

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA



**ANALISIS DE COSTOS DE MINADO Y PLANTA EN
VETAS ANGOSTAS”**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE MINAS**

**ELABORADO POR:
CARLOS ALBERTO USCATA BARRENECHEA**

**ASESOR:
ING. JORGE GUSTAVO DÍAZ ARTIEDA**

**LIMA – PERÚ
2014**

AGRADECIMIENTO

A todos los profesores de la escuela de minas y mis colegas

A todos los ingenieros y amigos que ayudaron a mi formación profesional.

A todas las empresas que me dieron la oportunidad de practicar y trabajar.

DEDICATORIA

Mi titulación se la dedico a mis padres por estar siempre apoyándome incansablemente para lograr mis metas en el ámbito académico-profesional.

A Lady y Valentina por tenerme paciencia, ellas son mi inspiración para mejorar día a día

RESUMEN

Los trabajos de LA EMPRESA (así se llamará a la empresa de donde se tomaron los datos para este trabajo) se concentran en labores mineras de preparación, desarrollo, exploración y explotación, mientras se van realizando exploraciones en las demás zonas.

Después de que LA EMPRESA compró la mina en marzo del 2009, se inició un trabajo de reconocimiento de las labores existentes. La mina antes de la compra estuvo paralizada algo más de 3 años.

Lo primero fue constatar la existencia de reservas de mineral, en los diferentes niveles de la mina, con esta revisión se identificó muy pocas reservas de mineral, por lo que se decidió una inmediata campaña de evaluación geológica detallada para cubicar reserva.

La mena principal es el oro contenido en la pirita en la zona de sulfuros, en el cuarzo y óxidos de fierro en la zona de óxidos, en ambos casos la estructura mineralizada se encuentra emplazada en rocas volcánicas andesítica, constituyendo filones o vetas cuyo espesor oscila entre 0.30 Y 1.50 m.

Se construyó una planta con una capacidad de 150 TMH/día pero la producción diaria es de 100 TMH/día. Siempre se debe preparar labores nuevas para reemplazar a las que se están finalizando, este trabajo se basa en analizar todo el proceso de preparación de labores nuevas tomando en cuenta el tiempo, costos, etc.

ABSTRACT

THE COMPANY's works (that's how I called the enterprise where I took the information for this presentation) It focus on mining work preparation, development, exploration and exploitation; while other explorations are performed in other zones.

After THE COMPANY bought the mine in March 2009, work recognition of existing labors began. The mine before the purchase was paralyzed approximately three years.

The first step was to establish the existence of mineral reserves at different levels of the mine, with this evaluation very few mineral reserves were identified, so it was decided to make an immediate campaign detailed geological evaluation for find the volume.

The principal mineral is gold wich is contained in the pyrite, in sulfides zones, in quartz and in oxides zones of iron oxide, in both cases, mineralized structure is located in andesite volcanic rocks, forming reefs or seams whose thickness ranges between 0.30 and 1.50 m.

A plant with a capacity of 150 TMH / day was constructed, but the daily production is 100 TMH / day. Always should prepare new labors to replace those that are being finalized, this work is based on analyzing the preparation's process of new labors considering the time, the sequence, the costs, etc.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	13
CAPITULO I	14
MARCO TEORICO	14
1.1DILUCIÓN.....	14
1.2MENA	14
1.3GANGA	14
1.4EL CÓDIGO JORC.....	15
1.5VAN:.....	15
1.6TIR	16
CAPITULO II	17
GEOLÓGIA.....	17
2.1 GEOLOGÍA GENERAL	17
2.11 Complejo Bella Unión	17
2.12 Batolito de la Costa.....	18
2.13 Rocas Volcánicas	18
2.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL	19
2.3 ALTERACIÓN Y MINERALIZACIÓN	19
2.3.1 Estructuras Mineralizadas.....	20
CAPITULO III	21
MÉTODO DE MINADO.....	21
3.1 PERFORACION EN GALERIA Y CRUCERO	21
3.1.1.- CALCULOS DE PERFORACIÓN EN GL Y CX.....	23
3.2 PERFORACION EN TAJEO (REALCE)	24
3.2.1.- CALCULOS DE PERFORACIÓN DE UN TAJEO	26
3.3 VOLADURA.....	26

3.3.1.- CALCULOS DE VOLADURA PARA UNA GALERIA Y/O CRUCERO	28
3.3.2.- CALCULOS DE VOLADURA PARA UN TAJEO	29
3.4 RELLENO EN TAJEO	30
3.5 LIMPIEZA Y EXTRACCION	31
3.5.1 LIMPIEZA Y EXTRACCION DE LOS TAJEOS	31
3.5.2 LIMPIEZA Y EXTRACCION DE LAS GALERIAS / CRUCEROS	33
CAPITULO IV	34
COSTO DE EQUIPO	34
4.1 LOCOMOTORA ELECTRICA IMIN LB 5 Ton	34
4.2 RIEL DE 40 lb/yd	35
4.3 WINCHE NEUMATICO DE ARRASTRE	36
4.4 COMPRESORA	37
4.5 PALA NEUMATICA (EIMCO 12B)	38
CAPITULO V	40
COSTO DE MADERA	40
5.1 MADERA – PRECIOS	40
5.2 TOLVA DEL BUZÓN CAMINO	41
5.3 SOBRECUADRO Y ENTABLADO	42
5.4 CUADRO COMPLETO en galería 7`x8`	43
5.5 PUNTALES DE AVANCE EN CHIMENEA	44
5.6 PUNTALES DE SEGURIDAD EN SUB-NIVEL	45
CAPITULO VI	46
COSTO DE LABORES MINERAS	46
6.1 GALERÍA 2.1m x 2.40m	46
6.2 CRUCERO (sección 2.1m x 2.4m)	48
6.3 CHIMENEA (Sección 1.5 m x 1.5 m)	50
6.4 BUZÓN CAMINO (sección 1.5 m x 2.5 m)	51
6.5 SUB-NIVEL	52
6.6 CORTE Y RELLENO EN TAJEO	53
CAPITULO VII	55

PLANTA BENEFICIO	55
7.1 CHANCADORA	56
7.2 MOLIENDA	58
7.3 REMOLIENDA	59
7.4 CIANURACION.....	60
7.5 ADSORCIÓN.....	61
CAPITULO VIII.....	62
PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	62
8.1 P.U. DE LAS LABORES MINERAS	62
8.2 PLANO DE RESERVAS GEOLÓGICAS.....	64
8.3 DISEÑO DE LAS LABORES MINERAS.....	66
8.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	69
CAPITULO IX.....	71
FLUJO DE CAJA	71
9.1 COSTO OPERATIVO MINA (INVERSION)	71
9.2 VENTA DEL PRODUCTO.....	74
9.3 MARGEN OPERATIVO.....	76
9.4 RESUMEN DEL COSTO DEL PROYECTO	77
9.5 CALCULO DEL VAN Y TIR	77
CAPITULO X.....	79
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL COSTO OPERATIVO MINA	79
CONCLUSIONES.....	82
RECOMENDACIONES.....	83
BIBLIOGRAFIA.....	84

INDICE DE FIGURA

Figura 2.1 : Plano Geológico Regional	Pag. 19
Figura 3.1 : Partes del barreno integral	Pag. 21
Figura 3.2 : Malla de perforación de un frente de Galería y/o Crucero	Pag. 22
Figura 3.3 : perforación en realce	Pag. 24
Figura 3.4 :Malla de perforación en tajeo	Pag. 25
Figura 3.5 : Fisuramiento de la roca después de detonar el explosivo	Pag. 27
Figura 3.6 : secuencia de perforación, limpieza y relleno en el tajeo	Pag. 31
Figura 3.7 :Carro minero Z-20	Pag. 32
Figura 3.8 : Carro minero U-35	Pag. 33
Figura 4.1 : Locomotora Eléctrica IMIN LB	Pag. 35
Figura 4.2 : winche neumática JOY 0.5 ton	Pag. 36
Figura 4.3 : pala neumática	Pag. 39
Figura 5.1 : Partes de la tolva de un buzón camino	Pag. 41
Figura 5.2 : Partes de un sobrecuadro	Pag. 42
Figura 5.3 : Cuadro Completo en galería 7`x8`	Pag. 43
Figura 5.4 : puntales de avance en chimenea	Pag. 44
Figura 5.5 : puntal de seguridad	Pag. 45
Figura 6.1 : galería 2.1m x 2.40m	Pag. 46
Figura 6.2 : vista frontal de un crucero 2.1m x 2.40m	Pag. 48

Figura 6.3 : vista perfil de un crucero 2.1m x 2.40m	Pag. 48
Figura 7.1 : flowsheet PLANTA BENEFICIO	Pag. 55
Figura 7.2 : chancadora- PLANTA BENEFICIO	Pag. 56
Figura 7.3 : Plano de tolva gruesos, chancadoras y tolva finos	Pag. 57
Figura 7.4 : molienda - PLANTA BENEFICIO	Pag. 58
Figura 7.5 : remolienda- PLANTA BENEFICIO	Pag. 59
Figura 7.6 : cianuración - PLANTA BENEFICIO	Pag. 60
Figura 8.1 : Plano de la sección longitudinal de la veta TICO	Pag. 64
Figura 8.2 : Plano de la sección longitudinal de Reservas Económicas	Pag. 65
Figura 8.3 : Plano del diseño de labores mineras del proyecto TICO	Pag. 66
Figura 8.4 : sección longitudinal del diseño de labores mineras	Pag. 67
Figura 8.5 : vista en planta del diseño de labores mineras	Pag. 68
Figura 9.1 : flujo de inversión mensual del proyecto	Pag. 73
Figura 9.2 : venta mensual de la producción de onzas de oro	Pag. 75
Figura 9.3 : flujo de caja mensual	Pag. 76
Figura 9.4 : VAN del proyecto	Pag. 78
Figura 9.5 : TIR del proyecto	Pag. 78
Figura 10.1 : margen operativo mina / Oz Au producidas	Pag. 81

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1	Datos de la perforación en galería	Pag. 22
Tabla 3.2	Distribución de taladros y explosivos en un frente de galería	Pag. 23
Tabla 3.3	Datos de la perforación	Pag. 25
Tabla 3.4	Datos de la voladura	Pag. 27
Tabla 3.5	Características del explosivo	Pag. 28
Tabla 3.6	Características del Z-20	Pag. 32
Tabla 3.7	Características del U-32	Pag. 33
Tabla 4.1	Datos técnicos de la pala neumática	Pag. 38
Tabla 5.1	precio de la madera	Pag. 40
Tabla 8.1	Avance lineal y producción mensual del proyecto	Pag. 70
Tabla 9.1	costo total de las labores mineras del proyecto	Pag. 71
Tabla 9.2	Costo (\$) del Avance lineal y producción mensual del proyecto	Pag. 72
Tabla 9.3	Costo total (\$) incluyendo gastos generales.	Pag. 73
Tabla 9.4	Datos para el cálculo de onzas producidas por planta	Pag. 74
Tabla 9.5	Venta mensual (\$)	Pag. 75
Tabla 9.6	Margen Operativo Mina (\$) del proyecto.	Pag. 76
Tabla 10.1	Costo Total operativo mina / OZ Au producidas	Pag. 79
Tabla 10.2	Tabla 10.1 Costo Total operativo mina / OZ Au producidas	Pag. 80

NOMENGLATURA

GL	: Galería
CX	: Crucero
RP	: Rampa
SN	: Sub Nivel
BZ-CM	: Buzón Camino
TJ	: Tajo
CH	: Chimenea
Ref	: Refugio
PQ	: Pique
BP	: By Pass
Nv	: Nivel
TMH	: Tonelada métrica húmeda
TMS	: Tonelada métrica seca
PU	: Precio unitario
EPP	: Equipo de protección personal
Tal	: Taladro perforado
Cart.	: Cartucho de explosivo

INTRODUCCIÓN

A mediados del 2012, el precio de los metales venía subiendo en los últimos años. El alza de los precios de los metales incentiva a las empresas mineras a incrementar su producción para aprovechar los buenos precios.

En el 2010, 2011 y 2012 las empresas mineras aumentaron su producción rápidamente, el Perú también elevó su producción pero comparando con la producción mundial el porcentaje comparativo desciende, para algunos especialistas (fuente: El Comercio julio 2012) la razón se debe que ahora hay una severa reducción de las reservas de minerales que están obligando a las empresas a producir menos, es el caso de Southern Perú, Tintaya y Yanacocha.

Asimismo, hay una demora en la ejecución de diversos proyectos mineros, como el de Tía María, Conga, la ampliación de Toquepala, entre otros. A ello habría que agregar la suspensión de proyectos, como Río Blanco, en Piura, que no han permitido que el Perú siga incrementando su producción minera. También se debe a los conflictos sociales, que dilataron o interrumpieron algunos de esos proyectos.

Y LA EMPRESA, dedicada a la extracción de oro no podía permitirse disminuir su ritmo de producción. En este trabajo se describirá los pasos detallando cada etapa secuencialmente. Comenzaremos con una reunión con todos los jefes de área donde el área de geología presenta su plano de estimación de reservas y a partir de ella se realiza un planeamiento tomando en cuenta los recursos que posee como son , aire, fuerza laboral, equipos, energía, ventilación, etc.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1 DILUCIÓN: es el porcentaje de roca de caja o estéril que se incorpora al cuerpo mineral durante la explotación de este. Depende de la geometría, la distribución de la ley en el depósito y la naturaleza del método de explotación.

$$Dilucion = \frac{D - W}{W}$$

D: ancho total después de la voladura

W: ancho de la veta

1.2 MENA: es toda aquella porción de un yacimiento minero que paga sus costos de producción y el costo de oportunidad.

1.3 GANGA: es el material que se descarta al extraer la mena de un yacimiento de mineral, por carecer de valor económico o ser demasiado costoso su aprovechamiento. Es posible que un mineral que se considere ganga en un yacimiento sea de interés en otro, o que la mejora en las técnicas extractivas o los usos industriales haga rentable el procesamiento de materiales anteriormente considerados ganga.

1.4 EL CÓDIGO JORC: El Código australiano para Informar sobre Recursos Minerales y Reservas de Mena (el “Código JORC” o “el Código”), establece estándares mínimos, recomendaciones y normas para la Información Pública de resultados de exploraciones, Recursos Minerales y Reservas de Mena en Australia. Este ha sido redactado por el Comité Conjunto de Reservas de Mena de “The Institute of Mining and Metallurgy, Australian Institute of Geoscientists y Minerals Council of Australia”. El Comité Conjunto de Reservas de Mena se constituyó en 1971 y publicó varios informes haciendo recomendaciones sobre la clasificación e Información Pública de Reservas de Mena antes de la primera divulgación del Código JORC en 1989.

1.5 VAN: El valor actual neto, también conocido como valor actualizado neto o valor presente neto, permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros para determinar la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Dicha tasa de actualización (k) o de descuento (d) es el resultado del producto entre el coste medio ponderado de capital y la tasa de inflación del periodo. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

V_t = representa los flujos de caja en cada periodo t.
 I_0 = es el valor del desembolso inicial de la inversión.
n = es el número de periodos considerado.
K, d, TIR = es el tipo de interés.

1.6 TIR: La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión es el promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, y que implica por cierto el supuesto de una oportunidad para "reinvertir". En términos simples, diversos autores la conceptualizan como la tasa de descuento con la que el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero.

La TIR puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor TIR, mayor rentabilidad; así, se utiliza como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para ello, la TIR se compara con una tasa mínima o tasa de corte, el coste de oportunidad de la inversión (si la inversión no tiene riesgo, el coste de oportunidad utilizado para comparar la TIR será la tasa de rentabilidad libre de riesgo). Si la tasa de rendimiento del proyecto - expresada por la TIR- supera la tasa de corte, se acepta la inversión; en caso contrario, se rechaza.

CAPITULO II

GEOLÓGIA

2.1 GEOLOGÍA GENERAL

En el área afloran mayormente rocas intrusivas del Batolito de la Costa de composición granodiorita-tonalita que se emplazaron durante el Cretácico a Terciario. También existen afloramientos del Complejo Bella Unión de ocurrencia anterior a los intrusivos del Batolito. Como coberteras en ciertas áreas afloran rocas volcánicas de la Formación Sencca.

2.11 Complejo Bella Unión

Compuesto por andesitas y riocitas de coloración gris clara a gris verdosa en forma de stock, en muestra de mano son de color verdoso de grano fino de apariencia porfírica por la presencia de cristales de plagioclasa en matriz afanítica, con cuarzo y algunos minerales oscuros.

Su emplazamiento se habría producido durante el Cretáceo Superior temprano y ha sido afectado por los cuerpos graníticos del Batolito de la Costa. Estas rocas son las encajonantes de las estructuras mineralizadas.

2.12 Batolito de la Costa

Rocas plutónicas que están cubiertos por volcánicos terciarios. En esta mina aflora la SuperunidadIncahuasi y los intrusivos Linga. Se emplazaron en el Cretácico Superior - Terciario Inferior.

- **SuperunidadIncahuasi**

Constituida por cuerpos de granodiorita-tonalita gradando a dioritas, que se han emplazado intruyendo a parte del Complejo Bella Unión y están cubiertas por volcánicos del Terciario. En general la roca es de color claro, leucócrata de grano medio, predomina la plagioclasa sobre la ortosa, cuarzo en menos proporción, biotita y hornblendas como accesorios.

- **Intrusivos Linga**

Ocurren como cuerpos de granodiorita-monzonita, alterados con coloración gris-pardo-amarillenta por descomposición del fierro y ocasionalmente tienen venillas de cuarzo hidrotermal. Aparentemente se le puede considerar como una variante alterada de SuperunidadIncahuasi.

2.13 Rocas Volcánicas

Rocas volcánicas del Terciario Superior de la Formación Sencca afloran como tobas ignimbríticas, y cubren a las rocas intrusivas en forma de coberteras con poco espesor.

Las depresiones están rellenas con aluviales en las quebradas, y los eluviales están en las laderas con poco espesor.

2.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

La geología estructural está definida por fallas regionales de rumbo W-E, siendo la falla Pan de Azúcar la principal; el otro sistema de fallas tienen rumbo SE-NW, ambas determinaron la geomorfología del área.

