

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA,
MINERA Y METALURGICA**



**RECUPERACION DE LAS ARENAS AURIFERAS DE LA
CANCHA DE RELAVE EN LA PLANTA GRAVIMETRICA DE LA
CIA. MINERA SELENE S.A.C.**

INFORME DE INGENIERIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO METALURGISTA

PRESENTADO POR:

SARA VIRGINIA CHUMPITAZ BRAVO

**LIMA - PERU
1999**

**A LA MEMORIA DE MI PADRE
Y AL AHINCO DE MI MADRE Y
HERMANOS PARA QUE YO SEA
PROFESIONAL**

MI MAS SINCERO AGRADECIMIENTO A MI
ALMA MATER, A LOS CATEDRATICOS Y LOS
ING. JESUS BALDOCEDA C. Y RAMIRO NIÑO DE
GUZMAN G. POR SU ASESORAMIENTO.

INDICE

RESUMEN

INTRODUCCION

CAPITULO I :

1. GENERALIDADES

1.1 Ubicación y accesos

1.2 Recursos

1.2.1 Energía

1.2.2 Hidrografía

1.2.3 Fisiografía y recursos locales

2. GEOLOGIA

2.1 Geología del Yacimiento

2.2 Mineralización

3. MINERIA

3.1 Método de minado

3.2 Acarreo de mineral

3.3 Muestreo de mineral

CAPITULO II

2. TRATAMIENTO PLANTA GRAVIMETRICA SELENE

2.1 Descripción del Proceso de Tratamiento del Mineral de Seleno

2.2 Balance Metalúrgico de la Planta Gravimétrica de Seleno

- 2.3 Deposición de Relaves
- 2.4 Flow-sheet de Gravimetría

CAPITULO III

- 3.1 Evaluación para el tratamiento de las arenas auríferas de la cancha de relave de la Planta Gravimétrica de Selene
- 3.2 Pruebas Metalúrgicas
 - 3.2.1 Determinación de las características de las arenas de relave
 - 3.2.2 Preparación y acumulación de arenas de relave.
 - 3.2.3 Determinación de la gradiente de operación del Canalón.
 - 3.2.4 Alimentación de las arenas de relave .
 - 3.2.5 Agua para el repulpado de las arenas de relave .
- 3.3 Diseño e instalación de equipos para el tratamiento de las arenas auríferas
 - 3.3.1 Diseño del transporte de Pulpas .

CAPITULO IV

4. *PARAMETROS DE OPERACION*

- 4.1 Descripción del Proceso de Tratamiento
- 4.2 Productos Obtenidos
- 4.3 Pruebas Metalúrgicas de los productos obtenidos
- 4.4 Tratamiento de Concentrados Knelson , Balance Metalúrgico

- 4.5 Comercialización del Concentrado de Flotación
- 4.6 Flow-Sheet

CAPITULO V

- 5.1 Consumo de reactivos
- 5.2 Consumo de Energía
- 5.3 Costo de Producción

CAPITULO VI

1. CONCLUSIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

RESUMEN

La Compañía Minera Selene S.A.C. del Grupo Mauricio Hochschild cuenta con una planta gravimétrica piloto con capacidad para 70 TMS , en la que se procesa el mineral de mina con el objetivo de cubrir sus costos de exploraciones y tratamiento metalúrgico a medida que se va desarrollando el proyecto .

El valor del mineral de Selene está dado por la presencia de Oro Nativo , minerales de Plata como Naumatita ($Ag_2 Se$) y Aguilarita ($Ag_2 SeS$) asociados a una alteración cuarzo-sericita . La presencia de valores en el mineral de Selene es bastante heterogéneo siendo sus leyes oscilantes desde 5 g Au/TM hasta 70 g Au/TM

Se presenta una breve descripción de la geología , características del mineral, método de explotación minera , tratamiento del mineral aurífero en la planta gravimétrica , balance metalúrgico , retratamiento de las arenas de relave y balance metalúrgico .

Debido a la heterogeneidad del mineral tanto en las leyes como en el tamaño de grano del oro presente en el mineral y como no era factible preparar en la mina el mineral ha ser tratado en la planta gravimétrica con una ley promedio de 20 gAu / TMS , se originaba variaciones altas de la ley de relave por lo que se tenía pensado un tratamiento a futuro de las arenas de relave

La capacidad de tratamiento de la planta gravimétrica de Selene superó el avance de las exploraciones y la mina por lo que se procedió a la evaluación del tratamiento de las canchas de relave , determinándose su fácil recuperación y bajo costo de tratamiento por lo que se decidió parar la planta gravimétrica y proceder a la instalación de los equipos requeridos para tratamiento de sus arenas auríferas de relave .

