

0161

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA



DESCRIPTE

SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS  
DE LA COMPAÑIA MINERA, DE CANANEA,  
SONORA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO DE MINAS Y METALURGISTA  
P R E S E N T A

J A I M E K I W A K R Y S T A L

DIRECTOR DE LA TESIS

M. en C. DAVID GOMEZ RUIZ

México, D. F.

1976



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
EXAMENES PROFESIONALES  
60-1-166

4

Al Pasante señor JAIWE KIWA KRYSTAL,  
P a s a n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. David Gómez Ruiz para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero de MINAS Y METALURGISTA.

"SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS DE  
LA COMPANIA MINERA DE CANANEA, SONORA"

- I. Generalidades
- II. El cobre, principales usos y aplicaciones
- III. Geología del Distrito Minero de Cananea
- IV. Cálculo de reservas
- V. Explotación a tajo abierto
- VI. Descripción del proceso de concentración
- VII. Lixiviación y precipitación
- VIII. Fundición
- IX. Proyectos futuros de expansión

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
México, D. F., a 27 de julio de 1976  
EL DIRECTOR

ING. ENRIQUE DEL VALLE CALDERON

EVC/NDE/elt.

AL SR. M.en C. DAVID GOMEZ RUIZ.

CON PROFUNDO AGRADECIMIENTO.

A MIS MAESTROS.

A MIS AMIGOS.

A LA COMPANIA MINERA DE CANAHERA, S.A.

A LOS SRS:

ING. IGNACIO HINCLOS.

ING. J.C. LOVING.

E.P. FULLER, JR.

ALLISON UPDIKE.

POR SU VALIOSA AYUDA.

A UN GRAN AMIGO SONORENSE:

SR. GUILLERMO AVILA

A MI NOVIA.

## INDICE.

## PAGINA.

### CAPITULO I.- GENERALIDADES.

I.1. LOCALIZACION.	I
I.2. VIAS DE COMUNICACION.	I
I.3. CLIMA.	2
I.4. FISIOGRAFIA.	2
I.5. HISTORIA.	3
I.6. CONDICIONES SOCIO-ECONOMICAS DE LA POBLACION DE CANANRA.	5
I.7. DEPARTAMENTOS DE LOS QUE ESTA CONSTITUIDA LA COMPANIA MINERA DE CANANRA.	6

### CAPITULO II.- EL COBRE, PRINCIPALES USOS Y APLICACIONES.

2.1. GENERALIDADES SOBRE EL COBRE.	7
2.2. PRINCIPALES USOS Y APLICACIONES DEL COBRE	9
2.3. FLUCTUACIONES DE LOS PRECIOS INTERNACIONALES DEL COBRE.	10
2.4. CALCULO DE LA TENDENCIA DE LOS PRECIOS DEL COBRE.	11

INDICE.

PAGINA.

CAPITULO III.- GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE  
CANANEA.

3.1. GEOLOGIA REGIONAL	16
3.2. ESTRATIGRAFIA.	16
3.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL.	24
3.4. GEOLOGIA HISTORICA.	25
3.5. YACIMIENTOS MINERALES.	26
3.6. MINERALIZACION.	28

CAPITULO IV.- CALCULO DE RESERVAS.

4.1. CUADRO DE RESERVAS.	31
--------------------------	----

CAPITULO V.- EXPLOTACION A TAJO ABIERTO.

5.1. INTRODUCCION.	32
5.2. TAJOS EN EXPLOTACION.	35
5.3. CICLO DE OPERACIONES EN LA EXPLOTACION A TAJO ABIERTO.	39

INDICE.

PAGINA.

CAPITULO VI.- DESCRIPCION DEL PROCESO DE CONCENTRACION

6.1. GENERALIDADES. 46

6.2. CONCENTRACION. 47

CAPITULO VII.- LIXIVIACION Y PRECIPITACION. 55

CAPITULO VIII.- FUNDICION. 59

CAPITULO IX.- PROYECTOS FUTUROS DE EXPANSION. 64

BIBLIOGRAFIA.

## CAPITULO I.- GENERALIDADES.

I.1. LOCALIZACION.

I.2. VIAS DE COMUNICACION.

I.3. CLIMA.

I.4. FISIOGRAFIA.

I.5. HISTORIA.

I.6. CONDICIONES SOCIO- ECONOMICAS DE LA POBLACION DE CANANEA.

I.7. DEPARTAMENTOS DE LOS QUE ESTA CONSTITUIDA LA COMPAÑIA -  
MINERA DE CANANEA.

## CAPITULO I.- GENERALIDADES.

### I.1. LOCALIZACION.

El distrito minero de Cananea está localizado en la parte norte central del estado de Sonora, aproximadamente a 40 Km al sur de la línea divisoria internacional, y como a 250 Km al noreste de Hermosillo, la capital del estado.

La sierra de Cananea forma parte de las estribaciones Occidentales de la Sierra Madre Occidental. La cordillera se levanta de una serie de planicies y llanuras y tiene una orientación noroeste a sureste, presentándose en su porción Occidental los más fuertes declives.

Sus coordenadas geográficas son:

Latitud Norte 31° 01' 35"

Longitud Oeste 110° 15' 56"

La altura media de la región fluctúa entre 1600 a 1650 Mts sobre el nivel del mar.

### I.2. VIAS DE COMUNICACION.

La ciudad de Cananea está comunicada con la carretera Imuris,- Cananea, Agua Prieta; y entronca con la carretera federal No-- 15 en Imuris a la carretera internacional México- Nogales.

El ferrocarril sud pacífico une a Cananea con las poblaciones de Naco y la ciudad de Nogales, donde se une con el ferrocarril

del pacífico, y a través de este con todo el sistema ferroviario nacional.

La comunicación aérea se realiza por medio de una pista de tierra para el aterrizaje y despegue de avionetas.

Se cuenta también con servicios de correos, telégrafos y comunicación telefónica, tanto para el servicio local como para el de larga distancia.

### 1.3. CLIMA.

El clima de la población de Cananea es del tipo seco estepa, la temperatura mínima registrada es de - 5 °C y la máxima de 47 °C. La precipitación pluvial promedio anual es de 528 mm.

### 1.4. FISIOGRAFIA.

La Sierra de Cananea está ubicada al poniente de la provincia fisiográfica conocida como Sierra Madre Occidental. Las Montañas tienen una elevación media de 2100 Mts sobre el nivel del mar, siendo el pico mas alto " La Kienita" con 2483 Mts, y la Sierra de Mariquita situada al noroeste de la zona mineralizada con 2275 Mts.

Otras de las serranías que rodean al distrito minero de Cananea son: San José al SE, El Manzanal al SW, Los Ajos y El Papigochi al W.

El drenaje pluvial corre principalmente hacia el sur y sureste formando la cuenca del río Sonora. Al norte está la cuenca formada por el río Gila Colorado que desemboca en el golfo de California. El río Magdalena forma la cuenca hidrográfica del suroeste y nace al Occidente de la Sierra de Cananea.

### 1.5. HISTORIA.

Existen datos manifestando que misioneros jesuitas trabajaron la mina Cobre Grande en el año de 1760, extrayendo minerales ricos de plata y oro. En el año de 1780, el Capitán Juan Bautista de Ansa, hace mención de las minas de Cananea. A principios del siglo XIX Pco Manuel Riquera oriundo de Chihuahua, adquirió y trabajó las minas, que posteriormente pasaron a propiedad de Ignacio Pérez, quién en compañía de José María Arvallo estableció en 1830 en el arroyo del Húto una fundición, que administró difícilmente por la presencia de tribus rebeldes.

En el año de 1860, el General Ignacio Pesqueira adquirió en propiedad varias minas de Cananea, el mineral obtenido se beneficiaba hasta mate, y se transportaba a lomo de mula hacia el puerto de Guaymas; y de allí se enviaba a Inglaterra, el principal mercado de la época.

En el año de 1883, C.S. Benham fundó Cananea Mining Company que estuvo operando por unos tres años. Al morir el General Pesqueira en 1886 sus herederos traspasaron sus intereses al Lic. Hilario-

S. Gabilondo, quién motivó la formación de la empresa minera mexicana.

En el año de 1889, se inició una explotación integrada de las diferentes minas de Cananea, bajo la dirección de William C. Greene, quién adquirió los derechos de la empresa minera mexicana y dio origen a la Greene Cananea Copper Company.

En ese mismo año se instaló el primer horno y se construyó la primera concentradora con capacidad de 2000 toneladas diarias.

En 1901 se inauguró el ramal del ferrocarril Cananea-Naco.

Los importantes depósitos del Capote y Oversight se explotaron casi en forma continua hasta mediados de la década 1920-1930.

Fue entonces cuando los herederos de William C. Greene traspasaron las propiedades mineras a la Anaconda Mining Company.

En el año de 1926 se descubrió la famosa mina La Colorada, la cuál se trabajó continuamente hasta 1944. En ese mismo año se terminó la instalación de una concentradora con capacidad de 12,000 toneladas diarias para beneficiar minerales de baja ley, iniciándose así la explotación a cielo abierto en Cananea. En 1961 se cambió la razón social a Compañía Minera de Cananea S.A. de C.V.

En el año de 1971 el gobierno mexicano llegó a un acuerdo con Anaconda Mining Company para mexicanizar la empresa, cambiando la razón social a Compañía Minera de Cananea. S.A.

#### 1.6. CONDICIONES SOCIO- ECONOMICAS DE LA POBLACION DE CANANEA.

Podemos decir que el nivel de vida de la población de Cananea es bastante elevado. La ciudad de Cananea cuenta con 21,135 habitantes, dato obtenido en el último censo de 1970.

La población de Cananea cuenta con escuelas primarias, secundarias, preparatoria e institutos de estudios comerciales.

La ciudad de Cananea cuenta con los siguientes centros asistenciales: Un centro de Salud, 2 Hospitales Privados y una Clínica.

La estructura económica de la población de Cananea se basa principalmente en la minería y en la ganadería, siguiéndole en importancia el comercio y los servicios.

Los servicios de energía eléctrica y agua potable para usos industriales y doméstico, los proporciona la Compañía Minera a través de sus propias redes de distribución.