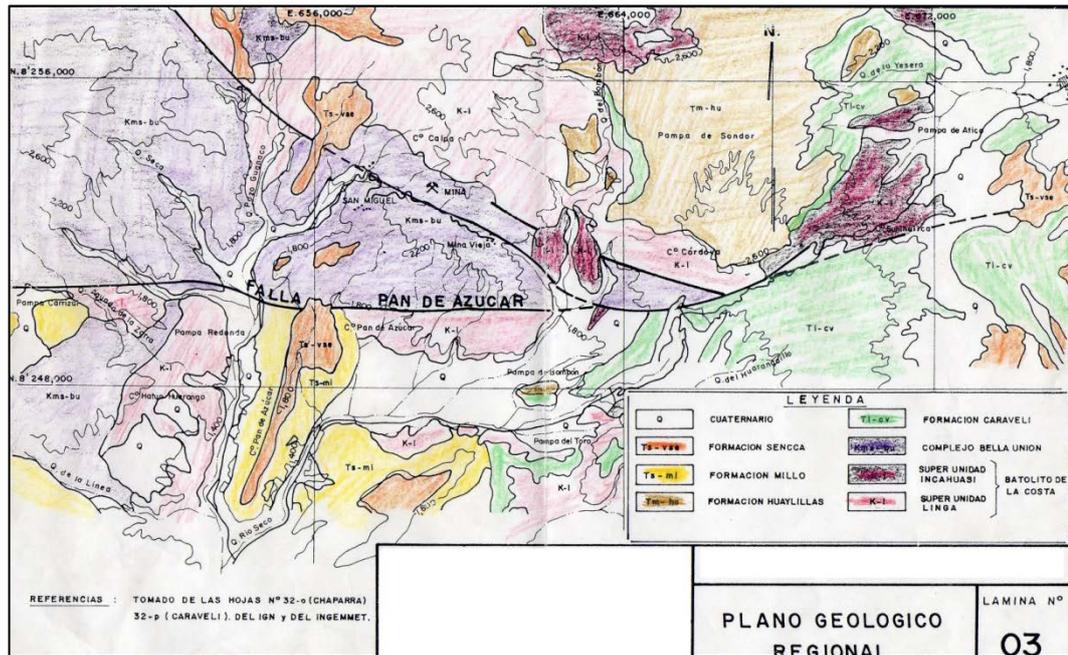


Figura 2.1: Plano Geológico Regional. Fuente: Departamento de Geología

2.3 ALTERACIÓN Y MINERALIZACIÓN

El ambiente geológico regional es netamente de mineralización aurífera, con depósitos que contienen Au libre.

La alteración hidrotermal más notoria es la **argilización** moderada con arcillas en microfracturas, formando halos caolinizados en ambos lados de la veta. La presencia de anhidrita es muy frecuente en algunas vetas, acompañadas de fuerte oxidación de fierro con presencia de limonitas y hematitas. La **propilitización** es esporádica con presencia de calcita y pirita.

La mineralización son vetas con anchos desde 0.30 m, hasta ensanchamientos mayores de 1.00 m, del tipo rosario, con algunos ramales formando cimoides.

Según sus características mineralógicas, el depósito es un yacimiento mesotermal de metales preciosos del tipo filoneo por relleno hidrotermal de fallas y fracturas sub-verticales pre-existentes en un campo de actividad geotérmica intensa de alta profundidad.

El tipo de mena es de oro nativo libre (free milling) en los horizontes oxidados, en la zona de sulfuros el oro está encapsulado en pirita. Los minerales de ganga son **cuarzo opalino** y **jasperoide** en la parte superior con **calcita** y algunas brechificaciones, gradando a **cuarzo azucarado lechoso** en los horizontes de sulfuros con **calcita**, abundante **pirita**, **calcopirita**, **bornita** y **calcantita** en algunas vetas. Los óxidos **hematitas**, **limonitas**, y **jarositas**, están en los horizontes oxidados.

2.3.1 Estructuras Mineralizadas

Las estructuras tienen rumbo predominante SE-E a NW-W, específicamente con rumbo N 65° a 80° W, otras son de rumbo N85°E. Los buzamientos varían desde 45° a 80° al NE, algunas buzanan al SW. Las longitudes mineralizadas en los afloramientos expuestos son desde 250 m. hasta >1000 m., con potencias desde < 0.50 m. a > 1.50 m.

CAPITULO III

MÉTODO DE MINADO

El yacimiento es mesotermal del tipo filoneo con potencias de 0.20 m hasta mayores de 1.00 m y buzamiento de 75°. Tomando en cuenta la ventaja geológica de la integridad de la caja techo se escoge como método de minado el de "Corte y relleno ascendente selectivo con relleno detrítico"

3.1 PERFORACION EN GALERIA Y CRUCERO

La perforación se realiza con máquina Jack leg como también stopper's, controlando el paralelismo y profundidad. La cantidad de personas que intervienen en la perforación es un maestro con su ayudante en todas las labores de esta unidad minera.



Figura. 3.1: Partes del barreno integral

Tabla 3.1 Datos de la perforación en galería

Tipo de barreno:	barreno integral
Longitud del barreno:	6 pies
Profundidad real perforada:	1.60 m
Tipo de roca:	media
Tipo de arranque:	corte quemado
Cantidad de taladros:	27 taladros
Tiempo de perforación por taladro:	4 min 21 seg
Tiempo total aproximado de la perforación:	2 hrs
La galería y el crucero tienen una sección de	2.1m x 2.4m
No se instala manga de ventilación, ni línea trolley	

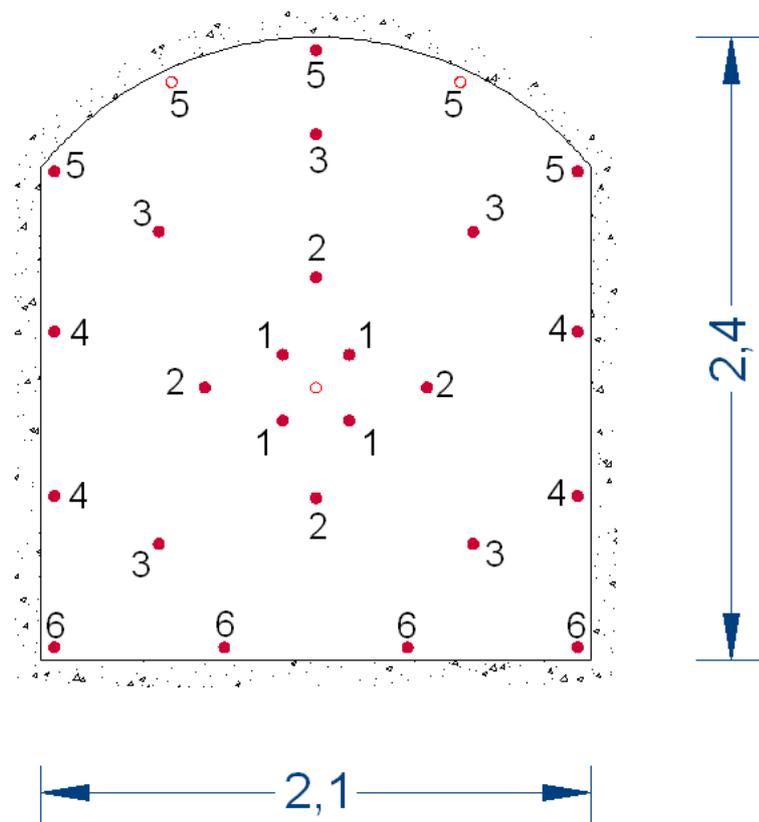
**Figura. 3.2:** Malla de perforación de un frente de Galería v/o Crucero

Tabla 3.2: Distribución de taladros y explosivos en un frente de galería

Secuencia de salida	Distribución de taladros	Nº de Taladros		Nº de Cartuchos por taladro		Nº Total de Cartuchos
		cargados	vacíos	Semexa 45	Semexa 65	
1	arranque	4	1	-	6	4 tal x 6 cart./tal = 24 cart
2	1ra ayuda	4	-	-	6	4 tal x 6 cart./tal = 24 cart
3	2da ayuda	5	-	-	6	5 tal x 6 cart./tal = 30 cart
4	cuadradores	4	-	6	-	4 tal x 6 cart./tal = 24 cart
5	corona	3	2	5	-	3 tal x 5 cart./tal = 15 cart
6	arrastre	4	-	-	6	4 tal x 6 cart./tal = 24 cart
		24	3			

- 27 taladros perforados (24 cargados y 3 sin cargar)
- 141 cartuchos (102 cartuchos Semexa 65 y 39 cartuchos Semexa 45)

3.1.1.-CALCULOS DE PERFORACIÓN EN GL Y CX

$$eff_{perforación} = \frac{\text{Long. real perforada}}{\text{Longitud barreno}} = \frac{1.60 \text{ m}}{6 \text{ pies} \times (0.3048 \text{ m/pie})} = 0.87 \%$$

$$\text{Volumen roto} = \text{área} \times \text{profundidad} = (2.1\text{m} \times 2.4\text{m} \times 93\%) \times 1.6\text{m} = 7.5 \text{ m}^3$$

$$\text{Tonelaje roto} = \text{volumen roto} \times \text{peso específico} = 7.5 \text{ m}^3 \times 3 \text{ ton/m}^3 = 22.5 \text{ ton}$$

3.2 PERFORACION EN TAJEO (REALCE)

La perforación se realiza con máquina Jack leg como también stopper's, controlando el:

- paralelismo de los taladros entre sí como también el paralelismo con el plano que forma la cara de la caja,
- la profundidad de los taladros tienen que ser iguales para evitar tiros cortados.
- la inclinación depende según el buzamiento de la veta, siempre cuidando la caja techo para mantener el sostenimiento natural.

Para iniciar una perforación en el tajeo primero hay que seguir ciertos pasos:

- Ventilación de la labor.
- Lavado de la veta.
- sostenimiento con puntales de seguridad.
- Marcado de la estructura mineralizada por geología.
- Pintado de malla de Perforación.
- Perforación de Malla.



Figura 3.3: perforación en realce

La manera de disparar el mineral en vetas angostas, es la siguiente. Primero se dispara los taladros N° 1 (taladros de arranque), seguidamente se detonan los taladros N° 2 con la intención de extraer solo el mineral, pero siempre hay dilución solamente hay que tratar de no pasarse del 10%.

Después de extraer el mineral disparado del subnivel se procede a perforar y a disparar los taladros N° 3 para mantener el ancho de labor (0.9 m), el material roto no se extraerá solo se nivelara.

Si la labor presenta geodas adecuar la malla de tal forma que se aproveche las aberturas como caras libres.

3.2.1.- CALCULOS DE PERFORACIÓN DE UN TAJEO

$$- \text{eff perforación} = \frac{\text{Long.real perforada}}{\text{Longitud barreno}} = \frac{1.50 \text{ m}}{6 \text{ pies} \times (0.3048 \text{ m/pie})} = 82 \%$$

$$- \text{Volumen roto en cada corte} = \text{área} \times \text{profundidad} = 0.9\text{m} \times 40\text{m} \times 1.5\text{m} = 54.00 \text{ m}^3$$

$$- \text{Tonelaje roto en cada corte} = \text{volumen roto} \times \text{peso específico} =$$

$$54 \text{ m}^3 \times 2.8 \text{ ton/m}^3 = 151.20 \text{ ton}$$

$$- \text{Dilución} = \frac{\text{ancho de la labor después del disparo} - \text{ancho de la veta}}{\text{ancho de la veta}} = \frac{0.58 \text{ m} - 0.50 \text{ m}}{0.50 \text{ m}} = 16\%$$

3.3 VOLADURA

Cargados con espaciadores, siguiendo una secuencia de encendido correcto.

El objetivo es obtener un resultado de voladura con fragmentación apropiada para el carguío y transporte, evitando en lo posible la voladura secundaria.

También mencionamos que en los echaderos de mineral se colocara parrillas de rieles de 20 libras/yd para evitar rocas grandes de mineral, que posteriormente malogren el entablado de los buzones de extracción de mineral.

En este caso se empleará los siguientes explosivos:

- Dinamita pulverulenta semexa de 7/8" x 8" x 45%
- Dinamita pulverulenta semexa de 7/8" x 8" x 65 %
- Fulminante común No 8
- Mecha de Seguridad y mecha rápida para la ignición de los taladros.
- Cordón Detonante.

En una voladura es normal el fisuramiento se realiza en forma radial con intersección entre los taladros y la rotura en todas las direcciones.

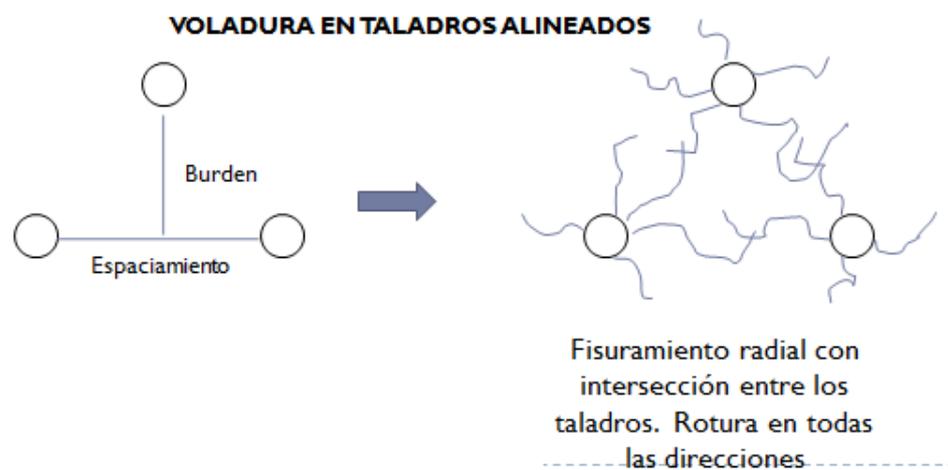


Figura 3.5: Fisuramiento de la roca después de detonar el explosivo

Tabla 3.4 Datos de la voladura

Se usó barreno integral de 6 pies.
Se coloca 6 cartuchos en cada taladro menos en el taladro de alivio.
Se cargaron 24 taladros y 3 se dejaron vacíos.

Tabla 3.5 Características del explosivo

Nombre del explosivo	semexa 45	semexa 65
Tipo de explosivo	Dinamita	Dinamita
Resistente al agua	Si	Si
Densidad	1.08 gr/cm ³	1.12 gr/cm ³
Energía	3,060 KJ/kg	3,130 KJ/kg
Peso de la caja de explosivos	25 kg	25 kg
Cant. Cartuchos en la caja	316	308
Peso de un cartucho	0.0791 kg/unid	0.0812 kg/unid

3.3.1.- CALCULOS DE VOLADURA PARA UNA GALERIA Y/O CRUCERO

- *Volumen roto* = 7.5m³ (dato hallado en el punto 3.11)
- *Tonelada rota* = 22.5 TMH (dato hallado en el punto 3.11)
- *Cálculo del peso del explosivo usado*

	Semexa 45	Semexa 65
Cant. de cartuchos (tabla 3.2)	39 unid	102 unid
Peso de un cartucho (tabla 3.5)	0.0791 kg/unid	0.0812 kg/unid
Peso total del explosivo usado en la voladura	3.0849 kg	8.2824 kg

$$\begin{aligned}
 \text{- } \textit{Factor de carga} &= \frac{\text{peso del explosivo}}{\text{volumen roto después del disparo}} = \frac{3.085 \text{ kg} + 8.282 \text{ kg}}{7.5 \text{ m}^3} = \\
 &= 1.52 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- } \text{Factor de energía} &= \frac{\text{Energía del explosivo}}{\text{volumen roto después del disparo}} = \\
 &= \frac{3.085 \text{ kg} \times 3,06 \text{ KJ/kg} + 8.282 \text{ kg} \times 3.13 \text{ KJ/kg}}{7.5 \text{ m}^3} \\
 &= 4.72 \text{ KJ/m}^3 = 1.57 \text{ KJ/TMH}
 \end{aligned}$$

3.3.2.- CALCULOS DE VOLADURA PARA UN TAJEO

- *Volumen roto* = 54 m³ (dato hallado en el punto 3.21)
- *Tonelada rota* = 151.2 TMH (dato hallado en el punto 3.21)
- *Cálculo del peso del explosivo usado*

Tipo de explosivo	Semexa 65
Cant. de taladros	194 tal
Cant. de cartuchos por taladros	5
Total de cartuchos usados	970
Peso de un cartucho (punto 3.31)	0.0812 kg/unid
Peso total	78.76 kg

$$\begin{aligned}
 \text{- } \text{Factor de potencia} &= \frac{\text{peso del explosivo}}{\text{tonelaje roto después del disparo}} = \frac{78.76 \text{ kg}}{151.2 \text{ TMH}} = \\
 &= 0.52 \text{ kg/TMH}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- } \text{Factor de energía} &= \frac{\text{Energía del explosivo}}{\text{volumen roto después del disparo}} = \\
 &= \frac{78.76 \text{ kg} \times 3.13 \text{ KJ/kg}}{151.2 \text{ TMH}} = 1.63 \text{ KJ/TMH}
 \end{aligned}$$

3.4 RELLENO EN TAJEO

Las cajas no son muy competentes como para resistir mucho tiempo solo con puntales de seguridad, terminarían colapsando, por eso se opta por rellenar el tajeo. El relleno es un material detrítico sin valor económico.

El relleno del tajeo se puede conseguir de 3 maneras (todo el pameo, nivelación o esparcimiento del relleno se realiza con un winche neumático de arrastre de 10 HP, modelo JOY S-211, 0.5 TMH, 150 cfm)

- se provisiona el relleno por las chimeneas, colocándose una ranfla en la chimenea para que el relleno que cae por la chimenea entre al subnivel.
- Se realiza un orificio en la caja piso de 1 metro de diámetro con una profundidad suficiente para completar el relleno requerido. (comúnmente es conocido por los trabajadores mineros como Hueco de Perro)
- Al perforar en realce a la veta no siempre todo es mineral, y lo que el área de geología marca como desmonte después de la voladura se queda en el subnivel para ser usado como relleno.

La secuencia para el relleno del subnivel es:

- Antes de disparar el mineral perforado se coloca unas tablas de 2"x 8"x 3m cubriendo todo el piso donde caerá el mineral disparado, encima de las tablas se extiende una geomembrana.
- Se dispara el mineral y se sostiene con puntales de seguridad.
- Se limpia todo el mineral y se procede a retirar las tablas y la geomembrana (si están en buenas condiciones para volver a ser usadas)
- Se rellena la labor a una altura de 1.5 metros, que es la altura del sobre-cuadro.

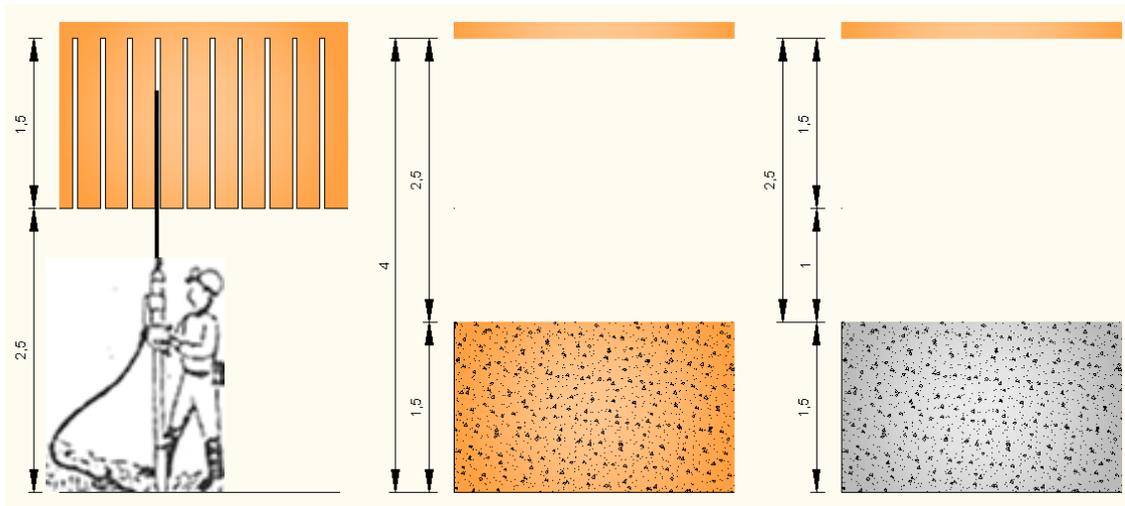


Figura. 3.6: secuencia de perforación, limpieza y relleno en el tajeo

3.5 LIMPIEZA Y EXTRACCION

Es la operación que consiste en evacuar el material roto por la voladura del frente o los tajeos con el fin de preparar la labor para el siguiente ciclo de minado.

