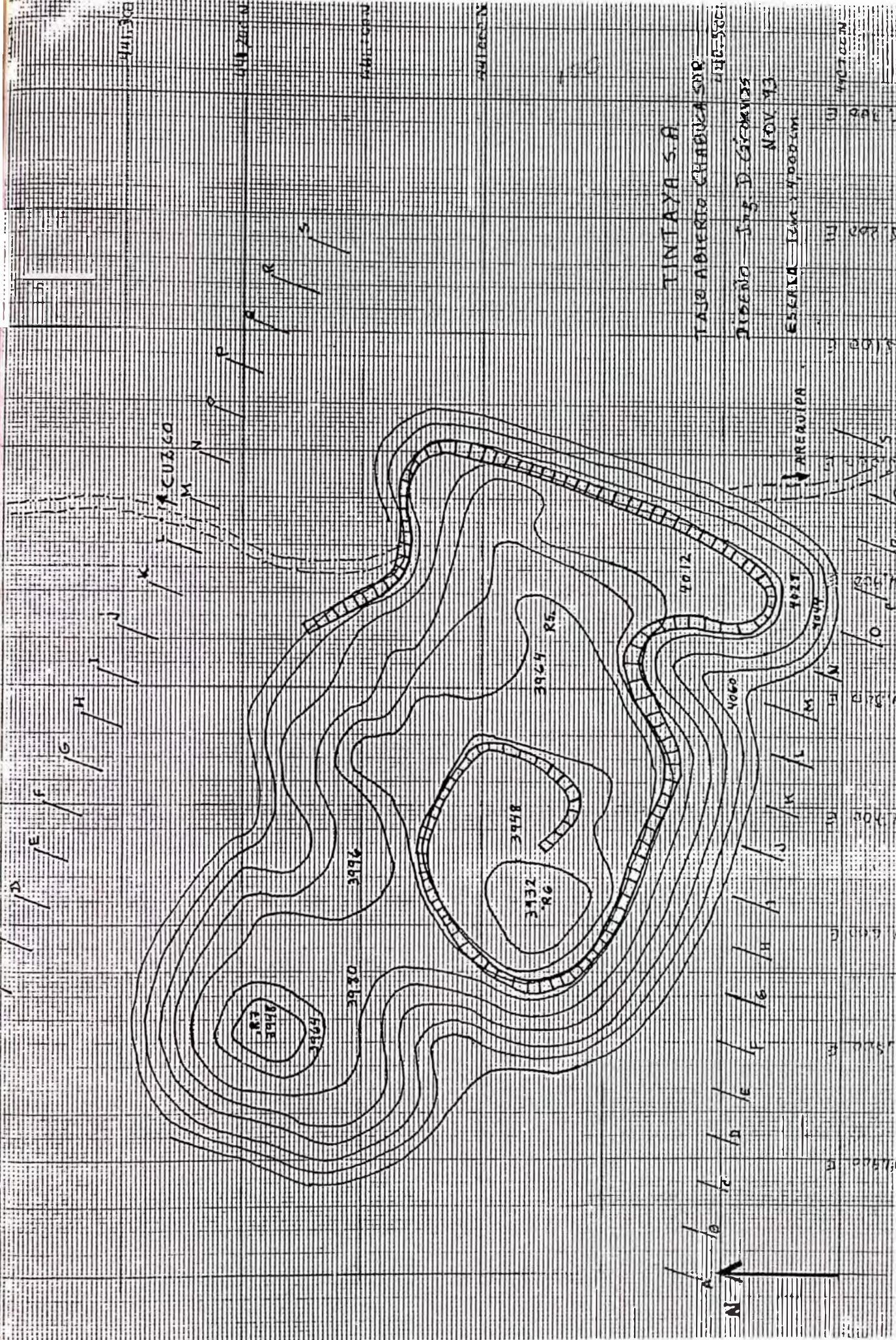
3964
R. 5

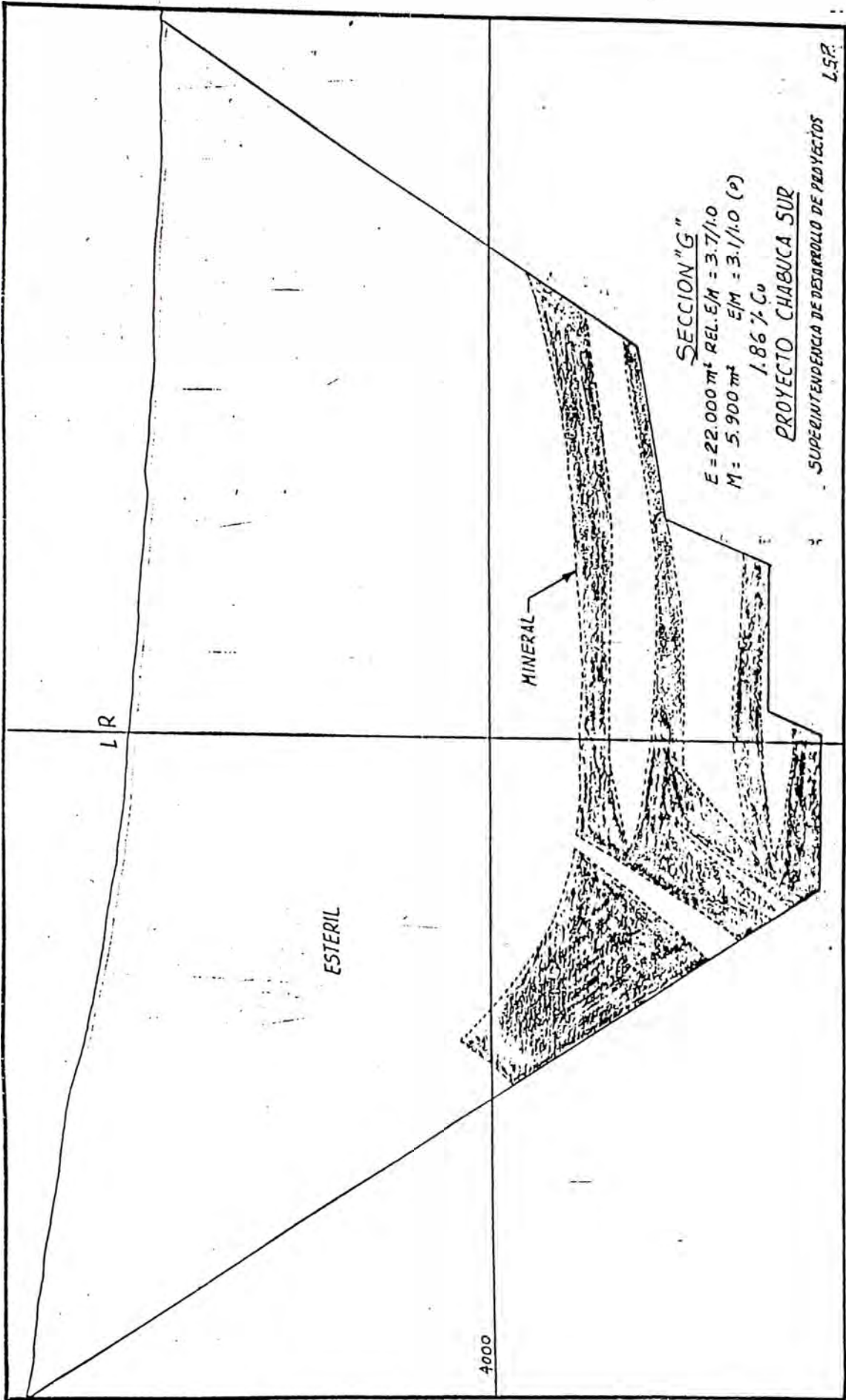
4012

4027

4044

4060





LR

ESTERIL

MINERAL

SECCION "G"

E = 22.000 m² REL. E/M = 3.7/1.0
M = 5.900 m² E/M = 3.1/1.0 (P)
1.86 % Cu

PROYECTO CHABUCA SUR

SUPERINTENDENCIA DE DESARROLLO DE PROYECTOS

L.S.R.