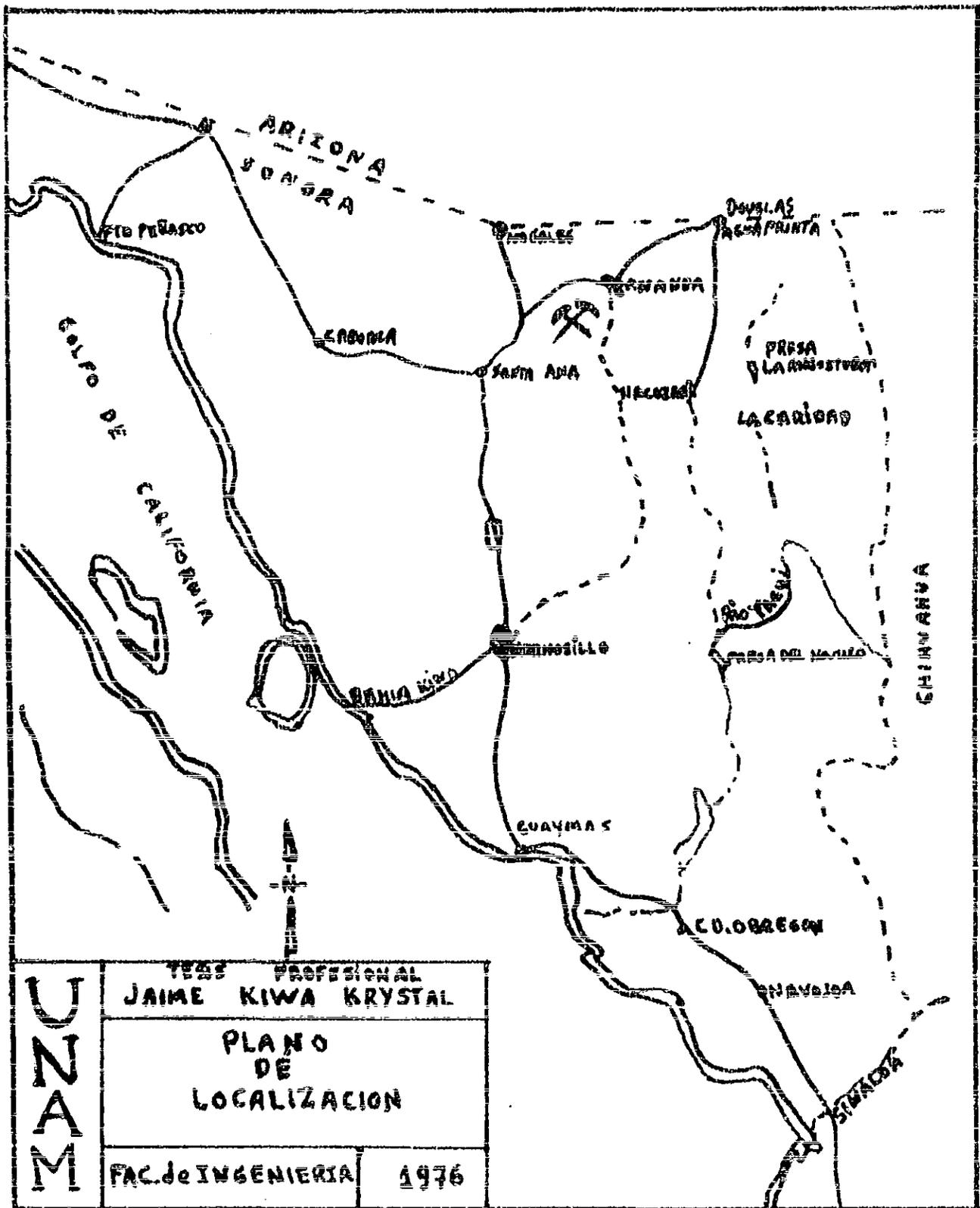
El servicio de gas tanto industrial como doméstico lo presta una compañía privada que lo importa de los E.U.A. , y lo distribuye a través de tubería.

#### 1.7. DEPARTAMENTOS DE LOS QUE ESTA CONSTITUIDA LA COMPAÑIA MINERA DE CANANEA.

Podemos decir que la Compañía Minera de Cananea está constituida por cuatro departamentos que están relacionados con la producción y son:

- 1.- Tajo.
- 2.- Concentradora
- 3.- Planta de Precipitación.
- 4.- Fundición.

Se cuenta con otros departamentos auxiliares necesarios para la operación, así como también se cuenta con el departamento de --  
Administración.



U N A M	TITULO PROFESIONAL JAIME KIWA KRISTAL
	PLANO DE LOCALIZACION
	FAC. de INGENIERIA      1976

## CAPITULO II.- EL COBRE. PRINCIPALES USOS Y APLICACIONES.

2.1. GENERALIDADES SOBRE EL COBRE.

2.2. PRINCIPALES USOS Y APLICACIONES DEL COBRE.

2.3. FLUCTUACIONES DE LOS PRECIOS INTERNACIONALES DEL COBRE.

2.4. CALCULO DE LA TENDENCIA DE LOS PRECIOS DEL COBRE.

## CAPITULO II.- EL COBRE, PRINCIPALES USOS Y APLICACIONES.

### 2.1. GENERALIDADES SOBRE EL COBRE.

El cobre es el más importante de los metales no ferrosos; ningún metal salvo el fierro, ha jugado un papel tan importante en la vida del hombre.

Su utilización se inició antes del año 5000 A.C. , siendo los egipcios quienes desarrollaron las primeras técnicas para obtener este metal.

Podemos decir que la industria moderna del cobre fué iniciada a mediados del siglo XIX, al desarrollarse varios descubrimientos eléctricos.

En 1831 Michael Faraday construyó el generador eléctrico; 9 años después Salvador Morse dió al mundo el telégrafo.

En 1875 Alexander Graham Bell inventó el teléfono, y en 1879 Thomas A. Edison descubrió la luz incandescente.

Antes de estas fechas, la producción mundial de cobre era obtenida principalmente de algunas minas de Europa, que substituyeron las antiguas explotaciones del Medio Oriente; España, Francia, Noruega, Gran Bretaña, eran regiones en las cuáles se explotaban minerales de cobre, las minas más importantes fueron las de Rio Tinto y Cornouailles en España e Inglaterra respectivamente , Suecia logró destacar como productor de cobre en la edad media. El cobre del continente Americano empezó a exportarse desde Santiago de Cuba en el siglo XVI; finalmente en el siglo XIX se

iniciaron las explotaciones de Chile y Estados Unidos, que revolucionaron la explotación de minerales de cobre.

El cobre es encontrado en la naturaleza en numerosas especies-minerales y en diversas combinaciones con otros elementos.

Cerca de 165 minerales de cobre son conocidos, pero aproximadamente 12 son comercialmente importantes, y 6 minerales son la fuente de más de 95% del cobre explotado. Los principales minerales de cobre son los siguientes:

<u>Mineral</u>	<u>Composición</u>	<u>Cobre %</u>
Cobre Nativo	Cu	100.0
<u>Sulfuros.</u>		
Calcopirita.	$CuFeS_2$	34.5
Bornita.	$Cu_5FeS_4$	63.3
Calcoelite.	$Cu_2S$	79.6
Covelina	CuS	66.4
Erargita.	$Cu_3AsS_4$	48.3
Tetradrita.	$Cu_8Sb_2S_7$	52.1
<u>Oxidos.</u>		
Cuprita.	$Cu_2O$	88.8
Tenorita.	CuO	79.6
Malaquita	$Cu(OH)_2CuCO_3$	57.3
Asurita.	$Cu(OH)_2CuCO_3$	55.1
Uriasocla.	$Cu \cdot 2H_2CuSiO_3$	36.0

Podemos decir que los principales minerales de cobre se divi---

den en tres grupos que son:

- 1.- Primarios o Hipogénicos.
- 2.- Supergénicos.
- 3.- Sulfuros Simples.

Los minerales hipogénicos son aquellos formados a profundidad - por procesos que pueden ser relacionados con actividad ígnea, - por ejemplo tenemos a la bornita, calcopirita, y la enargita.

Los minerales supergénicos son óxidos de cobre comunmente formados a partir de sulfuros expuestos al intemperismo. Los principales minerales supergénicos son: Cuprita, malaquita, azurita-- y crisocola.

Los sulfuros simples como la calcocita y la covelita son predominantes en la zona de enriquecimiento secundario. Estos minerales están formados cuando el cobre es lixiviado de sulfuros--- cercanos de la superficie de la tierra, y llevados hacia abajo en solución y precipitados en el nivel de aguas freáticas.

Los minerales de cobre encontrados más frecuentemente en afloramientos, son los carbonatos y los silicatos de cobre. La cuprita, tenorita, el cobre nativo, también pueden encontrarse en afloramientos.

## 2.2. PRINCIPALES USOS Y APLICACIONES DEL COBRE.

Primariamente diremos que las principales propiedades del cobre son: Su alta conductividad eléctrica y termal, su buena ducti--

lidad y maleabilidad, su resistencia a la corrosión y su resistencia al esfuerzo. Por otra parte diremos que su color agradable y su fácil acabado, y la facilidad para alearse con otros metales, hacen que el cobre intervenga en un gran número de productos acabados; tal es en el caso de la industria de la construcción, automotriz, aleaciones, equipo de ferrocarril, equipo de marina, instrumentos científicos, joyería, como conductor en la industria eléctrica, en la fabricación de tuberías, en la galvanoplastia, en las artesanías, etc.

Podemos decir que aproximadamente la mitad del cobre consumido es para aplicaciones eléctricas, incluyendo generación y transmisión de energía, equipo eléctrico, etc. Se puede decir que la transmisión de energía eléctrica continúa siendo el más grande mercado del cobre. Para comunicaciones, como teléfono y telégrafo, los alambres y los cables tienen su más grande mercado. Su excelente conductividad ha hecho que el cobre sea usado en circuitos cerrados de radio y televisión, de los cuales a su vez forman algunos componentes.

### 2.3. FLUCTUACIONES DE LOS PRECIOS INTERNACIONALES DEL COBRE.

A continuación tenemos una lista de los precios internacionales del cobre alcanzados de 1965 a 1974, para con estos precios hacer el cálculo de la tendencia de los precios del cobre, aplicando el método de los mínimos cuadrados.

II

AÑO	PRECIO EN \$ DOLLAR/LIBRA
1965	35.017
1966	36.170
1967	38.226
1968	41.847
1969	47.534
1970	57.700
1971	51.433
1972	50.617
1973	58.852
1974	76.649

2.4. CALCULO DE LA TENDENCIA DE LOS PRECIOS DEL COBRE.

No de Orden	X	Y	X <sup>2</sup>	XY
1	2	35.017	4	70.034
2	3	36.170	9	108.510
3	4	38.226	16	152.904
4	5	41.847	25	209.235
5	6	47.534	36	285.204
6	7	57.700	49	403.900
7	8	51.433	64	411.464
8	9	50.617	81	455.553
9	10	58.852	100	588.520

No de Orden	X	Y	X <sup>2</sup>	XY
IO	II	76.649	121	843.139
Total	65	494.045	505	3528.463

De donde:

X= Tiempo en años.

