

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA
MINERA Y METALURGICA



**"Aplicación Práctica de la Geomecánica
en las Operaciones Mineras**

INFORME DE INGENIERIA

Para Optar el Título Profesional de
INGENIERO DE MINAS

Henry Zambrana Flores

Lima - Perú

1997

Agradezco el apoyo de mis
padres, hermano, esposa e
hijos.

INDICE

	PAG
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
CAPITULO I GEOLOGIA	
1.0.0 GEOLOGIA GENERAL DE LA UNIDAD DE PRODUCCION DE Yauricocha.....	3
1.1.0 ESTRATIGRAFIA.....	4
1.2.0 FORMACIONES.....	4
1.3.0 INTRUSIVOS.....	5
1.4.0 METAMORFISMO.....	6
1.5.0 ESTRUCTURA.....	6
1.6.0 MINERALIZACION.....	7
1.7.0 ENRIQUECIMIENTO SUPERGENICO Y OXIDACION.....	7
1.8.0 GEOLOGIA DE LOS PRINCIPALES CUERPOS.....	8
1.8.1 CUERPO MINERALIZADO ANTACACA.....	8
1.8.2 CUERPO MINERALIZADO CUYE.....	10
1.8.3 CUERPO MINERALIZADO CONTACTO SUR MEDIO	.11
CAPITULO II GEOMECANICA	
2.00 CLASIFICACION GEOMECANICA DE LOS PRINCIPALES CUERPOS MINERALIZADOS DE Yauricocha.....	13
2.1.0 CLASIFICACION GEOMECANICA DEL CUERPO ANTACACA.....	14-16
2.2.0 CLASIFICACION GEOMECANICA DEL CUERPO CUYE.....	17-19
2.3.0 CLASIFICACION GEOMECANICA DEL CUERPO CONTACTO SUR MEDIO.....	19
2.3.1 CLASIFICACION GEOMECANICA DEL CUERPO CONTACTO SUR MEDIO NIVEL 465.....	20-22

2.3.2	CLASIFICACION GEOMECANICA DEL CUERPO CONTACTO SUR MEDIO NIVEL 670...	22-25
2.4.0	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	25-27

CAPITULO III METODOS APLICADOS EN LA EXPLOTACION DE LOS CUERPOS

3.0.0	CORTE Y RELLENO DESCENDENTES (UCF).....	34
3.1.0	APLICABILIDAD.....	34
3.2.0	PREPARACION.....	35-36
3.3.0	EXPLOTACION (OPERACIONES DEL CICLO DE MINADO).....	37
3.3.1	PERFORACION Y VOLADURA.....	38
3.3.2	LIMPIEZA.....	38
3.3.3	EXTRACCION.....	39
3.3.4	SOSTENIMIENTO.....	39
3.3.5	PREPARACION PARA RELLENO.....	39
3.3.6	RELLENO.....	40
3.4.0	CONDICIONES DE SEGURIDAD.....	41
3.5.0	PRODUCTIVIDAD DEL METODO Y EFECTIVIDAD...	41
3.6.0	VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	42
3.6.1	VENTAJAS.....	42
3.6.2	DESVENTAJAS.....	42
3.7.0	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43

CAPITULO IV

4.0.0	CORTE Y RELLENO ASCENDENTE MECANIZADO (OCF) VARIANTE CAMARAS Y PILARES.....	44
4.1.0	APLICABILIDAD.....	44
4.2.0	PREPARACION.....	44-45
4.3.0	EXPLOTACION (OPERACIONES DEL CICLO DE MINADO).....	46
4.3.1	PERFORACION Y VOLADURA.....	46
4.3.2	LIMPIEZA.....	46
4.3.3	EXTRACCION.....	47
4.3.4	RELLENO.....	47

4.3.5	ACONDICIONAMIENTO DE LA EXTRACCION.....	47
4.3.6	SOSTENIMIENTO.....	47
4.4.0	CONDICIONES DE SEGURIDAD.....	48
4.5.0	PRODUCTIVIDAD Y EFECTIVIDAD DEL METODO....	48
4.6.0	VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	48
4.6.1	VENTAJAS.....	48-49
4.6.2	DESVENTAJAS.....	49
4.7.0	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49

CAPITULO V PARAMETROS Y COSTOS

ANEXOS.....	51-59
-------------	-------

BIBLIOGRAFIA.....	60
-------------------	----

RESUMEN

En el presente informe de INGENIERIA, básicamente se esboza la forma práctica que se puede emplear La Geomecanica para el diseño de minado, haciendo un enfoque dentro del Análisis de las operaciones de minado que mensualmente se efectúa en Centromin Perú, en particular en la unidad de producción de Yauricocha.

Se determina en forma práctica los parámetros Geomecanicos de los principales cuerpos en producción de la mina. Efectuando un análisis mas detallado del cuerpo "Contacto Sur Medio" en dos niveles diferentes, distanciado ambos niveles en 200 mts. aproximadamente, se observa una notable variación en las características Geomecanicas del cuerpo, concluyendo en la necesidad de emplear un método de minado diferente, al aplicado en los niveles superiores. Del nivel 465 al nivel 620, se empleo el método de corte y relleno ascendente con su variante de cámaras y pilares, en los niveles 670 y 720, es recomendable la aplicación del método de corte y relleno descendente mecanizado.

El continuar con el mismo método de los niveles superiores trae como resultado un incremento descontrolado en los costos, por la utilización de madera planchoneo de mineral, mayor cantidad de tareas, e incremento de las condiciones inseguras.

INTRODUCCION

Este trabajo fue realizado basandose en datos extraídos de la unidad de Producción de Yauricocha, lugar en el que se aplicó.

La mina Yauricocha, Unidad de Producción N°7 de Centromin Perú S.A. ubicado en el departamento de Lima, Provincia de Yauyos, distrito de Alis 4630 m.s.n.m., es un yacimiento polimetálico que produce cobre, plomo, zinc y como subproductos plata y oro, con una capacidad instalada de 1340 tms/d. obtiene concentrados de cobre, plomo, zinc, con contenido de plata.

En forma ilustrativa y descriptiva se desarrolla el trabajo administrado por un jefe de sección para la explotación de mineral en su zona. Desde el planeamiento, ejecución y control de sus operaciones.

Se pone mayor énfasis en el capítulo de Geomecánica por ser un tema relativamente poco desarrollado en operaciones mina, siendo importante su empleo como elemento técnico tanto en la etapa de planeamiento, evaluando el método de minado, que se aplicará, como en el control de operaciones de cada block, evaluando si aun procede o no el método que se emplea. Por lo tanto es un elemento técnico vital de evaluación para la optimización de costos.

El método desarrollado en este tema (Geomecánica) es bastante practico, los datos que se requieren son accesibles para el Jefe de Sección.

Este informe se desarrollo con la finalidad de que sirva de motivación a una mayor aplicación practica de la geomecánica en las operaciones mineras.

CAPITULO I

GEOLOGIA

1.0.0 GEOLOGIA GENERAL DE LA UNIDAD DE PRODUCCION DE Yauricocha

La mina Yauricocha esta situada en el distrito de Alis provincia de Yauros, departamento de Lima aproximadamente a 12 Km. al este de la divisoria Continental y a 60 Km. al Sur de la estación de Pachacayo del FF.CC en las nacientes de uno de los afluentes del río Cañete, el que desemboca al Océano Pacífico. El área de la mina se encuentra a una altura promedio de 4,600m s. m m. en un amplio valle en U. de origen glacial con dirección N.E. tres lagunas circundan el área de la mina, la laguna Yauricocha, la laguna Oñacocha y la laguna Acococha.

1.1.0 ESTRATIGRAFIA

EPOCA	
Cuaternario	Depósito y Glaciares intrusivos (complejos de granodeorita Monzonita)
Terciario	Capas rojas, Casapalca.
Cretaceo Superior	Formación Celendín (FRANCE-CHERT)
Cretaceo Medio	Caliza Jumasha.
Cretaceo Inferior	Formación Goyllarisquizga

1.2.0 FORMACIONES

Formacion Goyllarisquizga

Las rocas más antiguas expuestas en el área son la areniscas de la formación Goyllarisquizga del cretaceo inferior. Este grupo de rocas de aproximadamente 300 mts. de espesor está constituido por areniscas gruesas, blancas a grises, lutitas carbonosas con vetillas de carbón de mala calidad y arcilla.

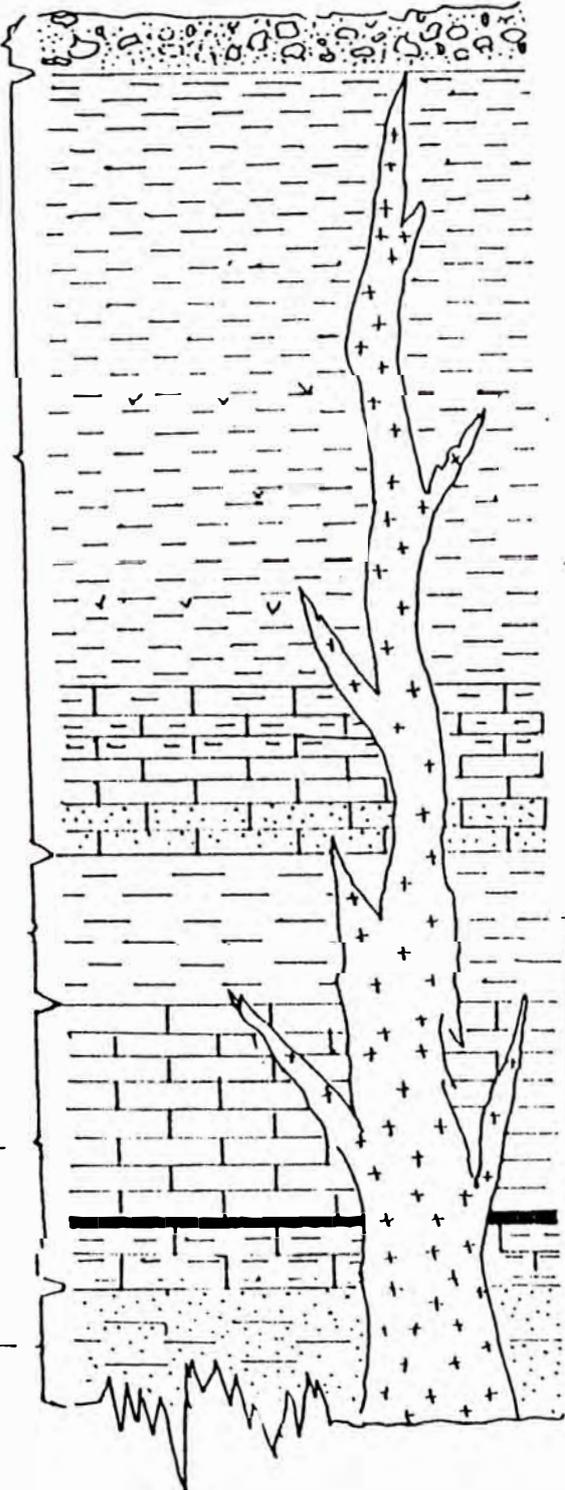
CUATERNARIO

CAPAS ROJAS

CELENDIN

JUMASHA

GOYLLAR



LEYENDA

ARENISCAS	-----	
CALIZA	-----	
CALIZA LUTACEA	-----	
SILL DE BASALTO	-----	
LUTITAS	-----	
CALIZA ARENOSA	-----	
VOLCANICOS	-----	
INTRUSIVO	-----	
ALLENDO CUATERNARIO	-----	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL AREA DE TAURICDEHA

DIBUJO : M Z F

FECHA : ENERO 1937

FIG. 1

Formacion Jumasha

Concordantemente sobre la formación Goyllarisquizga, se encuentra la formación Jumasha del cretáceo medio. Esta formación con espesor promedio de 700 mts. consistente de caliza masiva de color gris claro, en la base cerca del contacto con las areniscas, presenta intercalaciones de lutitas carbonozas.

Formacion Celendin

Sobreyaciendo concordantemente a las calizas Jumasha se encuentra la formación de celendín formadas por lutitas silificadas finamente estratificada con intercalaciones de caliza recristalizada lizada. Con un espesor promedio en el área de Yauricocha de 400 mts. A esta unidad localmente se le conoce como FRANCE - CHERT.

Capas Rojas Casapalca

Esta formación sobreyace a la formación Celendín está constituida principalmente por lutitas rojas, calcáreas, calizas puras y calizas arenosas rojizas.

1.3.0 INTRUSIVOS

Los intrusivos presentan contactos definidos y de gran ángulo con los sedimentos. Los intrusivos varían gradualmente de tamaño, desde cuerpos de unos cuantos cientos de metros cuadrados, hasta grandes masas que han cubierto varios kilómetros cuadrados, su composición varía de granodiorita a cuarzomonzonita en los bordes, observándose macroscópicamente plagioclasa, ortosa, biotita, hornblenda y cuarzo.

1.4.0 METAMORFISMO

El intrusivo, en contacto con las rocas de las diferentes formaciones, ha producido metamorfismo que varían en función del tipo de roca convirtiéndose esta en cuarcitas, lutitas hornfelsicas y calizas recristalizadas también existen zonas angostas de SKARN producto de las emanaciones del intrusivo.

1.5.0 ESTRUCTURA

- a) **Pliegues.**- La estructura principal de Yauricocha esta formada por dos pliegues el anticlinal Purísima concepción y el sinclinal FRANCE CHERT.

El anticlinal Purísima Concepción, se encuentra al S.O. de la mina Yauricocha esta definida por un sill de basalto de 17 mts. de espesor la pendiente de su eje es aproximadamente N 50°0 .

El sinclinal FRANCE CHERT, ubicada al N.E de la mina con una pendiente de su eje que cambia de N 35°0 en el Sur a N 65°0 en el Norte.

- b) **Fracturas.**- Diferentes esfuerzos ocurridos en diferentes épocas dieron como resultado el desarrollo de diversos sistemas de fracturas.

Resalta la falla Yauricocha que aparece a lo largo del contacto caliza Jumasha - Lutita Celendín la cual se extiende a gran distancia al sur de la mina y tiende a desaparecer al Norte.