Se presenta los parámetros de operación de la planta de tratamiento de las arenas auríferas de relaves , balance metalúrgico , cuadros de los productos obtenidos y tratamiento de concentrado CKN - CD20 así como los costos del tratamiento .

Durante el tiempo de tratamiento de las arenas auríferas de relave se continuo con las exploraciones en mina , preparación de galerías , chimeneas y la exploración de zonas aledañas al yacimiento Selene .

INTRODUCCION

Ingenieros Geólogos del grupo minero Mauricio Hochschild realizan exploraciones en conjunto con Adminco y Cía. minera Tumiri S.A. en el cerro Collabamba distrito de Cotahuasi-Apurímac. El geólogo Hugo Candiotti realiza exploraciones al Norte de la mina Tumiri, determinando las posibilidades geológicas, dando origen al prospecto aurífero Selene.

El valor del mineral de Selene esta dado por la presencia del Oro Nativo y minerales de Plata como la Naumatita ($Ag_2 Se$) y Aguilarita ($Ag_2 SeS$) asociados a una alteración cuarzo-sericita . La presencia de valores en el mineral de Selene es bastante heterogéneo siendo sus leyes oscilantes desde 5 g Au/TM hasta 70 g Au/TM .

El espíritu aventurero y emprendedor incentivó al directorio del grupo minero Mauricio Hochschild a crear la planta gravimétrica piloto de Selene la cual entró en operación el 01 de Enero de 1,996 .

La Cia . Minera Selene S.A.C. se creó en el año 1,995 con el objetivo de tratar el mineral valioso que obtenía a medida que se descubrían nuevas vetas con presencia de oro nativo y minerales de plata. La principal característica del mineral es su docilidad al tratamiento metalúrgico por gravimetría. El aporte económico del tratamiento del

mineral permitía cubrir costos de tratamiento y continuar con las exploraciones mediante recursos propios.

La planta gravimétrica piloto de Selene con capacidad de tratamiento para 70 TMS para mineral aurífero con ley de 15 g Au/TMS entró en operación el 01 de Enero de 1,996 operándose en forma continua hasta Febrero de 1,997 en que la capacidad de tratamiento de la planta gravimétrica piloto de Selene superó el avance de las exploraciones y el minado.

La planta de Selene trató 23 915,50 TMS de mineral con una ley promedio de 14.980 g Au/TMS y recuperación promedio de 73.76 % acumulándose un tonelaje de 20 112,.89 TMS de arenas auríferas en la cancha de relave con una ley promedio 4.386 g Au/TMS , presentándose el Oro y Plata en estado libre y con un tamaño de partícula menores a 10 micras cuyo tamaño de partículas escapa a la concentración gravimétrica por desplazamiento de partículas de oro de mayor tamaño y por la capacidad de tratamiento para minerales con leyes mayores a 20 g Au/TMS .

La nueva planta para el tratamiento de las arenas auríferas de relave con una capacidad de tratamiento de 240 TMSPD ingresa a operar en Marzo de 1997, la cual esta compuesta por un Concentrador Knelson CD-20 ; 02 Celdas Serrano WS-180 , una Celda de Limpieza Denver y un Espesador de 30' x 10' .

Los parámetros de control se basaron en la medición de flujos para determinar el tonelaje de tratamiento y medición de densidades de pulpa para obtener la máxima recuperación .

Los productos obtenidos fueron dos :

Concentrado Knelson CD-20

Concentrado de Flotación

CAPITULO I

1. GENERALIDADES

Tumiri Norte comprende un área de 2000 hectáreas donde ocurren cuatro sectores con alteración hidrotermal intensa, parecida a la aureola de alteración del yacimiento de Plata Tumiri .

1.1 UBICACION Y VIAS DE ACCESO

El área del prospecto Tumiri Norte, está localizada inmediatamente al Norte de la mina Tumiri y a 25 Km al sur del pueblo de Chalhuanca . Políticamente pertenece al distrito de Cotahuasi, provincia de Aymaraes , departamento de Apuríma

Sus coordenadas geográficas son :

14°38` Latitud Sur

73°08` Longitud Este

El sector del prospecto visitado , se encuentra a 5 Km en línea recta al Norte de Tumiri y se centra aproximadamente en el cerro Colcabamba de una altitud de 4,643 m.s.n.m.