Y= Precio del cobre en ¢ Dollar/Libra

Aplicando el método de los mínimos cuadrados para determinar una recta promedio tenemos:

Recta promedio

$$Y = a_0 + a_1X$$

De donde:

$$a_0 = \frac{\sum(Y)\sum(X^2) - \sum(X)\sum(XY)}{n\sum(X^2) - \sum(X)^2}$$

$$a_1 = \frac{n\sum(XY) - \sum(X)\sum(Y)}{n\sum(X^2) - \sum(X)^2}$$

Entonces calculando  $a_0$  y  $a_1$  tenemos:

$$a_0 = \frac{(494.045) - (505) - (65) - (3528.463)}{10(505) - (65)^2}$$

$$a_0 = \frac{20.142.630}{625}$$

$$a_0 = 24.4$$

IA

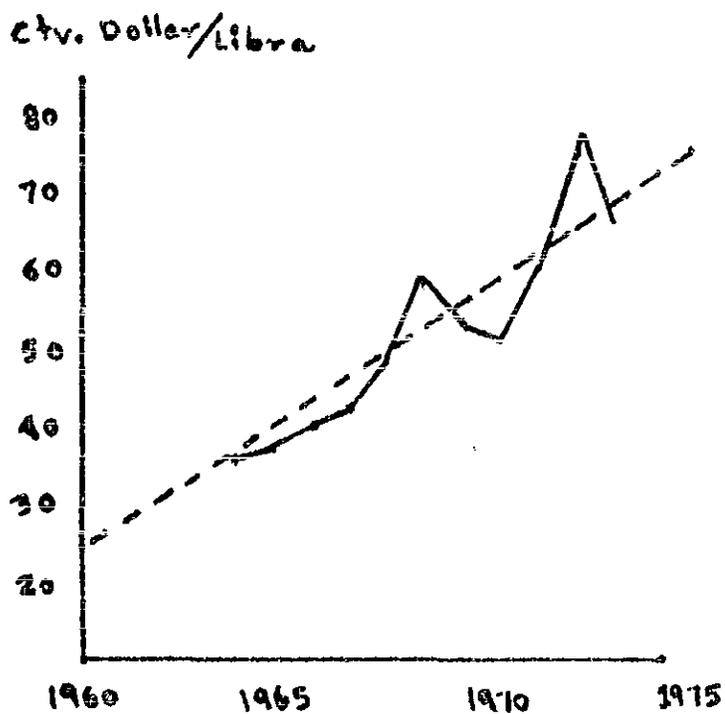
$$a_I = \frac{10(-3526.463) - (65)(424.045)}{10(505) - (65)^2}$$

$$a_I = \frac{-2171.795}{825}$$

$$a_I = 3.84$$

Por lo tanto la recta promedio será:

$$Y = 24.4 + 3.84X$$



Como puede observarse en la Gráfica el precio de el cobre, nunca ha sido estable pero ha alcanzado precios bastante altos, y su tendencia a subir de precio es constante, pero yo considero que el cobre tendrá un buen precio para el futuro, o por lo menos seguirá estable.

CAPITULO III.- GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE CANAMEA.

3.1. GEOLOGIA REGIONAL.

3.2. ESTRATIGRAFIA.

3.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

3.4. GEOLOGIA HISTORICA.

3.5. YACIMIENTOS MINERALES.

3.6. MINERALIZACION.

## CAPITULO III.- GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO DE CANANEA.

### 3.1. GEOLOGIA REGIONAL.

La geología en el distrito minero de Cananea no ha sido bién - definida; en primer lugar por falta de determinación de edades para las unidades volcánicas, y porque se desconocen las rocas del basamento.

Las principales rocas del distrito minero de Cananea son de -- origen ígneo, presentándose también rocas sedimentarias y metá morficas.

La historia geológica de la región es algo compleja, la fuerte- alteración y mineralización, característica en todo el distrito ha originado diversos cambios en las texturas originales de las rocas.

### 3.2. ESTRATIGRAFIA.

Estratigráficamente las rocas de este distrito se han corrola- cionado en forma tentativa con secciones similares del sureste- de Arizona, E.U.A.

La roca más antigua consiste en una cuarcita de edad Cámbrica, la cuál descansa sobre un basamento desconocido. Del Cámbrico-- superior al Carbonífero está representado por una serie de cali- zas, generalmente masivas de fuerte potencia pero de reducida- extensión.

A principios del terciario se depositó un gran espesor de rocas

volcánicas en forma de Andesitas, Riolitas, Tobs y Brechas de flujo. Posteriormente las rocas sedimentarias y volcánicas --- fueron invadidas a lo largo de franjas de debilidad regional --- por una serie de rocas graníticas de origen profundo, e intrusiones poco profundas en forma de diques y stocks de pórfido - cuarcífero y diabasa. Este período de actividad intrusiva ocurrió del mesozoico superior al terciario inferior.

Las formaciones que constituyen la columna estratigráfica tomadas según el orden cronológico son:

### Paleozoico Cámbrico.

#### Cuarcita Capote.

Esta formación es la más antigua, está compuesta de cuarcita de grano medio, tiene una coloración verdosa, se aprecian tramas de sericita y abundante pirita. Se presentan en capas de 1 a -- 50 Mts de espesor bien estratificadas, con orientaciones de --- noroeste a sureste. Debido a su semejanza en composición con la cuarcita de las columnas estratigráficas de Bisbee y Swisschelm, y por su posición en la columna geológica se le asigna una edad Cámbrica.

#### Calizas Esperanza.

Estas calizas descansan concordantemente sobre la cuarcita --- capote; ésta formada por capas delgadas de 2.5 Cm a 30 Cm de -- espesor, mineralizadas en los planos de su estratificación; en

los que se observan clorita, pirita, magnetita, yeso, cobre, y zinc.

Debido a su posición concordante con la cuarcita capote, y su similitud con las calizas de las columnas de Bisbee y Swisshelm, se les considera pertenecientes al Cámbrico.

### Devónico Misisípico.

#### Calizas Cristalizadas.

Sobre las calizas Esperanza se encuentra una serie de estratos de calizas de color gris crema o blanco, con capas que van de unos cuantos Cm, hasta un metro de espesor. Las capas tienen una orientación noroeste.

### Carbonífero Inferior.

#### Zona Mineralizada de Chivatera.

Concordante sobre las calizas cristalizadas hay una secuencia de calizas de color gris oscuro, bastante mineralizadas de calcopirita, esfalerita, calcocita, bornita, calcita y cuarzo, y tienen un espesor de 15 a 30 Mts.

### Carbonífero Superior ( Pensilvánico).

#### Caliza Puertecitos.

La caliza puertecitos se encuentra descansando en forma concorde sobre la zona mineralizada de Chivatera, se dispone en capas de 30 Cm a 1.20 Mts, tiene un rumbo general de NW-SE. Por su posición estratigráfica con las calizas mineralizadas de Chivatera, y por su correlación litológica con la caliza Haco de Bisbee Arizona, se le da una edad del Carbonífero Superior.

### Terciario Inferior o Cretácico Superior.

Las rocas volcánicas del área de Cananea fueron agrupadas en tres formaciones por Valentine, quién tomó como base la composición mineralógica y las correlaciones con las series volcánicas de Bisbee y Swissheim.

### Formación Elenita.

Esta aflora en la parte suroeste del distrito, descansa discordantemente sobre la caliza puertecitos, su límite superior es también discordante con la formación Henrietta.

Sus rocas ácidas constituidas principalmente por riolitas y traquitas presentan un color gris claro, su espesor varía entre 1500 a 2000 Mts.

Por correlación con las unidades volcánicas de Bisbee y Swissheim, se le da una edad del terciario inferior.

Formación Henrietta.

Está situada al noroeste del distrito, subyace a la formación -- Elenita discordantemente.

La formación es menos ácida que la anterior, y está constituida -- por riolitas, dacitas, latitas, y ocasionalmente algunas andesitas. Se distingue de las formaciones Elenita y Mesa porque su -- color es gris oscuro.

El espesor total es aproximadamente de 1700 Mts, su edad corresponde al terciario inferior.

Existe un cuerpo tabular entre las formaciones Henrietta y Mesa al sureste de la Sierra Mariquita y noroeste de la zona mineralizada, que se le ha llamado formación Mariquita.

Formación Mariquita.

Descansa sobre la formación Henrietta y subyace a la formación -- Mesa. Está constituida por andesitas de color verde oscuro, con espesor de 200 Mts aproximadamente. Como resultado del mecanismo de su emplazamiento, esta formación presenta características --- estructurales y texturales que permite dividirla en los tres --- cuerpos siguientes:

Parte Inferior: Textura afanítica con abundantes amígdalas y -- estructura brechosa.

Parte Media: Presenta textura porfídica con fenocristales de feldespatos y ferromagnesianos.

Parte Superior: Corriente fragmentaria con textura afeáltica. Las características antes mencionadas son comunes en los derrames de gran espesor, debido a que el enfriamiento del magma es más rápido en la parte inferior y superior, en tanto que en la parte central el enfriamiento es más lento, dando lugar a texturas de grano grueso y porfídicas. La estructura brechosa es debido al movimiento de la corriente lávica.

#### Formación Mesa.

Esta formación ocupa la mayor parte del distrito, está representada por tobas y rocas volcánicas fragmentarias gruesas, tiene una coloración gris claro, se nota un flujo andesítico casi paralelo a la formación Mariquita, la parte superior se encuentra cubierta por material de aluvión y sobrepasa los 1500 Mts de espesor. Se considera de posible edad terciario inferior.

#### Terciario Superior..

##### Cuerpos Abisales.

Se han reconocido los siguientes cuerpos intrusivos : Granodiorita-Cuitaca, Sienita-Torre, Diorita-Tinaja, y el Granito-Cananea.

### Granodiorita Cuitaca.

Es un cuerpo basáltico orientado NW-SE, consta de plagioclasas--  
sódicas, ortoclasa, cuarzo y pequeñas cantidades de ferromagne--  
siosos. Este cuerpo está intrusionando a las rocas volcánicas y  
sedimentarias.

A esta unidad se le ha considerado como la roca más intrusiva--  
más antigua y como producto de un magma granodiorítico.

### Sienita Torre.

Presenta una textura más fina que la granodiorita cuitaca, tiene  
feldespatos alcalinos y hornblenda, con escasa biotita y minera--  
les de cuarzo. Las zonas marginales presentan textura más fina --  
y existen diques aplíticos y porfídicos. Se le ha considerado --  
como una fase diferencial del mismo magma granodiorítico y la --  
fase inmediata posterior a la granodiorita cuitaca.

### Diorita Tinaja.

La diorita tinaja es de grano fino y consiste de andesina y ---  
hornblenda, así como pequeñas cantidades de ortoclasa, cuarzo--  
y magnetita.

Esta formación constituye el cuerpo intrusivo posterior a la --  
Sienita Torre, se localiza al suroeste del distrito, e intrusi<sup>o</sup>  
na en parte a la formación Sienita.

### Granito Cananea.

Se presenta como un cuerpo masivo, mostrando una zona prominente de fracturas entrelazadas o eslabonadas con locales hundimientos, este cuerpo muestra dos fases:

Una varía de granítica gruesa a pegmatítica, y está compuesta de ortoclasa, oligoclasa, cuarzo, y cantidades menores de hornblenda, magnetita y apatita.