- c) **Contactos.**- Los contactos Calizas Machay - Lutitas celedín (FRANCE CHERT), calizas Jumasha - intrusivo y lutita Celendín - intrusivo tiene importancia estructural durante el plegamiento, fracturación y ascenso de las soluciones mineralizantes.
- d) **Brechas.**- En Yauricocha generalmente las brechas se presentan en los contactos y constituyen una de las principales estructuras receptoras de mineralización.

1.6.0 MINERALIZACION

La mineralización presente en el depósito mineral de la mina Yauricocha esta formada principalmente por pirita, cuarzo, enargita, chalcopirita, bornita, covelita en el núcleo y parte central de los cuerpos, y masas sueltas de pirita friable, galena, esfalerita, junto con algo de chalcopirita en una ganga de calizas, arcilla y cuarzo en la periferia.

1.7.0 ENRIQUECIMIENTO SUPERGENICO Y OXIDACION

La oxidación de los cuerpos mineralizados en Yauricocha es de parcial a completa, va desde superficie hasta por debajo del nivel 575. El enriquecimiento supergenico de sulfuros guarda estrecha relación con la distribución de los óxidos.

La covelita chalcocita, pirita y digenita de origen supergenico se encuentra donde los sulfuros están en contacto con los óxidos.

1.8.0 GEOLOGIA DE LOS PRINCIPALES CUERPOS

En este punto se hace una breve descripción Geológica de los principales cuerpos que se trabajan en el área de la mina Yauricocha, en los últimos períodos.

Los cuerpos son de configuración irregular, que vistos en planos presentan la forma aproximado de lentes, cuyos ejes mayores son paralelos al rumbo General de los Estratos (Noroeste Sureste) y buzan a gran ángulo al N.E o son aproximadamente verticales. Sus dimensiones verticales son casi siempre mayores que los horizontales, existiendo casos donde estos cuerpos se extiende por más de 200 mts por debajo de la superficie; sus anchos son variables de 10 mts a 40 mts, tendiendo a ser menores en profundidad.

Los cuerpos están situados en la caliza Jumasha y se encuentra agrupados dentro de la caliza como a lo largo del contacto con las lutitas Celedín (FRANCE CHERT) y junto a las masas intrusivas.

1.8.1 CUERPO MINERALIZADO ANTACACA

El cuerpo Antacaca se encuentra al Sur del cuerpo Catas, forma con este una gran masa de mineralización casi continua paralela a la línea de contacto caliza FRANCE CHERT y caliza - intrusivo.

Estos dos cuerpos en sectores aparecen separados y debido a la concurrencia de lentes de caliza que han dado lugar a discontinuidad local de la mineralización emplazada a lo largo de dichos contactos.

Geología General

Este cuerpo ha sido reconocido desde superficies hasta el nivel 670, faltando aun su explotación en el nivel 720. Desde superficies hasta el 520 tiene un plunge definido al Sur, pero del nivel 575 hacia abajo cambia completamente su dirección norte. Al Oeste de este cuerpo, aparece un ramal que ha sido detectado desde el nivel 520 hasta el 670.

La potencia de este ramal alcanza los 46.0 metros el nivel 520 y 575 disminuyendo gradualmente en profundidad. Este ramal se une al cuerpo Sasacaca por una zona de fuerte oxidación.

En el extremo Sur en contacto con intrusivo el cuerpo sufre una separación por lentes estériles de caliza, presentándose como una unidad individual. Faltando su exploración por debajo del nivel 575.

Un núcleo de pirita y silice ocurre en la parte central del cuerpo, persistente desde el nivel 520 hasta por debajo del nivel 670.

La mineralización presente en el cuerpo principal, esta formada por pirita friable y masiva con galena, esfalerita, enargita y calcopirita, mientras que en el ramal consiste mayormente de pirita friable, calcopirita, enargita junto con algo de galena y esfalerita.

Es notable la ocurrencia de brochas mineralizadas hacia el Oeste de ambos cuerpos donde son predominantes la galena y esfalerita.

1.8.2 CUERPO MINERALIZADO CUYE

Este cuerpo está ubicado en una lengua de caliza entre el Stock intrusivo Mascota y el FRANCE CHERT, en el extremo Norte de la zona mineralizada de la mina de Yauricocha.

Ha sido reconocido desde superficie hasta el nivel 720 y existen evidencias de su extensión en profundidad.

Geología General

Este cuerpo estrechamente asociado al Stock intrusivo mascota en los niveles superiores es de forma tabular muy irregular que tiende a crecer en sentido Este - Oeste según el sistema principal de fracturamiento, en buzamiento no es consistente sino que varia de Sur a Norte y su longitud es mayor en el nivel 575 y va decreciendo hacia superficie. Así también su mineralización varia en sentido vertical, presentando en la parte superior mineralización de Cu - Pb y Zn gradando a Cu en profundidad.

La mineralización esta cubierta de silice residual que contiene Au y Ag. y se observa un ligero enriquecimiento supergeno hasta el nivel 360.

La mineralización del cuerpo consiste de pirita silicia y pirita suave con energita y tetrahedita en la parte central y galena, esfalerita calcopirita y pirita en las zonas periféricas.

La mineralización es de forma bandeada que parecen seguir el rumbo de las calizas y probablemente refleja estratificación original de ella.

También la mineralización ocurre en bandas que sigue la fracturación del sistema Este Oeste. En los niveles superiores, sobre el nivel 465, su contacto con la caliza es a menudo abrupto, con localizadas áreas brechadas de poca potencia, razón por lo que este cuerpo fue seleccionado para probar el método de exploración por hundimiento de bloques.

1.8.3 CUERPO MINERALIZADO CONTACTO SUR MEDIO

Este cuerpo se encuentra ubicado al NW del intrusivo Sur Medio siguiendo en forma general el contacto de este con brecha de Jumasha.

Geología General

Emplazado dentro de calizas fracturadas y brechada tiene un rumbo Oeste y posiblemente con buzamiento general de 90^0 al norte. Constituye en su parte W una estrecha faja de brecha calcárea pegada al contacto con intrusivo, cuya matriz mineralizada al prolongarse hasta el E, se separa de este y se introduce enteramente en la caliza brechada definiendo en conjunto con la parte Oeste una masa brechada mineralizada de casi 100 metros de largo y 4 metros de ancho promedio.

El control estructural está claramente relacionado a la Geometría del apofisis NW, del instrumento Sur medio como al efecto de su desplazamiento que habría producido por lo menos dos juegos de fracturamiento paralelo al contacto fallado (fractura de tensión) y otro juego oblicuo al mismo (fractura de cortadura) ambas producidas al parecer con posterioridad a un primer evento de fracturamiento anterior al intrusivo. Se han identificado en este cuerpo minerales de mena como esfalerica (rubia y parda), galena argentifera, y muy posible diseminación de platas nojas, plata nativa e inclusive

tetraedrita; acompañada de ganga mineral de pirita calcita, limonitas, oxidos de fierro.

Este cuerpo se ha explotado hasta el nivel 720, la explotación en niveles inferiores depende de la profundización del Pique.

CAPITULO II

GEOMECANICA

2.0.0 CLASIFICACIÓN GEOMECANICA DE LOS PRINCIPALES CUERPOS MINERALIZADOS DE YAURICOCHA

En este punto se desarrolla una forma practica como se puede clasificar los cuerpos mineralizados de acuerdo a sus principales propiedades geomecanicas. Esta clasificación se hace en base a la clasificación geomecánica de Bieniawski.

Los datos se obtuvieron de los informes geológicos y en forma practica de la zona de trabajo, los cuerpos mineralizados que se escogieron para desarrollar este trabajo son los mas representativos de la unidad de producción de Yauricocha por su volumen de mineral aportado por el metodo de explotación aplicado y por sus reservas existentes.

2.1.0 CLASIFICACION GEOMECANICA DEL CUERPO ANTACACA

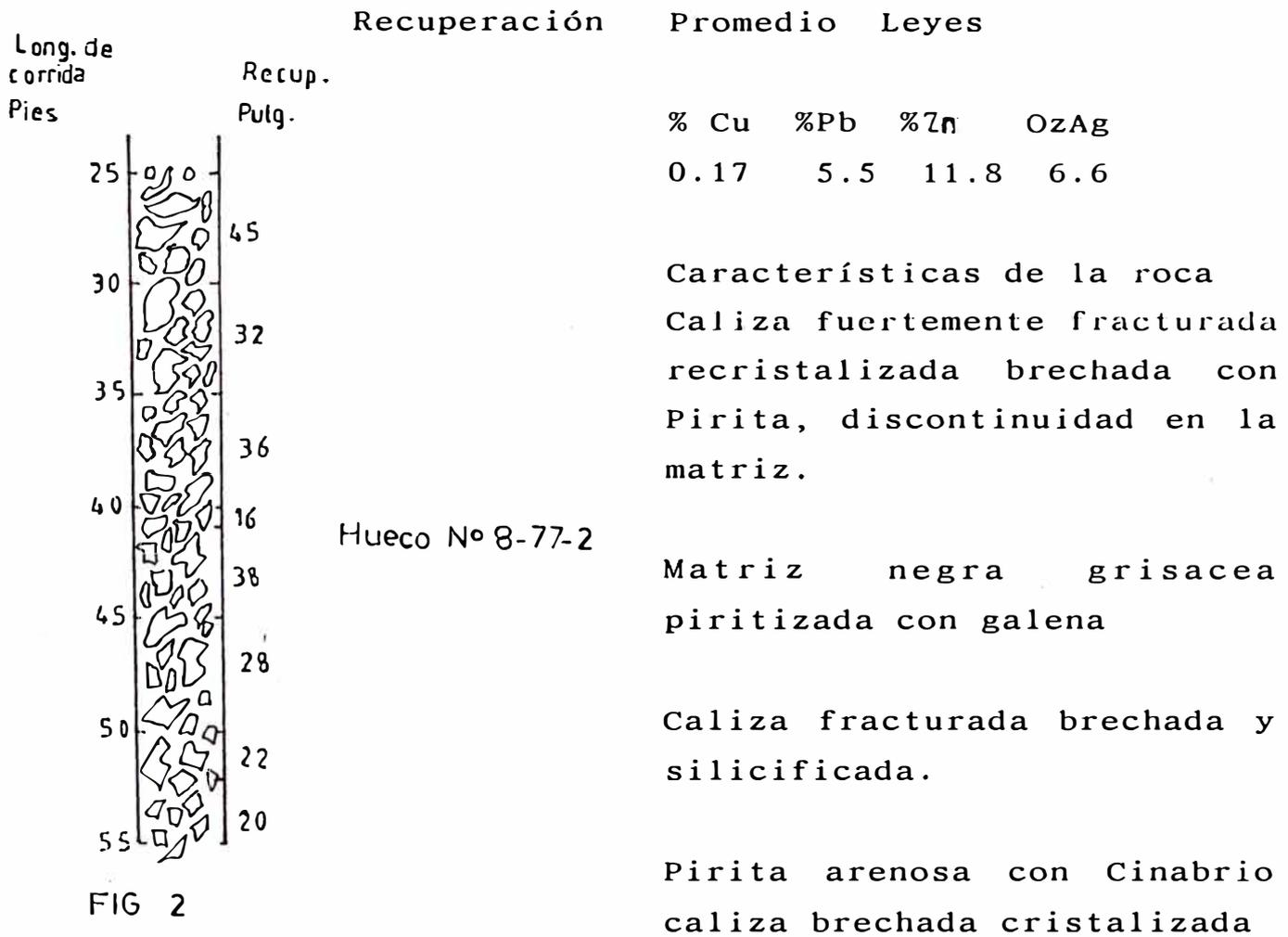


FIG 2

- A. Clasificación de los parámetros y su evaluación Según la tabla II de clasificación geomecanica CSIR de macizos de roca fisurada.
- A1. Como se menciona en el punto 1.8.1 (geología del cuerpo antacaca), este cuerpo esta ubicado en el contacto de capas rojas (caliza-Francechert) y caliza intrusivo. En esta zona las rocas estan compuestas por lutitas silicificadas con intercalaciones de caliza recristalizadas.

Con esta información en la tabla II.1 de Deere Miller podemos inferir una resistencia a la compresión uniaxial entre (50-100) MPa, con este dato valuamos en la tabla II.3.

Valuación: 7

A2. RQD (índice de calidad de la roca)

De los 30' a los 55'

Se tiene 300 pulgadas

Recuperación: $32 + 36 + 16 + 38 + 28 + 22 + 20 = 192'$

192

$RQD = \frac{192}{300} \times 100 = 64.00\%$

300

RQD entre 50% - 75% (de la tabla II.3.a)

Valuación: 13

A3. Espaciamiento entre fisuras

(de la tabla II.2)

Promedio de 1 a 3 pies

valuación : 20

A4. Estado de Fisuras

(de la tabla II.3.a)

Las superficies en algunos tramos se presentan algo pulidas. En rocas suaves inclusive hay presencia de pirita friable.

Valoración: 6

A5. Aguas Subterráneas

En este cuerpo la presencia de agua es notable (*)
llegando su caudal promedio a 50 lt/m.

(*) Medida In Situ.

(de la tabla II.3.a)

Valuación 4

Valuación Total:

$$A1 + A2 + A3 + A4 + A5 = 50$$

B. Ajuste por orientación de fisuras en la Valuación Final

Por lo general las labores se desarrollan en forma perpendicular al rumbo de las fallas o contactos y se penetra contra el rumbo por lo tanto consideramos regular (de la tabla II.3.b)

Valuación -5

$$\text{Valuación Final: } 50 - 5 = 45$$

C. Clasificación de la roca según el total final de valuación

De la tabla II.2.c

Valuación 45 entre 41 - 60 le corresponde la clasificación N^o III roca regular.

D. Significado de la Clasificación

De la figura 6

Con un avance de 3 mt sin cuadros la labor puede autosostenerse de 1 a 3 días. En casos críticos solo horas. El método de explotación aplicado en Yauricocha en estos casos es el de corte y relleno descendente. Lo cual implica trabajar bajo loza.