3.5.1 LIMPIEZA Y EXTRACCION DE LOS TAJEOS

Para la limpieza de los tajeos, se empleará, winches de arrastre de 0.5 toneladas, que jalara el mineral o desmonte hacia los buzones.

El locomotorista deberá haber coordinado con la guardia anterior para saber si lo que está en el buzón es mineral o desmonte, dependiendo de aquella información decidirá echarlo en el Ore Pass o el Waste Pass.

En la veta TICO hay 3 niveles que jalan los vagones con locomotora (Nv 1950, Nv 2100, Nv 2143), el nivel 2050 tiene riel pero no locomotora que jale los vagones, en este caso carreros (trabajadores obreros que empujan los

vagones) chutean el mineral de las tolvas, llenan los vagones y los empujan hasta el balde si se extrae con winche de izaje. En los niveles 2184, 2227 y 2269 no hay riel y el mineral o desmonte se trasladan con carros mineros modelo Z-20 (vagones con llantas), la particularidad de los Z-20 es que un carrero empuja y otro jala de una palanca que sirve de timón.

El último tramo del recorrido del mineral en la veta TICO es cuando es recogido del ORE PASS en el Nv 1950 y trasladado fuera de mina rumbo a la tolva de gruesos en la Planta beneficio.

Tabla 3.6: Características del Z-20

Altura	1.20 m
Ancho	0.60 m
Longitud	1.15 m
Peso	650 kg
Capacidad	0.41 m ³



Figura 3.7: Carro minero Z-20

3.5.2 LIMPIEZA Y EXTRACCION DE LAS GALERIAS / CRUCEROS

En los desarrollos se empleará palas Cargadoras Neumáticas de 1.2 yd³, en combinación con carros mineros tipo balancín U-35 sobre rieles de 30 lb/yd. El convoy de carros mineros será jalado por una locomotora de batería de 5TM

Estos equipos acarrearán el mineral al echadero o tolva. Se tenderá a utilizar equipos eléctricos para evitar la contaminación de las labores por emisiones de gases de escape de motores Diesel.

El mineral o desmonte de las labores mineras se evacua por los echaderos donde en un nivel inferior lo recogerá la locomotora para trasladarlo fuera de la mina o si se requiere se usa como relleno en los tajos de explotación para continuar con el ciclo de minado.

Tabla 3.7: Características del U-32

Largo	1.95 m
Ancho	0.40 m
Altura de plancha	0.50 m
Canal en U	5" (ancho) x 5/16"
Capacidad	1.35 m ³



Figura 3.8: Carro minero U-35

CAPITULO IV
COSTO DE EQUIPO

4.1 LOCOMOTORA ELECTRICA IMIN LB 5 Ton

	<u>Locomotora + Batería</u>	<u>Vagones U-35</u>	
Equipo	Valor de la Compra	Alquilado	1,350.00\$
	Cantidad	1 unid.	10 unid.
	Tiempo de vida útil		9 años
	Costo equipo por mes	3,500 \$/mes	125.0 \$/mes
Energía	Costo de energía por hora	0.421 \$/hora	
	Tiempo trabajado por día	20 horas/día	
	Costo de energía por mes	252.60 \$/mes	
Planilla	2 Locomotoritas (E.E.) (día y noche)	2,460 \$/mes	
	2 Ayudantes locomotorista (E.E.)	2,100 \$/mes	
	Costo LOCOMOTORA mensual	8,437.60 \$/mes	
	Tonelaje prom extraído mensual	5,500 TMH/mes	
	Costo LOCOMOTORA por TMH	1.53 \$/TMH	



Figura. 4.1: LOCOMOTORA ELECTRICA IMIN LB

4.2 RIEL DE 40 lb/yd

Riel de 40 lb/yd	
Precio de la collera (6 m)	29.00 \$/m
Durmiente 5"x6"x1m	5.19 \$/m
Eclisas + perno de riel	3.00 \$/m
PU – instalación de riel	7.10 \$/m
Costo por metro lineal	44.29 \$/m
Longitud total proyectado	700 m
Costo Total por instalación de riel	31,003.00 \$
Costo por metro lineal	44.29 \$/m

4.3 WINCHE NEUMATICO DE ARRASTRE(10 HP, modelo JOY S-211 de 0.5 Ton, 150 cfm)

Precio de la compra	4,000.00 \$/unid
Tiempo de vida	5 años
Costo por hora	0.09 \$/hr
Tiempo de trabajo	120 horas/mes
Costo mensual	10.96 \$/mes

Tonelaje mineral promedio mensual *	1,300.00 TMH/mes
Cantidad de labores *	9 tajeos
Tonelaje promedio por tajeo	144.44 TMH/mes

COSTO total por tonelada	0.076 \$/TMH
--------------------------	--------------

* El tonelaje mensual y la cantidad de labores corresponden a la veta TICO

El costo del operador con su ayudante más la energía consumida del winche se considera más adelante.



Figura. 4.2: winche neumático JOY 0.5 ton

4.4 COMPRESORA

Son 2 compresoras que proporcionan aire comprimido a las labores de la veta TICO.

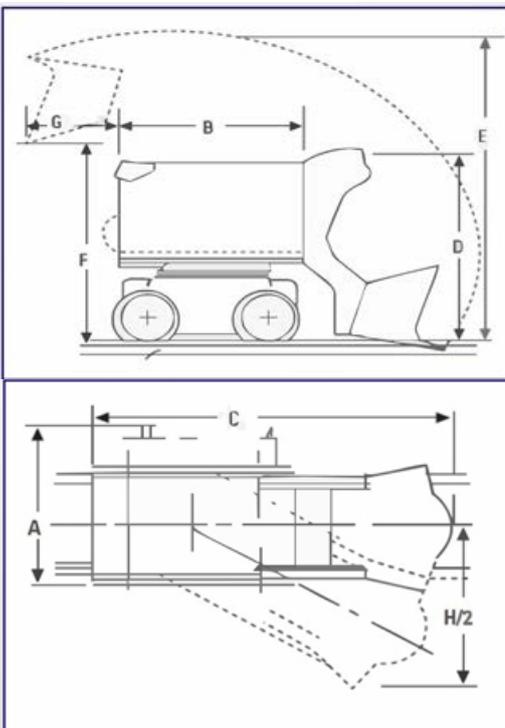
	750 sullair C-9	Compresora eléctrica 3406	
Equipo	Compresora (precio)	Alquilado	25,800.00 US\$
	Compresora (Vida útil)		26,000.00 hrs
	Compresora (consumo mensual)		480 hrs/mes
	Compresora (Costo mensual)	4,000.00 US\$/mes	458.67 US\$/mes
Energía	Petróleo (cantidad)	2,900.00 gln/mes	4,750.00 gln/mes
	Petróleo (precio)	4.1 \$/gln	4.1 \$/gln
	Petróleo (costo mensual)	11,890.00 US\$/mes	19,475.00 US\$/mes
Planilla	Planilla (compresorista, mecánico, ayudante)	5,391.48 US\$/mes	5,391.48 US\$/mes
	EPP	55.67 US\$/mes	55.67 US\$/mes
	Costo mensual	21,337.15 US\$/mes	19,989.34 US\$/mes
	Costo total mensual	41,326.49 US\$/mes	

4.5 PALA NEUMÁTICA (EIMCO 12B)

La pala cargadora neumática, es un equipo montado sobre ruedas que circula sobre rieles y que carga el mineral o desmonte fragmentado de una labor a los carros mineros, la cuchara es accionada mediante aire comprimido.

Las palas cargadoras neumáticas requieren de una presión mínima de aire de 85 PSI (libras/pulgada cuadrada), tomadas de la tubería de aire mediante una manguera de 1" de Ø y sus respectivas conexiones, la longitud de la manguera no debe exceder a los 25 metros.

Tabla4.1:DATOS TECNICOS DE LA PALA NEUMÁTICA

	A Overall width (Caging)*	735 mm	29"
	Overall operating width	865 mm	34"
B Overall length (Caging)	1120 mm	44"	
C Overall length bucket down	1805 - 1980 mm	71" - 78"	
D Overall height bucket down	1220 - 1295 mm	48" - 51"	
Headroom height			
E (Depends on cars to be loaded)	1995 - 2110 mm	78" - 83"	
Headroom height (Special)	1730 - 1930 mm	68" - 76"	
F Discharge height of bucket	1170 - 1500 mm	46" - 59"	
G Discharge distance behind loader	355 - 610 mm	14" - 24"	
H Cleanup range	1905 - 2110 mm	75 - 83"	
Cleanup range with side plough	2515 - 2720 mm	99" - 107"	
Range of track gauge	380 - 915 mm	15" - 36"	
Air pressure range	4.2-8.8 Kg/cm ²	60-125 psi	
Air hose size	20 - 25 mm	3/4" - 1"	
Complete loading cycle average in seconds	6	6	
Bucket capacity	0.13-0.17 m ³	4.6-6 ft ³	
Loading capacity, average volume of material per minute	0.5-1 m ³ /min	18-36 ft ³ /min	
Motors (air)	2	2	
Capacity of car loaded efficiently	0.3 - 1.5m ³	11 - 53ft ³	
Weight completely assembled	1905 Kg	4200 lb	
Weight of heaviest piece	355 Kg	783 lb	
Air Consumption	7m ³ / min	250 cfm	

MARCA	EIMCO 12B
Precio de la compra	10,000 \$/unid
Tiempo de vida	5 años
Costo por hora	0.23 \$/hr
Tiempo de trabajo	200 hrs/mes
Costo mensual	45.66 \$/mes
Tonelaje promedio mensual por labor	187.50 TMH/mes
COSTO total por tonelada	0.244 \$/TMH



Figura. 4.3: pala neumática

CAPITULO V

COSTO DE MADERA

5.1 MADERA – PRECIOS

La mina por ser convencional requiere de mucha madera para armar cuadros de sostenimiento, buzones, caminos, puntales de seguridad, etc.

Tabla5.1 precio de la madera

Puntal de 4" x 3m	=	19.0 soles/pza
Puntal de 5" x 3m	=	22.0 soles/pza
Puntal de 6" x 3m	=	23.0 soles/pza
Puntal de 7" x 3m	=	25.0 soles/pza
Puntal de 8" x 3m	=	25.0 soles/pza
Puntal de 9" x 3m	=	30.0 soles/pza
Puntal de 10" x 3m	=	33.0 soles/pza
Puntal de 11" x 3m	=	35.0 soles/pza
Tabla de 2"x 8"x 3m	=	25.0 soles/pza
Tabla de 1"x 8"x 3m	=	22.0 soles/pza
Rajas 3"x 4"x 3m	=	12.0 soles/pza
Rajas 4"x 4"x 3m	=	14.0 soles/pza
Escalera 9 pel. X 3m	=	42.0 soles/pza
Durmiente 5"x 6"x 1m	=	14.0 soles/pza

5.2 TOLVA DEL BUZÓN CAMINO

<u>PARTES</u>	<u>REQUERIMIENTO</u>	<u>P.U.</u>
9 postes =	6 Puntales de 8"x3m x	9.26 \$/pza. = 55.6 \$
2 muertos =	1 Puntales de 8"x3m x	9.26 \$/pza. = 9.3 \$
12 tablas =	12 Tablas de 2"x8"x3m x	9.26 \$/pza. = 111.1 \$
8 puntales =	4 Puntales de 6"x3m x	8.52 \$/pza. = 34.1 \$
2 escalera =	2 Escalera de 3m x	15.56 \$/pza. = 31.1 \$
241.1 \$		

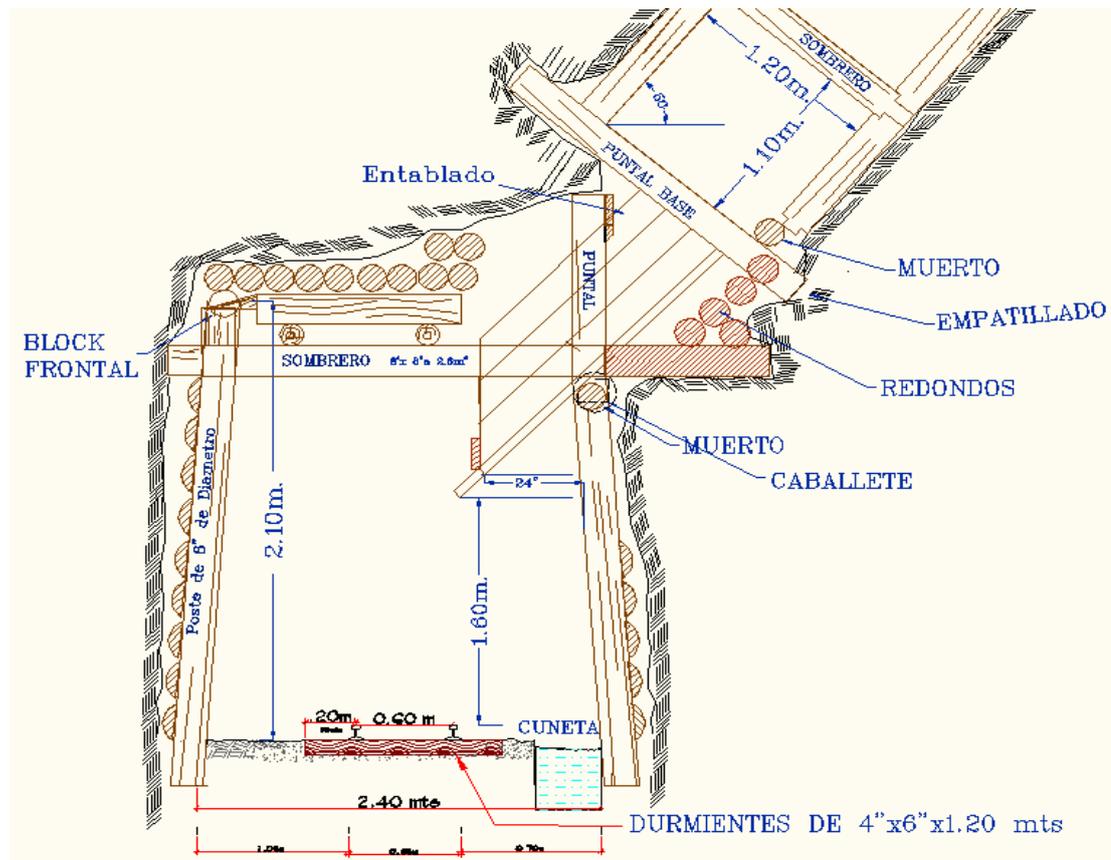


Figura. 5.1: Partes de la tolva de un buzón camino

5.3 SOBRECUADRO Y ENTABLADO (en cada corte del tajeo se arma un sobre cuadro)

<u>PARTES</u>		<u>PRECIO</u>	
6 postes	= 3 puntales de 6"x3m	x 8.52 \$/pza.	= 25.56 \$
4 postes	= 2 puntales de 6"x3m	x 8.52 \$/pza.	= 17.04 \$
6 postes	= 3 puntales de 6"x3m	x 8.52 \$/pza.	= 25.56 \$
28 rajas	= 14 rajas de 4"x4"x3m	x 5.19 \$/pza.	= 72.59 \$
6 tablas	= 3 tablas de 2"x8"x3m	x 9.26 \$/pza.	= 27.78 \$
1 escalera	= 1 escalera de 3m	x 15.56 \$/pza.	= 15.56 \$
			184.07 \$
Altura del sobre-cuadro =			1.5 m
Costo lineal del sobre-cuadro =			122.71 \$/m

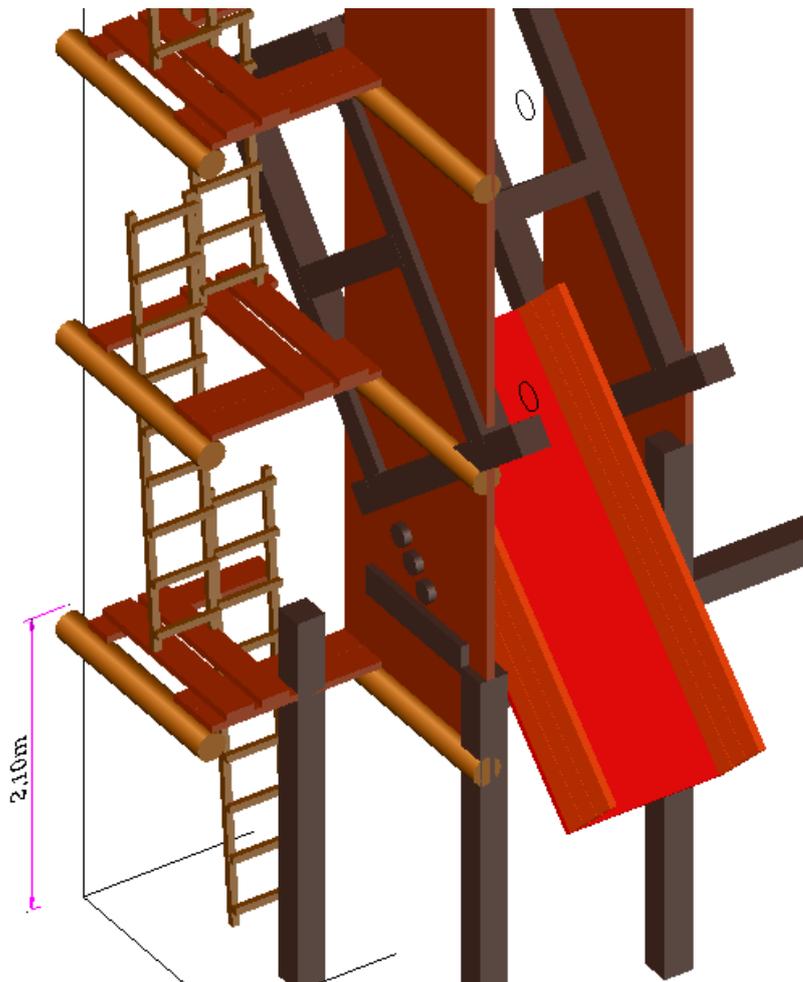


Figura. 5.2: Partes de un sobre-cuadro

5.4 CUADRO COMPLETO en galería 7'x8' (cada 1.3 metros)

<u>PARTES</u>		<u>PRECIO</u>	
2 postes	= 2 Puntales de 7"x3m	x 9.26 \$/pza.	= 18.52 \$
1 sombrero	= 0.5 Puntales de 8"x3m	x 9.26 \$/pza.	= 4.63 \$
2 tirantes	= 1 puntales de 6"x3m	x 8.52 \$/pza.	= 8.52 \$
2 encostillado	= 8 rajas de 3"x4"x3m	x 4.44 \$/pza.	= 35.56 \$
1 encribado	= 3 puntales de 6"x3m	x 8.52 \$/pza.	= 25.56 \$
			92.78 \$