Una segunda etapa más abundante muestra hábito granofírico, los fenocristales son de cuarzo redondeados y la matriz microgranítica. Está compuesta de ortoclasa, microclina, cuarzo, y oligoclasa, observándose pequeñas cantidades de biotita, hornblenda, muscovita, zircón y magnetita. Generalmente es una roca de cuarzo y feldespatos.

Existe un cuerpo porfídico entre la fase pegmatítica y granofírica, que muestra grandes cantidades de cristales idiomórficos de ortoclasa en una matriz granofírica.

El granito Cananea contiene diques densos de aplita cuya composición es de ortoclasa y cuarzo.

La secuencia de intrusión de los cuerpos antes descritos no se ha determinado. La diorita tinaja corta a la formación Mesa, y se ve este fenómeno al suroeste del distrito. El granito Cananea parece cortar en parte a la diorita tinaja; entre el granito Cananea y la granodiorita cuitaca aún no se ha podido determinar, aunque presenta buenos contactos.

Dentro del terciario superior también tenemos a los cuerpos porfíricos, estos cuerpos se encuentran representados por la diabasa y el gabro campana, y numerosos pórfidos cuarcíferos. La diabasa y el gabro campana se encuentran en forma de diques, y los pórfidos cuarcíferos se presentan como pequeños cuerpos irregulares, aunque localmente forman diques, los cuales presentan una orientación noroeste sureste.

Los pórfidos cuarcíferos están íntimamente relacionados con la mineralización; la edad de estos cuerpos se ha determinado como la más reciente de todas las intrusiones, aunque no se ha podido darles una edad exacta; se dice que son los más recientes porque algunos de estos pórfidos cortan toda la secuencia estratigráfica.

### 3.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

El distrito minero de Cenanea está afectado por un sistema de fallas, divididas en dos grandes grupos por su importancia dentro del distrito, y por sus características representativas.

Esta división se hizo de acuerdo con su extensión y orientación.

El sistema de fallas presenta una orientación de noroeste a sureste, unas presentan un rumbo de  $N 60^{\circ} W$ , siendo éstas las de mayor magnitud; un segundo grupo está orientado de  $N 40^{\circ} W$  a  $N 50^{\circ} W$ .

La primera división está representada por tres fallas que son:

- 1.- Falla y Monoclinal Elisa.
- 2.- Falla del Capote.
- 3.- Falla del Arroyo Tinaja.

Las dos primeras fallas tienen gran importancia dentro de la geología del distrito, porque entre estas y la falla del Capote forman los límites de lo que ahora se conoce como cuenca del Capote, así como el límite del granito Cananea.

Por último tenemos la falla del Arroyo Tinaja, que reviste gran importancia porque es la responsable de la separación de las formaciones Klenita y Henrietta.

El otro grupo de fallas está representado por un mayor número, aunque éstas presentan un menor desplazamiento y extensión más pequeña, en comparación con el grupo anterior. Como representante de este grupo de fallas tenemos a la falla Ricketts expuesta en la parte central del distrito; es la única estructura de importancia, tiene un rumbo noroeste-sureste y un desplazamiento alrededor de 250 Mts.

Otras fracturas más pequeñas se encuentran en todo el distrito, aunque parece son de diferente edad formacional, pero algunas aparentemente son contemporáneas a las anteriormente descritas, y otras están relacionadas con la mineralización del distrito.

#### 3.4. GEOLÓGIA HISTÓRICA.

La secuencia de eventos geológicos en el distrito minero de Cananea es la siguiente:

- 1.- Extenso período de erosión y deformación.
- 2.- Acumulación de grandes espesores de rocas volcánicas ( andesitas, riolitas. )
- 3.- Acumulación de una serie de sedimentos paleozoicos de gran espesor y reducida extensión.
- 4.- Intensa alteración y mineralización íntimamente ligada con las intrusiones porfídicas, y regidas por un control estructural.

### 3.5. YACIMIENTOS MINERALES.

Señ tres tipos principales de yacimientos minerales existentes en el distrito minero de Cananea, y se describen a continuación siguiendo el orden cronológico en el que se han explotado.

#### Resplazamiento de Calizas.

Esta clase de depósitos están representados en las minas Puertecitos, el Capote, Elisa y Demócrata. Estos depósitos se han explotado en su mayoría, y sólo quedan indicios de su presencia en el distrito. En la cuenca del Capote se encuentran concentraciones irregulares de minerales de zinc, cobre, plomo y pequeñas cantidades de plata. En la mina Puertecitos se encuentran depósitos semejantes; estos depósitos minerales se encuentran al noroeste de la zona mineralizada de baja ley.

Chiraneas Brechoides.

Dentro de los depósitos comprendidos dentro de este tipo de yacimientos, Perry clasifica tres tipos de estructuras en el distrito:

El Capote, Cananea Duluth, y La Colorada.

El Capote.

Este depósito es importante y clásico en el distrito, porque --- presenta el cuerpo en si dos formas de depósito, que son:

Relleno de Cavidades, y Sustitución.

El primer depósito se formó de las soluciones mineralizantes --- ascendentes, y el de sustitución que alcanzó su mayor desarrollo en un cuerpo de calizas fácilmente reemplazables.

En esta estructura se presentan minerales de yacimientos meso--- termales, encontrándose en concentraciones irregulares calcopitita, bornita, calcocita y carbonatos.

Cananea Duluth.

Tiene una forma alargada perfectamente definida con su periferia brechada, en la zona brechada es donde se encuentran las mayores concentraciones de minerales. La estructura se caracteriza porque está localizada en puras rocas volcánicas; además, porque no se encuentra cerca de ningún pórfido cuarífero.

La mineralización se encuentra en rocas volcánicas de la formación Mesa, encontrándose las fracturas rellenas por pirita,--

tetraedrita, calcopirita, y en menor proporción calcocita, covelita, y esfalerita.

### La Colorada.

Esta chimenea ha sido la más importante del distrito minero de Cananea por su gran magnitud y por sus leyes altas de cobre.

Es una estructura semicircular brechada, con fragmentos de pórfidos y rocas volcánicas cementadas por el cuarzo, la calcopirita, y la bornita.

La parte central del cuerpo tuvo unas concentraciones masivas de calcopirita, bornita y molibdenita.

### Pórfidos Diseminados.

Son cuerpos de mucha importancia en el distrito minero de Cananea, siendo en la actualidad los responsables de toda la producción económica.

### 3.6. MINERALIZACION.

La mineralización en el distrito minero de Cananea se encuentra íntimamente relacionada con los intrusivos cuarzo-porfíditicos.

La extensión de la zona mineralizada está comprendida dentro de una franja de 10 Km de largo por 3 Km de ancho, coincidiendo--

notablemente con la orientación general de las rocas intrusivas. La mineralización ocurrió en varias etapas, los depósitos minerales más importantes se localizan en estructuras simétricas, -- casi verticales, de tipo chimeneas brecheoides; contienen relleños metálicos de pirita y calcopirita, en menor proporción cuarzo, bornita, esfalerita y galena.

La zona de enriquecimiento secundario de importancia económica se presenta en las rocas volcánicas y pórfidos intrusivos.

Los mejores valores están confinados a las periferias de algunos intrusivos, donde se localiza una mezcla íntima de ambas rocas.

La mineralización secundaria consiste en cantidades regulares de pirita, con disseminaciones finas y vetillas parcialmente reemplazadas por calcocita y covelita.

En las calizas los depósitos minerales de metamorfismo de contacto, ocurren como cuerpos aislados, mantos favorables o en figuras. La mineralización es errática y selectiva, consistiendo en concentraciones irregulares y cuerpos lenticulares de pirita, calcopirita, esfalerita, y calcita, y en menor cantidad, bornita y galena.

En general el cuarzo y la pirita parecen ser los precursores de intensa mineralización en el distrito.

Los sulfuros se presentan reemplazando minerales ferromagnesianos y fenocristales feldespáticos, así como en vetillas delgadas ocasionalmente asociadas con cuarzo.

Posteriormente, soluciones hidrotermales produjeron una segunda

etapa mineralizante, conteniendo cuarzo, piritita y calcopiritita y en menor cantidad, molibdenita, bornita y tetraedrita. Esta --- segunda etapa considerada de proporciones mayores, contribuyó a la formación de los yacimientos cupríferos diseminados de importancia económica en el distrito minero de Cananea.

CAPITULO IV.- CALCULO DE RESERVAS.

4.1. CUADRO DE RESERVAS.

CAPITULO IV.- CALCULO DE RESERVAS.A.I. CUADRO DE RESERVAS.

Las reservas que hasta la fecha han sido cubiertas en el distrito minero de Cananea, han sido determinadas por medio de una serie de programaciones de barrenación de diamante, efectuadas a lo largo de varios años, las cuáles han totalizado aproximadamente 200,000 Mts de barrenación.

A continuación presentamos un cuadro de reservas cubiertas hasta la fecha en el distrito minero de Cananea. ( Julio de 1976 ).

<u>Mineral.</u>	<u>Tons. Métricas.</u>	<u>Ley Cu %</u>
Positivo	800,000	0.73
Probable	550,000	0.70
Posible	260,000	0.70
	<hr/>	<hr/>
Totales	1,610 000	0.71%

Como podemos observar en el cuadro de reservas, vemos que hay suficientes reservas de mineral para explotarse en los años venideros, lo que constituye y representa fuentes de trabajo, y un ascendente progreso en la economía de Cananea, lo cual reedituará también beneficios para el país en general.

## CAPITULO V.- EXPLOTACION A TAJO ABIERTO.

5.1. INTRODUCCION.

5.2. TAJOS EN EXPLOTACION.

5.3. CICLO DE OPERACIONES EN LA EXPLOTACION A TAJO ABIERTO.

## CAPITULO V.- EXPLOTACION A TAJO ABIERTO.

### 5.I. INTRODUCCION.

Podemos decir que los factores que intervienen en la explotación a tajo abierto son las siguientes:

#### 1.- Características espaciales o geométricas del yacimiento:

- a) Forma.
- b) Tamaño.
- c) Posición.
- d) Profundidad respecto a la superficie del terreno.

#### 2.- Características físicas y estructurales del yacimiento:

- a) Resistencia mecánica del llenamiento.
- b) Resistencia mecánica de los respaldos y de la roca encajonante.
- c) Defectos estructurales y alteraciones metamórficas.

#### 3.- Nivel hidrostático y Geohidrología.

#### 4.- Factores económicos:

- a) Disponibilidad de agua.
- b) Disponibilidad de energía eléctrica.
- c) Mano de obra.

d) Ritmo de producción, costos, posibilidades de financiamiento.

### 5.-Factores Ambientales.

- a) Contaminación ambiental.
- b) Destrucción del paisaje y del terreno vegetal.