2.2.0 CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA DEL CUERPO CUYE

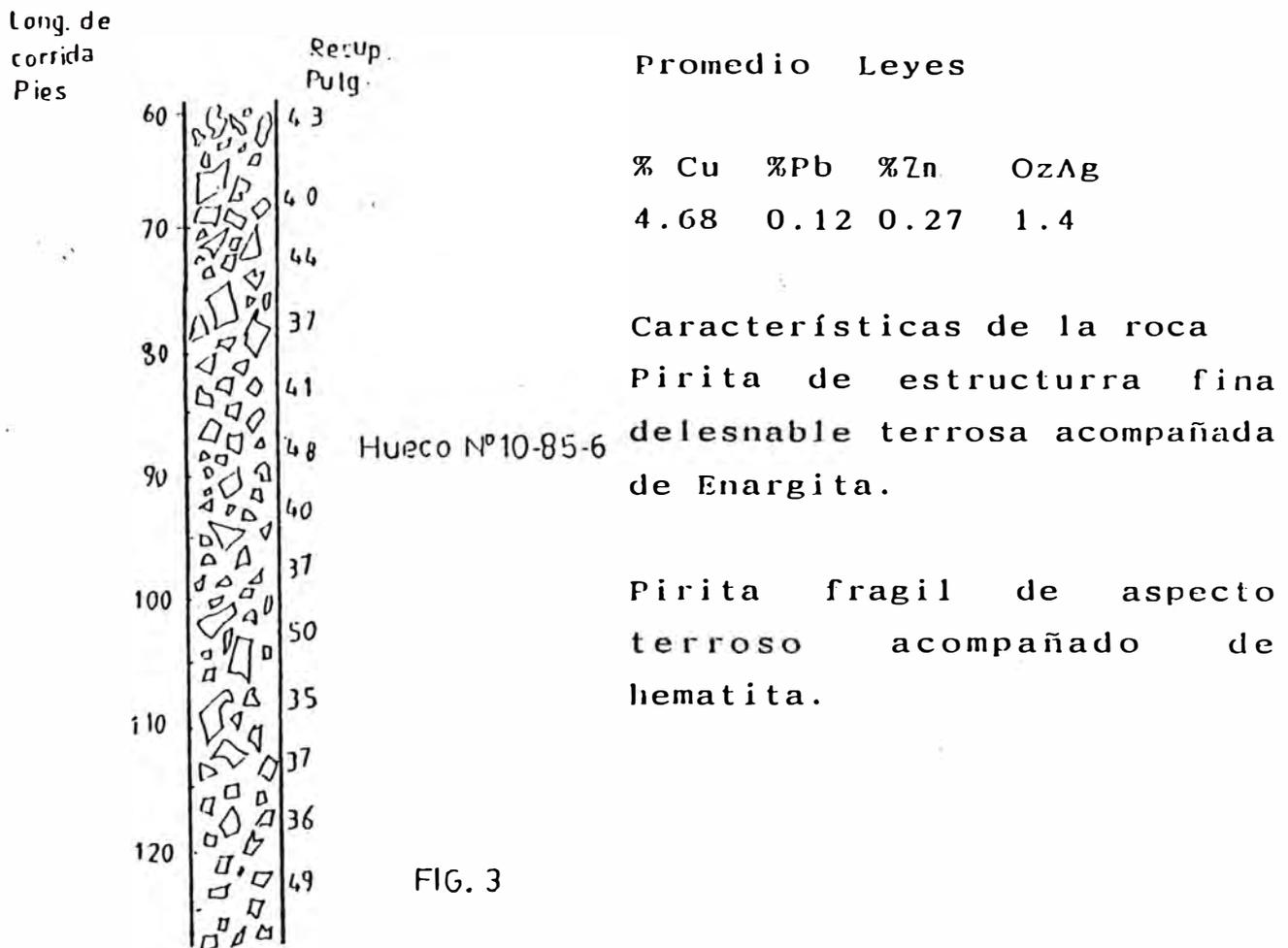


FIG. 3

A. CLASIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS Y SU EVALUACIÓN

A1. Resistencia a la compresión uniaxial

Este cuerpo Cuye, esta ubicado sobre caliza (una lengua) entre un stock intrusivo Mascota y el France Chert.

Las características de la roca son caliza regularmente silicificada y piritizada. La pirita es De estructura fina decesnable y terrosa.

Según la tabla 11.3.a se puede inferir una resistencia a la compresión uniaxial entre (50-100) MPa.

Valuación 7.

A2. RQD Índice de calidad de la roca

De los 60 a los 125 pies

Se tiene 780"

Recuperación: 43 + 40 + 44 + 37 + 41 + 48 + 40 + 37 +
50 + 35 + 37 + 36 + 49 = 537

537

$$\text{RQD} = \frac{537}{780} \times 100 = 68.85\%$$

RQD entre 50% - 75%

Valuación 13

A3. Espaciamiento entre fisuras

(De la tabla II.2)

Separado de 3 pies a 10 pies

Valuación 25

A4. Estado de fisuras

Superficies algo rugosas, paredes de roca suave (de la
tabla II.3.a)

Valuación 12

A5. Aguas Subterráneas

Cantidad de infiltración

Solo húmedo agua en los intersticios

(De la tabla II.3.a)

Valuación 7

Valuación Total: A1 + A2 + A3 + A4 + A5 = 64

B. AJUSTE POR ORIENTACION DE FISURAS

Por lo general las labores se desarrollan en forma perpendicular al rumbo de la falla o contactos y se penetra contra el rumbo, por lo tanto consideramos una valuación regular.

De la tabla II.3.b.

Valuación -5

Valuación Final: $64 - 5 = 59$

C. CLASIFICACIÓN DE ROCA SEGÚN EL TOTAL FINAL (DE VALUACIÓN Nº III REGULAR) De la tabla c

D. SIGNIFICADO DE SU CLASIFICACIÓN

Efectivamente estas labores con una abertura de 3 mt pueden mantener su estabilidad sin cuadros un promedio de 3 días.

El método de explotación aplicado en Yauricocha, en estos casos es el de corte y relleno descendente.

2.3.0 CLASIFICACIÓN GEOMECANICA DEL CUERPO CONTACTO SUR MEDIO

Este cuerpo se analiza en dos niveles diferentes(465,670) para observar las variaciones geomecanicas influenciadas por la profundización del cuerpo.

2.3.1 CLASIFICACIÓN GEOMECANICA DEL CUERPO CONTACTO SUR MEDIO NIVEL 465

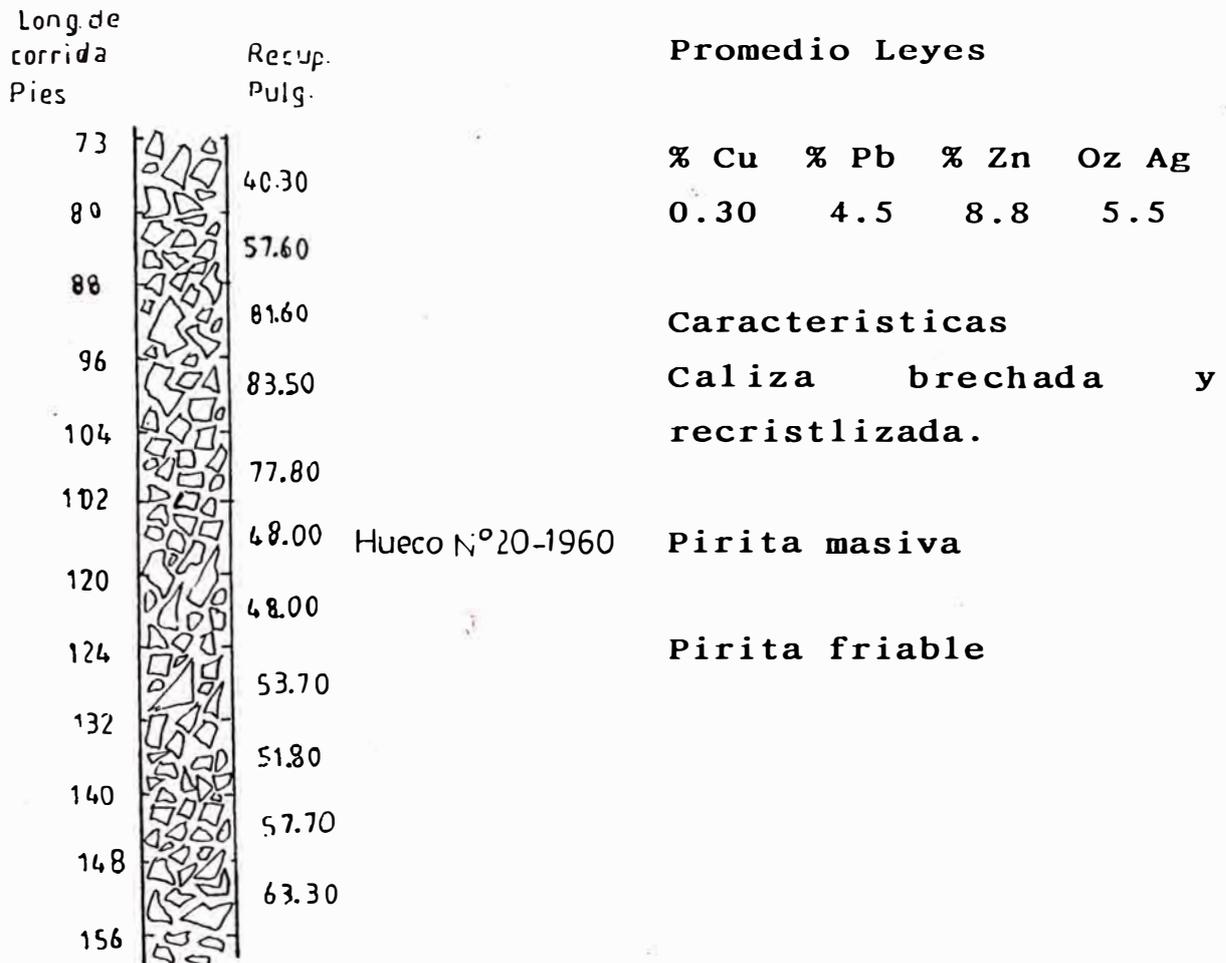


FIG 4

A. CLASIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS Y SU EVALUACIÓN

A1 Resistencia de la roca inalterada

Solo valuamos la resistencia a la compresión uniaxial y las calizas brechadas de Jumasha, presenta caliza recristalizada y algunos nódulos de pirita masiva y friable. Según la tabla II.1 le corresponde una resistencia a la compresión uniaxial entre (100-200) MPa.

Valuación 12.

A2. RQD (Indice de Calidad de la roca)

De los 73' a los 156'

Se tiene 996"

Recuperación: 40.30 + 57.60 + 81.60 + 83.50 + 77.8 +
48.00 + 48.00 + 53.70 + 51.80 + 55.70 +
63.30 = 661.30

661.30

$$\text{RQD} = \frac{661.30}{996} = 66.40\%$$

RQD entre 50% - 75% (de la tabla II.3.a)

Valuación 13

A3. Espaciamiento entre fisuras de 3 a 10 pies

De la tabla II.2

Valuación 25

A4. Estado de Fisuras

Superficie algo rugosas, paredes de roca dura (de la
tabla II.3.a)

Valuación: 20

A5. Presencia de aguas subterráneas

Mínima, solo en intersticios

De la tabla II.3.4

Valuación 7

Valuación Total: A1 + A2 + A3 + A4 + A5 = 77

B. AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE FISURAS

Los criterios con respecto a la orientación de la labor en todo los cuerpos son los mismos. Por lo tanto generalizamos una valuación regular en todo los cuerpos (De la tabla II.3.b).

Valuación -5

Valuación final 72

C. CLASIFICACIÓN DE ROCAS CON EL TOTAL DE VALUACION

Con el total de valuación según la tabla C se clasifica con el NQII roca buena.

D. SIGNIFICADO DE SU CLASIFICACIÓN

(Del grafico 6)

La roca es competente por lo cual su explotación se realiza por el método de corte y relleno ascendente una variante de cámaras y pilares, se abren cámaras hasta 8 mt de ancho y una altura de 14'. Con estas características de laboreo las cámaras puede autosostenerse un promedio de 2 meses.

2.3.2 CLASIFICACIÓN GEOMECANICA DEL CUERPO CONTACTO SUR MEDIO NV 670

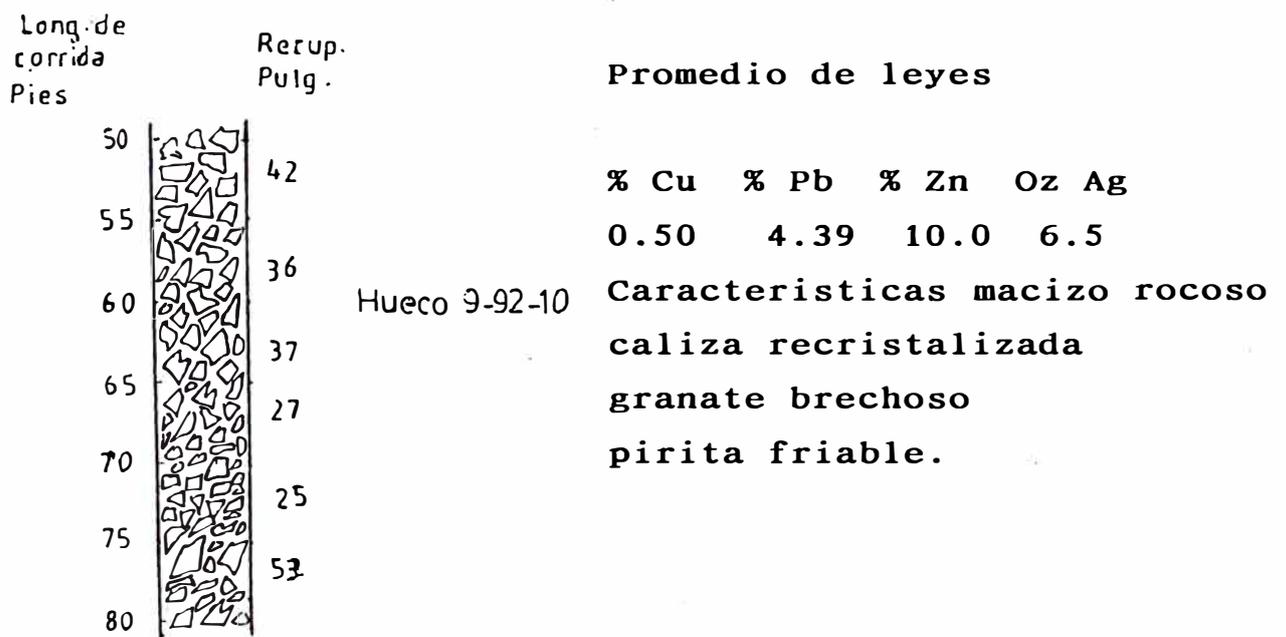


FIG. 5

A. CLASIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS Y SU EVALUACIÓN

A1. Resistencia de la roca inalterada

Las características del macizo rocoso son caliza recristalizadas, intrusivo con presencia de granate brechoso.