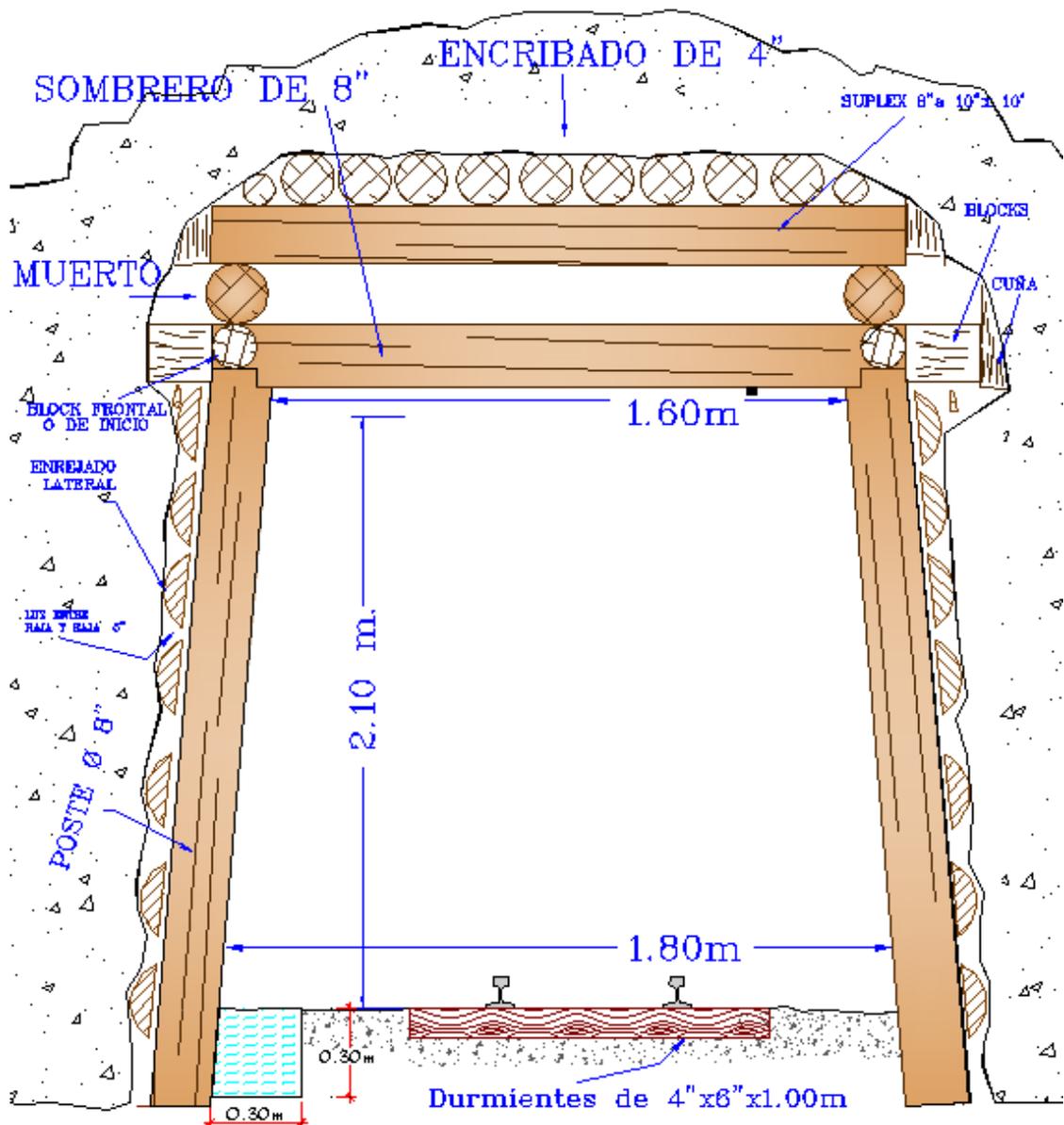


Figura. 5.3: Partes de un sobre-cuadro

5.5 PUNTALES DE AVANCE EN CHIMENEA

<u>PARTES</u>		<u>PRECIO</u>	
2 puntales	= 1 puntales de 6"x3m.	x 8.52 \$/pza.	= 8.52 \$
1 tabla	= 0.5 tabla de 2"x8"x3m.	x 9.26 \$/pza.	= 4.63 \$
			13.15 \$
Diferencia de cotas entre puntales =			1 M
Costo por metro lineal =			13.15 \$/m

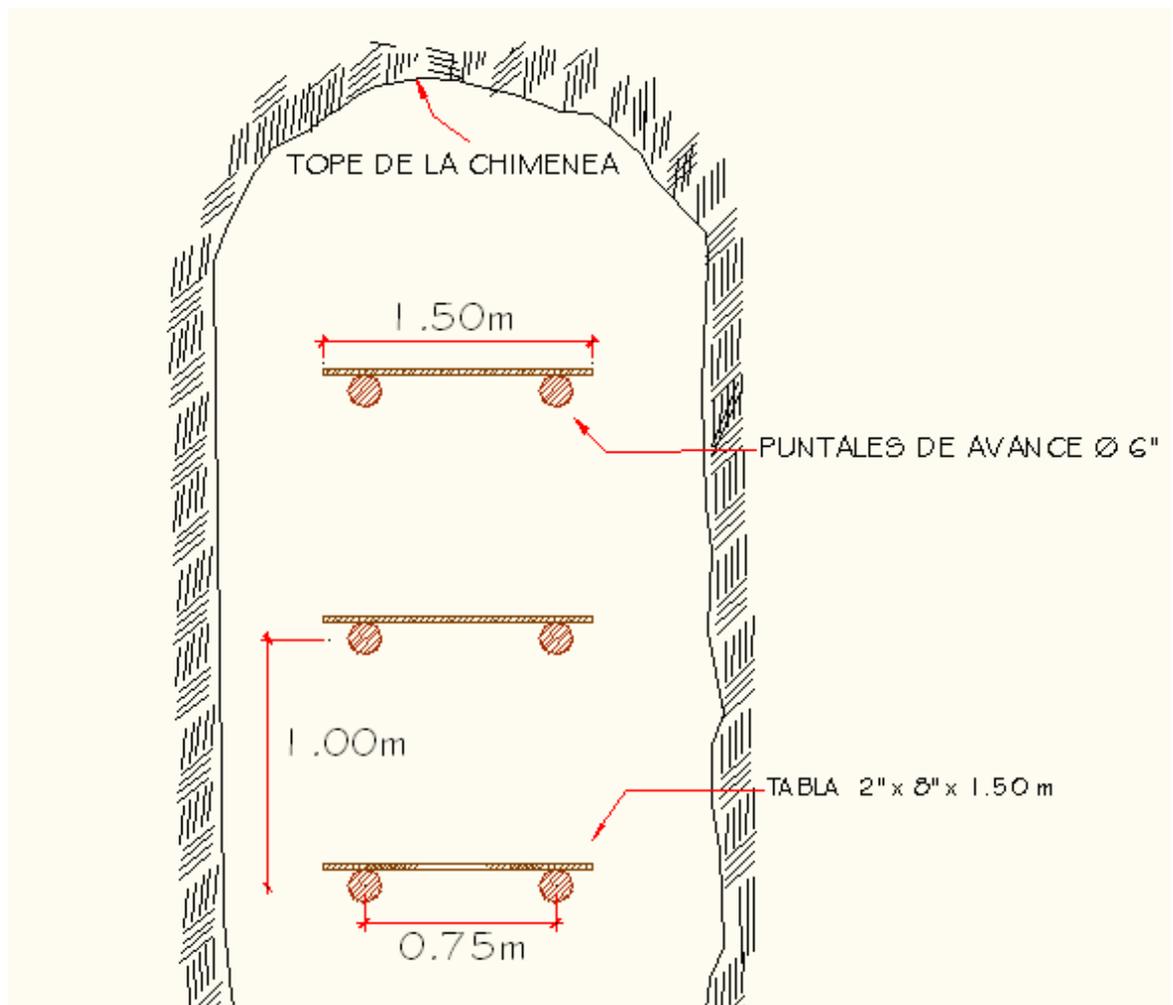


Figura. 5.4: puntales de avance en chimenea

5.6 PUNTALES DE SEGURIDAD EN SUB-NIVEL

Se coloca 12 puntales de seguridad con plantilla en cada ala del Sub-Nivel

<u>PARTES</u>		<u>PRECIO</u>	
24 puntales	= 8 puntales de 6"x3m.	x 8.52 \$/pza.	= 68.15 \$
24 plantillas	= 8 tablas de 2"x8"x3m.	x 9.26 \$/pza.	= 74.07 \$
			142.22 \$
		Cantidad de puntales =	24 unid
		Costo por unidad =	5.93 \$/unid

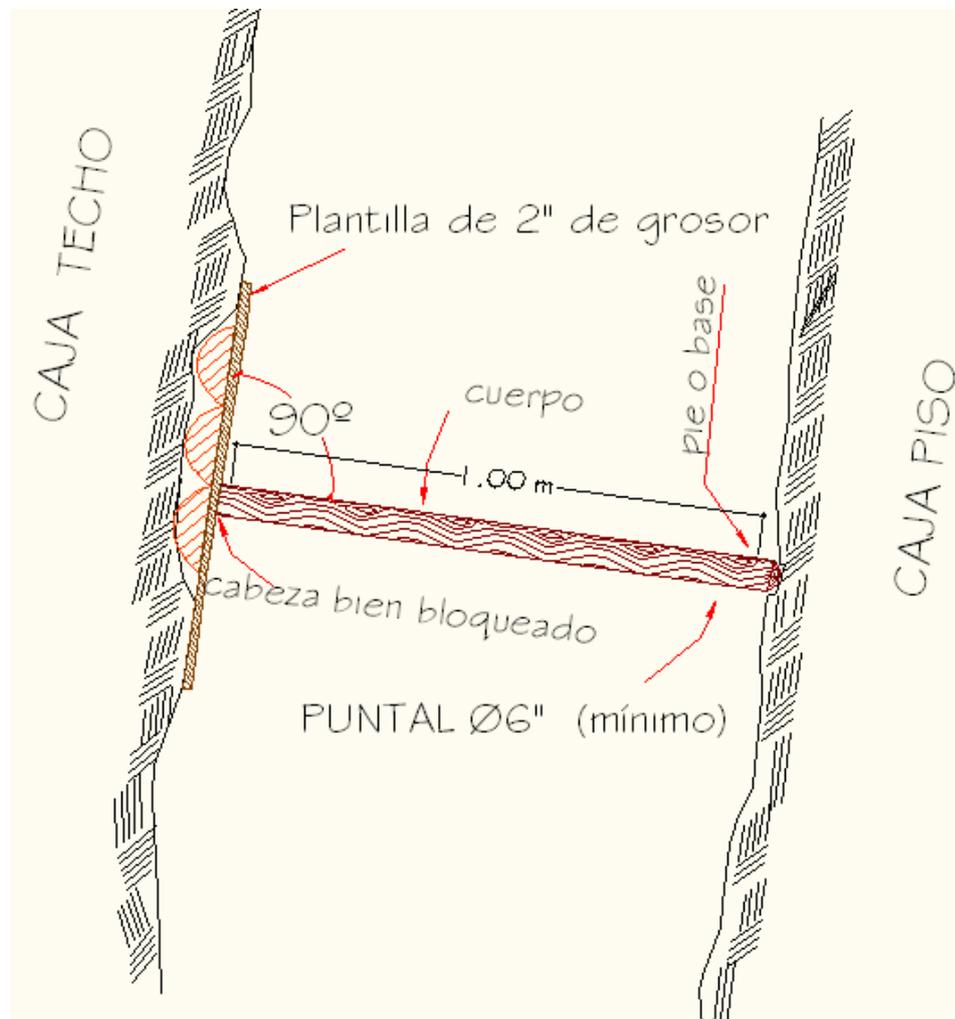


Figura. 5.5: puntal de seguridad

CAPITULO VI
COSTO DE LABORES MINERAS

6.1 GALERÍA 2.1m x 2.40m

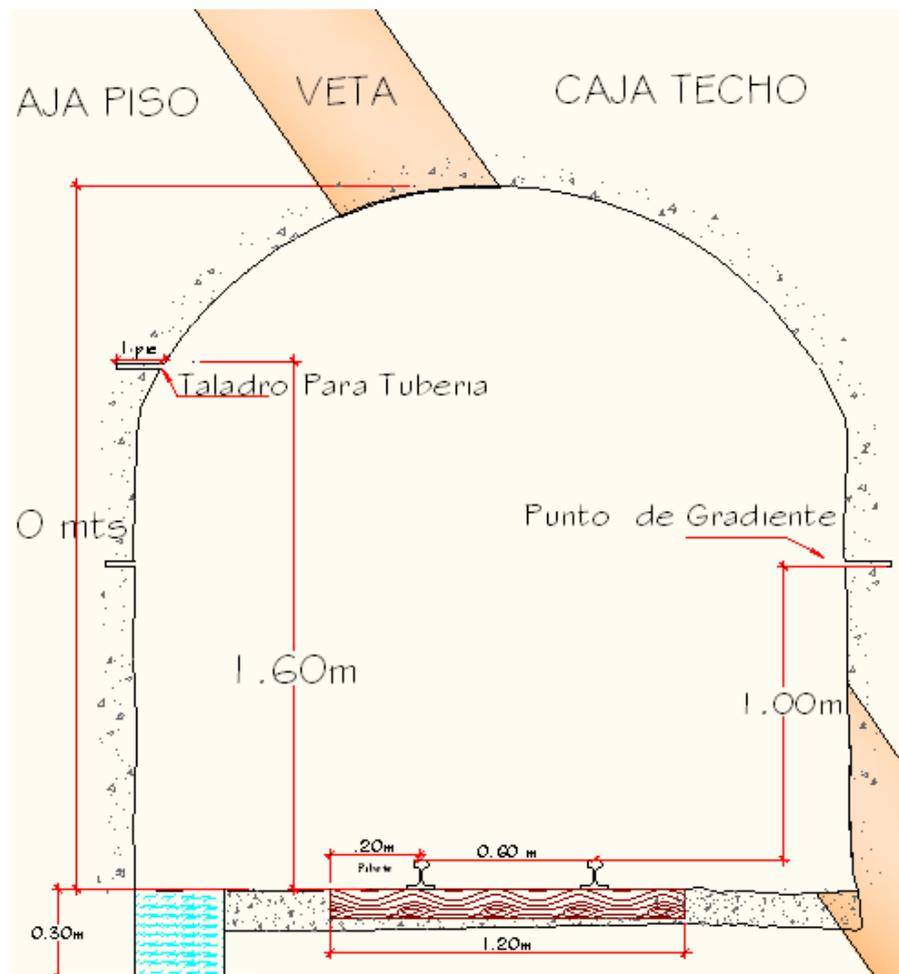


Figura. 6.1: galería 2.1m x 2.40m

		<u>Costo metro por lineal</u>	
Cuadro de madera	Costo de madera	92.78 \$	
	PU contratista – armado de cuadro	78.75 \$	
	PU contratista – encribado	9.00 \$	
	PU contratista – enrejado	28.09 \$	
	Distancia entre cuadros	1.50 m	
	Costo por metro lineal		139.08 \$/m

Materiales	Tubería de aire Ø4" – precio	488.00 \$	
	Tubería de aire Ø4" – longitud	100.00 m	
	Tubería de aire Ø4" – P.U.		4.88 \$/m
	Tubería de agua Ø2" – precio	198.00 \$	
	Tubería de agua Ø2" – longitud	100.00 m	
	Tubería de agua Ø2" – P.U.		1.98 \$/m
	Accesorios (alambre, gas, etc.)	10 %	0.69 \$/m

Aire- compresora	Costo mensual *	46,878.50 \$/mes	
	Factor de simultaneidad **	15 %	
	Avance mensual (Veta Tico)	370.00 m/mes	
	Costo de aire comprimido por metro lineal		19.00 \$/m

Perforación	P.U. contratista ***		246.38 \$/m
	EPP compañía		1.08 \$/m
	Instalación de riel		44.29 \$/m

COSTO DE GALERÍA POR METRO LINEAL	457.38 \$/m
--	--------------------

* El costo mensual del aire comprimido se detalla en el punto 3.4

** El factor de simultaneidad incluye la perforadora y la pala neumática.

*** El PU del contratista incluye la cuneta, y los taladros de servicio.

6.2 CRUCERO (sección 2.1m x 2.4m)

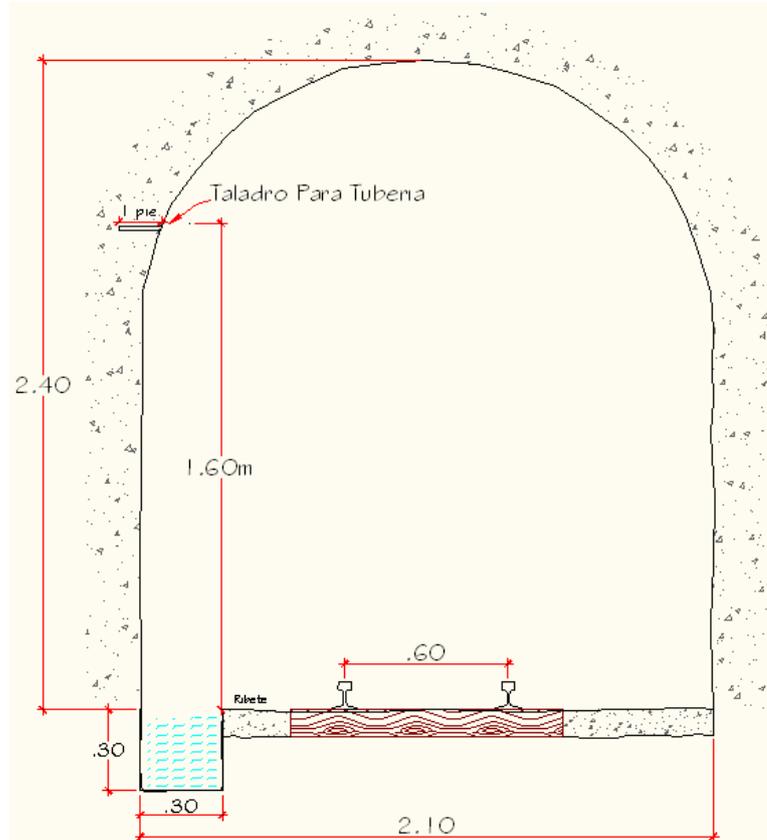


Figura. 6.2: vista frontal de un crucero 2.1m x 2.40m

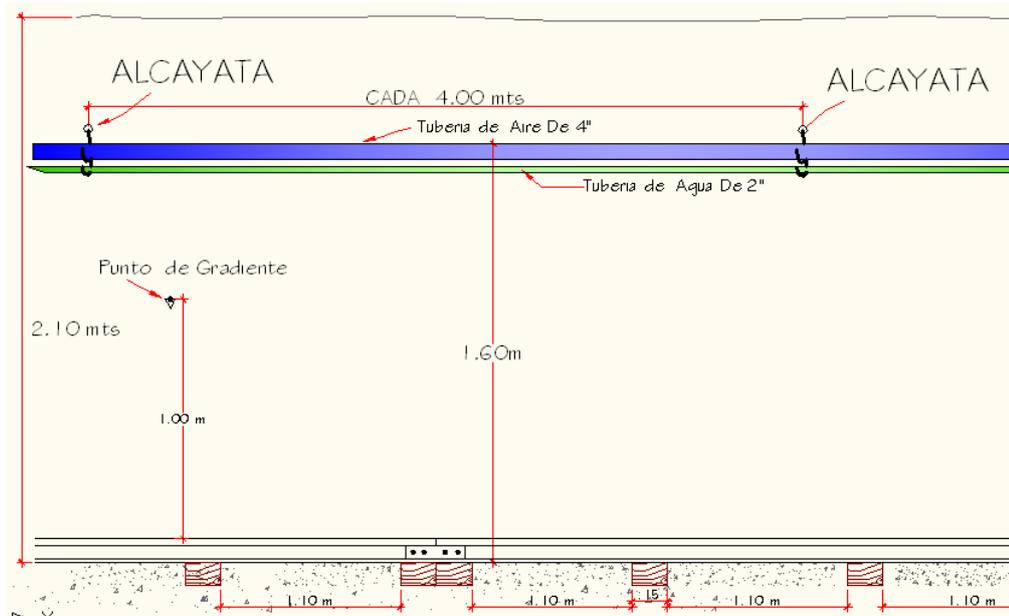


Figura. 6.3: vista perfil de un crucero 2.1m x 2.40m

		<u>Costo metro por lineal</u>		
Materiales	Tubería de aire Ø4" – precio	488.00 \$		
	Tubería de aire Ø4" – longitud	100.00 m		
	Tubería de aire Ø4" – P.U.		4.88 \$/m	
	Tubería de agua Ø2" – precio	198.00 \$		
	Tubería de agua Ø2" – longitud	100.00 m		
	Tubería de agua Ø2" – P.U.		1.98 \$/m	
	Accesorios	10 %	0.69 \$/m	
Aire- compresora	Costo mensual *	46,878.50 \$/mes		
	Factor de simultaneidad **	15 %		
	Avance mensual (Veta Tico)	370.00 m/mes		
	Costo de aire comprimido por metro lineal		19.00 \$/m	
Perforación	P.U. contratista ***		246.38 \$/m	
	EPP compañía		1.08 \$/m	
	Instalación de riel		44.29 \$/m	
COSTO DE CRUCERO POR METRO LINEAL			318.30 \$/m	