Se puede decir que la explotación a tajo abierto, aparentemente - fácil y rutinaria, debe planearse cuidadosamente, interviniendo-- en dicha planeación como principales los siguientes factores:

- a) Caminos de acceso.
- b) Espaciamiento y geometría de los bancos.
- c) Pendiente de corte.
- d) Caminos de arrastre.
- e) Proyecto y localización de terreros.
- f) Calendario de operaciones.

El espaciamiento y geometría de los bancos se planea tomando en -- cuenta:

- 1.- Características del equipo disponible.
- 2.- Uniformidad requerida en el contenido de cobre del mineral en tregado al molino. Como el porcentaje de cobre del mineral es variable dentro del yacimiento, a menor espaciamiento de los bancos, - es mayor la uniformidad de la ley lograda; pero ese factor se en- cuentra en relación directa con el costo unitario de explotación;

es decir, a mayor uniformidad o menor espaciamiento de los bancos, mayor costo.

El concepto de pendiente de corte interviene directamente en el cálculo del " Factor de Operación", que es la relación de tepetate a mineral.

Mientras más se puedan espaciar los bancos, la pendiente final del corte será mayor, y la relación de tepetate a mineral menor.

De otra manera, cuando el terreno tiene ángulo de reposo bajo, la pendiente de corte es menor, y aumenta el " Factor de Operación", o se sacrifican cantidades considerables de mineral.

El proyecto de terreros es muy importante, porque tratándose de minerales lixiviables es necesario buscar condiciones topográficas especiales que permitan recoger las soluciones mediante sistemas económicos.

El último factor o sea el calendario de operaciones quizás sea uno de los de mayor importancia, debido a que depende de la eficiencia, tanto del operario como del equipo disponible, y a él debe sujetarse el ritmo en los trabajos tanto de descapote como de producción de mineral.

El fin principal del calendario de operaciones es regular la operación sujeta a las siguientes bases:

- 1.- Iniciar el descapote de manera que se obtenga mineral en el menor tiempo posible.
- 2.- Una vez iniciada la producción de mineral, balancearla con la operación de descapote.

3.- Proyectar el tumba de mineral de tal modo que su ley sea uniforme. Se puede decir que hasta cierto punto es fácil lograrlo,-- debido a que la exploración de criaderos de gran magnitud es muy-completa, considerándose que se cuenta con planos de los cambios-zonales en la mineralización y en las leyes por cada banco proyectado.

Una vez determinadas las condiciones de trabajo de la operación,-- se inicia ésta con la construcción de caminos de acceso cuyo factor determinante es su pendiente. Generalmente se preparan varios caminos de acceso por varios puntos de ataque, con diferentes elevaciones, lo que tiene por objeto iniciar la operación en más de un banco, o en varios puntos del mismo a la vez.

Podemos decir que el método de explotación a tajo abierto, es un-método económico y selectivo, y generalmente se tiene una recuperación de el 80 % al 90 % , y un coeficiente relativo de seguridad del 100 % , en relación con los métodos subterráneos.

### 5.2. TAJOS EN EXPLOTACION.

Los tajos que actualmente se encuentran en operación en Cananea--son:

- 1.- Tajo Cananea.
- 2.- Tajo Kino.
- 3.- Tajo Colorada Veta.

Tajo Cananea.

Este tajo se encuentra localizado aproximadamente a 2 Km al SW de la población de Cananea. De este tajo se obtiene la producción total de mineral de la planta Concentradora, así como -- también gran parte de la producción de mineral lixiviable.

La sección horizontal de este tajo se parece a una elipse cuyas dimensiones son las siguientes. Eje mayor 1200 Mts, eje menor-- 800 Mts.

La pendiente final de corte para el talud del tajo es de 55°.

El tajo cuenta con 2 caminos de acceso, uno por el norte y --- otro por el sur. El camino del sur es el de tránsito de camiones cargados de material.

En el extremo NW del tajo existe un vaciadero de mineral que -- tiene una sección de 7 Mts X 7 Mts, y que está comunicado con -- una quebradora subterránea de quijada, la cual forma parte del -- sistema de trituración del mineral.

El equipo que se utiliza en la explotación del tajo Cananea es el siguiente:

Una perforadora rotaria marca Bucyrus -Erie modelo 40-R con motor diesel.

Una perforadora rotaria marca Bucyrus - Erie modelo 60-R con motor eléctrico.

Una pala eléctrica P&H 1500, con cucharón de 5 Yd<sup>3</sup> de capacidad.

Dos palas eléctricas P&H 1800, con cucharón de 6 Yd<sup>3</sup> de capacidad cada una.

En traxcavo.

Una pala eléctrica marca Bucyrus - Erie modelo 260-B con cucharón de 15 Yd<sup>3</sup> de capacidad.

Un tractor de llantas para cada pala en operación, para limpiar el lugar de carga y darle mantenimiento a los caminos dentro del tajo.

### Tajo Kino.

Este tajo se encuentra localizado a 1.5 Km al suroeste de la población de Cananea.

La sección horizontal de este tajo se parece a un rectángulo de vertices redondeados, cuyas dimensiones son las siguientes: Lado mayor 1100 Mts de longitud en dirección E-W, y lado menor 700 Mts de longitud en dirección N-S.

La pendiente final de corte para el talud del tajo, es de 55° a 70°.

Este tajo tiene 2 caminos de acceso, uno por el este que se utiliza también como comunicación con el tajo Colorado Veta, y el otro camino de acceso al tajo es por el oeste.

El equipo que se utiliza en la explotación del tajo Kino es el siguiente:

Una perforadora rotaria marca Bucyrus - Erie modelo 40-R con motor diesel.

Una perforadora rotaria marca Bucyrus - Erie modelo 60-R con motor eléctrico.

Una pala eléctrica P&H 1800, con cucharón de 8 Yd<sup>3</sup> de capacidad.

Una pala eléctrica marca Bucyrus - Erie modelo 280-B con cucharón de 15 Yd<sup>3</sup> de capacidad.

También en este tajo, para cada pala en operación se le tiene asignado un tractor de llantas, para limpiar el lugar de carga y darle mantenimiento a los caminos dentro del tajo.

### Tajo Colorado Veta.

Este tajo se encuentra localizado al oeste de la población de -- Cananea.

La sección horizontal de este tajo se parece a un triángulo, -- cuyas dimensiones son las siguientes: Altura 900 Mts de longitud, base 700 Mts de longitud.

La pendiente final de corte para el talud del tajo, es de 55° a 70°.

Este tajo tiene únicamente un camino de acceso, y es para el -- tránsito de todo el equipo y los servicios, está localizado hacia el E, y simultáneamente tiene comunicación con el tajo Kino. El equipo que se está utilizando en la operación de descapote de este tajo es el siguiente:

Una perforadora rotaria marca Bucyrus -Erie modelo 40-R con motor diesel.

Una perforadora rotaria marca Bucyrus -Erie modelo 60-R con motor eléctrico.

Una pala eléctrica PAN 2800, con cucharón de 25 Yd<sup>3</sup> de capacidad.

Un tractor de llantas para labores de limpieza del tajó.

### 5.3. CICLO DE OPERACIONES EN LA EXPLOTACION A TAJO ABIERTO.

El ciclo de operaciones en la explotación a tajo abierto consta de 4 etapas que son:

- 1.- Barrenación.
- 2.- Voladura con Explosivos.
- 3.- Resague del material tumbado.
- 4.- Acarreo del Mineral y del Tapete.

#### Barrenación.

Los factores que intervienen en la barrenación son los siguientes:

- a) Utilizar al máximo la energía del explosivo.
- b) Producir el mayor número posible de metros cúbicos de mineral por metro lineal de barreno.
- c) Obtener una fragmentación óptima para que las operaciones de carga, transporte y trituración tengan una mayor eficiencia.

#### Patrones de Barrenación.

Bordo.- Es la distancia entre el barreno y la cara libre, y -- entre línea y línea de barrenos (espaciamento entre hileras -- de barrenos).

Taco.- Es generalmente del mismo material de la barrenación.

Espaciamiento.- El espaciamento entre los barrenos es variable e interviene para ampliar o disminuir la plantilla de barrenación.

Sub-Perforación.- Siempre es necesario llevarse a cabo, para -- evitar que la pala encuentre el piso levantado, por la falta -- de acción del explosivo.

Altura del Banco.

Profundidad del Barreno.- (Longitud total del barreno).

Carga de Fondo.- Su labor principal es la de vencer el esfuerzo cortante en la pata del barreno, debe estar constituida por un explosivo potente, denso y resistente al agua.

Carga de Columna.- Su función es la de cooperar con la carga -- de fondo durante la explosión, voltear y fragmentar la roca en -- la parte superior del barreno, debe estar constituida por un -- agente explosivo de baja densidad.

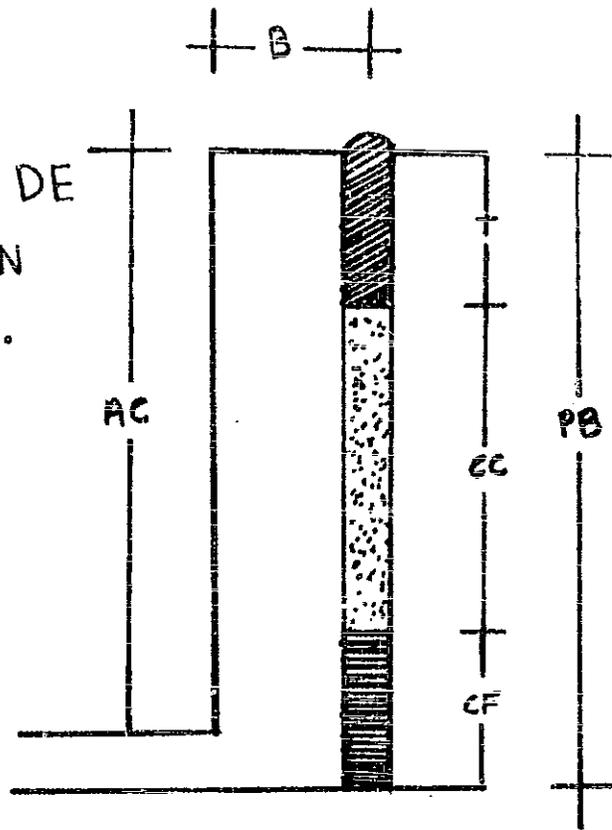
Conjunto de reglas útiles para la barrenación en explotaciones -- a tajo abierto.

B<sub>2</sub> Bordo. Constante variable por el diametro del barreno.

B<sub>2</sub> 33 X 6            Para diámetros entre 6" y 9"

B<sub>2</sub> 40 X 6            Para diámetros entre 2 1/2" y 6"

PLANTILLA DE  
BARRENACION  
Y CARGADO.