Para el acceso al prospecto , se utiliza la carretera de 320 Km que une la mina Tumiri y el puerto de San Juan (Nasca) . El extremo norte del prospecto , puede ser accesible desde la carretera Chalhuanca - Antabamba.

El área que cubre el prospecto , se encuentra centrada aproximadamente en la intersección de las coordenadas 8388 N y 704 E de la hoja topográfica del IGN.

1.2 RECURSOS

Los recursos de agua son abundantes , asimismo , la mano de obra calificada y otros materiales para minado puede ser fácilmente conseguidos en los pueblos vecinos.

1.2.1 ENERGIA

La energía requerida para la parte industrial y área de campamentos es proporcionada por un grupo electrógeno marca Volvo de 320 KW de potencia. El consumo de energía requerido para operación de la planta de relave es aproximadamente 19.5 KWH / TMS de relave con un consumo promedio de petróleo de 1.56 Gln / TMS

1.2.2 HIDROGRAFIA

Los recursos de agua son abundantes , el drenaje es radial y pertenece a la hidrografía de la cuenca Amazónica .

El agua industrial para la operación de la planta gravimétrica es traída por tubería de polipropileno de 4" de diámetro del río Tormiri a 1.8 Km de instalación de la planta.

La toma de agua esta al Sur de la planta gravimetrica , la pendiente de la tubería es de 3 % , no se tiene problemas de congelamiento ni de arenamiento en tiempos de helada o de lluvias .

El agua para campamentos es obtenida de un puquial a 0.5 Km al Este de la planta gravimetrica .

1.2.3 FISIOGRAFIA Y RECURSOS LOCALES

El prospecto Tumiri Norte , se encuentra localizado en un área de topografía algo escarpada con cerros que alcanzan altitudes de 4,800 m.s.n.m. .

El clima es frío y lluvioso durante los meses de Octubre a Marzo , seco y frío durante el resto de los meses . Las variaciones de temperatura fluctúan entre -10° á $+15^{\circ}\text{C}$ durante el año .

2. GEOLOGIA

El conocimiento geológico del distrito minero Tumiri es relativamente reciente, habiéndose realizado el primer denuncio en el año 1970 al ubicarse unas pequeñas labores españolas en la veta principal Tumiri .

2.1 GEOLOGIA DEL YACIMIENTO

El reconocimiento geológico realizado en la parte sur del prospecto y la interpretación de las aereo fotografías a color , indican que en el área afloran mayormente rocas volcánicas terciarias que subraya a Calizas Carbonáceas Mesozoicas

hacia el extremo norte del área donde se ubica el prospecto Piste .

Las rocas volcánicas , están constituidas por una secuencia de lavas andesíticas , tufos y domos riolíticos . Estas rocas , se encuentran localmente afectadas por una intensa alteración hidrotermal similar a la del yacimiento Tumiri y están localizadas en los cerros Huachuhuílca , Colcabamba , Caylloma , Ccuello , Surputa Cacasmayo y Condormarca , Sepucho .

El reconocimiento geológico , recientemente realizado , abarcó solamente una pequeña área localizada entre el límite Norte de la aureóla de alteración del yacimiento de Tumiri y la falda sur de los cerros Colcabamba y Caylloma, a ambos flancos de la quebrada Huinchuyo; por lo que , a continuación , se mencionará solamente las características de mineralización de la misma .

2.2 MINERALIZACION

En el sector de prospecto , afloran mayormente tufos , dacitas y andesitas con alteración argílica y propilítica .

La mineralización es del tipo de relleno de fracturas (vetas) ocurriendo también mineralización diseminada muy localizada de pirita en la falda sur del cerro Caylloma .

Una estructura ancha con un lineamiento bien conspicuo , a lo largo de 3 km , aflora discontinuamente en el cerro Pillone y falda del cerro Ppuca Corral

La estructura se encuentra alojada mayormente en tufos propilitizados y muestra una silicificación a través de una franja de 30 m dentro de la cual, ocurren diques delgados de riolita

El lado Sur de la estructura está limitado por una veta antimonio también discontinua que sigue el mismo rumbo y posee un buzamiento que varía entre 50° y 70° S .

En el área del cerro Pillone , la veta de antimonio fue explotada por el Sr. J. Triveño en la década del 70 . Los trabajos mineros existentes , son muy superficiales y muestran una veta de 0.60 m de ancho , rellena por sílice coloidal con diseminaciones de grandes cristales radiales de estibina

En este mismo sector ocurren , hacia el lado norte de la estructura, vetas delgadas de cuarzo conteniendo diseminaciones de oro nativo que parecen no haber sido conocidas con anterioridad las cuales se unen en profundidades para formar una sóla estructura , más ancha (1.2 m) y cuyo buzamiento de 75°N es divergente del buzamiento de la veta de antimonio contigua .