* El costo mensual del aire comprimido se detalla en el punto 3.4

** El factor de simultaneidad incluye la perforadora y la pala neumática.

*** El PU del contratista incluye la cuneta, y los taladros de servicio.

6.3 CHIMENEA (Sección 1.5 m x 1.5 m)

		<u>Costo metro por lineal</u>	
Madera	Costo de los puntales + tabla	13.15 \$	
	PU contratista – colocado de puntales	12.56 \$	
	Diferencia de cotas entre puntales	1 m	
	Costo por metro lineal		25.71 \$/m
	Buzón camino	241.11 \$	
	PU contratista – buzón camino	123.79 \$	
	Se construye al inicio de la chimenea	40.00 m	
	Costo por metro lineal		9.12 \$/m
Materiales	Tubería de aire Ø4" – precio	488.00 \$	
	Tubería de aire Ø4" – longitud	100.00 m	
	Tubería de aire Ø4" – P.U.		4.88 \$/m
	Tubería de agua Ø2" – precio	198.00 \$	
	Tubería de agua Ø2" – longitud	100.00 m	
	Tubería de agua Ø2" – P.U.		1.98 \$/m
	Accesorios	10 %	0.69 \$/m
	Aire-compresora	Costo mensual *	46,878.50 \$/mes
Factor de simultaneidad **		10 %	
Avance prom. Mensual (Veta Tico)		370.00 m/mes	
Costo de aire comprimido por metro lineal			12.67 \$/m
Perforación	P.U. contratista		205.46 \$/m
	EPP compañía		1.08 \$/m
COSTO DE CHIMENEA POR METRO LINEAL			265.59 \$/m

* El costo mensual del aire comprimido se detalla en el punto 3.4

** El factor de simultaneidad incluye la perforadora y la ventilación que se deja después de la voladura.

6.4 BUZÓN CAMINO (sección 1.5 m x 2.5 m)

		<u>Costo metro por lineal</u>	
Madera	Buzón camino	241.11 \$	
	PU contratista- armado de Buzón camino	123.79 \$	
	El Buzón Camino tiene un longitud	6.00 m	
	Costo por metro lineal		9.12 \$/m
Materiales	Tubería de aire Ø4" – precio	488.00 \$	
	Tubería de aire Ø4" – longitud	100.00 m	
	Tubería de aire Ø4" – P.U.		4.88 \$/m
	Tubería de agua Ø2" – precio	198.00 \$	
	Tubería de agua Ø2" – longitud	100.00 m	
	Tubería de agua Ø2" – P.U.		1.98 \$/m
	Accesorios	10 %	0.69 \$/m
Aire- compresora	Costo mensual *	46,878.50 \$/mes	
	Factor de simultaneidad **	10 %	
	Avance prom. Mensual (Veta Tico)	370.00 m/mes	
	Costo de aire comprimido por metro lineal		12.67 \$/m
Perfo- ración	P.U. contratista		616.00 \$/m
	EPP compañía		1.08 \$/m
COSTO DE CHIMENEA POR METRO LINEAL			646.42 \$/m

* El costo mensual del aire comprimido se detalla en el punto 3.4

** El factor de simultaneidad incluye la perforadora y la ventilación que se deja después de la voladura.

6.5 SUB-NIVEL

		<u>Costo metro por lineal</u>
Madera	Costo de puntal de seguridad + plantilla	5.93 \$
	PU contratista – colocado de puntal	13.41 \$
	Cantidad total de puntales	24 unid
	Costo total de puntales	464.16 \$
	Longitud de todo el subnivel	40 m
	Costo por metro lineal	11.60 \$/m

Aire- compresora	Costo mensual *	46,878.50 \$/mes
	Factor de simultaneidad **	12 %
	Avance prom. Mensual (Veta Tico)	370.00 m/mes
	Costo de aire comprimido por metro lineal	15.20 \$/m

Perfo- ración	P.U. contratista	179.72 \$/m
	EPP compañía	1.08 \$/m

COSTO DEL SUBNIVEL POR METRO LINEAL	207.60 \$/m
--	--------------------

En cada corte del subnivel se le tiene que sumar el costo del sobre-cuadro

Costo madera – sobre cuadro	144.26 \$
PU contratista (Puntal en línea)	12.56 \$
PU contratista (entablado)	35.45 \$
PU contratista (escalera + descanso)	23.63 \$
Costo total del sobre-cuadro	215.90 \$

* El costo mensual del aire comprimido se detalla en el punto 3.4

** El factor de simultaneidad incluye la perforadora y el winche de arrastre.

6.6 CORTE Y RELLENO EN TAJEO

Costo metro
por lineal

Madera

Costo de un puntal de seguridad con plantilla	5.93 \$	
PU contratista – colocado de puntal	13.41 \$	
Cantidad total de puntales	24 unid	
Costo total de puntales	464.16 \$	
Longitud de toda la labor	72.90 TMH	
Costo por metro lineal		6.37 \$/TMH

Aire-compresora

Costo mensual *	46,878.50 US\$/mes	
Factor de simultaneidad **	12 %	
Tonelaje prom. Mensual (Veta Tico)	1,300.00 TMH/mes	
Costo de aire comprimido por metro lineal		4.33 \$/TMH

Perforación

P.U. contratista		28.66 \$/TMH
EPP compañía		0.03 \$/TMH

COSTO DEL CORTE Y RELLENO POR METRO LINEAL		39.39 \$/TMH
---	--	---------------------

En cada corte del tajeo (1.5 m) se agrega tubería y se arma un sobre-cuadro

Costo madera – sobre cuadro	144.26 \$
PU contratista (Puntal en línea)	12.56 \$
PU contratista (entablado)	35.45 \$
PU contratista (escalera + descanso)	23.63 \$
Costo total del sobre-cuadro	215.90 \$/corte

Tubería de Ø4" y Ø2"	7.55 \$/m
Altura del corte	1.5 m
Costo de tubería por corte	11.33 \$/corte

CAPITULO VII

PLANTA BENEFICIO

El método usado en planta para tratar al oro es de cianuración. Y se divide en 6 grupos: Chancadora, molienda, remolienda, cianuración, adsorción y recuperación de sólidos

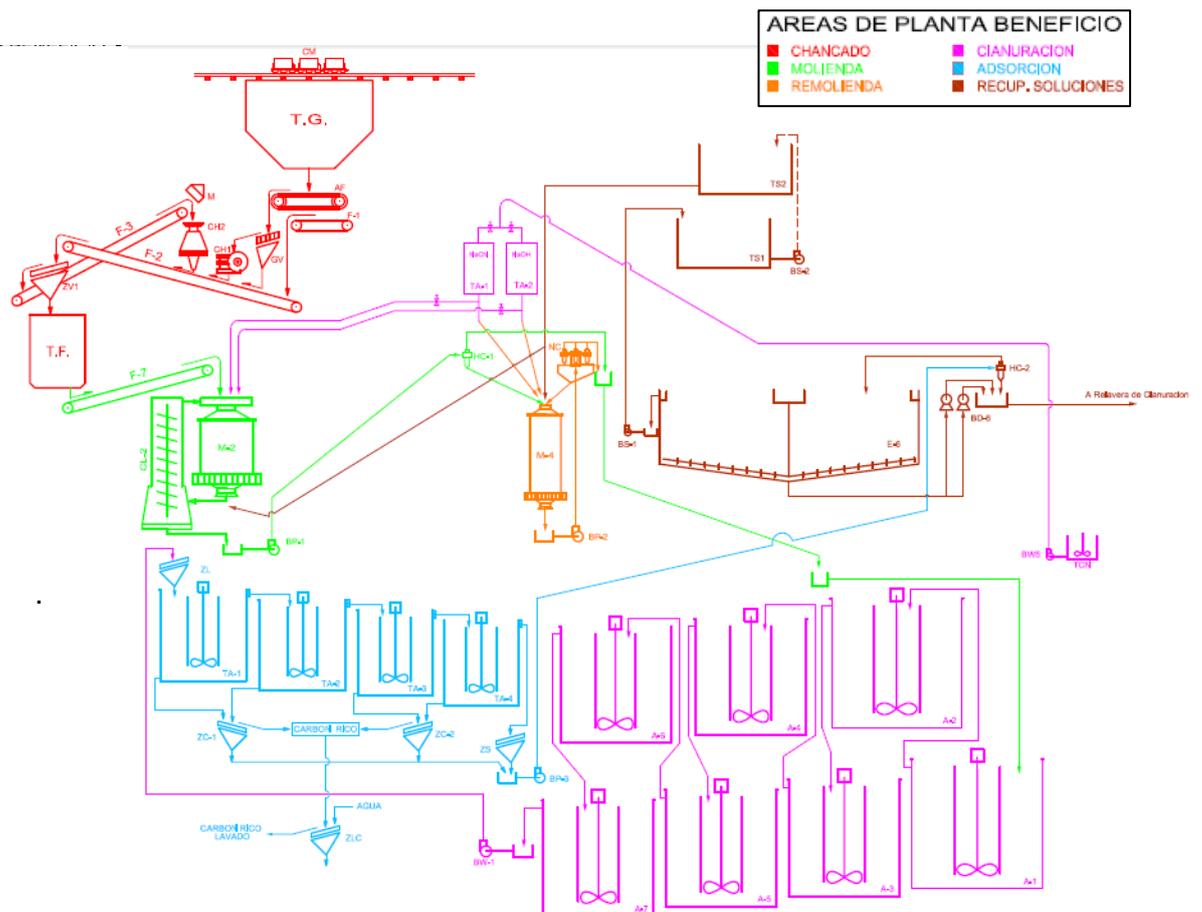


Figura. 7.1: flowsheet PLANTA BENEFICIO

7.1 CHANCADORA

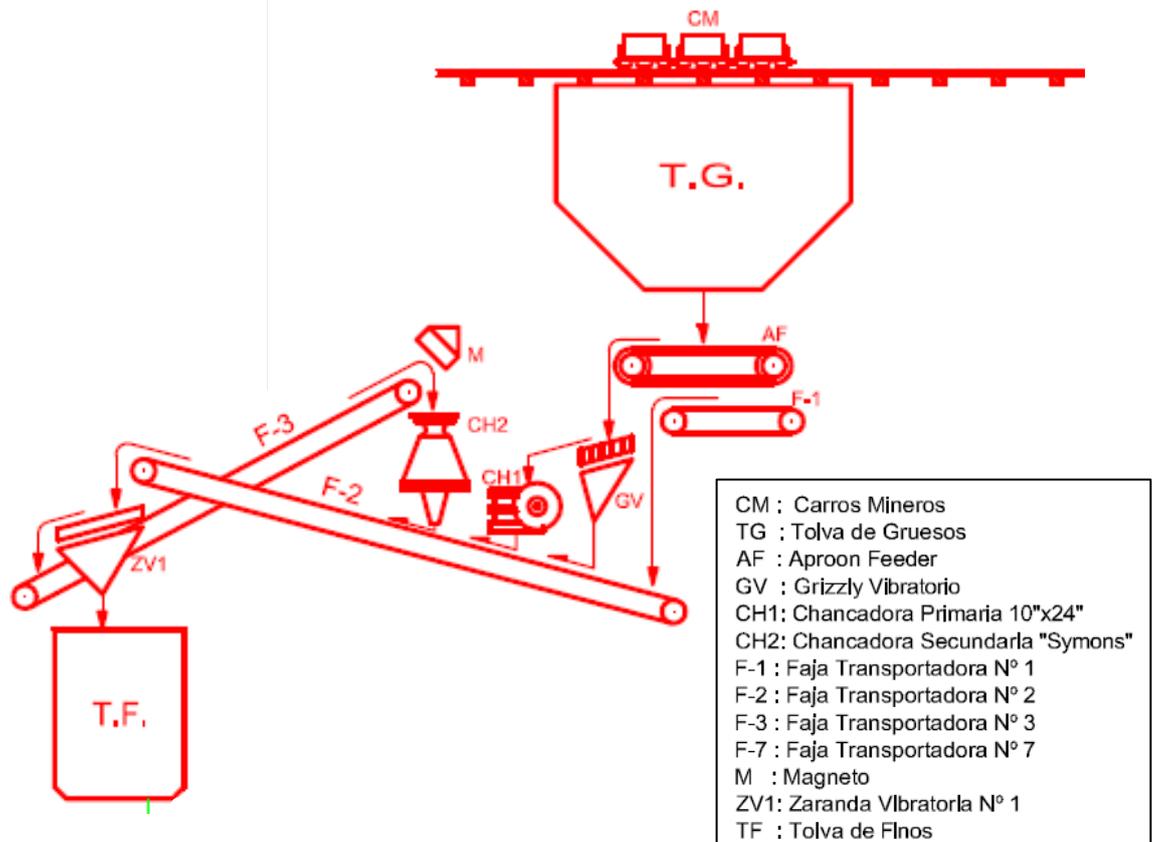


Figura. 7.2: chancadora- PLANTA BENEFICIO

Este proceso metalúrgico comienza cuando:

- El mineral que es trasladado de interior mina hacia es vaciado en la tolva gruesos que tiene una capacidad de 1000 ton.
- En material grueso cae sobre un alimentador de placas (apronfeeder) que es una faja transportadora, trasladando al material grueso a una zaranda.
- Entra a un selector (zaranda vibratoria grizzly 3' x 6') donde el mineral pasante se va directo a la Tolva de Finos y el resto es trasladado a unachancadora de quijada 10" x 24",
- La roca que aún no tiene el tamaño adecuado para entrar a la Tolva de Finos es seleccionado por una zaranda de 5" x 12" y trasladado a la chancadora Symons. Al final de todo el proceso el mineral termina en la tola de finos (altura = 7.6m, $\varnothing = 7.7m$) cuya capacidad máxima es de 125 ton.

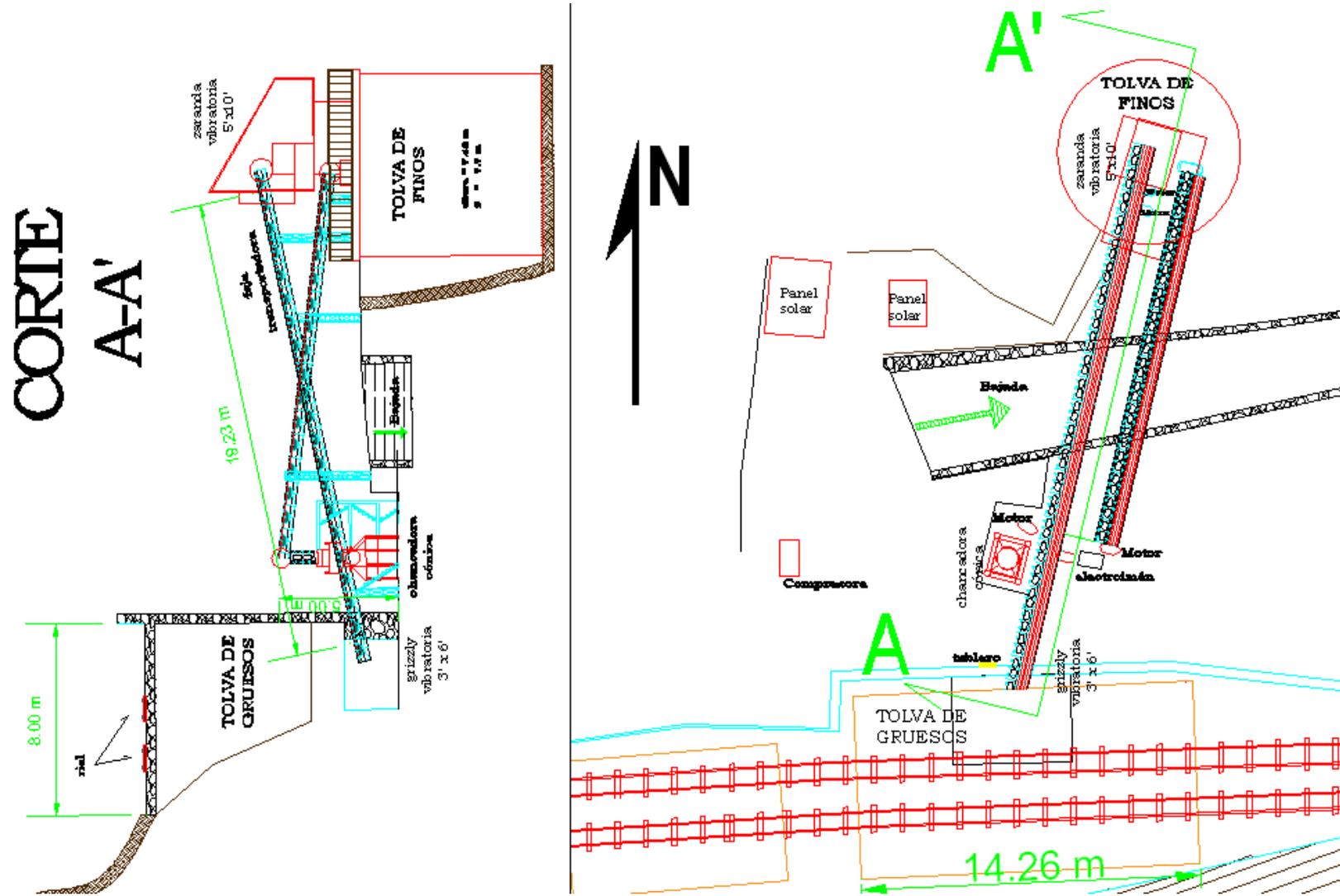


Figura. 7.3: Plano de tolva gruesos, chancadoras y tolva finos

7.2 MOLIENDA

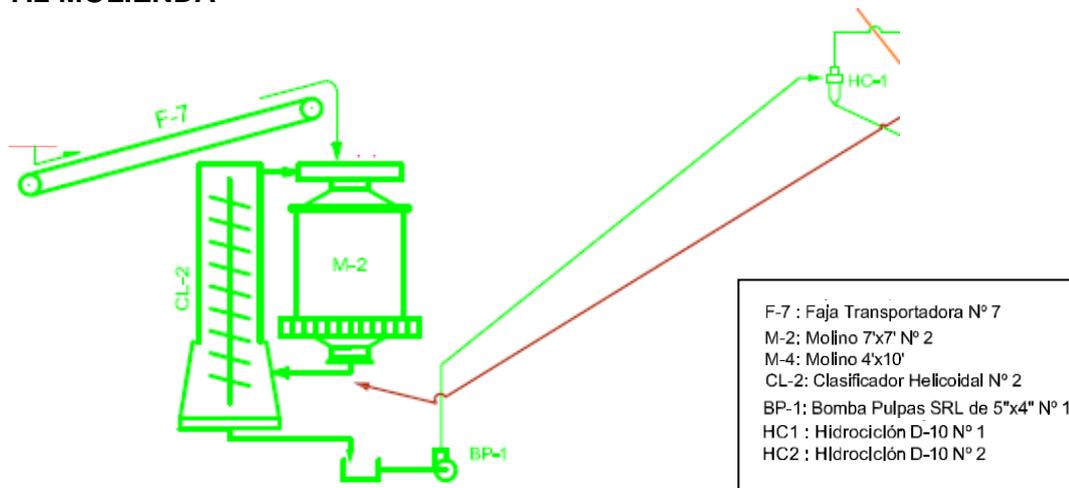


Figura. 7.4: molienda - PLANTA BENEFICIO

De la tolva de finos pasa a una faja transportadora donde se mide la ley de cabeza, y a la vez se agrega el dosificador SPG-1.