$T = \text{Taco} = B(\text{bordo}).$

$E = \text{Espaciamiento entre barrenos} = 1.2 \times B$

$SP = \text{Sub-Perforación} = 0.3 \times E$

$AC = \text{Altura del Banco.}$

$CC = \text{Carga de Columna.} = PB - 2.3 \times B$

$CP = \text{Carga de Pgado.} = 1.3 \times B$

$PB = \text{Profundidad del Barreno.}$

$DB = \text{Diámetro de Barrenación.}$

$V = \text{Volumen.} = B(\text{Bordo}) \times E(\text{Espaciamiento}) \times AC(\text{Altura del banco}).$

### Barrenación.

Las barrenaciones utilizadas en los tajos que actualmente están en operación en Cananea, se hacen mediante arreglos rectangulares y alternados.

A continuación se describen los principales parámetros de barre-

nación en cada uno de los tajos en operación.

Tajo Cananea.

Diámetro de barrenación = 9" (22.86 Cm).

Bordo = 7.6 Mts.

Taco = 7.6 Mts.

Espaciamiento entre barrenos = 9.10 Mts.

Sub-perforación = 2.3 Mts.

Altura del banco = 10.6 Mts.

Profundidad del barreno = 12.9 Mts.

Volumen =  $(7.6 \times 9.1 \times 10.6)$  Mts = 733 Mts<sup>3</sup>

Tajo Lino.

Diámetro de barrenación = 9" (22.86 Cm)

Bordo = 7.6 Mts.

Taco = 7.6 Mts.

Espaciamiento entre barrenos = 9.10 Mts.

Sub-perforación = 2.3 Mts.

Altura del banco = 14 Mts.

Profundidad del barreno = 16.3 Mts.

Volumen =  $(7.6 \times 9.1 \times 14.0)$  Mts = 968 Mts<sup>3</sup>

Tajo Colorado Veta.

Diámetro de barrenación = 9" (22.86 Cm)

Bordo = 7.6 Mts.

Taco = 7.6 Mts.

Espaciamiento entre barrenos = 9.10 Mts.

Sub-perforación = 2.3 Mts.

Altura del banco = 14 Mts.

Profundidad del barrenos = 16.3 Mts.

Volumen = (7.6 X 9.1 X 14.0) Mts = 968 Mts<sup>3</sup>

Explosivos y Artificios.

Los explosivos utilizados en Cananea para la voladura son los que comúnmente se encuentran en el mercado.

Para la carga de fondo se usa Tovex Extra que tiene una densidad de 1.35 gr/cc, y una velocidad de 5486 Mts/seg.

Para la carga de columna se usa Nitrato de Amonio- Diesel.

El taco es rellenado con el mismo residuo de la barrenación para su consolidación.

Entre los artificios usados citaré detomex 450, cordón detonante primacord, y conectores de retardo milisegundos.

Resagado.

La operación de resagado del material de los tajos que se encuentran actualmente en operación, se realiza mediante palas eléctricas, aunque también se está utilizando como equipo de resague, cargadores frontales sobre llantas.

En la actualidad se cuenta con el siguiente equipo de resague para la operación de los tres tajos en operación:

Una pala eléctrica P&H, con cucharón de 5 Yd<sup>3</sup> de capacidad.

Tres palas eléctricas P&H 1800, con cucharón de 8 Yd<sup>3</sup> de capacidad cada una.

Dos palas eléctricas marca Bucyrus - Erie modelo 280-B con cucharón de 15 Yd<sup>3</sup> de capacidad cada una.

Una pala eléctrica P&H 2800, con cucharón de 25 Yd<sup>3</sup> de capacidad.

Un cargador frontal Dart-600 con cucharón de 12 Yd<sup>3</sup> de capacidad.

Dos cargadores frontales Cat-992 con cucharón de 10 Yd<sup>3</sup> de capacidad cada uno.

Acarreo.

En la operación del acarreo del material de los tajos que se encuentran actualmente en operación, se transporta mineral, tepetate y mineral lixiviable.

Entre el equipo de acarreo que actualmente se cuenta citaré el siguiente:

Dos camiones Dart de 35 toneladas cada uno, de transmisión mecánica y con motor de 400 H.P.

Tres camiones Wabco de 60 toneladas cada uno, de transmisión mecánica y con motor de 600 H.P.

Quince camiones Wabco de 65 toneladas cada uno, de transmisión mecánica y con motor de 700 H.P.

Veinte camiones Wabco de 120 toneladas cada uno, diesel-eléctricos y con motor de 1000 H.P.

Tres camiones Wabco de 150 toneladas cada uno, diesel - eléctricos y con motor de 1200 H.P.

Tres camiones Wabco de 170 toneladas cada uno, diesel - eléctricos y con motor de 1500 H.P.

CAPITULO VI.- DESCRIPCION DEL PROCESO DE CONCENTRACION.

6.1. GENERALIDADES.

6.2. CONCENTRACION.

## CAPITULO VI.- DESCRIPCION DEL PROCESO DE CONCENTRACION.

### 6.1. GENERALIDADES.

El tipo de minerales de que están constituidos los yacimientos que actualmente se encuentran en explotación son sulfuros de cobre: Calcocita, covelita, calcopirita, bornita; y en poco porcentaje óxidos.

La ley que se remite a la planta de beneficio, que tiene una capacidad de 24,000 toneladas diarias, es de 0.7 % de cobre.

El método de tratamiento de los minerales remitidos a la planta es el de flotación, cuya acción es hacer que las superficies

de las partículas minerales se conviertan en hidrófobas, o sea repelentes al agua, de hecho grasosas, en cuya condición las partículas son flotables.

Las partículas que componen la ganga deberán tener superficies atraídas por el agua es decir hidrófilas, en cuya condición son no flotables.

Actualmente se tiene una producción promedio diaria de 480 toneladas de concentrado con una ley del 29 % de cobre.

El transporte del concentrado hacia la fundición se realiza mediante camiones que tienen una capacidad de 65 toneladas.

De todo el proceso de concentración llevado a cabo en la planta de beneficio se obtiene una recuperación del orden del 75 %.

Los reactivos empleados en el proceso de concentración son los siguientes:

- 1.- Aerofloat 238.
- 2.- Xantato 343.
- 3.- Dowfroth 250.
- 4.- Cal.
- 5.- Complex 60.
- 6.- MG-200B.

El medio en que se realiza el proceso de concentración es en un medio alcalino, o sea con un pH de 10.0

## 6.2. CONCENTRACION.

La planta de concentración esta dividida en 4 operaciones que son:

- 1.- Trituración.
- 2.- Molienda.
- 3.- Flotación.
- 4.- Filtrado.

### Trituración.

Esta operación está dividida en 3 etapas que son:

- 1.- Trituración en la Quebradora Subterránea.
- 2.- Trituración Primaria.
- 3.- Trituración Secundaria.

### Trituración en la Quebradora Subterránea.

La quebradora subterránea está localizada en el extremo inferior de un vaciadero de sección de 7 Mts X 7 Mts, localizado en el extremo NW del tajo Cananea .

La descarga del mineral por el vaciadero es de  $\phi$  10", el cual es depositado en un alimentador de placas marca Link Belt, cuyas dimensiones son 12' de ancho por 26' de largo, accionado por un motor de 60 H.P. Del alimentador de placas el mineral pasa a una criba de rieles vibratoria marca Link Belt, que tiene una inclinación de 15°, accionada por un motor de 30 H.P.; la abertura de la criba entre riel y riel es de 8", o sea que todo el mineral que es de  $\phi$  8" pasa a trituración a una quebradora de quijada, y todo el mineral de  $\phi$  8" pasa por la criba. Todo el mineral de  $\phi$  8" es triturado en la quebradora de quijada marca Allis chalmers que tiene una abertura de 10", cuyas dimensiones son 84" X 66", accionada por un motor de 400 H.P. La descarga de la quebradora y lo que pasó por la criba se juntan y pasan a un alimentador de placas marca Link Belt, cuyas dimensiones son 5' de ancho por 27' de largo, accionada por un motor de 50 H.P. Del alimentador de placas el mineral pasa a una banda aceleradora de 48" accionada por un motor de 100 H.P. De esta banda el mineral pasa a un sistema de tres bandas, las cuáles transportan el mineral hacia la quebradora primaria; la descripción de las tres bandas a continuación se detalla:

Banda No 1 de 48" de ancho, con una longitud de 2500' y una inclinación de 15°, y es accionada por dos motores sincronizados de 700 H.P. cada uno.

Banda No 2 de 48" de ancho, dividida en dos secciones, la primera sección tiene una longitud de 700' y una inclinación de 8°; la segunda sección tiene una longitud de 1900' y una inclinación de 1°, y es accionada con un motor de 500 H.P.

Banda No 3 de 48" de ancho, que tiene una longitud de 650' y una inclinación de 1°, accionada por un motor de 75 H.P.

### Trituración Primaria.

El mineral proveniente de la quebradora subterránea mediante el sistema de tres bandas, así como el mineral depositado directamente por camiones, es descargado en una parrilla de rieles que tiene una abertura entre riel y riel de 6", o sea que todo el mineral de + 6" pasa a trituración a la quebradora secundaria, y todo el mineral de - 6" pasa por la parrilla de rieles. Todo el mineral de + 6" es triturado en la quebradora secundaria marca Traylor Giratoria de 54", accionada por un motor de 400 H.P. Esta quebradora tiene una abertura de 6". La descarga de la quebradora y lo que pasó por la parrilla de rieles se juntan, y pasan a un alimentador de 60" de ancho, accionado por un motor de 25 H.P. Del alimentador el mineral pasa a una banda de 48" de ancho, que

tiene una longitud de 300', y es accionada por un motor de 40-- H.P. La banda descarga el mineral a una pila de mineral grueso. De la pila de mineral grueso el mineral es transportado hacia la trituración secundaria mediante una banda de 48" de ancho, cuya longitud es de 500', accionada por un motor de 75 H.P.

#### Trituración Secundaria.

Todo el mineral proveniente de la trituración primaria descarga a una criba vibratoria cuyas dimensiones son 6' X 14', que tiene una abertura de 1 1/2", accionada por un motor de 30 H.P., o sea que todo el mineral de + 1 1/2" pasa a una quebradora de cono Symons standard de 7' accionada por un motor de 300 H.P. La descarga de la quebradora (- 1 1/2") y lo que pasó por la criba, descargan a dos cribas vibratorias cuyas dimensiones son 5' X 10', accionadas por un motor de 7.5 H.P. cada una, las cribas tienen una abertura de 1/2". Todo el mineral que no pasó por las cribas, descarga a dos quebradoras Symons de cono de cabeza corta de 7', la descarga de las quebradoras y lo que pasó por las cribas se juntan, y los minerales son transportados mediante una banda de 48" de ancho que tiene una longitud de 700', que es accionada por un motor de 250 H.P., y que descarga en la tolva de finos, que tiene una capacidad de 12,000 toneladas.