La diferente composición mineralógica y los buzamientos divergentes de las dos vetas; indican la posibilidad de la existencia de dos fuentes distintas de mineralización . Es probable que la mineralización de la veta de antimonio está relacionada con la de alteración del yacimiento Tumiri y que la mineralización de oro se encuentra relacionada con el emplazamiento de los diques de riolita ; las que a su vez , estarían genéticamente conectadas con los procesos de alteración hidrotermal localizados en los cerros Colcabamba y

Caylloma .

Hacia el extremo este de la estructura principal , aflora además un sistema de vetas rellenas con cuarzo lechoso en brecha similar al mineral de la veta Tumiri . Las brechas parecen ser del tipo Hidrotermal y muestran solamente disseminaciones finas de pirita .

La mineralización de oro , dentro de la veta , se encuentra asociada en todos los casos , con una micro brecha constituida por fragmentos de rocas íntensamente sericitizados y cementados por cuarzo hidrotermal que muestra una textura de ebullición con inclusiones fluidas

La mineralización de oro se presenta como oro nativo y los minerales de plata son Naumatita ($Ag_2 Se$) y Aguilarita ($Ag_2 SeS$). En resumen , la mineralización de oro en el prospecto Tumiri Norte , está asociada a una alteración cuarzo - sericita y los minerales de plata son seleniuros .

En consecuencia , la exploración por oro en el prospecto , estaría basada en la localización de estructuras con anomalías geoquímicas de selenio , telurio y alteración de cuarzo - sericita

3. MINERIA

3.1 METODO DE MINADO

El método de minado es el Shrinkage convencional que consiste en extraer el mineral valioso de la veta y abandonar la

veta , no se realiza relleno , el ancho de corte de minado es de 0.8 cm , la presencia de valores es en vetillas y ojos .

3.2 ACARREO DE MINERAL

El mineral es acarreado en interior mina con carrito minero sobre rieles con capacidad de 1.8 TMH y almacenado en las Tolvas de Paso de Mina para luego ser transportado a la planta gravimétrica con volquete de capacidad de 12 TMH se realiza en promedio cuatro viajes diarios proporcional al avance de Planta ya que no se cuenta con una área de preparación de mineral ni con equipo para el arrastre del mismo .

3.3 MUESTREO DE MINERAL

En la mina Selene se realiza dos tipos de muestreo de control estricto :

1. **Avance Sistemático** : EL muestreo es cada dos metros perpendicularmente al buzamiento de la veta , cuidando y tratando de sacar la muestra lo más representativa posible .
2. **Muestreo de Mineral Roto** : Es un muestreo del mineral roto que se hace por el sistema de puntos que en sí es un método combinado de mallas y puntos .
 - **Enmallado** Se traza una cuadrícula y de cada intersección se extrae una muestra .
 - **Canal en Cruz** : Se hace un canal de 30cm x 40cm y se extrae muestras de las paredes y fondo .
 - De cada método se obtienen muestras independientes .

CAPITULO II

2. TRATAMIENTO PLANTA GRAVIMETRICA SELENE S.A.C.

La planta gravimétrica Selene es una planta piloto con capacidad de procesamiento para 70 TMS de mineral . La planta se divide en tres secciones : Chancado ; Molienda ; Concentración Gravimétrica .

Para evaluación se instala una celda de flotación WS - 180 , para en un futuro instalar la sección de flotación.

Del procesamiento en planta se obtienen tres productos :

Arenas Auríferas , Concentrado Knelson y Concentrado de Pirita .

Las arenas auríferas son traídas a Lima para ser atacadas químicamente y fundidas obteniéndose un bullón de aproximadamente 70 % de finos . Los concentrados de Knelson , Pirita y Flotación son comercializados

2.1 DESCRIPCION DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DEL MINERAL DE SELENE

SECCION CHANCADO

El mineral es transportado de mina con volquete de capacidad 12 TMH y almacenado en la tolva de gruesos (30 TMH)

El mineral es alimentado por un Pan Feeder "Denver" a la chancadora primaria de quijadas "Lippman" de 10" x 16" , el producto +1 ½"

alimenta una zaranda vibratoria doble piso de 3' x 6' , los productos (+m ¾" y -m 2") alimentan la chancadora cónica secundaria "Traylor" de 1- 8 " ; el producto de la chancadora secundaria y finos de la zaranda vibratoria (-m18 mm) son almacenados en una tolva de finos con capacidad para 60 TMH . El material es descargado por gravedad y transportado a la sección de molienda .