Luego el material entra al molino de bolas de $\text{Ø}7' \times 7'$ mezclándose con cianuro de sodio (Nacen), soda caustica (NaOH) y agua recuperada del final del proceso.

Seguidamente pasa al clasificador helicoidal que sirve para separar al mineral por su tamaño, el mineral que aún no tiene el tamaño de partícula adecuada es separado y trasladado por sus hélices, regresándolo al molino de bolas. El material pasante se le mide la densidad con una balanza Marcy.

Y para terminar el ciclo de molienda el material entra a un Hidrociclón D-10 con la finalidad de separar, el material fino se va directamente a los tanques de cianuración y el resto entra al área de remolienda.

7.3 REMOLIENDA

M-4: Molino 4'x10'

BP-1: Bomba Pulpas SRL de 5"x4" N° 1

BP-2: Bomba Pulpas SRL de 4"x3" N° 2

TA-1: Tanque Adsorción N°1 de 14'x15'

TA-2: Tanque Adsorción N°2 de 14'x15'

HC1 : Hidrociclón D-10 N° 1

NC : Nido de Ciclones D-4

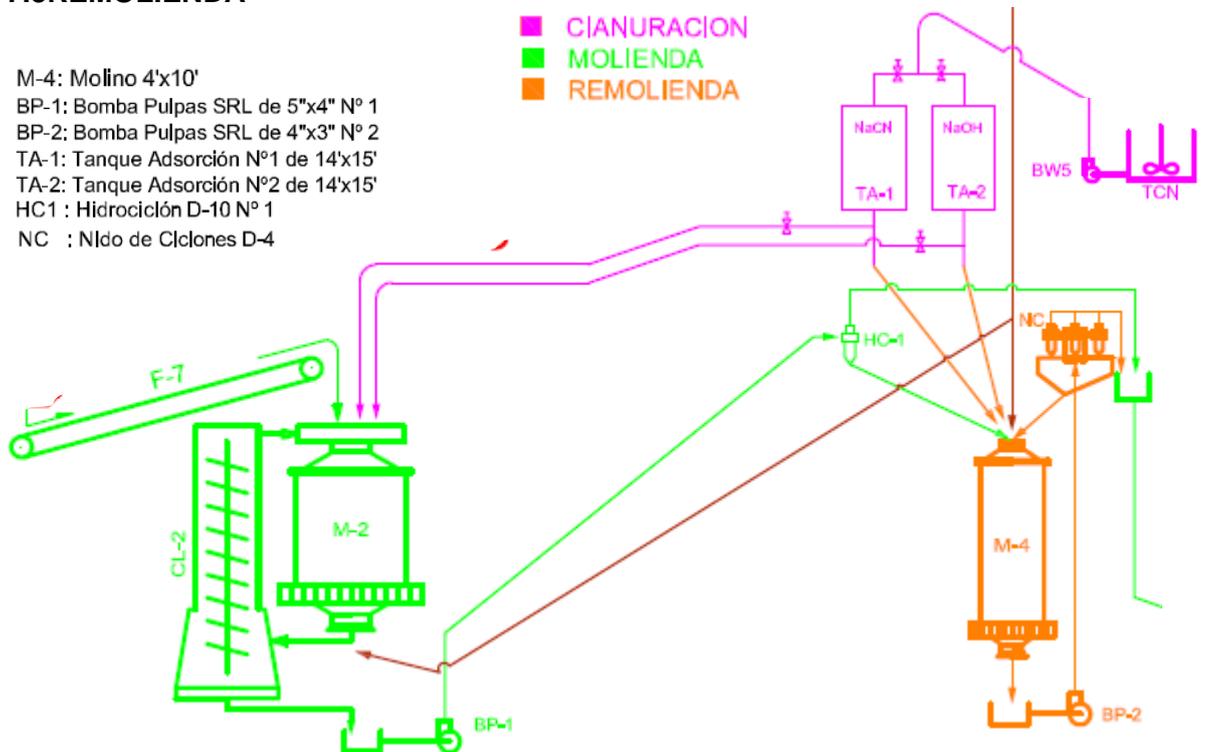


Figura. 7.5: remolienda- PLANTA BENEFICIO

El mineral entra al molino de $\text{Ø}4' \times 10'$ para una remolienda adicionándole cianuro de sodio (NaCN) y soda caustica (NaOH).

El mineral sale del molino y pasa a un nido de ciclones que consta de 6 ciclones D-4 separando el material fino del resto, y luego el mineral pasa a los tanques de cianuración.

7.4 CIANURACION

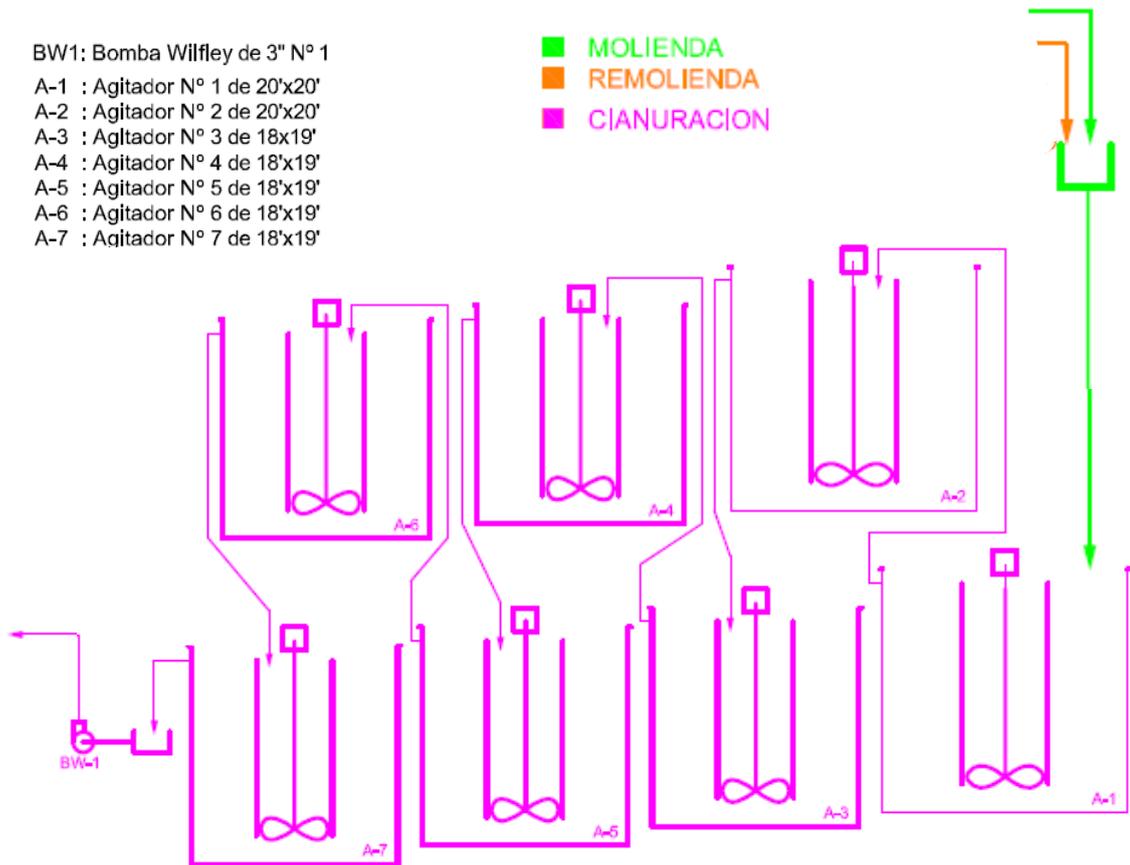
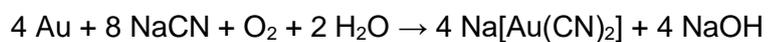


Figura. 7.6: cianuración - PLANTA BENEFICIO

Cuando el tamaño de las partículas llega a malla200 entra a los tanques de cianuración, La ecuación química que ocurre en estos tanques se llama “la ecuación de Elsner”



Por guardia se usa 400 kg de cianuro.

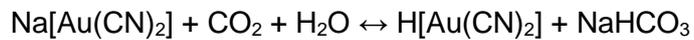
Los tanques de cianuración tienen una hélice en la parte inferior para agitar.

Los factores importantes son agitación, oxigenación y tiempo.

7.5 ADSORCIÓN

De los tanques de cianuración pasa a los tanques de adsorción, donde se el mineral se mezcla con el carbón activado, este componente es utilizado para precipitar oro y plata de las soluciones ricas, se recomienda generalmente cuando el mineral tiene solo o mayores proporciones de oro con respecto a la plata.

La fórmula química es:



Son 2 tanques de 14' x 15 y 2 tanques de 12' x 14', en cada tanque se usa 1,250.00 kg de carbón activado.

Estos tanques también tienen hélices para agitar la solución. Seguidamente se separa el carbón rico mediante unas zarandas de cosecha. El resto se bombea hasta un hidrociclón D-10 para separar las partículas finas del líquido, el líquido es llevado a un tanque espesador de 42' x 12' para ser rehusado.

CAPITULO VIII
PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

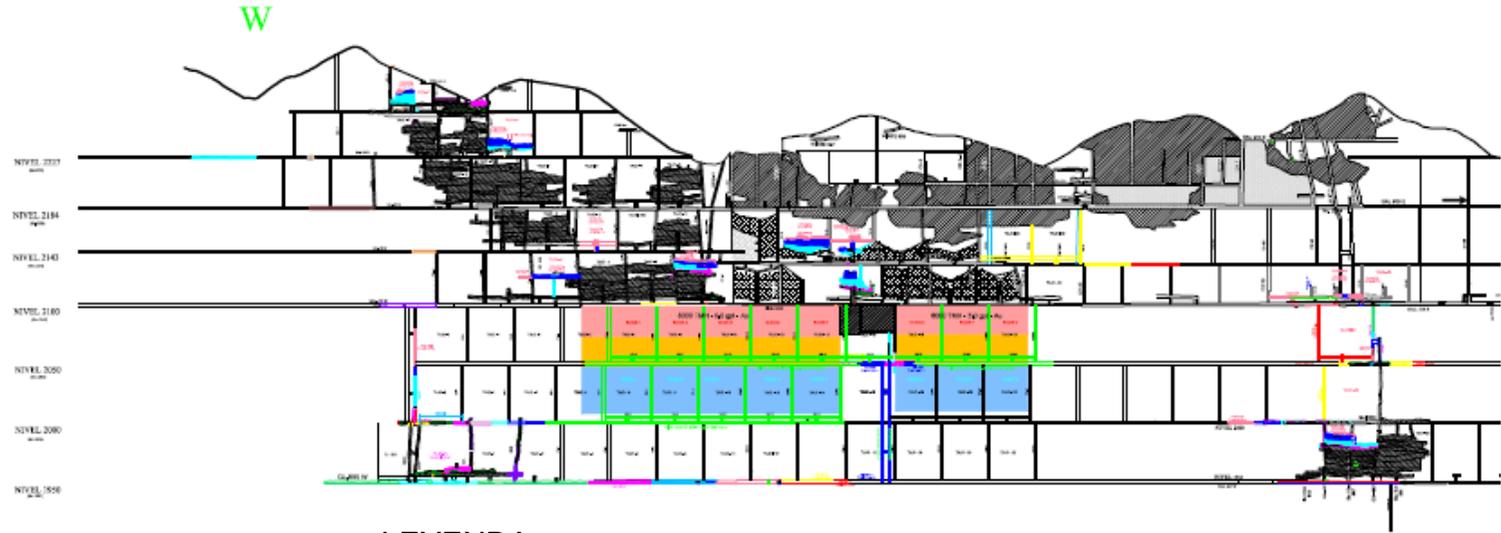
8.1 P.U. DE LAS LABORES MINERAS

					SUB- TOTAL	TOTAL
P.U. GALERÍA 2.1m x 2.40m					457.38 \$/m	
Pala neumática	0.244 \$/TMH	X	<u>13.8 TMH</u> 1.6 m	=	2.1 \$/m	459.48 \$/m
P.U. CRUCERO 2.1m x 2.40m					318.30 \$/m	
Pala neumática	0.244 \$/TMH	X	<u>13.8 TMH</u> 1.6 m	=	2.1 \$/m	320.40 \$/m

P.U. CHIMENEA 1.5 m x 1.5m				265.59 \$/m	265.59 \$/m
P.U. BUZÓN CAMINO 1.5 m x 2.5 m				646.42 \$/m	646.42 \$/m
P.U. SUB-NIVEL				207.60 \$/m	212.99 \$/m
sobre cuadro	215.90 \$/corte	X	$\frac{1 \text{ corte}}{40 \text{ m}}$	= 5.39 \$/m	
P.U. CORTE Y RELLENO EN TAJEO				39.39 \$/TMH	40.97 \$/TMH
sobre cuadro	215.90 \$/corte	X	$\frac{1 \text{ corte}}{151.2 \text{ TMH}}$	= 1.43 \$/TMH	
Tubería	11.33 \$/corte	X	$\frac{1 \text{ corte}}{151.2 \text{ TMH}}$	= 0.07 \$/TMH	
Winche de arrastre				0.076 \$/TMH	
P.U. LOCOMOTORA ELECTRICA LB 5 TMH				1.53 \$/TMH	1.53 \$/TMH
P.U. COSTO DEL TRATAMIENTO DE MINERAL EN PLANTA				58.68 \$/TMH	58.68 \$/TMH

8.2 PLANO DE RESERVAS GEOLÓGICAS

El departamento de Geología entrega al departamento de Planeamiento la información de reservas geológicas del área en proyecto en la Veta TICO, a partir de ahí se diseñan las labores mineras.



LEYENDA

RESERVAS				RECURSOS					
CATEGORIA	BLOCK	CATEGORIA	BLOCK	CATEGORIA	BLOCK	CATEGORIA	BLOCK	CATEGORIA	BLOCK
Probado Económico		Probado Marginal		Marginal Medido		Submarginal Medido		Inferidos	
Probable Económico		Probable Marginal		Marginal Indicado		Submarginal Indicado			