4000

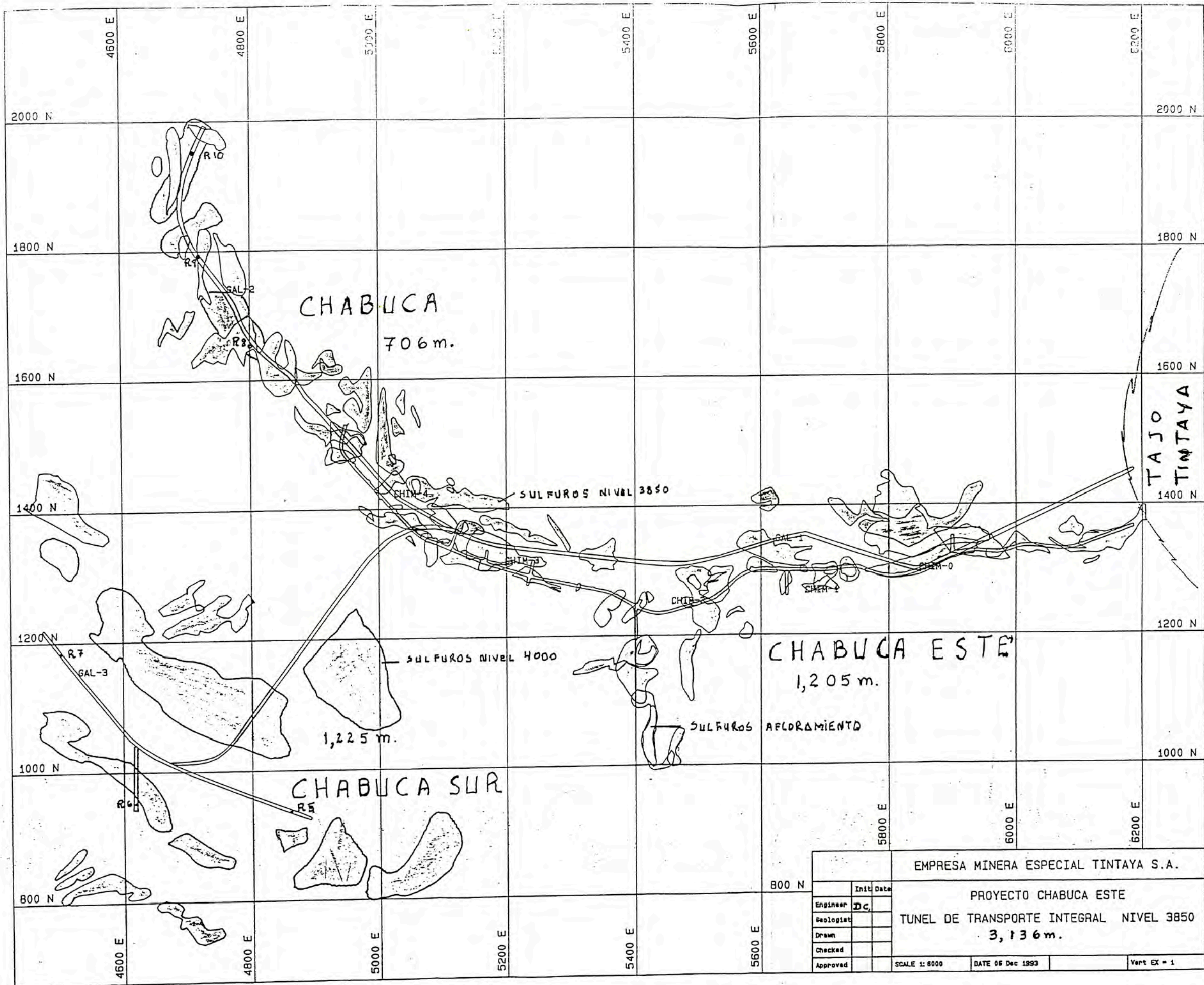
CALCULO DEL VALOR ACTUAL DE EGRESOS E

INGRESOS CHABUCA SUR

| NIVEL | EGRESOS \$ ACUMULADO | EGRESOS COSTOS EN DESBROCE \$ | INGRESOS POR VENTAS DE CON CENTRADO POR NIVELES | TOTAL INGRESOS \$ ACUMULADO |
|-------|----------------------------|-------------------------------------|---|--------------------------------------|
| 4076 | 1´194,336 | 1´194,336 | ----- | ----- |
| 4060 | 6´266,988 | 5´072,652 | ----- | ----- |
| 4044 | 13´602,232 | 7´335,244 | 701,160 | 701,160 |
| 4028 | 20´448,136 | 6´845,904 | 1´462,400 | 2´163,560 |
| 4012 | 25´641,064 | 5´192,928 | 5´164,800 | 7´328,360 |
| 3996 | 29´547,803 | 3´906,739 | 8´249,600 | 15´577,960 |
| 3980 | 31´666,283 | 2´118,480 | 10´873,600 | 26´451,560 |
| 3964 | 32´758,283 | 1´092,000 | 10´928,000 | 37´379,560 |
| 3948 | 33´139,937 | 381,654 | 4´438,400 | 41´817,960 |
| 3932 | 33´218,561 | 78,624 | 2´265,600 | 44´083,560 |