SECCION MOLIENDA

El mineral chancado (-m18 mm) alimenta al molino primario 5' x 6 ' a razón de 2.5 TMS/H ; la descarga del molino alimenta al concentrador Knelson CD - 12" obtienen dos sub-productos : Concentrado y Relave

El Concentrado es afinado en una mesa gravimétrica MS-15 , se obtiene dos productos : concentrado llamado "Arenas Auríferas" que presentan un contenido de oro de aproximadamente 18% , y el Relave de la mesa es ensacado y codificado como concentrado Knelson que presenta una ley promedio de oro aproximadamente 600 gAu/TM .

El Relave del concentrador Knelson alimenta al ciclón Kreb D-10" por estaciones con una bomba vertical galigher de 2 ½" y una bomba vertical "Sala" tipo SPV 263-80 , los gruesos del ciclón alimentan al molino secundario de bolas 4'x4' , los finos del ciclón alimentan al concentrador gravimétrico espiral LG 7D

La descarga del molino 4'x 4' alimenta a dos ciclones de fondo plano de 4" mediante una bomba vertical "Sala" tipo SPV 263-80 .Los

gruesos de los ciclones alimentan al concentrador espiral LG - 7D y los finos pasa a un cajón para alimentar las canaletas de corduroy .

SECCION GRAVIMETRIA

Los finos del ciclón D-10" con los grueso de los ciclones de fondo plano alimentan al concentrador espiral LG - 7D obteniéndose tres productos : Concentrados , Medios y Relave .

El concentrado alimenta a las dos mesas gravimetricas MS-6 : los medios recirculan al cajón que alimenta a los ciclones de base plana y los finos alimentan a las canaletas de corduroy

De las mesas gravimétricas el concentrado es recepcionado en bandejas durante 24 horas para luego ser afinadas en la mesa gravimétrica MS-15 , los medios formado por piritas es ensacado en costales y cosechados cada 24 horas , se codifica como concentrado de pirita con una ley promedio de oro de aproximadamente 450 g Au/TM ; y finalmente los relaves de las mesas gravimétricas alimentan al ciclón D-6" con una bomba vertical " Sala " tipo SPV 263-80 , los gruesos del ciclón pasan a remolienda en el molino de bolas 4'x4' y los finos pasan a un cajón para alimentar la canaleta de corduroy .

Los finos productos de la clasificación de los ciclones de fondo plano D -4" , del ciclón D - 6" y relave del espiral son depositados en un cajón de paso que alimenta a una canaleta de corduroy que tiene una pendiente de aproximadamente 3°, la descarga de la canaleta pasa finalmente a formar las arenas de relave

2.2 BALANCE METALURGICO DE LA PLANTA GRAVIMETRICA DE SELENE

El balance metalúrgico del mineral tratado en la planta gravimétrica Selene esta en función de los productos obtenidos desde el inicio de las operaciones hasta la fecha de cierre para dar inicio al tratamiento de las arenas de relave .

TABLA N° 1

BALANCE METALURGICO PLANTA GRAVIMETRICA 1996-1997					
	PESO (TMS)	LEY Au(g/TM)	FINOS (g)	% RECUPER.	%Recup- Acum.
CABEZA	23915,500	14,980	358254,19	100,00	
ARENAS- Au	0,463		83151,74	23,21	23,21
CONC-JIG	409,851	166,100	68076,29	19,00	42,21
KNELSON	200,335	167,343	33524,54	9,36	51,57
PIRITA	26,099	2378,060	62064,80	17,32	68,89
FLOTACION	6,747	72,014	485,88	0,14	69,03
CORDUROY	101,246	166,100	16816,91	4,69	73,72
RELAVE	23831,400	3,950	94134,03	26,28	

CAPITULO III

3.1 EVALUACION PARA EL TRATAMIENTO DE LAS ARENAS AURIFERAS DE RELAVES

El valor del mineral de Seleno está dado por la presencia de Oro Nativo , minerales de Plata como Naumatita ($Ag_2 Se$) y Aguilarita ($Ag_2 SeS$) asociados a una alteración cuarzo-sericita . La presencia de valores en el mineral de Seleno es bastante heterogéneo siendo sus leyes oscilantes desde 5 gAu / TM hasta 70 g Au/TM . El oro nativo presente en el mineral esta en forma de charpas , hilos y oro fino .