Figura. 8.1: Plano de la sección longitudinal de la veta TICO

8.3 DISEÑO DE LAS LABORES MINERAS

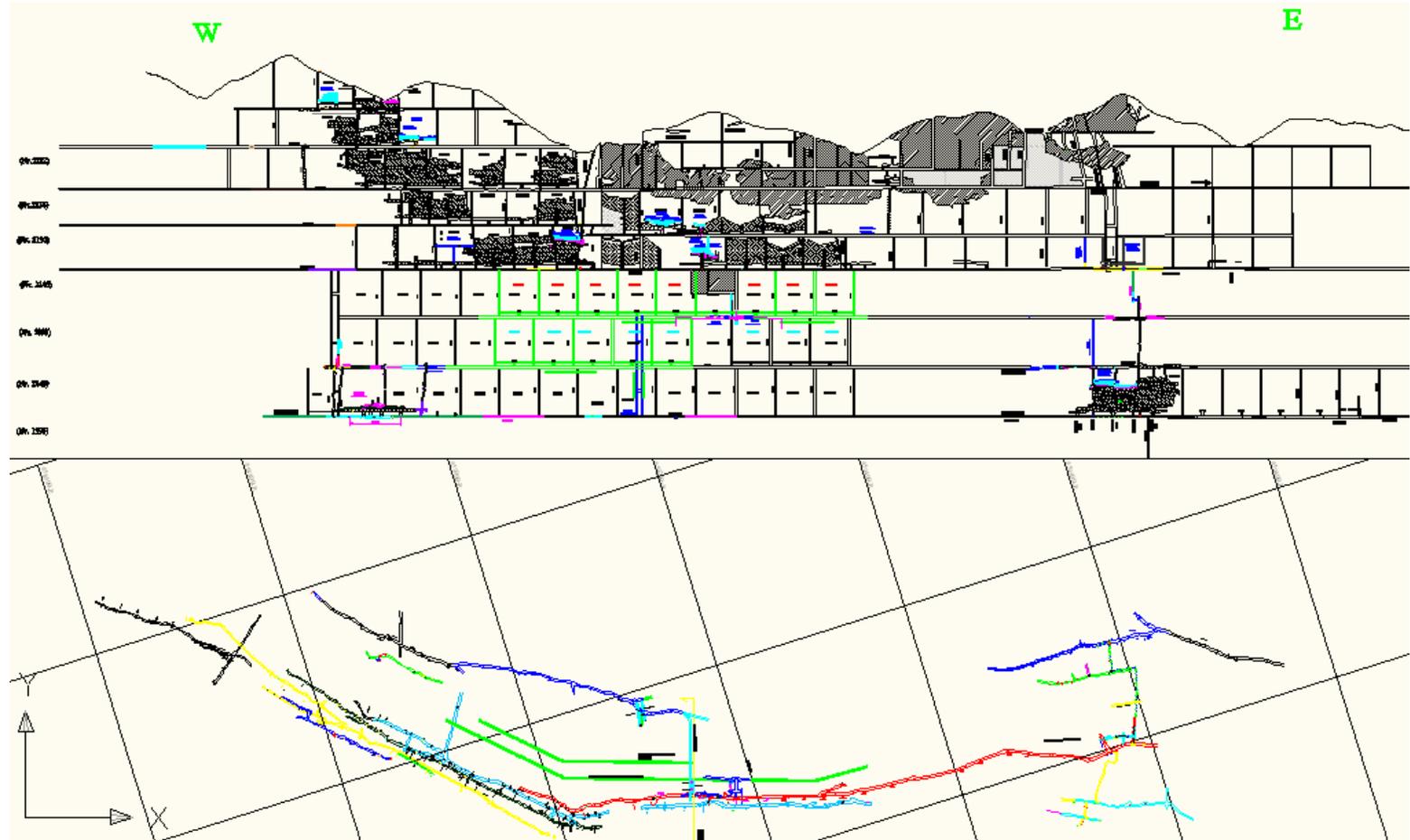


Figura. 8.3: Plano del diseño de labores mineras del proyecto TICO

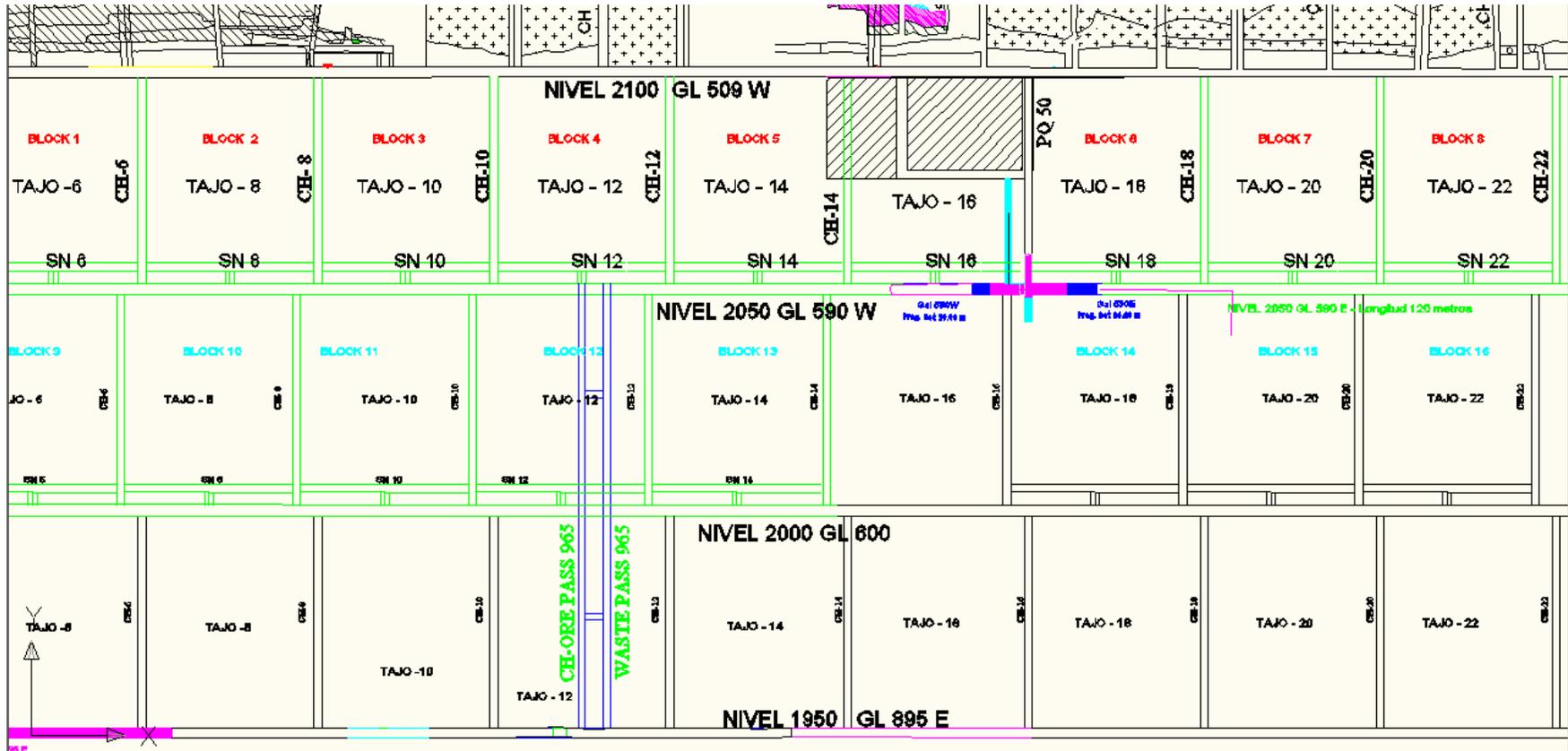


Figura. 8.4: sección longitudinal del diseño de labores mineras a programarse

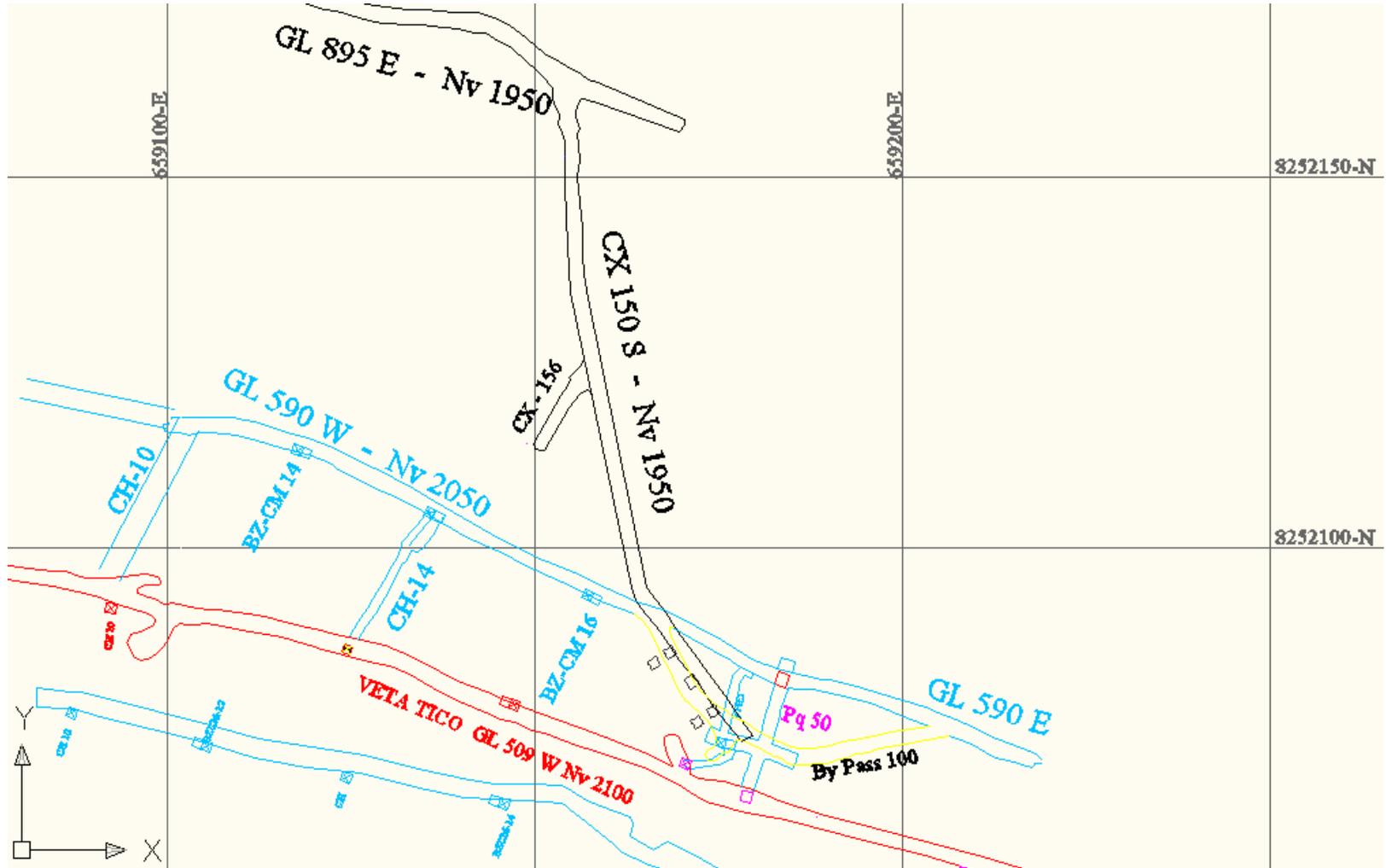


Figura. 8.5: vista en planta del diseño de labores mineras a programarse

8.4CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

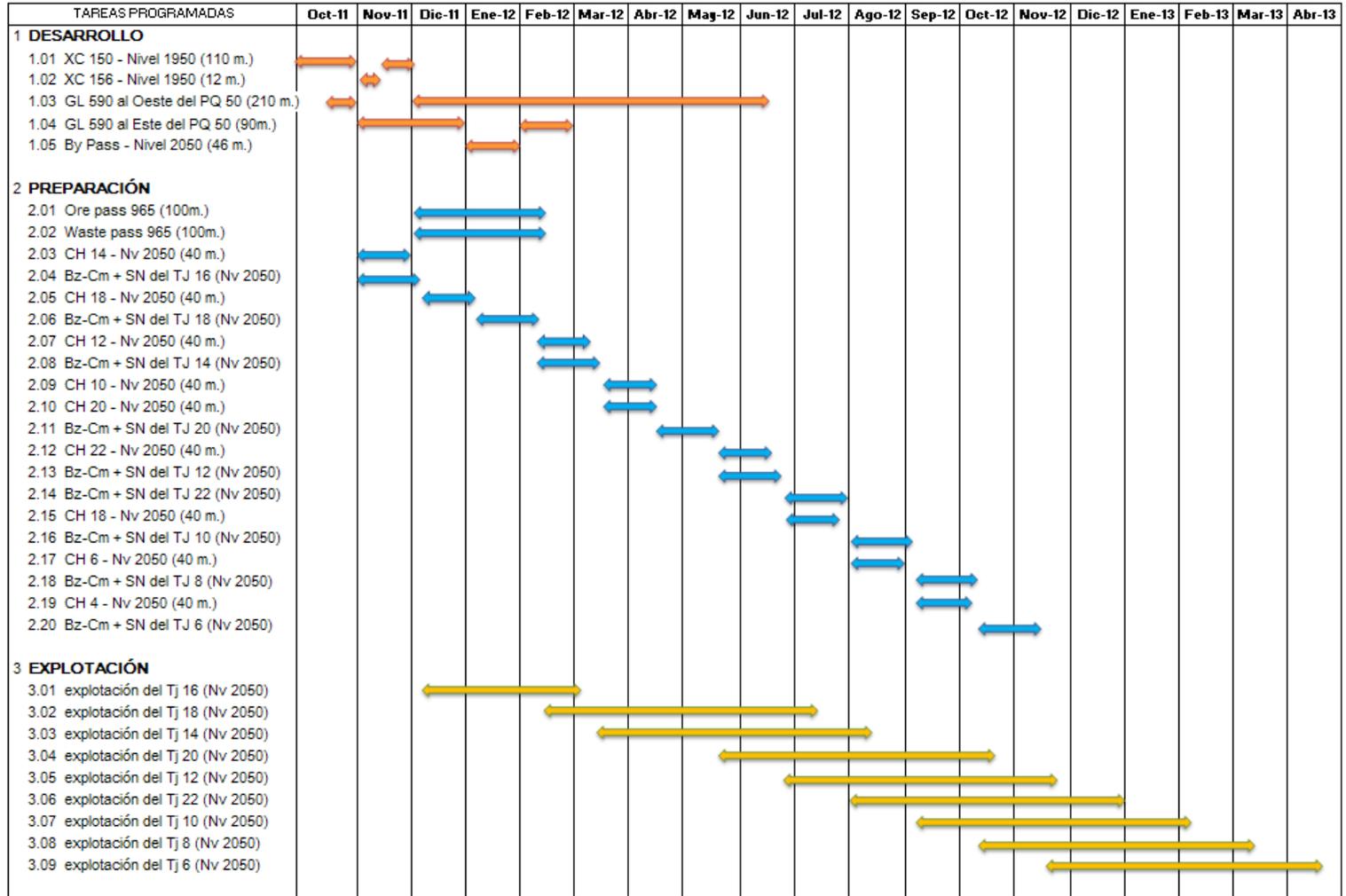


Tabla 8.1 Avance lineal y producción mensual del proyecto

	Oct-11	Nov-11	Dic-11	Ene-12	Feb-12	Mar-12	Abr-12	May-12	Jun-12	Jul-12	Ago-12	Sep-12	Oct-12	Nov-12	Dic-12	Ene-13	Feb-13	Mar-13	Abr-13
GL	15	30	60	60	60	30	30	15	30										
CX	61	61																	
BP				46															
O.P.			40	40	20														
W.P.			40	40	20														
CH		40	30	10	30	50	40	20	30	30	40	30	10						
SN		29	9	29	28	18	19	38	19	38	28	34	34	19					
BZ-CM		6		6	6		6	6	6		6	6	6						
TMH	329.4	329.4	329.4	494.1	658.8	823.5	988.2	1152.9	1152.9	1152.9	1317.6	1482.4	1317.6	988.2	823.5	494.1	164.7	329.4	329.4

CAPITULO IX
FLUJO DE CAJA

9.1 COSTO OPERATIVO MINA (INVERSION)

La distancia de las labores se halla en el cronograma de actividades.

Tabla 9.1 costo total de las labores mineras del proyecto

ETAPA	LABOR	AVANCE	P.U.	COSTO \$
Desarrollo	GL	300 metros	459.48 \$/m	137,844.00
	CX	122 metros	320.40 \$/m	39,088.80
	By Pass	46 metros	320.40 \$/m	14,738.40
Preparación	CH	360 metros	265.59 \$/m	95,612.40
	Ore Pass	100 metros	265.59 \$/m	26,559.00
	Waste Pass	100 metros	265.59 \$/m	26,559.00
	SN	342 metros	212.99 \$/m	72,842.58
	BZ-CM	54 metros	646.42 \$/m	34,906.68
Explotación	TJ (TMH)	14,000 TMH	40.97 \$/TMH	573,580.00
Transporte		14,000 TMH	1.53 \$/TMH	21,420.00
Planta		14,000 TMH	58.68 \$/TMH	821,520.00

TOTAL EXPLOTACION (\$) 1,864,670.86

Tabla 9.2 Costo (\$) del Avance lineal y producción mensual del proyecto

	Oct-11	Nov-11	Dic-11	Ene-12	Feb-12	Mar-12	Abr-12	May-12	Jun-12	Jul-12	Ago-12	Sep-12	Oct-12	Nov-12	Dic-12	Ene-13	Feb-13	Mar-13	Abr-13
Galería	6892	13784	27569	27569	27569	13784	13784	13784	6892	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crucero	19544	19544	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
By Pass	0	0	0	14738	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ore Pass	0	0	10624	10624	5312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Waste Pass	0	0	10624	10624	5312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chimenea	0	10624	7968	2656	7968	13280	10624	5312	7968	7968	10624	7968	2656	0	0	0	0	0	0
Sub nivel	0	6177	1917	6177	5964	3834	4047	8094	4047	8094	5964	7242	7242	4047	0	0	0	0	0
Buzón Camino	0	3879	0	3879	3879	0	3879	3879	3879	0	3879	3879	3879	0	0	0	0	0	0
Explotación	0	0	13496	13496	13496	20244	26992	33740	40488	47236	47236	47236	53984	60732	53984	40488	33740	20244	6748
Transporte	0	0	504	504	504	756	1008	1260	1512	1764	1764	1764	2016	2268	2016	1512	1260	756	252
Planta	0	0	19,330	19,330	19,330	28,995	38,660	48,325	57,990	67,655	67,655	67,655	77,320	86,984	77,320	57,990	48,325	28,995	9,665
Sub-Total (\$)	26,437	54,008	92,030	109,595	89,332	80,893	98,993	107,501	115,883	132,716	137,120	135,742	147,096	154,031	133,320	99,990	83,325	49,995	16,665

Tabla 9.3 Costo total (\$) incluyendo gastos generales.

	Oct-11	Nov-11	Dic-11	Ene-12	Feb-12	Mar-12	Abr-12	May-12	Jun-12	Jul-12	Ago-12	Sep-12	Oct-12	Nov-12	Dic-12	Ene-13	Feb-13	Mar-13	Abr-13
Sub-Total (\$)	26,437	54,008	92,030	109,595	89,332	80,893	98,993	107,501	115,883	132,716	137,120	135,742	147,096	154,031	133,320	99,990	83,325	49,995	16,665
Gastos generales (10%)	2,644	5,401	9,203	10,960	8,933	8,089	9,899	10,750	11,588	13,272	13,712	13,574	14,710	15,403	13,332	9,999	8,332	4,999	1,666
Gastos Financieros (15%)	3,966	8,101	13,805	16,439	13,400	12,134	14,849	16,125	17,382	19,907	20,568	20,361	22,064	23,105	19,998	14,999	12,499	7,499	2,500
TOTAL (\$)	33,047	67,510	115,038	136,994	111,665	101,116	123,741	134,376	144,853	165,895	171,400	169,677	183,870	192,539	166,650	124,988	104,156	62,493	20,831

INVERSIÓN DEL PROYECTO TICO

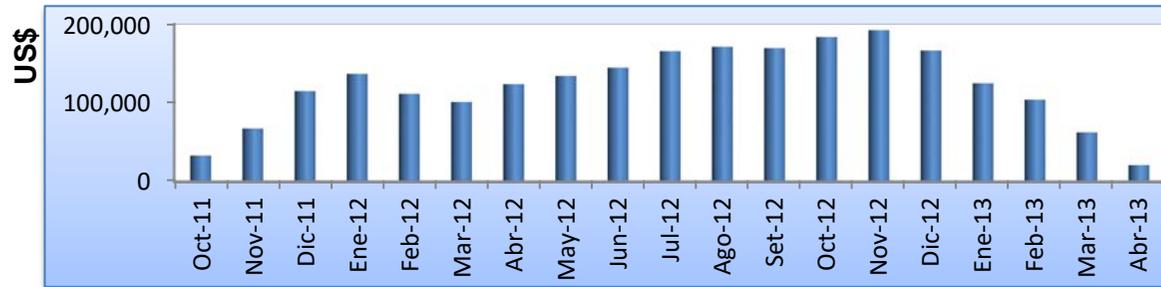


Figura. 9.1: flujo de inversión mensual del proyecto

9.2 VENTA DEL PRODUCTO

Prosiguiendo con la evaluación económica del proyecto TICO se hallara la ganancia de la venta del mineral tratado.