Los nódulos de pirita friable tienen mayor presencia. Según la tabla II.1 le corresponde una resistencia a la compresión uniaxial entre (50-100) MPa.

A2. RQD (índice de calidad de la roca)

1º Tramo, hueco 9-92-11

De los 20' a los 45'

Se tiene 300"

Recuperación: $44 + 40 + 32 + 42 + 46 = 204$ "

$$\text{RQD} = \frac{204}{300} \times 100 = 68.00\%$$

RQD entre 50 - 75%

2º Tramo

De los 50' a los 70'

Se tiene 240"

Recuperación: $35 + 35 + 43 + 39 = 152$ "

$$\text{RQD} = \frac{152}{240} \times 100 = 63.33\%$$

RQD entre 50 - 75%

Hueco 9-92-10

De los 50' a los 80' se tiene 360"

Recuperación: 42 + 36 + 37 + 27 + 25 + 53 = 220

$$\text{RQD} = \frac{220}{360} \times 100 = 61.11\%$$

RQD entre (50 - 75)%

Valuación 13

A3. Espaciamiento entre fisuras de 3 pies a 10 pies

(De la tabla II.2)

Valuación 25

A4. Estado de fisuras

(De la tabla II.3.a)

Superficie ligeramente rugosas con relleno suave

Valuación 12.

A5. Aguas Subterráneas

Agua en los intersticios ligero caudal < 50 lt/min.^(*)

(De la tabla II.3.a)

Valuación 4

Valuación Total

A1 + A2 + A3 + A4 + A5 = 61

B. Ajuste en valuación total por orientación de fisuras consideramos regular.

(De la tabla II.3.b)

Valuación -5

Valuación Final 56

(*) Medida In Situ.

C. CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE ROCA.

Según la tabla II.2.c, le corresponde la clasificación Nº III, roca regular, con la valuación alta dentro de este rango.

D. SIGNIFICADO DE LA CLASIFICACIÓN

(De la figura 6)

Con esta clarificación III de roca regular presenta un autosostenimiento de una semana incluso en zonas alteradas el autosostenimiento de labores con secciones de A = 3m x 3m es un día.

2.4.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

En las evaluaciones del C.S.M niveles 465 y nivel 670, distanciados aproximadamente 200 mts uno con respecto al otro, las conclusiones mas saltantes son:

Nivel	Valuación	Tipo de roca	Presencia de agua
465	72	Buena	Mínima solo en algunos interst.
670	56	Regular	Ligero caudal de agua.

- A mayor profundidad hay mayor presencia de pirita friable y agua.
- En los niveles inferiores la roca es menos competente.

Recomendaciones:

- Estas características que hacen menos competente la roca en el nivel 670, hizo que se variará el método de explotación en este cuerpo, pasando del método de corte y relleno ascendente, variante de cámaras y pilares de los niveles 465, 575, 620 a corte y relleno ascendente por paneles en el nivel 670.
- El método adoptado es menos eficiente y costoso (por la utilización de madera) que el método aplicado en los niveles superiores, pero proporciona mayor seguridad y evita la pérdida de mineral por "planchoneo".
- El método mas apropiado a aplicar seria el de corte y relleno descendente.
- Es necesario una mayor utilización de la geomecanica como elemento técnico práctico para el diseño de mina, en el planeamiento mensual de operaciones mina. Esto contribuye a optimizar costos.
- La geomecanica con una alimentacion de datos constante debe emplearse sistematicamente en las evaluaciones sobre el metodo de explotación que se esta empleando en un determinado block.
- Un mayor objetivo en la aplicación practica de la geomecanica es la modelización geologica, modelización geomecanica y modelizacion matematica, para lo cual se requiere un mayor

acopio de datos principalmente del departamento de geología.

Tabla II.1 Clasificación de la resistencia de roca de Deere y Miller

Descripción	Resistencia a la compresión uniaxial			Ejemplos de roca característica
	lfb/pulg ²	Kgf/cm ²	MPa	
Resistencia muy baja	150-3500	10-250	1-25	Yeso, sal de roca
Resistencia baja	3500-7500	250-500	25-50	Carbón, limolita, esquisto
Resistencia media	7500-15000	500-1000	50-100	Arenisca, pizarra, lutita
Resistencia alta	15000-30000	1000-2000	100-200	Mármol, granito, gneiss
Resistencia muy alta	> 30000	> 2000	> 200	Cuarcita, dólerita, gabro, basalto

Tabla II.2 Clasificación de Deere para el especiamento de fisuras

Descripción	Esparcimiento de fisuras		Apreciación de la roca
Muy separado	> 3 m	> 10 pie	Sólida
Separado	1 m a 3 m	3 pie a 10 pie	Masiva
Medianamente cerca	0.3 m a 1 m	1 pie a 3 pie	Bloques junteados
Cerca	50mm a 300 mm	pulg a 1 pie	Fracturada
Muy cerca	< 50 mm	< 2 pulg	Triturada y molida

Tabla II.3. Clasificación Geomecánica CSIR de macizos de roca fisurada.

a. Clasificación de los parámetros y su evaluación

Parámetro		Escala de valores							
1	Resistencia de la roca inalterada	Indice de la carga de punta	> 8 MPa	4-8 MPa	2-4 MPa	1-2 MPa	Par esta escala tan baja se prefiere la prueba de la resistencia a la comp. uniaxial.		
		Resistencia a comp. uniaxial	> 200 MPa	100-200 MPa	50-100 MPa	25-50 MPa	10-25MPa	3-10MPa	1-3MPa
	Valuacion		15	12	7	4	2	1	0
2	Calidad de corazones explosión, RQD		90%-100%	75-90%	50-75%	25%-50%	<25%		
			20	17	13	8	3		
3	Espaciamiento de juntas		> 3m	1-3 m	0,3-1 m	50-30 mm	< 50 mm		
	Valuacion		30	25	20	10	5		
4	Estado de las fisuras		Superficies muy rugosas, sin continuidad, sin separación. Paredes de roca dura	Superficies algo rugosas. Separación <1mm paredes de roca dura	Superficies algo rugosas. Separación < 1mm paredes de roca suave.	Superficies pulidas o relleno < 5mm. Esp. o fisuras abiertas 1-5 mm fisuras continuas	Relleno blando <5mm o fisuras abiertas < 5mm fisuras continuas		

Valuacion		25	20	12	6	0
5	Aguas Subterráneas	ninguna		25 litros/min	25-125 litros/min	>125 litros/min
	Relación: - Presion de agua o en la fisura. - Esfuerzo principal o mayor	Cero		0.0-0.2	0.2-0.5	>0.5
	Situación General	Totalmente seco		Sólo húmedo (agua de intersticios)	Ligera presión de agua	Serios problemas de agua
Valuacion		10		7	4	0

b. Ajuste en la evaluación por orientación de fisuras

Orientación de rumbo y echado de las fisuras		Muy favorables	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Valuación	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

C. Clasificación de rocas según el total de valuación

Valuación	10-81	80-61	60-41	40-21	< 20
Clasificación					
No.	I	II	III	IV	V
Descripción	Muy buena roca	Buena roca	Roca regular	Roca mala	Roca muy mala

D. Significado de la clasificación del macizo rocoso.

Clasificación					
No.	I	II	III	IV	V
Tiempo medio de sostén	10 años para claro de 5 m	6 meses para claro de 4m	1 semana para claro 3 m	5 horas para claro de 15 m	10 minutos para claro de 0.5 m
Cohesión de la roca Angulo de Fricción de la roca	> 300 kg. Pa > 45°	200-300Kg.Pa 40°-45°	150-200Kg.Pa 35°-40°	100-150 Kg.Pa 30°-35°	< 100 Kg. Pa < 30°

Tabla II.4 El efecto del rumbo y el echado de las fisuras en los túneles

Rumbo perpendicular al eje del túnel				Rumbo paralelo al eje del túnel		Echado de 0-20° Independiente del rumbo.
Penetración en el sentido del rumbo		Penetración contra el rumbo		Echado 45°-90°	Echado 20°-45°	
Echado 45°-90°	Echado 20°-45°	Echado 45°-90°	Echado 20°-45°			
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable

CLASIFICACIÓN DE LOS MACIZOS ROCOSOS

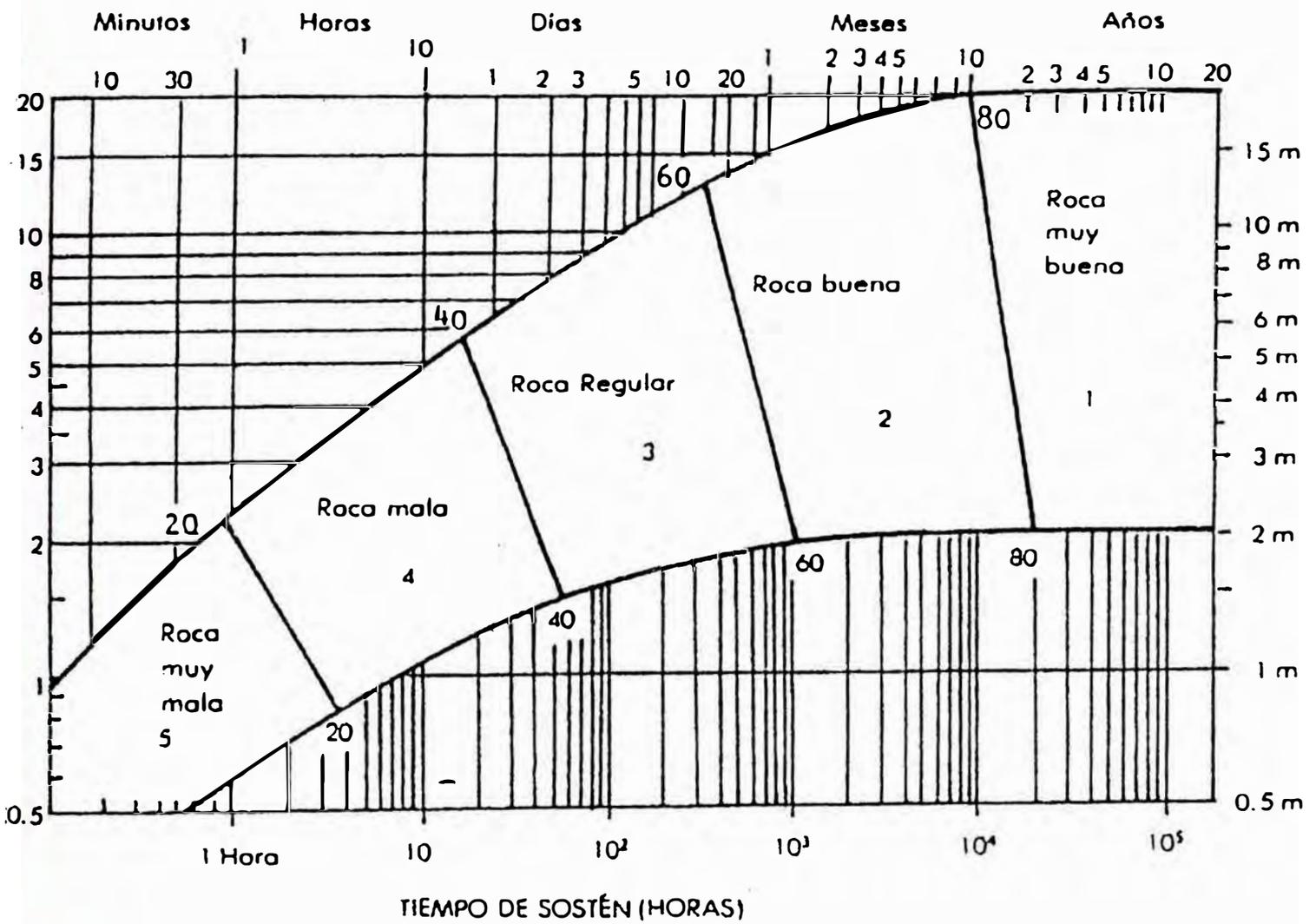


Figura 6. Relación entre el tiempo de sostén de un claro de una excavación subterránea sin ademe y la clasificación Geomecánica CSIR propuesta por Bieniawski²⁶.

DATOS PERFORACIONES GEOLOGICAS

Antacaca 670
Hueco N^o 8-77-2
Mv 620 (Drit 2589-SE)
Lat 15,042.282.N
Long 23,961,178-E
Maquina J.V.

Cuye 720
Hueco N^o 10-85-6
NV 670 crucero (3291-NW)
Lat. 15351.410-N
Long 23841.667-E

CSM 465
Hueco N^o 20-1960
Dir S 63^o10'W

CSM 670
Hueco N^o 9-92-11
Lat 14961.566-N
Long 23729.335-E

Hueco N^o 9-92-10
Lat 14979.749 N
Long 23736.146 E

CAPITULO III

METODOS APLICADOS EN LA EXPLOTACIÓN DE LOS CUERPOS

3.0.0 CORTE Y RELLENO DESCENDENTE (Under Cut and Fill, UCF)

3.1.0 APLICABILIDAD

La condiciones de aplicación de este método son las siguientes:

En vetas o cuerpos mineralizados con rocas encajonantes suaves, tan igual que la estructura mineralizada y con problemas de estabilidad para autosoportarse.

- En vetas de gran potencia y cuerpos con buzamientos que varían entre 60° y 90° .
- Los valores del mineral deben ser altos ya que el método es costoso.

En la mina Yauricocha se está aplicando el método de U.C.F. en los Cuerpos Cuye, Catas, Antacaca, Sasacaca, además existen otros cuerpos pequeños. Las reservas totales para explotar con este método alcanzan a 1'852,520 TMS y están ubicadas debajo de los niveles 575,620 y 670.

3.2.0 PREPARACIÓN

La preparación consiste en la ejecución de los siguientes trabajos:

- Delimitación del cuerpo en los niveles por medio de cruceros y galerías.
- Comunicación de chimeneas de extracción y ventilación de dos compartimientos: chute y camino, del nivel inferior al nivel superior. Esta chimenea tiene las siguientes características: los cuadros de la extracción son anillados interiormente con madera de 8" x 8" x 51"; y se descansa cada 5 pisos con la finalidad de

contrarrestar el golpe del mineral.