La heterogeneidad del mineral tanto en leyes como en tamaño de partícula origina que la ley del relave final varíe desde 2.64 gAu / TMS hasta 9.01 gAu / TMS . Los parámetros de control en la planta son el tonelaje de tratamiento por hora y el tiempo de descarga del concentrador Knelson .

Cuando la ley del mineral aumenta abruptamente de un momento a otro , el tonelaje de tratamiento es disminuido de 2.5 TMSPH á 2.0 TMSPH ; los tiempos de concentración del Knelson de 2 horas se baja hasta 0.5 horas , el control de escape de valores se determina plateando el relave cada 0.25 horas y al observarse presencia de oro se procede a la descarga del concentrador Knelson determinando de esta forma el tiempo de operación del mismo .

La presencia del oro esta dado en partículas de diferentes tamaños es decir el 30% en promedio se encuentra en la malla (+m48) como en algunos momentos el 40% en promedio esta en la malla (-m100). En

mina no era factible preparar el mineral por falta de stock de mineral debido al avance del tajeo como en las exploraciones .

En los meses de Enero y Febrero de 1997 , la ley baja a 10.7 gAu/TM y no se puede cumplir con el tonelaje requerido para el tratamiento de la planta gravimétrica superándose al avance de las exploraciones , por lo que gerencia general decide parar la planta gravimétrica y proceder al tratamiento de las Arenas Auríferas de la Cancha de Relave con contenido de oro gravimétrico reportando una ley promedio de 4.38 gAu/TM .

3.2 PRUEBAS METALURGICAS

Los puntos a considerar para el tratamiento de las arenas auríferas de relave son

- 3.2.1 - Determinación de las características de las arenas de relave .
- 3.2.2 - Preparación y acumulación de la arenas de relave
- 3.2.3 - Determinación de la gradiente del canalón .
- 3.2.4 - Alimentación de las arenas de relave .
- 3.2.5 - Agua para el repulpado de las arenas de relave .
- 3.2.6 - Determinación de los parámetros de operación (densidades de pulpa tiempo de concentración del Knelson , consumo de reactivos)
- 3.2.7 - Personal requerido .

3.2.1 DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS ARENAS DE RELAVE

La cancha de relave fue dividida en cuadrículas de 10m x 10m; en el centro de los mismos se hizo huecos de 1.0m x 1.2m para obtener muestras y determinar la densidad aparente de

las arenas, porcentaje de humedad, gravedad específica y granulometría para determinar el sistema de alimentación de las arenas para su tratamiento

Puntos de muestreo de la cancha de relave en sentido de aguas abajo (↘).

TABLA N° 2

UBICACION	PUNTOS DE MUESTREO							
CERRO	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
CENTRO	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7
MURO	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7

TABLA N°3**CARACTERISTICAS DE LAS ARENAS DE RELAVE**

Punto de Muestreo	Densidad Aparente (Kg / L)	% Humedad	Gravedad Específica (Kg / L)
1.0	1.855	31.06	2.613
1.1	1.270	14.60	2.578
1.2	1.720	36.74	2.616
1.3	1.730	33.18	2.722
1.4	1.690	32.95	2.731
1.5	1.689	29.16	2.744
1.6	1.800	33.40	2.751
1.7	1.770	34.28	2.830
Promedio	1.691	30.67	2.698
2.0	1.520	26.27	2.590
2.1	1.330	21.28	2.587
2.2	1.430	24.53	2.596
2.3	1.460	20.87	2.588
2.4	1.380	17.38	2.606
2.5	1.690	33.47	2.540
2.6	1.740	31.67	2.610
2.7	1.470	29.89	2.733
Promedio	1.503	25.67	2.606
3.0	1.215	17.90	2.601
3.1	1.350	17.74	2.579
3.2	1.280	13.62	2.538
3.3	1.315	13.79	2.579
3.4	1.500	23.45	2.573
3.5	1.700	26.12	2.581
3.6	1.820	25.55	2.577
3.7	1.798	22.87	2.581
Promedio	1.497	20.13	2.576