Tabla 9.4 Datos para el cálculo de onzas producidas por planta

Reservas	14,000 TMH
Nº de tajos	9
% de humedad del mineral	3 %
Ley del mineral	5 g/ton
% recuperación metalúrgica	75 %
Precio del oro	1,600 \$/Oz

Fórmulas que serán usadas:

$$TMS = TMH \times (1 - \% \text{ humedad})$$

$$\text{Oz oro producidas} = TMS \times \text{ley mineral} \times \% \text{ recuperación metalúrgica} / 31.103$$

$$\text{Venta mineral} = \text{Oz oro producidas} \times \text{precio del oro}$$

Tabla 9.5 Venta mensual (\$)

	Oct-11	Nov-11	Dic-11	Ene-12	Feb-12	Mar-12	Abr-12	May-12	Jun-12	Jul-12	Ago-12	Sep-12	Oct-12	Nov-12	Dic-12	Ene-13	Feb-13	Mar-13	Abr-13	May-13
TMH mineral	0	0	329	329	329	494	659	824	988	1153	1153	1153	1318	1482	1318	988	824	494	165	0
TMS mineral	0	0	320	320	320	479	639	799	959	1118	1118	1118	1278	1438	1278	959	799	479	160	0
Onzas de Au	0	0	39	39	39	58	77	96	116	135	135	135	154	173	154	116	96	58	19	0
Venta Mensual (\$)	0	0	0	61,640	61,640	61,640	92,459	123,279	154,099	184,919	215,739	215,739	215,739	246,558	277,378	246,558	184,919	154,099	92,459	30,820

VENTA DE LA PRODUCCIÓN MENSUAL

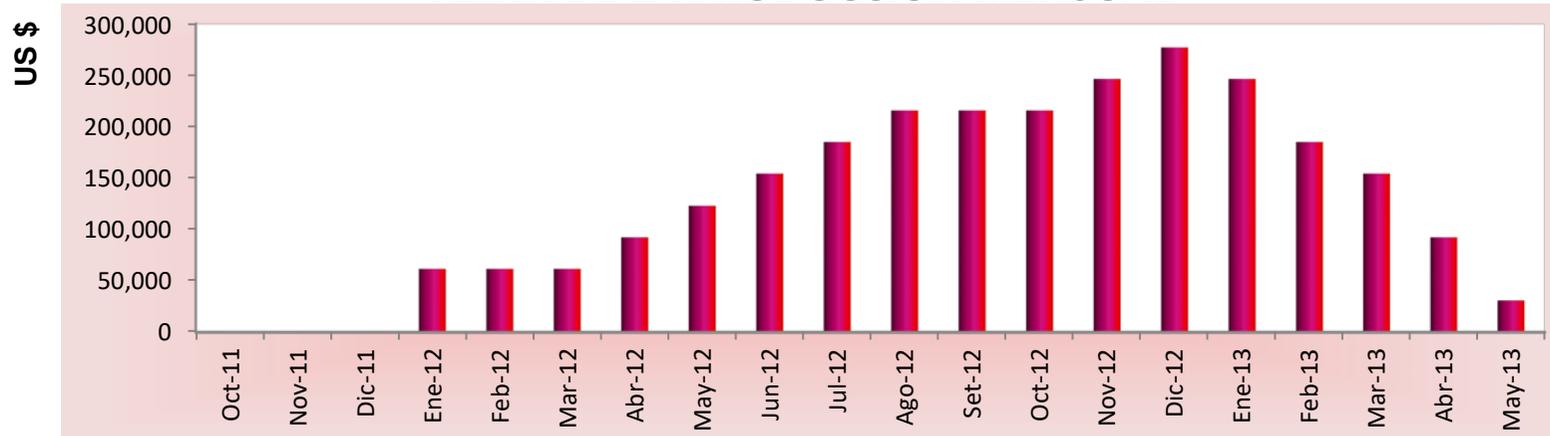


Figura. 9.2: venta mensual de la producción de onzas de oro

9.3 MARGEN OPERATIVO

Tabla 9.6 Margen Operativo Mina (\$) del proyecto.

	Oct-11	Nov-11	Dic-11	Ene-12	Feb-12	Mar-12	Abr-12	May-12	Jun-12	Jul-12	Ago-12	Sep-12	Oct-12	Nov-12	Dic-12	Ene-13	Feb-13	Mar-13	Abr-13	May-13
Inversión \$	33,047	67,510	115,038	136,994	111,665	101,116	123,741	134,376	144,853	165,895	171,400	169,677	183,870	192,539	166,650	124,988	104,156	62,493	20,831	0
Venta Mensual (\$)	0	0	0	61,640	61,640	61,640	92,459	123,279	154,099	184,919	215,739	215,739	215,739	246,558	277,378	246,558	184,919	154,099	92,459	30,820
MARGEN OPERATIVO MINA (\$)	-33,047	-67,510	-115,038	-75,354	-50,025	-39,476	-31,282	-11,097	9,246	19,024	44,339	46,062	31,869	54,019	110,728	121,571	80,763	91,606	71,628	30,820

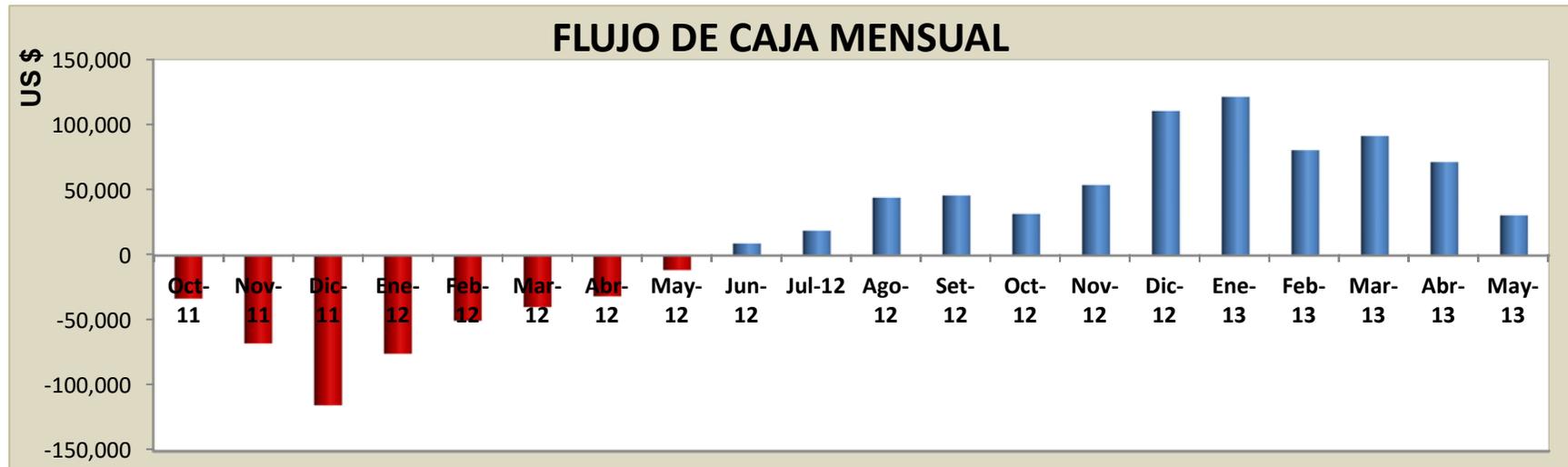


Figura. 9.3: flujo de caja mensual

9.4 RESUMEN DEL COSTO DEL PROYECTO

INVERSIÓN	=	2'330,839\$	
VENTA	=	2'619,684 \$	
MARGEN	=	288,845\$	
Onza Au	=	1,639 Oz	
TIEMPO DEL PROYECTO	=	20 meses	= 2 años

9.5 CALCULO DEL VAN Y TIR

		años	
		1	2
FLUJO DE CAJA	inversión	1'171,154 \$	1'448,530 \$
		-2'330,839 \$	

tasa de descuento :	10%
VAN :	-69,021
TIR :	7.862 %

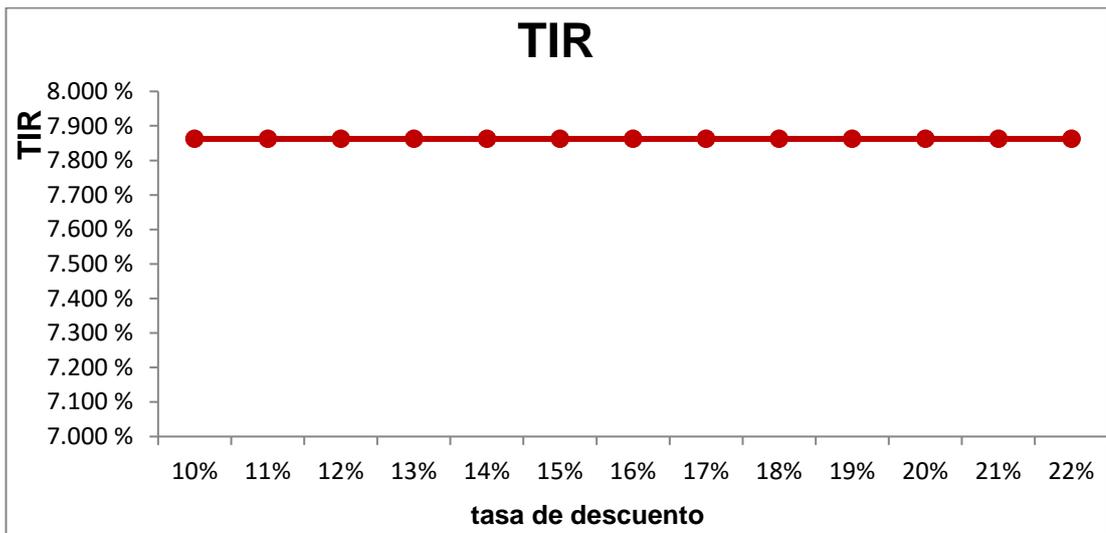
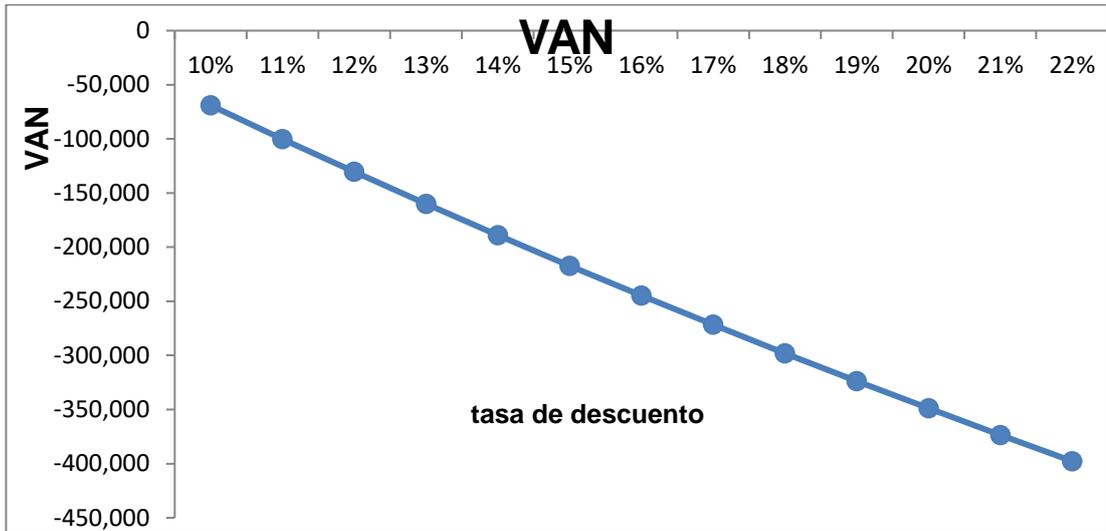


Figura. 9.5: TIR del proyecto

CAPITULO X

ANALISIS DE SENSIBILIDAD DEL COSTO OPERATIVO MINA

Se realiza una simulación con diferentes leyes de oro y a diferentes precios del mercado internacional (\$/Oz).

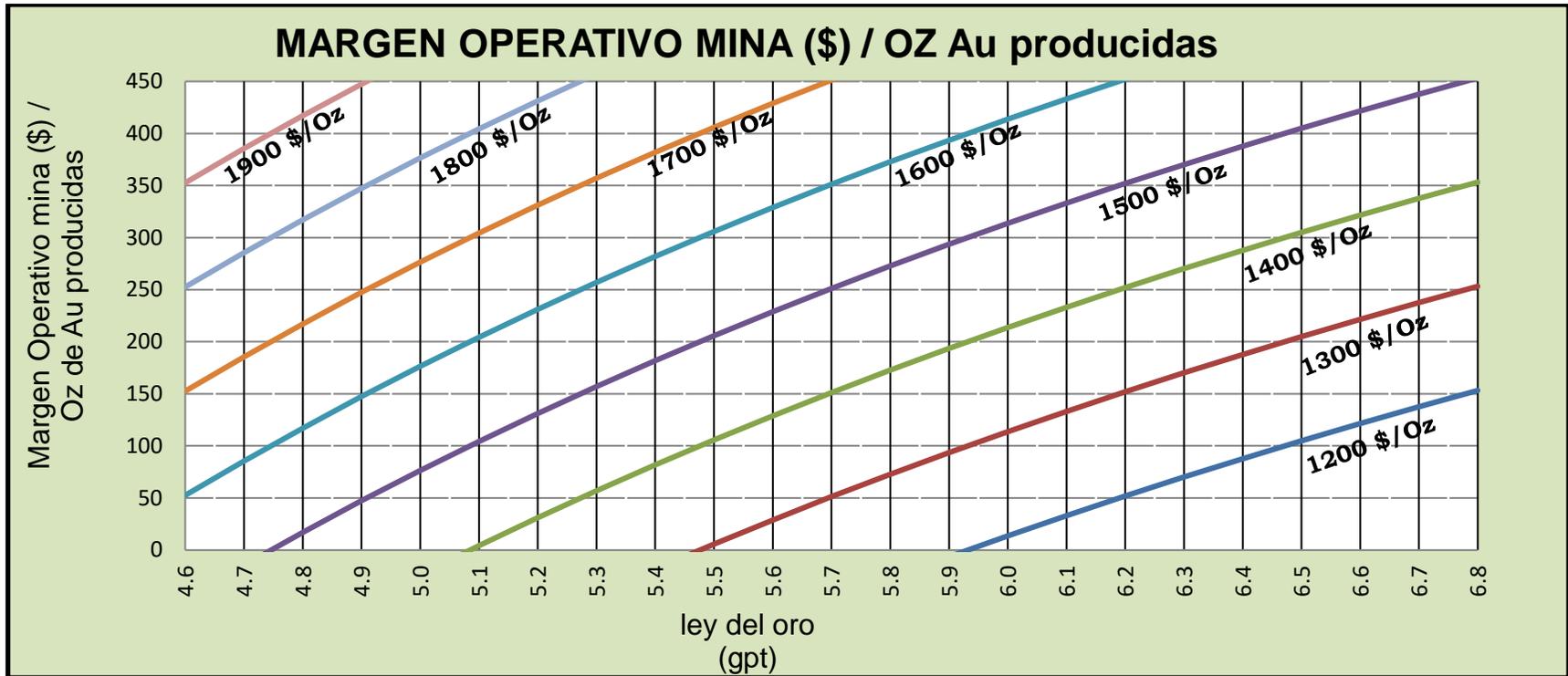
Tabla 10.1 Costo Total operativo mina / OZ Au producidas

ley Au (gpt)	4.60	4.70	4.80	4.90	5.00	5.10	5.20	5.30	5.40	5.50	5.60	5.70	5.80	5.90	6.00	6.10	6.20	6.30	6.40	6.50
\$ / Oz	1,547	1,514	1,483	1,453	1,424	1,396	1,369	1,343	1,318	1,294	1,271	1,249	1,227	1,206	1,186	1,167	1,148	1,130	1,112	1,095

Este cuadro refleja cuánto cuesta producir una onza de oro, y a la vez se puede comparar con el precio del oro para saber si cubre la inversión. Por ejemplo si el precio del oro estuviera 1,200 \$/Oz mi ley mínima tendría que ser de 6.0gpt para que sea rentable mi operación.

Tabla 10.2 Margen Total operativo mina / OZ Au producidas

		ley Au (gpt)																					
		4.60	4.70	4.80	4.90	5.00	5.10	5.20	5.30	5.40	5.50	5.60	5.70	5.80	5.90	6.00	6.10	6.20	6.30	6.40	6.50	6.6	6.7
Precio del Au (\$/Oz)	1200	-347	-314	-283	-253	-224	-196	-169	-143	-118	-94	-71	-49	-27	-6	14	33	52	70	88	105	122	138
	1300	-247	-214	-183	-153	-124	-96	-69	-43	-18	6	29	51	73	94	114	133	152	170	188	205	222	238
	1400	-147	-114	-83	-53	-24	4	31	57	82	106	129	151	173	194	214	233	252	270	288	305	322	338
	1500	-47	-14	17	47	76	104	131	157	182	206	229	251	273	294	314	333	352	370	388	405	422	438
	1600	53	86	117	147	176	204	231	257	282	306	329	351	373	394	414	433	452	470	488	505	522	538
	1700	153	186	217	247	276	304	331	357	382	406	429	451	473	494	514	533	552	570	588	605	622	638
	1800	253	286	317	347	376	404	431	457	482	506	529	551	573	594	614	633	652	670	688	705	722	738
	1900	353	386	417	447	476	504	531	557	582	606	629	651	673	694	714	733	752	770	788	805	822	838



Este grafico representa el margen de ganancia por cada onza de oro producido, por ejemplo si el precio del oro estuviera 1,200 \$/Oz y la ley del mineral insitu fuera 5.5gpt, viendo este grafico el margen operativo por onza Au producida sería negativo osea el proyecto no sería rentable.

CONCLUSIONES

1. El costo total operativo del proyecto es 2'330,838.8\$ que serán invertidos para producir 1,639 Oz de oro, eso nos indica que si queremos producir una onza de oro se tiene que invertir 1,422 \$.
2. El costo total operativo abarca hasta el mineral producido por planta en la unida minera, no involucra el transporte a Lima, el proceso de refinación, los gastos de la oficina en Lima y el transporte en barco hacia su destino final en otro continente.
3. El margen operativo del proyecto es 288,845 \$ y comparándolo con las onzas de oro producidas resulta que al producir una onza de oro nos genera un margen de 176 \$.
4. Del gráfico 9.3 se observa que a partir del octavo mes el margen operativo mensual se convierte en positivo.
5. El VAN es un número positivo, o sea el proyecto es rentable siempre y cuando la tasa de descuento sea menor a 17%.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda mejorar la eficiencia de perforación y voladura para evitar sobre-rotura, las medidas de control es pintar la malla de perforación antes de perforar, mantener paralelismo en todos los taladros (usar 3 guidores de referencia) y finalmente utilizar la carga de explosivo apropiado para el tipo de terreno.
2. La supervisión deberá estar siempre presente hasta el final de la voladura incluso después para chequear el resultado una vez ventilado dicha labor.
3. Probar con otros explosivos para controlar la sobre-rotura en la corona.
4. Capacitar al personal obrero sobre el tema de perforación y voladura

BIBLIOGRAFIA

- 1.- <https://www.u-cursos.cl/ingenieria/>
- 2.- www.wikipedia.org
- 3.- www.es.answers.yahoo.com/question/index