- Apertura de un subnivel principal de extracción en el nivel superior o sill. Este subnivel se avanza con sostenimiento con cuadros standard de madera 8"x 8". Si el block es potente estos cuadros tendrán soleras.
- Apertura de subniveles o paneles a partir del subnivel principal de extracción desde el contacto del cuerpo, sea la caja techo, hasta el otro contacto, sea la caja piso. Estos subniveles también se avanzan con sostenimiento de madera de 8" x 8".
- Rellenado del panel con relleno hidroneumático; la preparación para relleno se comienza cuando se ha abierto dos filas de cuadros donde permitan el tendido de redondos 8" de diámetro x 10' de longitud transversalmente en el piso y espaciados cada 7'. Los redondos tienen amarres de tablas. Antes de tender los redondos es necesario nivelar el piso y tender longitudinalmente cables que servirán como estrobos para colocar las poleas cuando se explote por el piso inferior. Se contiene el relleno en una represa preparada con tablas y poliyute; la cantidad de represas varia de acuerdo a la longitud del panel, siendo 40' la longitud limite para cada represa.

El relleno se realiza en dos etapas: primera se echa una mezcla de cemento-agregado en una proporción de 1:9 (mezcla rica), hasta 1/3 de la altura de la labor y se completa con mezcla en una proporción de 1:40 (mezcla pobre).

El equipo utilizado en la etapa de preparación es el siguiente: perforadoras Stoper en la chimenea perforadoras Jackleg en los cruceros, galerías subniveles. Para la limpieza se utiliza pala mecánica en los cruceros y galerías, winchas de arrastre en los subniveles; si la potencia del cuerpo es grande se planea su explotación con equipo LHD de 1 yd³, para nuestro caso.

El relleno de los paneles se progresa de un extremo del subnivel principal hacia el otro de manera que al final, todo el horizonte abierto queda reemplazado por una losa que servirá de techo para la explotación del block mineralizado. Detalles de la preparación se puede apreciar en la figura N^o 7.

3.3.0 EXPLOTACION: OPERACIONES DEL CICLO DE MINADO

La explotación del block comienza cuando se ha terminado la colocación de la losa en todo el horizonte del sill. Se desciende una altura de 10' desde la losa para extraer una franja de mineral de 3m. de ancho x 3m. de alto y longitud

que varia de 20 a 40 m. A partir de este momento la explotación progresa en sentido descendente con una secuencia de operaciones hasta llegar al nivel inferior.

3.3.1 PERFORACIÓN Y VOLADURA

La perforación se realiza con máquinas perforadoras Jackleg siendo las más usadas de las marcas Ingersoll Rand, Montabert y Atlas Copco; la malla de perforación varia entre 14 á 18 taladros espaciados a 0.9 m. y 1.8m (6') de longitud perforados con barrenos integrales de 6' de marcas Sandvick Coromant o Secoroc.

Para la voladura se emplea dinamita Semexsa de 45% iniciados con fulminantes #6 y mechas de seguridad de 7' de longitud con conectores unidos con igniter cord para la secuencia del encendido.

3.3.2 LIMPIEZA

Se realiza con winchas de arrastre de 2 tamboras. Si el área es grande, esta operación se realiza con Scooptrams de 1 yd³. Actualmente en la mina ya no se tiene Scoops en áreas de U.C.F. por haber disminuido en extensión los cuerpos, asi como por el bajo rendimiento de las máquinas, por la necesidad de refuerzo constante de sostenimiento en los subniveles de ataque.

3.3.3 EXTRACCIÓN

La extracción se realiza con "carros balancines" de 2 ton de capacidad jalados por una locomotora de 12 ton.

En este método en particular cuando existe una fuerte presencia de agua, es necesario trabajar con "semaforo" que es operado por el conductor de la locomotora, enviando señales, hasta la labor, para el llenado con mineral de cada uno de los carros balancines.

No es posible acumular mineral en el chute por la presencia de agua, mezclados ambos (mineral-agua) desarrollan una enorme presión, que puede destrozar el chute y provocar accidentes.

3.3.4 SOSTENIMIENTO

Se realiza en cuanto se ha terminado la limpieza antes de avanzar con el siguiente disparo. Consiste en colocar 2 puntales o postes al extremo o los puntos medios de los redondos tendidos durante la etapa de preparación.

3.3.5 PREPARACIÓN PARA RELLENO

Se comienza cuando se ha terminado la rotura de la labor, hasta el extremo de la losa. Consiste en nivelar el piso,

colocar 2 cables longitudinales y tender redondos de 10' transversales a la labor y separado a 7' de distancia; los redondos son amarrados con tablas, finalmente se prepara una represa con redondos enrejados con tablas y poliyute para contener el relleno hidroneumático.

La cantidad de represas varia de acuerdo a la longitud de la labor y se colocan cada 40' de distancia, promedio de la influencia de la descarga del relleno; finalmente se instala una línea de relleno con tuberías de 6" de diámetro que parte desde la bomba de relleno ubicado en cada nivel.

3.3.6 RELLENO

Esta operación consiste en enviar por medio de tuberías y aire comprimido material consistente de una mezcla de cemento-agregado-agua hacia la labor preparada. se realiza en 2 etapas: primero una mezcla en una proporción de 1:9 (mezcla rica), hasta una altura de un tercio de la altura del tajeo y se completa hasta el techo con una mezcla de 1:40 (mezcla pobre). esto significa utilizar 225 Kg. de cemento por cada metro cúbico de mezcla rica y 65 Kg. de cemento por cada metro cúbico de mezcla pobre.

Las lozas tienen una resistencia a la compresión entre 50 Kg/cm^2 - 80 Kg/cm^2 dependiendo de la calidad del material.

El relleno enviado a la mina proviene de las plantas de RHN instaladas en superficie (Satélite y planta 300) y una red de 4 líneas de tuberías que distribuyen a las labores de mina. Concluido el relleno, se pasa a romper al costado y así sucesivamente se continua hasta completar la extracción de todo el horizonte de mineral; finalmente se rellena todo el espacio abierto incluido el subnivel y se desciende nuevamente 10'. Se repiten los ciclos descritos hasta llegar al nivel inferior. Los detalles de la preparación y explotación se pueden apreciar en la figura N°3.

3.4.0 CONDICIONES DE SEGURIDAD

Respecto a la seguridad se puede afirmar que es el método más seguro en cuanto a los riesgos de accidentes que puedan representar. Las condiciones inseguras se pueden controlar y eliminar porque están a la vista, es decir se pueden doblar cuadros (armar otro cuadro, intermedio entre otros dos), postes, enrejados; se trabaja bajo techo y piso seguro.

3.5.0 PRODUCTIVIDAD DEL MÉTODO Y EFECTIVIDAD

Actualmente el método es ineficiente, no contribuye en volumen siendo su extracción muy limitada por los múltiples problemas que se tiene en área de explotación, estos son: altas presiones del terreno, presencia de abundante agua, dando baja calidad de las losas, especialmente en los cuerpos

Catas, Antacaca que requieren de refuerzo constante del sostenimiento, y por ende excesivo consumo de madera, complementando con la disminución en tamaño de los cuerpos y que obligaron sacar los scooptrams por bajo rendimiento, hacia áreas productivas como el O.C.F. y para el avance de las explotaciones y desarrollo. Las eficiencias logradas se puede ver en el cuadro NOV.2.

3.6.0 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

3.6.1 VENTAJAS

A continuación se enumeran las ventajas de este método:

- Incrementa la posibilidad de explotación de yacimientos con características de terreno suave.
- Buena recuperación del mineral del yacimiento.
- Proporciona buena seguridad para el personal y equipo.
- Posibilidad de adaptarse a equipo mecánico sobre llantas para la perforación y la limpieza, cuando la extensión del horizonte mineralizado es grande.

3.6.2 DESVENTAJAS

- Es muy costoso, por consumo grande de cemento. madera, mano de obra.
- Poco eficiente cuando hay presencia de agua en el terreno y excesivas presiones en las cajas.
- La presencias de agua nos limita en la extracción por la necesidad de atender con semáforo el carguño directo a

los carros, es decir, no se puede acumular el mineral en el echadero.

- Baja productividad por las razones expuestas líneas arriba.
- El requerimiento de relleno con cemento, paraliza la explotación de las áreas cuando hay escasez de cemento en el mercado.

3.7.0 CONCLUSIONES

- El método de U.C.F. actualmente no aporta volumen como para atender el requerimiento de la planta concentrada.
- Tiene alto costo de relleno.
- Tiene baja productividad.
- La disminución de áreas grandes dificultan la oportunidad de utilizar equipos de carguio LHD.
- Los Scoop tiene rendimiento bajo.
- Se requiere continuar estudiando la resistencia de las losas con el objetivo de disminuir costos.
- Mejorar el sistema de captación de agua.

CAPITULO IV

4.00 CORTE Y RELLENO ASCENDENTE MECANIZADO (OVER CUT AND FILL, OCF); VARIANTE: CÁMARAS Y PILARES

4.1.0 APLICABILIDAD

La aplicación de este método exige las siguientes condiciones:

- En yacimientos con cajas y estructuras mineralizadas competentes, es decir que las aberturas se deben autoportar al realizar la excavación.
- En vetas o cuerpos potentes y con buzamiento que varían entre 45° y 90° .

4.2.0 PREPARACIÓN

La preparación consiste en la ejecución de los siguientes trabajos:

- Delimitación del cuerpo en los niveles por medio de cruceros y galerías.
- Apertura de subniveles en el nivel o sill del cuerpo mineralizado delimitando su extensión.
- Comunicación de chimenea de ventilación y relleno al nivel superior.
- Ensanche de los subniveles hasta un ancho máximo de 6m, si el cuerpo es potente se determinan pilares de sostenimiento, generalmente en las zonas pobres en mineral del cuerpo.
- Rellenado del sill con relleno hidroneumático. La preparación y el relleno es similar al del U.C.F. con la finalidad de dejar una losa que servirá de soporte cuando la explotación del block inferior llegue al nivel superior y recuperar todo el mineral del block.
- Preparación de una rampa hacia el piso 1 y construcción de chutes o echaderos standard; los chutes se ubican a los extremos del cuerpo con la finalidad de ciclar la rotura. La rampa se avanza con una gradiente de + 12% y sección de 2m x 2m.

El equipo utilizado en esta etapa está constituido por máquinas perforadoras Jackleg, en los cruceros, galerías y subniveles; máquinas, Stoper, en las chimeneas; para la limpieza se ha generalizado el uso de equipo LHD. Detalles de la preparación se pueden apreciar en la figura N°8.

4.3.0 EXPLOTACIÓN: OPERACIÓN DEL CICLO DE MINADO

La explotación del block comienza cuando se ha rellenado el sill, armado los chutes o echaderos y comunicado la rampa de acceso al piso 1.

En esta etapa, teniendo como piso el relleno, se rompe y extraen franjas de mineral de 7' de altura en todo el horizonte para luego rellenar y nuevamente comenzar la rotura en el siguiente horizonte y, así sucesivamente ascender hasta el nivel superior.

A continuación se describe brevemente las operaciones del ciclo de minado.

4.3.1 PERFORACIÓN Y VOLADURA

Se realiza con máquinas perforadas manuales Jackleg, la malla de perforación varía entre 12 a 14 taladros, en cada frente de "breasting" con espaciamiento de 0.9 m y burden 0.8m. Los taladros son horizontales de 6' de longitud y se debe llevar el techo en forma de "arco" para dar estabilidad al terreno.

Para la voladura se emplea dinamita Semexa de 45% iniciados con fulminantes #6 y mechas de seguridad de 7' de longitud, con conectores unidos con igniter cord para la secuencia del encendido.

4.3.2 LIMPIEZA

El mineral rojo es transportado con equipo LHD o Scooptrams de 1 yd³, hacia los echaderos. Según la dimensión del área se puede llevar equipos LHD más grandes como el de 2,2 yd³ ó 3,5 yd³.

4.3.3 EXTRACCIÓN

Se efectúa con carros "balancines" de 2 Ton de capacidad y locomotoras eléctricas de 12 Ton.

En este método no existe problemas con la filtración de agua y es factible la acumulacion de mineral en el "chut".

4.3.4 RELLENO

Originalmente el relleno empleado fue el relleno hidroneumático y el relleno hidráulico, pero por problemas de la imposibilidad de cubrir el volumen requerido con RHN y problemas que acarrearaban el empleo del relleno hidráulico, se acondicionó chimeneas para enviar relleno convencional desde la superficie a la mina, con resultados bastante satisfactorios. Esto permitió, por el momento cubrir el volumen requerido por la explotación de las áreas mineralizadas. El cuadro N°5.1 muestra el incremento sucesivo del relleno convencional que ha cubierto y superado el volumen realizado con relleno hidráulico.

4.3.5 ACONDICIONAMIENTO DE LA EXTRACCIÓN

Es una operación complementaria del ciclo de minado y consiste en levantar los cuadros de la extracción; chute, camino y wince con el armado de los respectivos cuadros, luego la preparación de una rampa con el mismo material detritico para ascender y continuar con el minado.

4.3.6 SOSTENIMIENTO

Cuando el cuerpo es grande en extensión es necesario dejar pilares de dimensiones variables para el sostenimiento del terreno y evitar los riesgos de accidentes. Generalmente

estos pilares se ubican en las zonas marginales del cuerpo. Los pilares convenientemente ubicados permiten abrir cámaras de 5,5 - 6,0 m sin riesgo de accidentes.

4.4.0 CONDICIONES DE SEGURIDAD

Respecto a la seguridad, el método no representa alto riesgo de accidente pues requiere cumplir con los parámetros establecidos para el método y dar estabilidad al terreno, es decir, abrir una cámara con ancho máximo de 5,5 m- 6,0 m. y altura de 14' y el techo llevado en forma de "arco". El desatado continuo de toda el área es importante para la prevención de accidentes por caída de rocas.