TABLA N°4**ANALISIS GRANULOMETRICO DE LAS ARENAS DE RELAVE**

Punto de Muestreo	% +m60	% +m100	% +m200	% -m200
1.0	0.11	0.67	4.71	94.51
1.1	0.24	0.27	3.98	95.51
1.2	0.28	0.43	0.81	98.48
1.3	0.37	0.62	1.17	97.84
1.4	0.92	0.19	0.98	97.91
1.5	0.81	0.51	1.81	96.87
1.6	1.32	3.56	2.01	93.11
1.7	0.64	0.17	0.57	98.62
2.0	0.68	3.44	11.59	84.29
2.1	5.94	16.39	24.70	52.97
2.2	4.52	13.40	18.42	63.66
2.3	6.91	16.48	13.50	63.11
2.4	8.90	24.29	18.06	48.75
2.5	0.11	0.75	2.04	97.10
2.6	0.20	1.02	3.11	95.67
2.7	0.51	0.99	2.18	96.32
3.0	4.05	13.97	25.34	56.64
3.1	10.41	22.63	16.59	50.37
3.2	19.46	28.88	13.91	37.75
3.3	18.37	26.78	19.74	35.11
3.4	10.23	17.28	10.80	61.69
3.5	4.13	10.09	13.28	72.50
3.6	2.39	9.71	12.74	75.16
3.7	3.17	9.67	14.06	73.10

3.2.2 PREPARACION Y ACUMULACION DE LAS ARENAS DE RELAVE

De los datos obtenidos podemos definir claramente dos tipos de material presentes en el relave originados por el método de deposición de los mismos los cuales presentan las siguientes características :

TABLA N° 5

CARACTERISTICAS DE LAS ARENAS DE RELAVE:

Material	Densidad Aparente	% Humedad	Gravedad Especifica	% -m200
Lamas	1.691	30.67	2.698	96.54
Arenas	1.490	20.13	2.576	46.93

El tonelaje acumulado para tratar es de 20 176.46 TMS con una ley promedio de 4.382 g Au/TM

La mina Selene tenía dos opciones para el traslado de las arenas de relave y puedan ser tratadas

- Un par de Winches eléctricos de 20m de alcance y capacidad máxima de 6 TMS/H
- Alquilar un cargador frontal " VOLVO 930 " , el cual operaría el menor tiempo posible en planta y continuaría con trabajos de mina

Por las características de las arenas de relave era necesario que se preparen, es decir mezclar las arenas con las lamas para evitar las variaciones abruptas de flujos y densidades de pulpa que perjudican la

concentración gravimétrica ; se concluye que lo más factible es alquilar un cargador frontal a \$30/H

3.2.3 DETERMINACION DE LA GRADIENTE DEL CANALON

Para la presente prueba se preparó una canaleta de plancha metálica de 1/16" de espesor con las siguientes características

Longitud	53.0 "
Sección transversal	Trapezoide
Base inferior	8.0 "
Base superior	12.0 "
Altura del trapecio	7.5 "

Se obtuvo muestras de las arenas de relave en diferentes puntos de la cancha y con las diferentes características previamente determinadas

PRUEBA N° 1

Material	Relave
Zona	Muro
Peso Húmedo de Muestra	40 Kg
% Humedad arena	7.51%
Característica	Arena gruesa
Gradiente Canaleta	25% (14°)
Presión Agua	2 PSI
Densidad de Pulpa (prom)	1565 g/L
Volumen de agua gastado	13 L
Tiempo de arrastre	15'01"

Observaciones prueba N° 1

El material resbala por la canaleta fácilmente ; la densidad de pulpa se mantiene constante

PRUEBA N° 2

Material	Relave
Zona	Cerro
Peso Húmedo de Muestra	36.4 Kg
% Humedad arena	21.46 %
Característica	Lama
Gradiente Canaleta	35% (20°)
Presión Agua	2 PSI
Densidad de Pulpa (prom)	1340 g/L
Volumen de agua gastado	46 L
Tiempo de arrastre	20'05"

Observaciones prueba N° 2

El material se pega en la canaleta , el agua lava las arenas adheridas a las lamas ; la densidad de pulpa varía desde 1160 g/L - 1510 g/L.

PRUEBA N° 3

Material	Relave
Zona	Cerro-muro
Peso Húmedo de Muestra	41.4 Kg
% Humedad arena	18.66 %
Característica	Removido
Gradiente Canaleta	35% (20°)
Presión Agua	2 PSI
Densidad de Pulpa (prom)	1516 g/L
Volumen de agua gastado	20 L
Tiempo de arrastre	9'20"

Observaciones prueba N° 3

El material compuesto por lamas y arenas resbala ; la densidad de pulpa varía desde 1450 g/L - 1560 g/L siendo optima para la concentración en el Knelson

PRUEBA N° 4

Material	Relave
Zona	Cerro
Peso Húmedo de Muestra	58.0 Kg
% Humedad arena	21.7 %
Característica	Lama
Gradiente Canaleta	28% (15°30')
Presión Agua	2 PSI
Densidad de Pulpa (prom)	1250 g/L
Volumen de agua gastado	30 L
Tiempo de arrastre	9'50"