PLANO VII

PLANO3



| | | | |
|-----------|----|------|------|
| Engineer | DC | Init | Date |
| Geologist | | | |
| Drawn | | | |
| Checked | | | |
| Approved | | | |

EMPRESA MINERA ESPECIAL TINTAYA S.A.

PROYECTO CHABUCA ESTE

TUNEL DE TRANSPORTE INTEGRAL NIVEL 3850

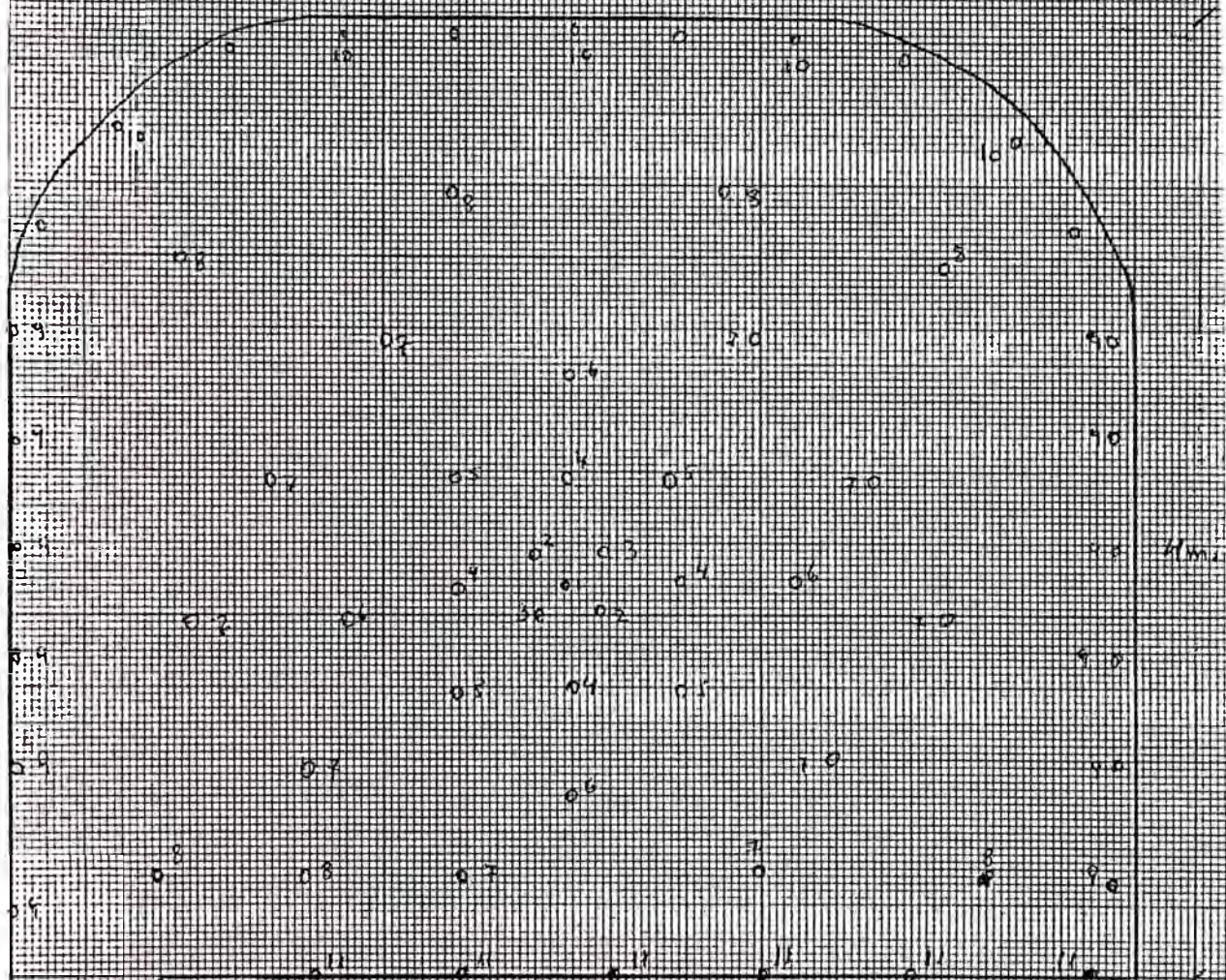
3,136 m.