4.5.0 PRODUCTIVIDAD Y EFECTIVIDAD DEL METODO

La simplicidad de las operaciones del ciclo hace que este método sea altamente productivo y efectivo, si el servicio con el relleno está al día con la extracción. Para el caso de Yauricocha se debe tender siempre a la búsqueda de áreas donde se pueda aplicar esta clase de métodos y mejor aún si se generaliza en toda la mina, pues las cifras obtenidas con una eficiencia de tajeo de 8.90 TM/Hg (1985-1990) y costo de minado de \$5,75/TM (promedio 1986-1990) corroboran lo dicho líneas arriba.

4.6.0 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

4.6.1 VENTAJAS

- Alta productividad
- Buena recuperación del block de mineral
- Bajo costo minado
- Mucha posibilidad para mecanizado de la perforación con Jumbos.
- Flexible al cambio de método

- Zonas marginales del cuerpo se pueden dejar como pilares de sostenimiento.
- Bajo consumo de madera.

4.6.2 DESVENTAJAS

- Necesidad constante de relleno que limita a la disponibilidad de bombas RHN o volquetes.
- Mantenimiento constante de los echaderos.
- Posibilidad de dilución del mineral con relleno.

4.7.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El método es altamente productivo y eficiente. Recomendamos la búsqueda de nuevas áreas para poner en aplicación y recuperar los niveles de producción de la mina.
- El método es adaptable a la mecanización con equipo más grandes.
- Es posible la investigación del yacimiento a medida que se realiza la explotación.
- El método es flexible en cuanto al area de minado.

CAPITULO V

PARAMETROS Y COSTOS

**INDICES TECNICOS ACTUALES VS. PRESUPUESTADO
PROMEDIO 1992**

CUADRO V.1

Matrial	Unidad	UCF (W.E.)		OCF (W.E.)		OCF (MECANIZADO)	
		ACTUAL	PRESUP	ACTUAL	PRESUP	ACTUAL	PRESUPUES
Madera	BF/TM	8.22	10.20	0.337	0.660	0.77	0.265
Dinamita	KG/TM	0.290	0.298	0.180	0.271	0.350	0.271
Guia	ML/TM	1.12	1.045	0.850	0.962	1.060	0.962
Conector	EA/TM	0.53	0.500	0.310	0.477	0.600	0.477
Fulminante	EA/TM	0.53	0.500	0.310	0.477	0.600	0.477
Igniter	ML/TM	0.130	0.120	0.095	0.106	0.120	0.106
Barreno	EA/TM	0.0016	0.0019	0.0020	0.0026	0.002	0.058

- El presente cuadro fue elaborado de los informes mensuales (carta mensual) de zona II del año 1992.
- En el método de corte y relleno descendente (UCF) se puede observar un alto consumo de madera que sumado al relleno cementado hace un método costoso.
- Se puede observar un relativo bajo consumo de barrenos, en ambos métodos debido a la baja dureza de la roca.

EXTRACCION
PROMEDIO AÑO 1992

CUADRO V.2

1992 MES	COSTO \$/TMS	
	OCF	UCF
Enero	10.62	13.26
Febrero	5.05	12.49
Marzo	8.05	10.50
Abril	7.85	11.32
Mayo	8.36	15.27
Junio	7.21	9.50
Julio	8.71	10.01
Agosto	9.55	8.61
Setiembre	9.58	5.93
Octubre	9.51	12.55
Noviembre	8.60	10.52
Diciembre	7.49	14.28

Se puede observar en mayor costo en el metodo (UCF) corte y relleno descendente.

El mayor costo en (UCF) basicamente se debe a:

- a) Mayor utilizacion de madera
- b) Mayor costo de relleno por la utilización de cemento.
- c) Mayor utilizacion de labor diaria (mano de obra)

PREPARACION COSTO.METODO

CUADRO V.3

1992 MES	COSTO \$/ML	
	OCF	UCF
Enero	176.53	791.58
Febrero	9.30	2.35
Marzo	430.00	525.02
Abril	562.21	404.98
Mayo	596.97	764.93
Junio	250.60	1,227.70
Julio	502.00	498.21
Agosto	241.00	1,016.00
Setiembre	357.01	452.78
Octubre	1,275.90	175.32
Noviembre	450.00	535.39
Diciembre	669.50	40.87

EXPLORACION Y DESARROLLO

CUADRO V.4

MES	COSTO \$/ML
Enero	1,057.25
Febrero	293.04
Marzo	250.15
Abril	682.95
Mayo	362.95
Junio	196.53
Julio	200.00
Agosto	465.00
Setiembre	163.98
Octubre	163.47
Noviembre	308.07
Diciembre	246.00

Los costos en preparación, exploración y desarrollo son bastante irregulares debido principalmente a la carencia de insumos (rieles, clavos, tuberías, etc) que no permiten un avance constante en estas etapas de operaciones.

TARIFAS MINA, PARA RELLENO

Se detalla a continuación las tarifas calculadas para el presupuesto de Mina 1993.

1. RELLENO HIDRONEUMATICO

	I SEMESTRE	II SEMESTRE
Mezcla rica (S/./m ³)	29,88	35.94
Mezcla pobre (S/./m ³)	16.64	21.18
UCF	21.05	26.10
OCF	17.74	22.41

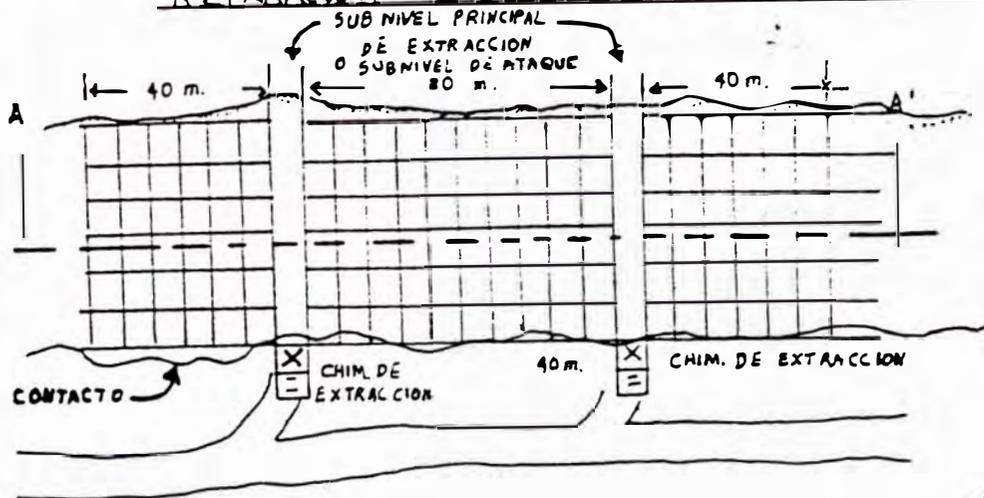
2. RELLENO DETRITICO (Soles/m³)

I SEMESTRE	II SEMESTRE
7.61	8.01

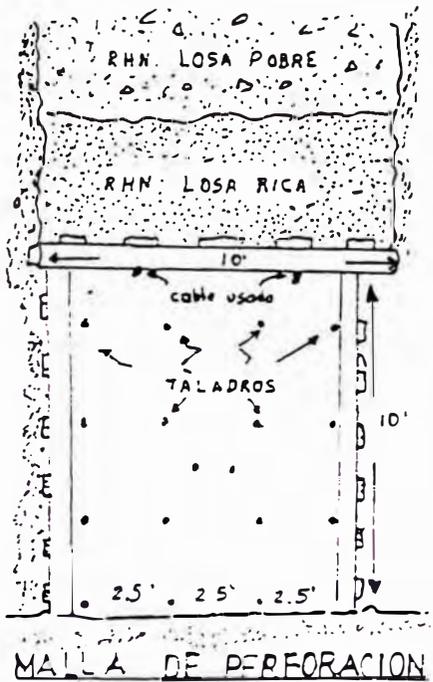
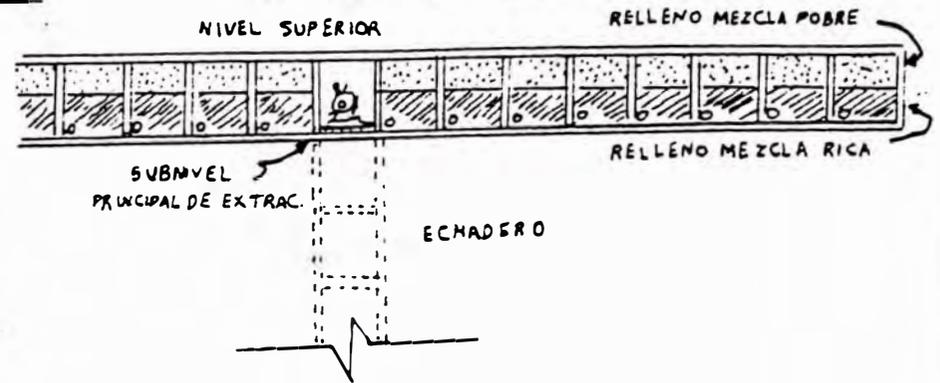
3. AIRE PERFORACION

	I SEMESTRE	II SEMESTRE
Soles/metro perforado	1.697	1.892

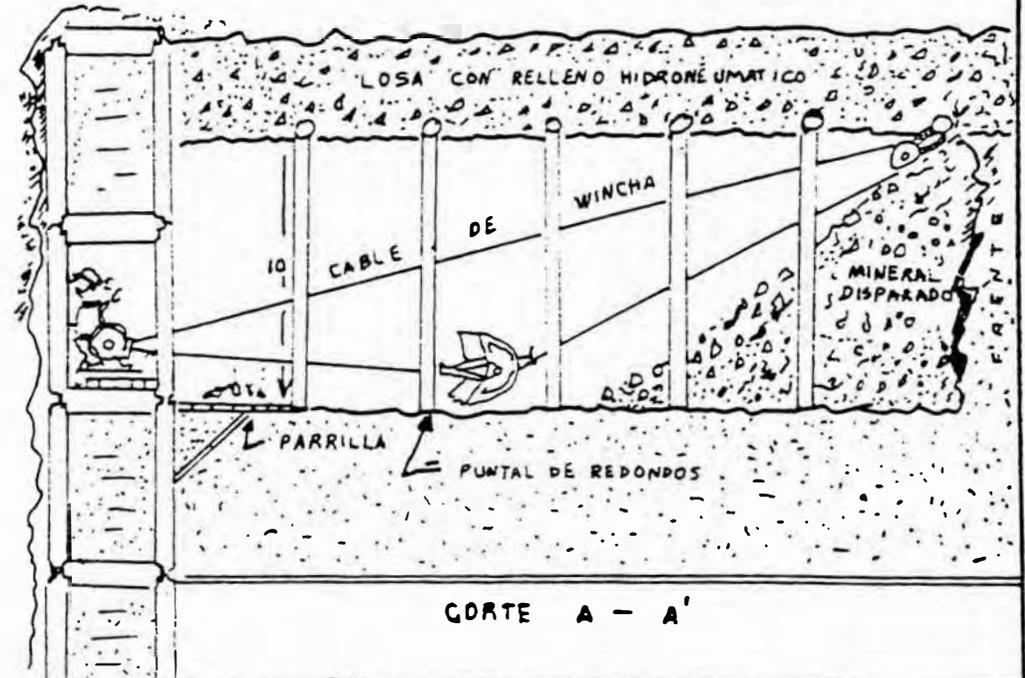
PREPARACION DE SILL EN NIVEL SUPERIOR - PLANTA



RELLENO DE SILL - LOZAS



MAJLA DE PERFORACION



CORTE A - A'

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FAC. DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA

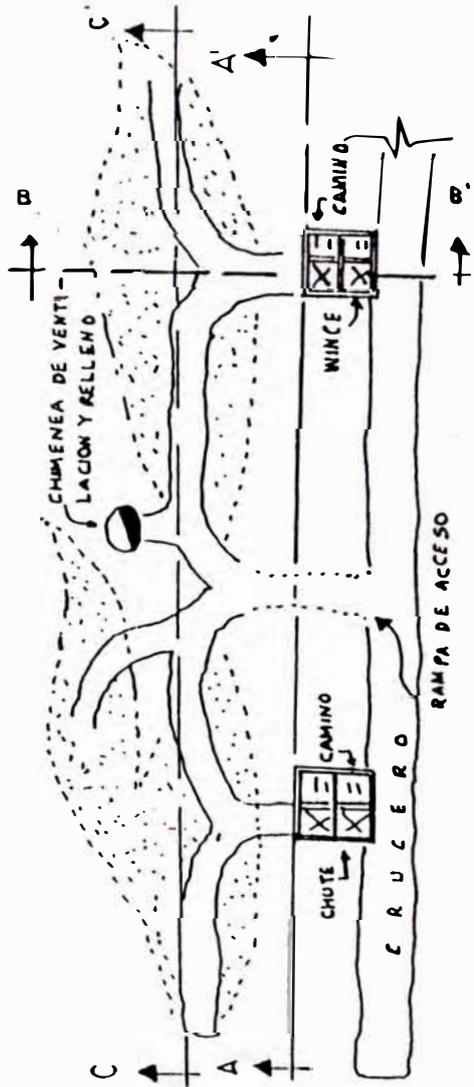
ESQUEMA DE LA PREPARACION Y EXPLOTACION DE U.E.F.