### Molienda y Clasificación.

De la tolva de finos el mineral es transportado por una serie de -- bandas a las secciones de molienda. Se cuenta con cuatro secciones de molienda, y cada sección comprende un molino de barras de -- 9' X 12', y que es accionado por un motor de 300 H.P., y dos molinos de bolas de 10' X 10' accionados por motores de 800 H.P.

El mineral de - 1/2 es alimentado a los molinos de barras que -- están en circuito abierto. La descarga de los molinos de barras -- es bombeada por bombas marca denver de 12" X 14" accionadas por -- motores de 75 H.P., hacia los ciclones marca Krebs de 26" para su clasificación; la descarga de los ciclones entra por gravedad a -- los molinos de bolas, los cuáles están en circuito cerrado con -- los ciclones, se tiene dos ciclones de 26" por cada molino de bolas, y el derrame de los ciclones va directamente a la flotación.

Las barras utilizadas por los molinos de barras son de 4" de diá -- metro por 11' de largo.

Las bolas que utilizan los molinos de bolas son de 2" de diámetro.

### Flotación.

La operación de flotación esta dividida en dos etapas : La flo-- tación basto primaria, y la flotación basto secundaria.

Se cuenta con cuatro bancos de celdas de flotación basto primaria,

y cuatro bancos de celdas de flotación basto secundaria.

El derrame de los ciclones, o sea la cabeza de la flotación, entra a los bancos de celdas de flotación basto primaria, el concentrado obtenido en estos bancos es descargado a unos cajones de concentrado primario, las colas de la flotación basto primaria son la cabeza de la flotación basto secundaria, las cuáles entran a los bancos de celdas de flotación basto secundaria; el concentrado obtenido en estos bancos es descargado a unos cajones de concentrado secundario; las colas de la flotación basto secundaria van directamente por gravedad hacia los tanques de asentamiento de colas generales, se cuenta con dos tanques de asentamiento de colas generales de 230' de diámetro, las cuáles se envían por gravedad a la presa de jales. Los concentrados primarios y secundarios pasan a la sección de remolienda, esta sección está constituida por cuatro molinos de bolas de 6 1/2' X 12 1/2' accionados con motores de 300 H.P., las bolas utilizadas por los molinos remoladores son de 1" de diámetro, cada molino tiene sus respectivos ciclones trabajando en circuito cerrado, la operación de remolienda se realiza con el fin de darle la finura necesaria al mineral para así mejorar la operación. Una vez hecha la operación de remolienda y clasificación, los concentrados pasan a la sección de flotación relimpiadora, limpiadora, y flotación agotativa.

El concentrado final es obtenido en el banco de celdas de flotación relimpiadora, y la flotación de limpia y flotación agotativa son etapas intermedias para aumentar la ley del con

centrado final.

Los productos obtenidos en esta sección son los concentrados --  
 finales y las colas agotadoras, las cuales pasan por gravedad --  
 hacia los tanques de asentamiento de concentrado final y de co  
 las agotadoras, respectivamente.

### Filtrado.

Se cuenta con cuatro tanques asentadores marca Dorr, de los cua-  
 les dos son de 100' de diámetro y los otros dos son de 75' de --  
 diámetro.

El tanque número uno es utilizado para el material que se tira --  
 en la planta de beneficio o sea el tanque de medios, el cual es--  
 regresado a la sección de remolienda.

El tanque número dos es utilizado para el asentamiento de las --  
 colas agotadoras, las cuales son enviadas por gravedad a la presa  
 de jales.

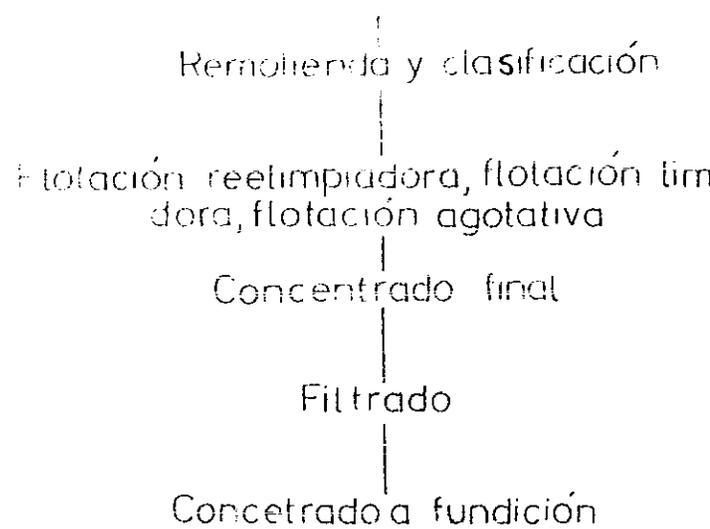
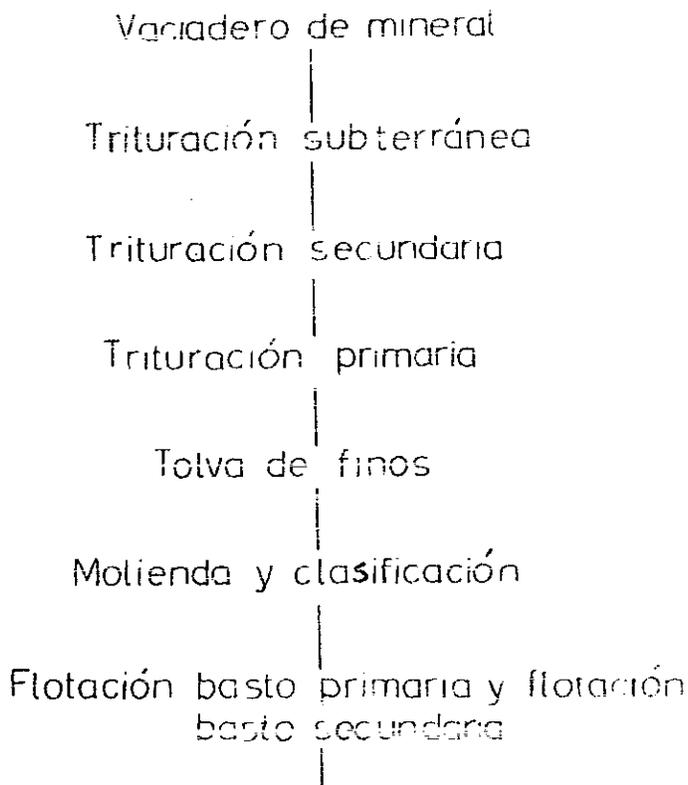
Los tanques números tres y cuatro son utilizados para el asenta --  
 miento del concentrado final, el cual es bombeado hacia la casa --  
 de filtros. Se cuenta con dos filtros marca Cliver de discos, de--  
 6 discos de 8 1/2' de diámetro cada uno.

Una vez hecha la filtración el concentrado final es mandado a la  
 fundición para su posterior tratamiento.

El agua de recuperación de los cuatro tanques asentadores, así --

como la de los dos tanques asentadores de colas generales es -  
enviada a un tanque de recuperación de agua, la cual a su vez -  
es bombeada a la planta de beneficio para volverla a utilizar -  
en el proceso.

DIAGRAMA DE FLUJO PLANTA  
CONCENTRADORA



U	Facultad de Ing
N	Diagrama de flujo concentrado
A	
M	Jaime Kiwa Kryst
	Tesis Profesional

CAPITULO VII.- LIXIVIACION Y PRECIPITACION.

CAPITULO VII.- LIXIVIACION Y PRECIPITACION.

La lixiviación del cobre es un proceso hidrometalúrgico, basado en la solubilidad de los minerales de cobre en forma de sulfatos en una solución ácida, para después ser precipitados como cobre metálico.

Por lo general, se aplica este sistema a minerales que por su bajo contenido de cobre no son económicamente concentrables por ningún otro método conocido.

Desde hace varios años, se ha venido aplicando con éxito este sistema a minerales con bajo contenido de cobre que son fácilmente atacables, en las diversas formas que se presentan: Óxidos, carbonatos, sulfatos, silicatos, mediante soluciones aciduladas. En la aplicación de este método se deben tomar las siguientes condiciones o supuestos que son:

- 1.- Permeabilidad generalizada de la masa mineral que facilite el acceso del agua y del aire a un contacto directo con los minerales atacables.
- 2.- Solubilidad de los minerales de Cobre.
- 3.- Facilidad para la recolección de las soluciones y su transporte.
- 4.- Que no exista otro tipo de minerales diferente, que se trate de lixiviar, evitándose pérdidas de solución.

En Cananea, todo el mineral cuyo contenido de cobre sea menor de 0.5 % y mayor de 0.15 %, es depositado en los terreros de --

lixiviación, después se le agrega la solución lixiviana, la --  
 cuál se colecta en una presa aguas abajo de la colina y que ---  
 disuelve el cobre, posteriormente esta solución es recolectada  
 en la parte inferior del terrero, en unos represas, de dónde es  
 bombeada a la planta de precipitación.

La solución lixiviana está compuesta de  $FeSO_4$ ,  $Fe_2(SO_4)_2$ , ---  
 $H_2SO_4$  y cobre; esta solución tiene un pH de 2.0.

Las soluciones que llegan a la planta de precipitación tienen --  
 un contenido de 2.5 gramos de cobre por litro de solución.

En la planta de precipitación la operación básica consiste en --  
 añadir a la solución cuprífera chatarra de fierro, previamente  
 triturada y quemada, para así poder precipitar el cobre.

Dentro de las características principales de la planta de pre-  
 cipitación son:

Operación simplificada, facilidad en el manejo de materiales, --  
 y alimentación mecánica de chatarra de fierro para precipitación  
 mediante grúas viajeras provistas de electroimanes.

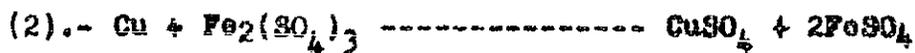
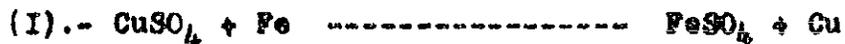
Se cuenta con dos secciones de celdas de concreto, cada sección  
 tiene 10 pares de celdas, cada celda tiene 14 Mts de largo por-  
 1.50 mts de ancho, y el fondo tiene pendientes de los lados al-  
 centro hacia un canal colector longitudinal. A una distancia --  
 uniforme de un metro del bordo superior de la celda, está colo-  
 cado un colador construido de alambres de acero inoxidable con-  
 abertura de 15.8 mm (5/8") que sirve de soporte al material pre-  
 cipitante.

La solución cuprífera se recibe en una caja distribuidora con --

un vertedor provisto de medidor de registro, y se distribuye en las caldas mediante un tubo de acero inoxidable con varias salidas equipadas todas con válvulas cuyo objeto es controlar tanto el volúmen como la posición de la alimentación a las celdas.