SCALE 1:5000 DATE 06 Dec 1993 Vert EX = 1

PLANO VIII

PLANO IX

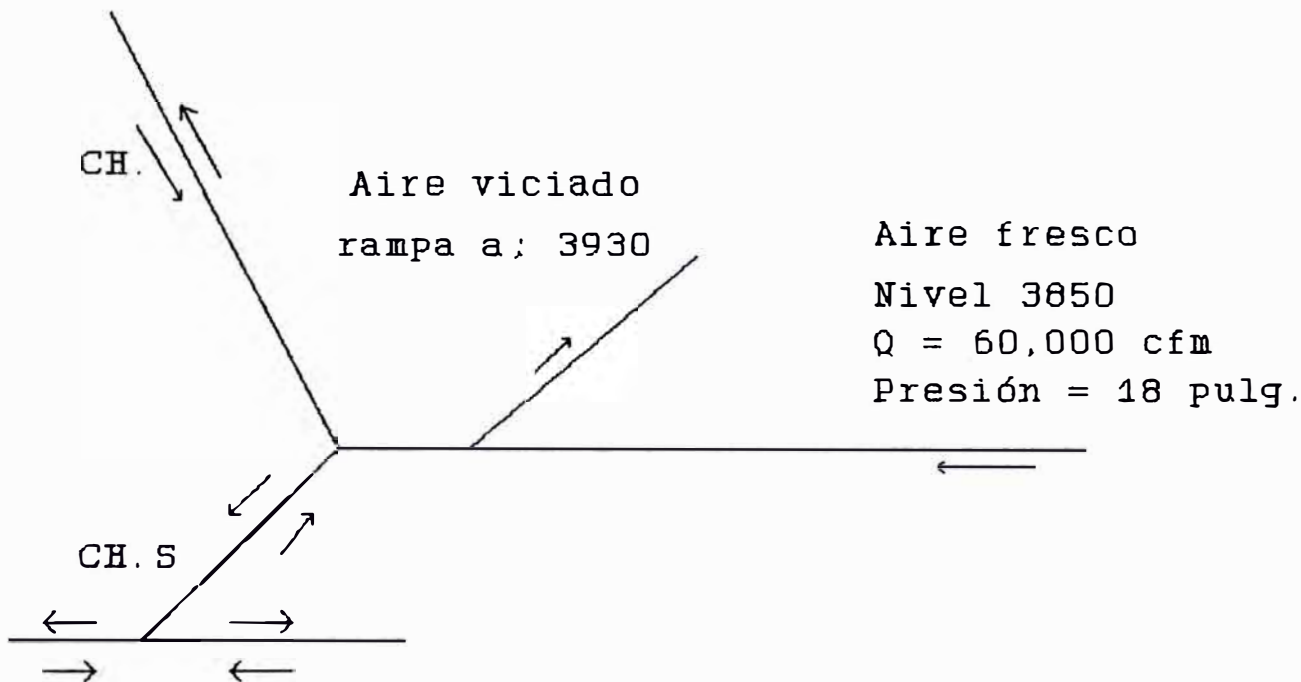
DISEÑO DE LA PERFORACIÓN Y SECUENCIA DEL DISPARO



Nº Toleros: 64
Toleros: 6 + 1 (amanque)
Longitud de Toleros: 3.0m ϕ 44 m.m.
4.5m
Escala: 1 cm = 30 cm.
DISEÑO: ING. A. CARRERA

PLANO X

VENTILACION



| | |
|-------------------------|--------|
| 2 scoop 140 HP | 280 HP |
| 2 camión bajo perfil .. | 370 HP |
| | 650 HP |