DIENJO POP: A.Z.F

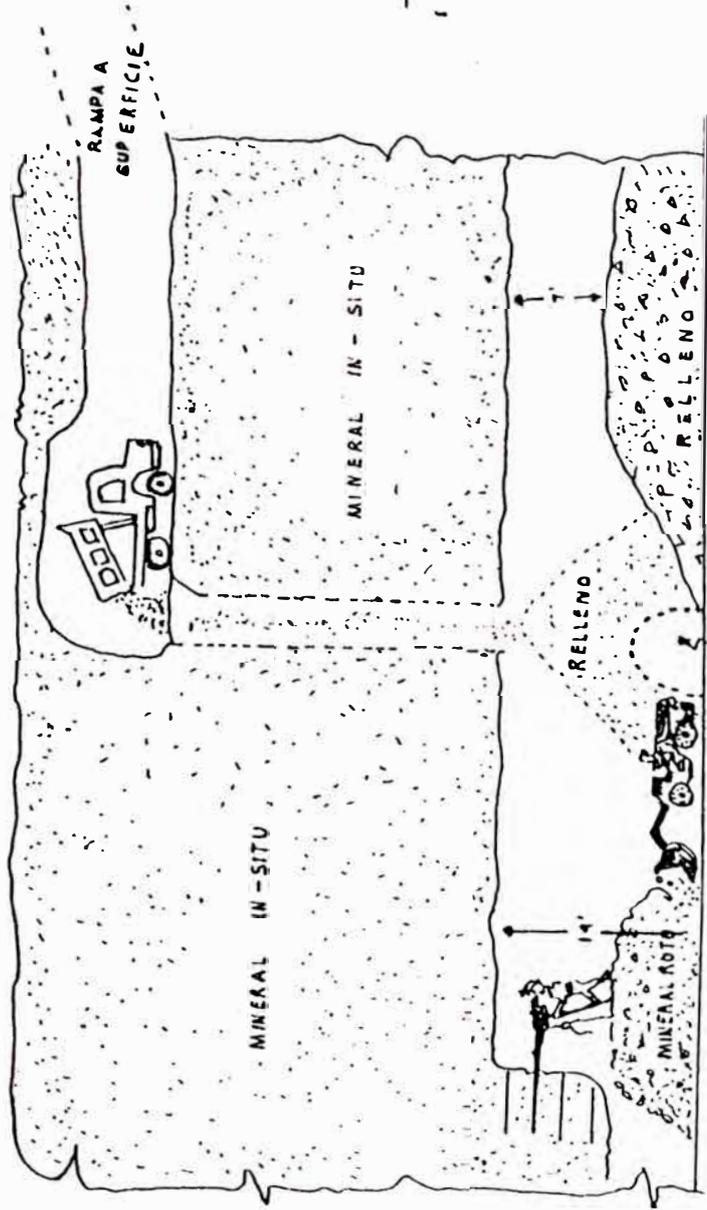
FECHA: ENERO 1997

FIG. 7

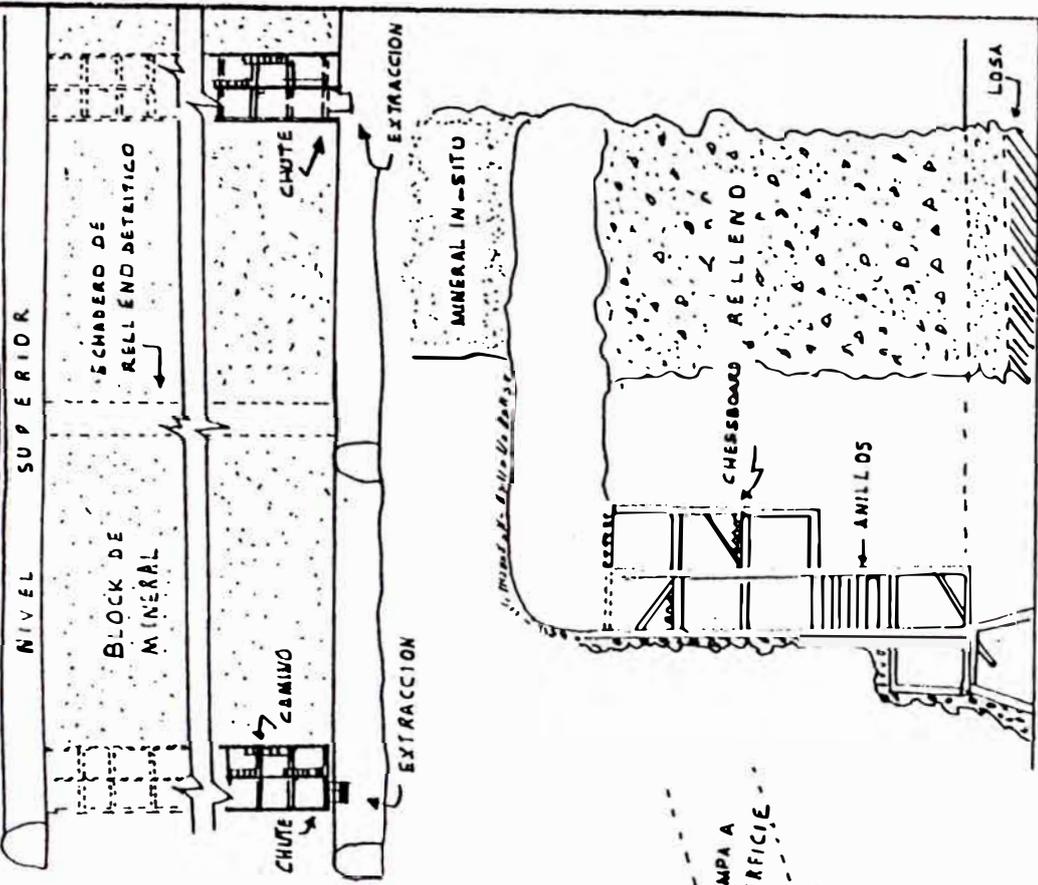
PREPARACION DEL SILL



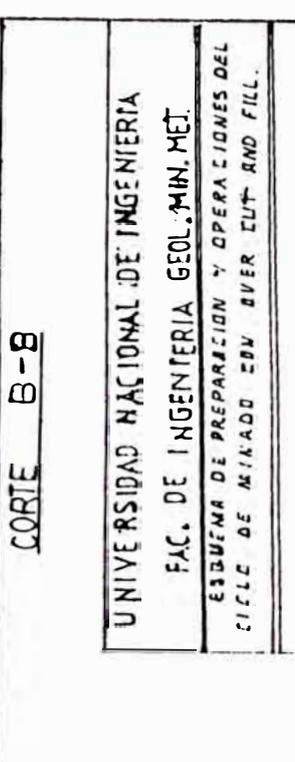
CORTE C-C OPERACION DE CICLO



CORTE A-A



CORTE B-B



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FAC. DE INGENIERIA GEOL.MIN.MET.
 ESQUEMA DE PREPARACION Y OPERACIONES DEL
 CICLO DE MINADO EN OVER CUT AND FILL.
 DIBUJO POR: H.Z.F. FECHA: ENERO 1994.

FIG. 8

A N E X O S

ANEXO 1

PRODUCCION (TMS)	EST.92	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETBRE	OCTUBRE	NOVIEM.	DICIEM	ACUM 92	PRCM.92
ZONA1		10539	9235	9199	11168	8156	8715	5366	9342	10115	8834	6962		97541	8867
ZONA2		13778	14379	19524	14838	14308	13341	14479	12218	15255	18046	14369		164513	14956
JULIANA		4579	3468	3610	3467	2061	3001	4386	1882	1986	1313	1950		31703	2882
EMITO		1228	910	1101	1255	2352	1924	1137	1600	1110	3037	2602		18255	1955
PACCOCHA		1881	2324	2173	1450	1345	1692	1934	2636	1717	1809	2650		21614	1965
IPILLO															
OTROS TAJOS															
TONELAJE TOTAL		32008	30316	35517	32178	28222	28673	27302	27678	30183	33039	28513		333629	30330
Mina Central		28896	27082	32243	29473	24525	25057	24231	23442	27356	28143	23761		293759	26705

EFICIENCIAS TMS/hg

ZONAS	PERSONAL	TAREA/MES	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTBRE	OCTUBRE	NOVIEM	DICIEM	AGOS 92	PRM.92
ZONAL	105	25	4.01	3.52	3.47	4.25	3.11	3.32	2.04	3.56	3.85	3.37	2.65		37.16	3.38
ZONA2	160	25	3.44	3.59	4.88	3.71	3.58	3.34	3.62	3.05	1.81	4.51	3.59		11.13	3.74
JULIANA	25	25	7.33	5.55	5.78	5.55	3.30	4.80	7.02	3.01	3.18	2.10	3.12		50.72	4.61
EMITO	12	25	4.09	3.32	3.67	4.18	7.86	6.41	3.79	5.33	3.70	10.12	8.67		60.85	8.50
PACCOCHA	8	25	9.42	11.62	10.87	7.25	6.73	8.46	9.67	13.15	8.59	9.05	13.25		108.07	9.82
IPILLO																
OTROS TAJCS																
SERVICIOS	173	25														
TOTAL MINA	483	25	2.65	2.51	2.94	2.66	2.34	2.37	2.26	2.29	2.50	2.74	2.36		27.63	2.51

**ESTADISTICA DE RELLENO
1980 - 1990**

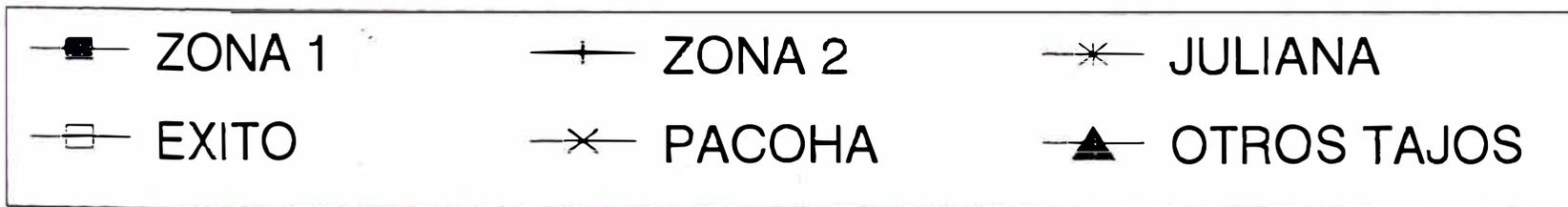
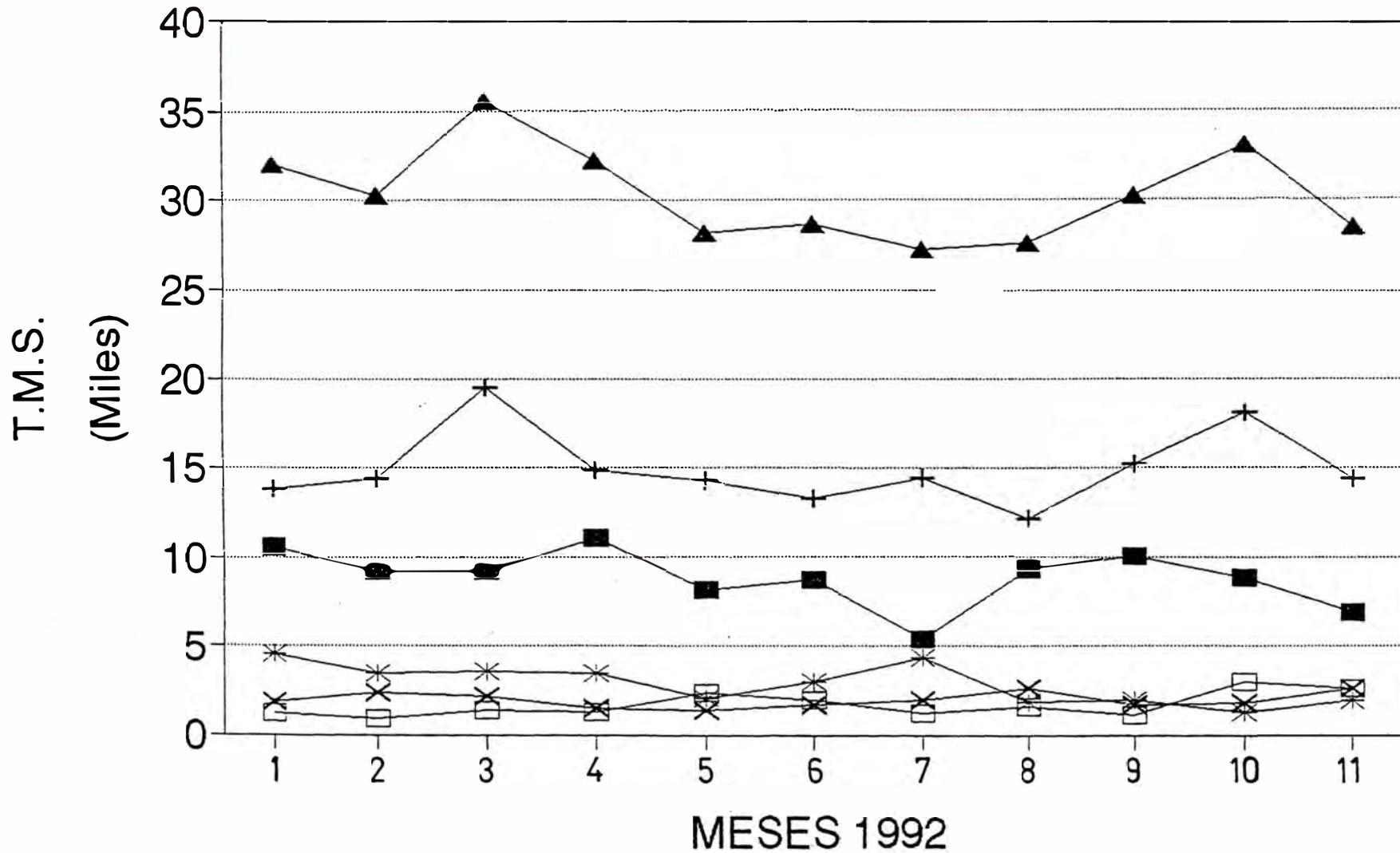
ANEXO NO 3

AÑO	RELLENO R.H.N (M3)	RELLENO HIDRAULICO (M3)	RELLENO DETRITICO (M3)	TOTAL (M3)	RELLENO ESTIMADO (M3)	(%) ALCANZADO
1980	120 969			120 969	151 685	79,75
1981	127 386			127 386	151 685	83,98
1982	112 792			112 792	151 685	74,36
1983	118 568			118 568	151 685	78,17
1984	113 102			113 102	151 685	74,56
1985	118 657			118 657	151 685	78,23
1986	72 744		8 484	81 228	141 573	57,38
1987	63 344	11 184	12 132	86 660	141 573	61,21
1988	50 783	14 664	10 824	76 271	128 089	59,55
1989	57 753	17 676	22 692	98 121	121 348	80,86
1990	51 489	5 652	40 860	98 001	130 617	75,03
TOTAL	1 007 587	49 176	94 992	1151 755	1 573 310	73,21