Como ya dijimos anteriormente se cuenta con dos secciones de pares de caldas escalonadas, cuya elevación máxima se localiza en su lado exterior y sus pendientes, simétricas hacia el centro de la planta, de tal modo que la solución de cobre pueda introducirse en las celdas extremas superiores de cada sección, y circular por gravedad hacia cada una de las restantes, hasta salir en las últimas dos centrales como colas.

Las celdas son llenadas con chatarra de fierro que previamente ha sido triturada y quemada, las reacciones que se efectúan entre la solución de cobre y la chatarra de fierro son:



El sulfato de cobre producido por la reacción (2), reacciona de nuevo como en (1); y el sulfato ferroso se va a las colas, y se manda de nuevo a los terreros para su acción lixivante. El precipitado de cobre con un contenido de 65 % a 75 % de cobre, se extrae con agua a presión y se conduce por gravedad a cuatro tanque asentadores, de donde después de asentado el cobre, el líquido es decantado y regresado nuevamente a la plan

ta para repetir el tratamiento. Antes del asentamiento, el precipitado pasa por un trommel con el objeto de quitarle materiales como lo son hierro, aluminio, etc.

De los tanques asentadores el precipitado pasa a un turbomezclado donde es acondicionado con reactivos, para pasar posteriormente a la flotación, y así aumentar la pureza del cobre con un contenido de 85 % a 90 % de cobre.

Las colas de la flotación contienen de 30 % a 40 % de cobre, las cuáles son mandadas a la fundición.

El concentrado de la flotación una vez seco se trasporta a la fundición para su posterior tratamiento.

La recuperación que se obtiene en concentrados es del orden del 85 %.

CAPITULO VIII.- FUNDICION.

## CAPITULO VIII.- FUNDICION.

El proceso pirometalúrgico de la fundición del cobre es la --- última operación que se realiza en Cananea, la operación con-- siste en la transformación del cobre en forma de especies minerales, así como de concentrado, a cobre metálico.

La operación metalúrgica de la fundición del cobre comprende -- las siguientes secciones que son:

- 1.- Recibo y Muestreo.
- 2.- Molienda y Preparación de Cargas.
- 3.- Fundición en Hornos de Reverbero.
- 4.- Convertidores.
- 5.- Moldeo y Embarque.

### Recibo y Muestreo.

En esta sección se tiene como finalidad efectuar un muestreo,-- mediante barrenos especiales, a los concentrados provenientes - de la planta de beneficio.

### Molienda y Preparación de Cargas.

En esta sección se lleva a cabo la trituración del mineral --- foráneo, para así después llevar a cabo la preparación de las- cargas para los hornos de reverbero, en proporciones adecuadas de concentrado, mineral foráneo, fundentes, etc.

Fundición en Hornos de Reverbero.

En esta operación se tiene por objeto producir la mata que es una mezcla de sulfuros de fierro y cobre, con un contenido aproximadamente de 40 % de cobre; además de la mata se produce escoria, la cuál tiene una ley de 0.3 % de cobre; esta escoria es llevada por locomotoras a los graseros.

Se cuenta con dos hornos de reverbero con una capacidad conjunta de 600 toneladas diarias, están contruidos de refractario ácido, cada horno cuenta con cuatro quemadores que consumen -- alrededor de 2000 Mts<sup>3</sup> de gas natural por hora.

Los hornos trabajan a 1300 °C, liberando gases a 1000 °C, --- los cuáles son aprovechados en la casa de fuerza para generar electricidad por medio de turbogeneradores de vapor.

Un promedio de los productos obtenidos, e sea la mata y la --- escoria son:

	%					
	Cu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	CaO	S
Mata	40.0	1.0	0.5	35.0	0.1	28.0
Escoria	0.3	36.0	6.0	36.0	4.0	2.0

Convertidores.

Dentro de las operaciones principales de los convertidores citamos las siguientes:

- 1.- Llenado del convertidor con la mata proveniente de los hornos de reverbero.
- 2.- Soplado con aire a presión.
- 3.- Adición de  $\text{SiO}_2$  para la escoria.
- 4.- Decantado de la escoria hasta llama verde.
- 5.- Moldeado del blister.

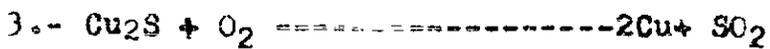
El sangrado de los hornos de reverbero, o sea la mata, es vaciada en unas ollas que salen de los reverberos y que son transportadas hacia los convertidores mediante una locomotora de trolley; en los convertidores se usa una grúa viajera para levantar las ollas y vaciar la mata en los convertidores.

Se cuenta con cinco convertidores, dos del tipo Pierce Smith y tres del tipo Great Falls, estos convertidores trabajan a una temperatura entre  $950\text{ }^\circ\text{C}$  y  $1300\text{ }^\circ\text{C}$ , y a una presión de  $14\text{ Lb/pulg}^2$ .

La operación de los convertidores es la de eliminar las impurezas que trae la mata, convirtiéndolas en escorias, para que posteriormente flote y pueda ser decantada.

La mata esta compuesta principalmente por sulfuros de fierro y cobre, la cuál al recibir el oxígeno del aire a presión reacciona en la siguiente forma:





Es decir que, teniendo el oxígeno mas afinidad por el sulfuro de fierro que por el de cobre, se asocia y forma óxido de fierro, --- despidiendo anhídrido sulfuroso.

Al agregarle  $\text{SiO}_2$  al óxido de fierro se forma una escoria constituida por silicato de fierro con alto contenido de cobre, la cuál es regresada a la planta de trituración primaria debido a que su contenido es alto, aproximadamente 11 % de cobre.

El sulfuro de cobre queda en los convertidores, en donde el aire - inyectado forza la combustión del azufre que sale a la atmósfera - en forma de anhídrido sulfuroso.

### Moldeado y Embarque.

El producto final, o sea el cobre amollado, es vaciado en ollas - y es llevado a un horno especial que a su vez lo vacia a los moldes. Después de llenada la forma de los moldes se enfria parcialmente por un baño de regadera, obteniéndose lingotes de cobre -- blister con una pureza de 99.5 % de cobre.

Estos lingotes de cobre son enviados a la ciudad de México para su posterior tratamiento, o sea la refinación electrolítica, la cuál se realiza en Cobre de México. S.A. Con este tratamiento se tiene la finalidad de separar las impurezas que trae el cobre --

blister, para poder obtener un cobre con 99.9 % de pureza.

Las principales impurezas del cobre blister son: Oro, plata,--  
arsenico, antimonio, etc.

Actualmente se tiene una producción diaria de 140 toneladas de  
cobre blister.

CAPITULO IX.- PROYECTOS FUTUROS DE EXPANSION.

CAPITULO IX.- PROYECTOS FUTUROS DE EXPANSION.

Con el fin de aumentar la producción de cobre metálico, la ---  
compañía Minera de Cananea, está llevando a cabo actualmente ,  
ampliaciones en sus diferentes departamentos, los cuáles a con-  
tinuación se detallan:

Tajo.

En los tajos actualmente en operación, la extracción y el acarreo  
de mineral, de mineral lixiviable, y de tepetate se incrementarán,  
para lo cual se tiene proyectada la compra del siguiente equipo:

Una perforadora rotaria marca Bucyrus - Erie modelo 60-R con mo--  
tor eléctrico.

Dos palas eléctricas marca Bucyrus - Erie modelo 280-B con cucha -  
rón de 15 Yd<sup>3</sup> de capacidad cada una.

Una motoconformadora Cat-16.

Dos tractores de llantas Cat-834.

Dos tractores Cat D-9 de oruga.

Dos cargadores frontales Cat-992 de 10 Yd<sup>3</sup> de capacidad cada uno.

Diez camiones Wabco de 150 toneladas cada uno, diesel- eléctricos  
y con motor de 1200 H.P.

Seis camiones Wabco de 120 toneladas cada uno, diesel - eléctricos  
y con motor de 1000 H.P.

Concentradora.

En este departamento las ampliaciones se están realizando en las secciones de trituración, molienda, flotación y filtrado, con el propósito de incrementar la capacidad de tratamiento de la planta de 24,000 toneladas a 30,000 toneladas diarias.

En lo que concierne a la trituración, se está construyendo una tolva para la descarga de camiones en la quebradora primaria, -- una banda apiladora y una pila de mineral grueso, así como la -- instalación de un equipo de trituración secundaria similar al -- existente.

En molienda se está llevando a cabo la instalación de una sección de molienda igual a las actuales, o sea un molino de barras de 9' X 12', y dos molinos de bolas de 10' X 10'.

En la flotación se han quitado 168 celdas de flotación marca -- Fagergren, y se han instalado 32 celdas marca Agitair, cada celda tiene una capacidad de 400 Ft<sup>3</sup>.

En el filtrado se está llevando a cabo la construcción de un nuevo tanque espesador para colas de 400' de diámetro para recuperación de agua, así como la eliminación de la planta de filtros transportándose el concentrado a la fundición por tubería.

Precipitación.

En la planta de precipitación se están llevando a cabo las siguientes ampliaciones:

Construcción de celdas de precipitación, ampliación de las tolvas

de descarga de chatarra de fierro, construcción de un nuevo --  
tanque asentador.

### Fundición.

En la fundición se están llevando a cabo las siguientes amplia-  
ciones:

Instalación de un filtro para el concentrado proveniente de la -  
planta de beneficio, instalación de un nuevo secador para con --  
centrados, construcción de un nuevo horno de reverbero con todas  
sus instalaciones, instalación de dos nuevos convertidores, in-  
stalación de un nuevo ducto para gases de los convertidores, así -  
como la instalación de una nueva chimenea.

Al 31 de diciembre de 1975, la Compañía Minera de Cananea, S.A.,  
había realizado inversiones de 980 millones de pesos, M.N. ; en-  
el programa de expansión destinado a elevar la producción anual de  
cobre metálico a 70,000 toneladas, volúmen que representa un au-  
mento del 95 % sobre la producción del año de 1971.

A medida que entren en operación regular las nuevas instalaciones  
y equipos en el curso de 1976 y primeros meses de 1977, se podrán  
lograr producciones más altas.

Las ventas totales de cobre metálico en 1975 fueron de 46,324 --  
toneladas, con un valor total de 773 millones de pesos, M.N. ; -  
todo el cobre fue colocado en el mercado nacional; es decir, no-  
hubo exportaciones.

BIBLIOGRAFIA.

ECONOMIC MINERALS DEPOSITS.

"A.M. BAYEMAN".

MANUAL DE EXPLOSIVOS DE LA DUPONT.

APUNTES DE METODOS NUMERICOS

ING. ANTONIO OLIVERA SALAZAR

PETROLOGIA.

"WALTER T. HUANG."

ELEMENTS OF MINING.

"LEWIS R.S. Y CLARK B.G."

METALS WEEK.