Factor de simultaneidad = 0.7

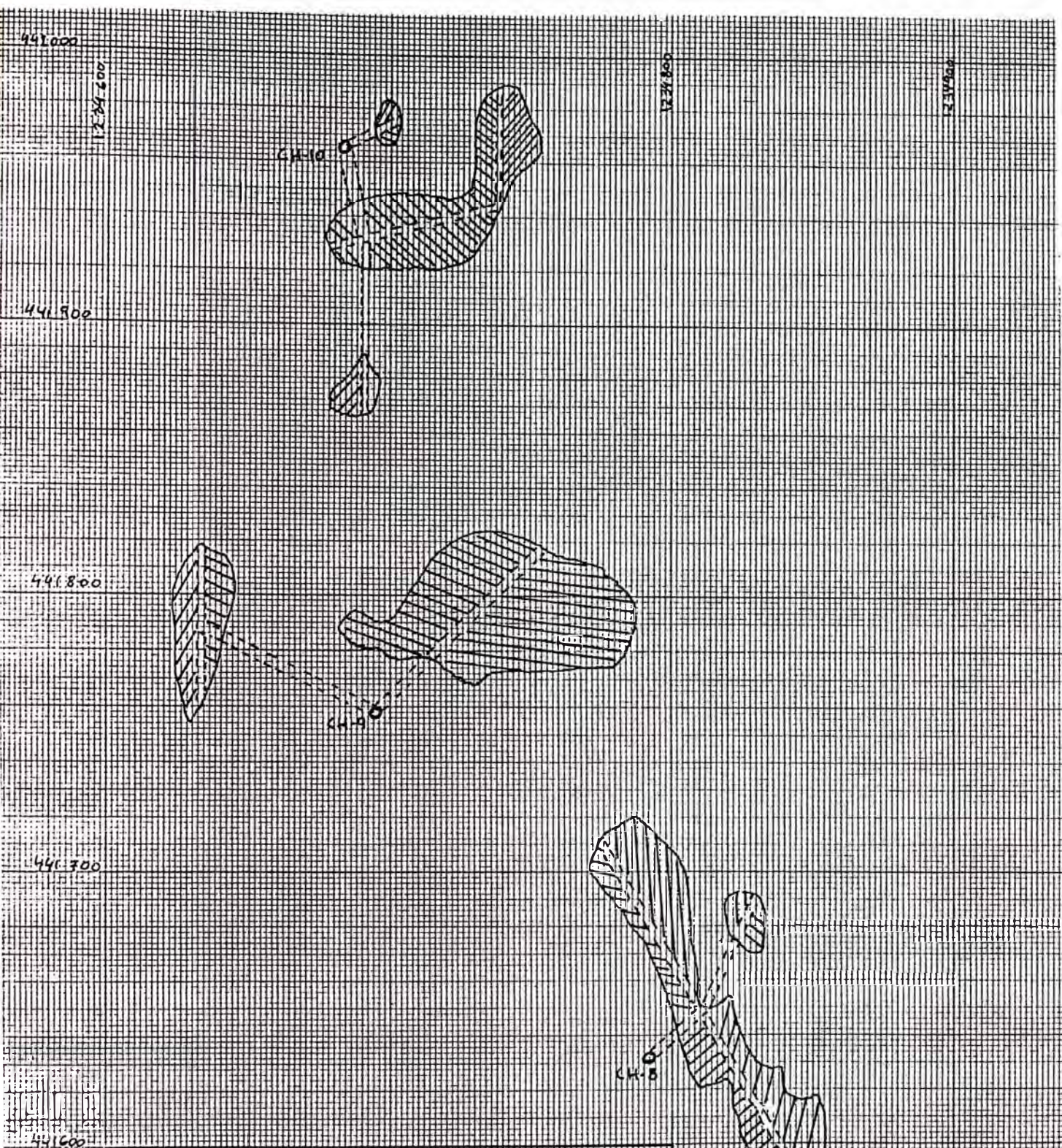
Total HP instalados = 455

| | |
|-------------------|-------|
| Personal = 45 | |
| cfm/persona = 200 | |
| cfm/hp | = 120 |

Ventilación natural = 15%

Ventilación artificial = 54,060

CUADRO 1



NIVEL 4,000
CHABUCA - SULFURAS

Cruceiros y subniveles de preparación
 a partir de las unidades 8, 9, 10
 escala: 1/25000
 diseño: D. C. G.

SUP. DE PROYECTOS

441600

441500