CUADRO DE COSTOS UNITARIOS - 1992 U.P. YAURICOCHA**CUADRO RESUMEN EN US \$ / TMS**

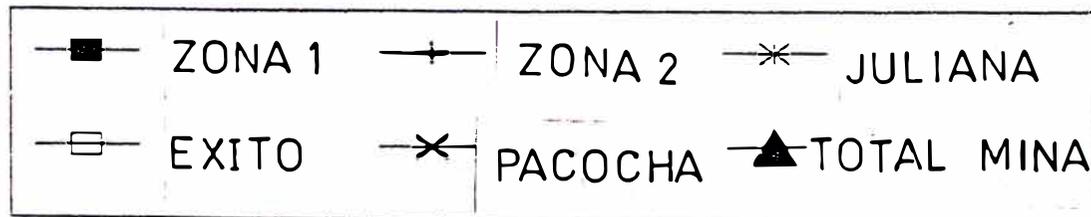
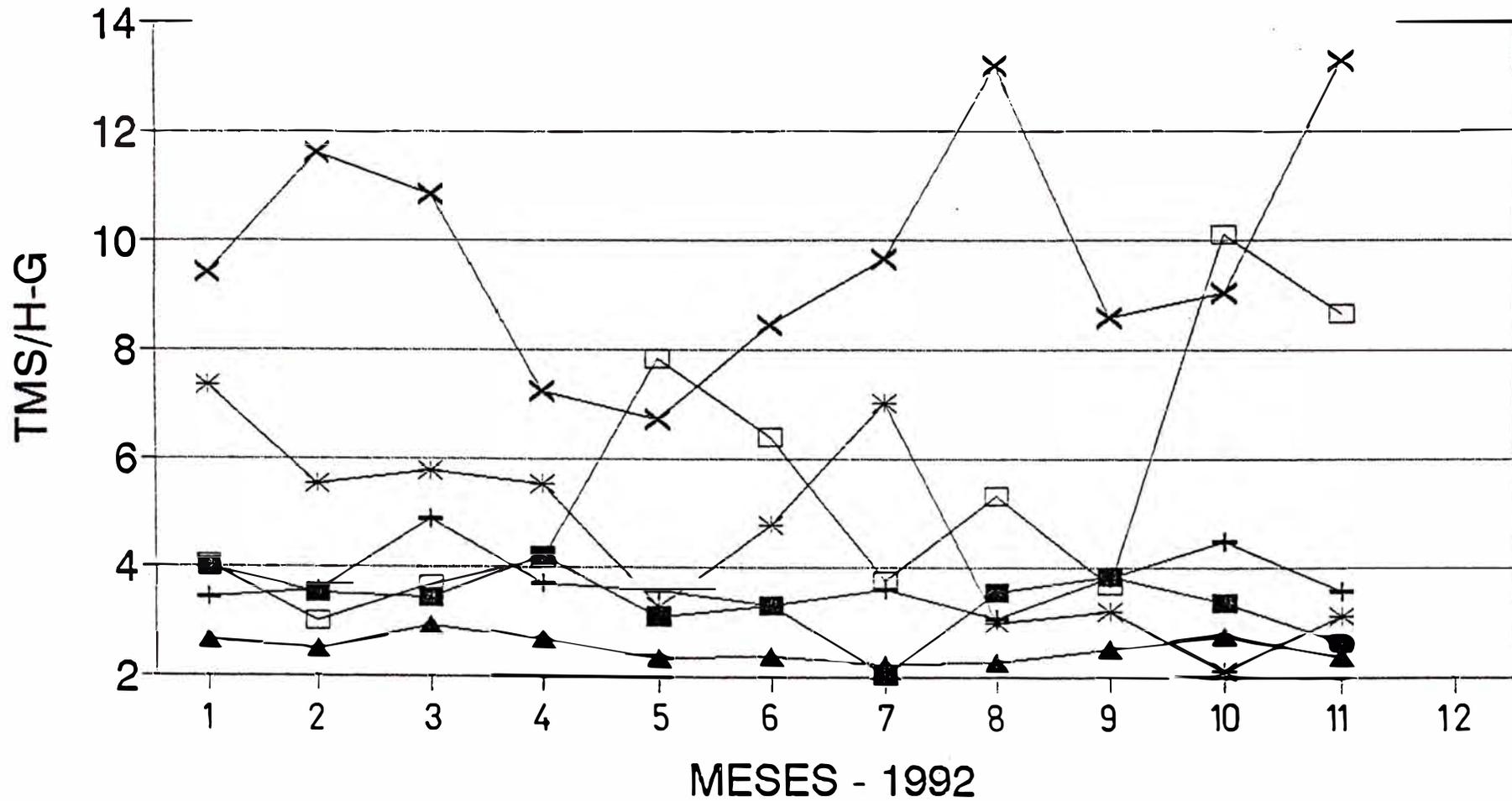
	ENERO	FEBRE	MARZ	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOST	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
COSTO MINA PRINCIPA	22.94	20.03	20.29	29.95	20.19	24.51	23.7	23.72	17.89	20.32	22.58		21.61
COSTO ZONA 1	13.56	12.5	14.99	10.66	14.36	11.6	20.54	13.15	11.43	19.31	14.66		13.72
COSTO ZONA 2	17.08	10.98	9.89	14.02	13.9	12.93	11.93	16.01	10.83	12.5	13.88		13.07
COSTO ZONA 5	1.43	1.42	1.32	1.46	1.37	1.52	1.29	1.25	1.01	1.35	1.97		1.4

PRODUCCION U.P. YAURICOCHA



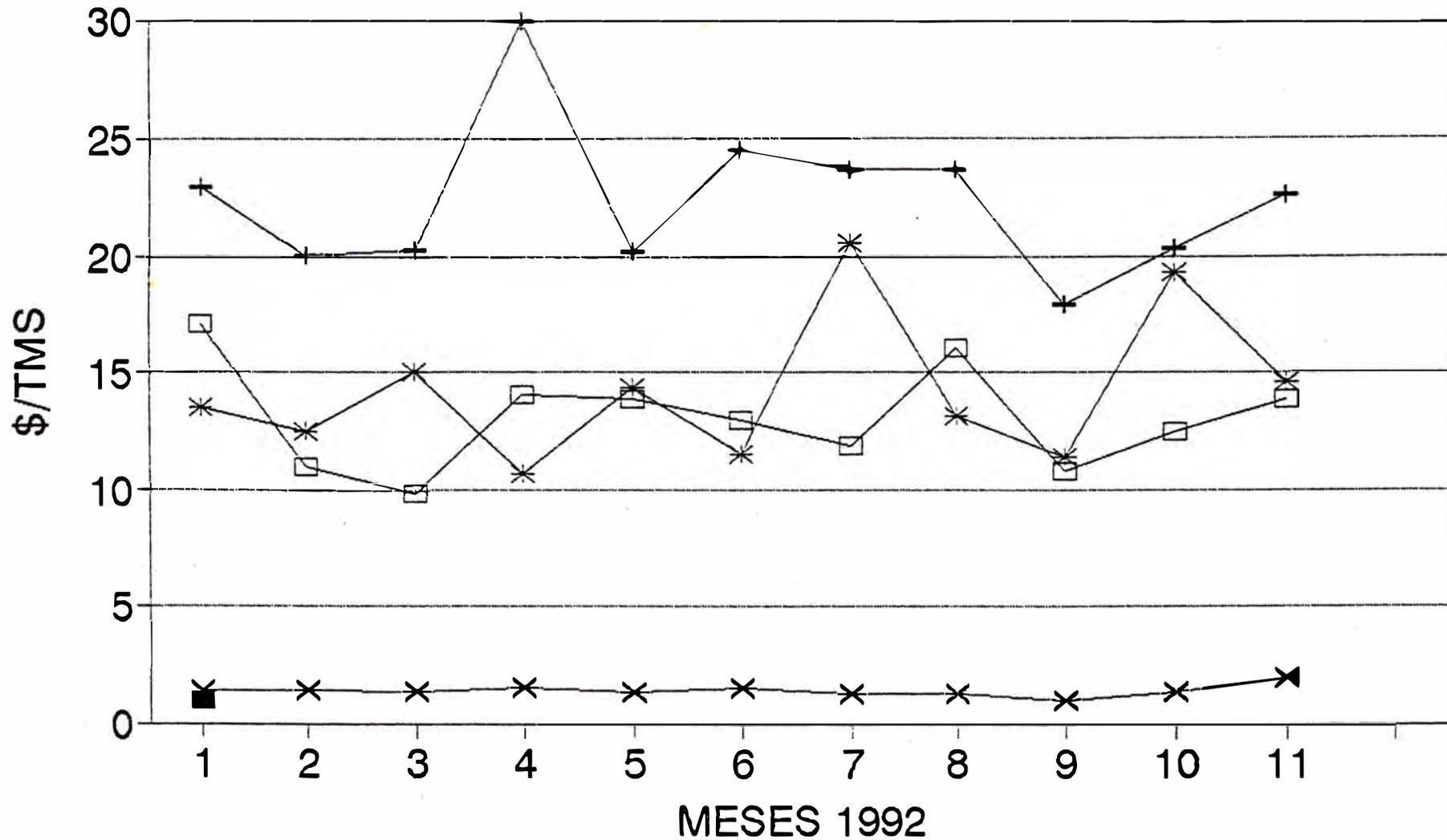
EFICIENCIAS MINA

U.P. YAURICOCHA



COSTOS UNITARIOS US \$/TM

U.P. YAURICOCHA



■ C. MIN. PRINC + C. ZONA 1 * C. ZONA 2 □ C. ZONA 5

BIBLIOGRAFIA

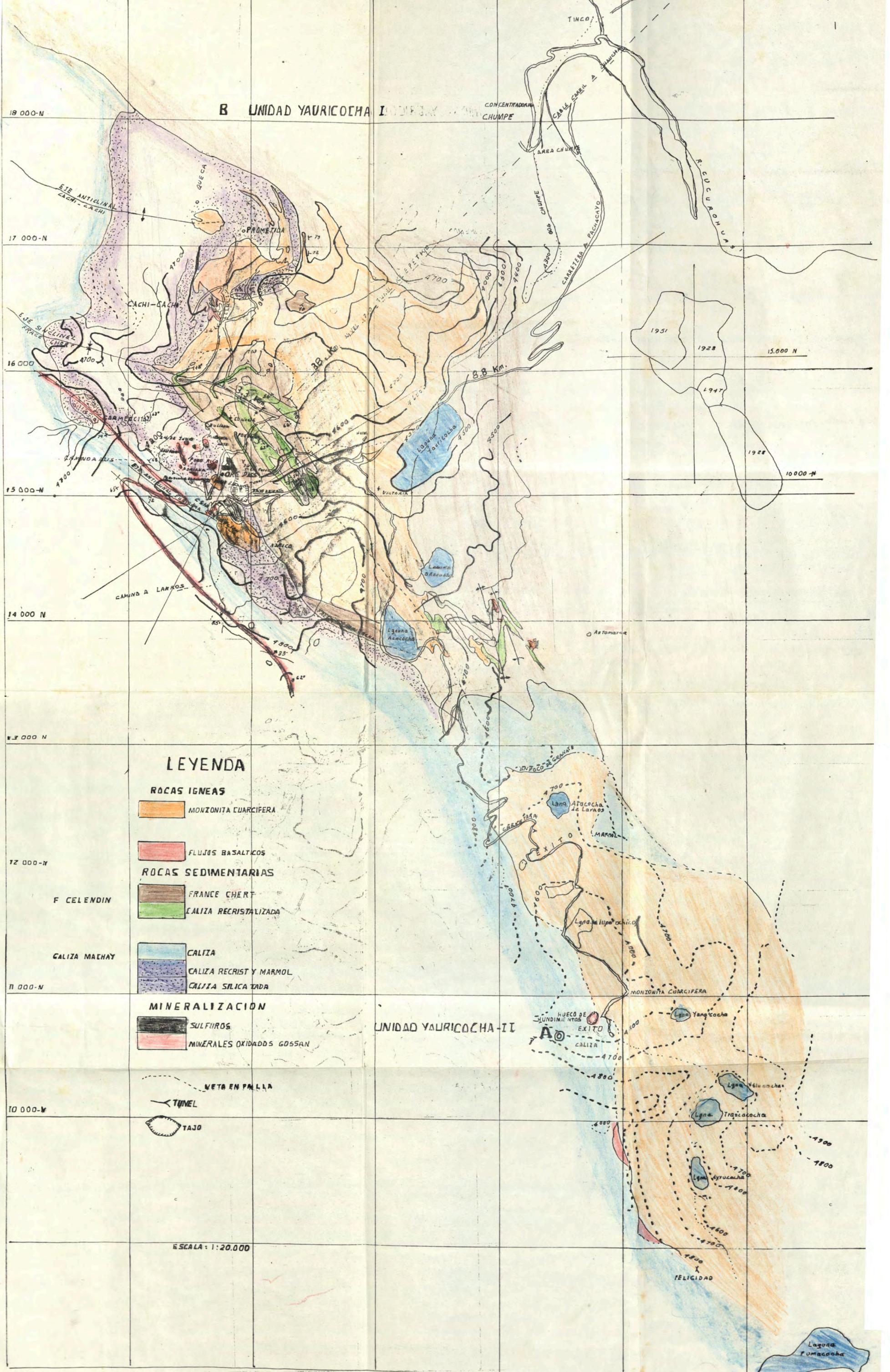
- MECANICA DE ROCAS APLICADA A LA MINERIA METALICA
SUBTERRANEA
P. RAMIREZ OYANGUREN.
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

- EXCAVACIONES SUBTERRANEAS EN ROCA
E. HOEK/E.T. BROWN

- UNDERGROUND MINING METHODS
HANDBOOK
W.A. HASTRULID

- I CONVENCION DE MINERIA EN CENTROMIN PERU S.A. 1991
REACTIVACION, SEGURIDAD Y PRODUCTIVIDAD

- CARTAS MENSUALES S.S.II 1992
MINA YAURICOCHA



B UNIDAD YAURICOCHA I

UNIDAD YAURICOCHA-II

LEYENDA

- ROCAS IGNEAS**
 - MONZONITA CUARCIFERA
 - FLUJOS BASALTICOS
- ROCAS SEDIMENTARIAS**
 - FRANCE CHERT
 - CALIZA RECRISTALIZADA
- CALIZA MAEHAY**
 - CALIZA
 - CALIZA RECRIST Y MARMOL
 - CALIZA SILICATA
- MINERALIZACION**
 - SULFIROS
 - MINERALES OXIDADOS GOSSAN
- META EN PALLA
- TUNEL
- TAJO

ESCALA: 1:20.000