Observaciones prueba N° 4

El material se pega en la canaleta , no resbala , se forma grumos y el agua se acumula ; la densidad de pulpa varía desde 1100 g/L - 1310 g/L , se aumenta la presión de agua pero no se logra romper los grumos

CONCLUSIONES

De las pruebas se determina que la gradiente óptima es del 35 % , lográndose que el material grueso al resbalar empuje los grumos de lama manteniéndose una densidad de pulpa promedio de 1500 g/L, siendo dicha densidad de pulpa requerida por el concentrador Knelson CD-20" y obtener la máxima recuperación

La adición de agua a la canaleta debe ser presurizada para romper los grumos de lama , empujar al material y obtener un menor consumo de agua , para lo cual se requiere de la instalación de un monitor para el alimento de las arenas de relave .

3.2.4 ALIMENTACION DE LAS ARENAS DE RELAVE

Para la alimentación de las arenas de relave se construyó una canaleta con planchas de fierro de ¼" apoyada sobre una base de costales rellenos con relave y encima con arenas de relave compactadas dándole una gradiente del 35 % .

La canaleta presenta las siguientes características

Longitud	39.2 ft
Sección transversal	Trapezoide
Base inferior	3.35 ft
Base superior	5.50 ft
Altura del trapecio	3.80 ft
Capacidad Canaleta	40.00 TMS

En la descarga de la canaleta se instala una parrilla de 3½" x 5" con el objetivo de atrapar costales , piedras , tubos , calaminas etc.

La descarga de pulpa y arenas de la canaleta alimenta una tolva de paso con capacidad para 15TMS , la pulpa es descargada por gravedad y controlada mediante una válvula de 8" que alimenta a un acondicionador para el repulpado .

La densidad de pulpa es regulada por chisquetes de agua instalados en las paredes de la tolva ($D_p = 1550 \text{ g/L}$) .

Para la preparación y alimentación de las arenas de relave se alquilo un cargador frontal marca " VOLVO 930 " con capacidad de alimentación de 100 TMH/h recorriendo una distancia de 40 m. El precio de alquiler del equipo fue de \$30 por hora .

El tiempo requerido para la preparación y alimentación de las arenas de relave es de 4 horas/ día .Las arenas se preparaban mezclando las lamas con las arenas avanzando longitudinalmente desde un tercio del muro hacia el cerro formando rampas para poder alimentar el canalón .

3.2.5 AGUA PARA EL REPULPADO DE LAS ARENAS DE RELAVE

El uso del monitor es uno de los antiguos medios para el tratamiento de minerales de placeres, fué desarrollado para que el agua sea lanzada a presión sobre la cara de un depósito de mineral con cabezas de bombeo de 30 m a más , consisten en fuertes impactos con alta velocidad para romper los bancos y desplazar hacia abajo y depositarlos convertidos en pulpa . Se basa en fuerza de momentos iguales :

$$F = d(AV)V = dAV^2$$

Donde :

A = Area de sección transversal al chorro de agua (m²)

F = Fuerza

V = Velocidad del agua del chorro (m/seg)

d = Densidad del fluido (Kg/m³)

La eficiencia del monitor “ Chorro de Agua “ disminuye y aumenta el consumo de agua cuando se incrementa la distancia recorrida por metro de terreno

El agua requerida para el tratamiento de las arenas de relave es obtenida del río Huinchuyo mediante una bomba Toyo Sumergible DL2-4 de 4 HP , instalada en serie a una bomba Hidrostal B 1 ½"- 2 ½" de 12.5 HP con el objetivo de presurizar el agua que alimenta un monitor compuesto por una manguera para alta presión (100 PSI) de 2" con reducción para tubería de 1 " y a su vez reducida a un chisguete de ½" proporcionando una presión aproximada de 50-80 PSI y un flujo de 47 GPM , lográndose en estas condiciones el tratamiento de 10 TMS/H .

TABLA N° 6

PRUEBAS PARA DETERMINACION DEL FLUJO DE AGUA

N° Prueba Agua	Densidad Pulpa g / l	TMS/h	Diámetro Monitor	Flujo GPM
1	1417	13.39	3/4"	48.0
2	1450	10.40	1/2"	47.0
3	1427	13.62	1/2"	47.8
4	1430	12.03	1/2"	47.5

3.2.6 PARAMETROS DE OPERACIÓN

De las pruebas anteriores se determino que la densidad de pulpa para la operación es de 1450 g/ l con un tonelaje de tratamiento de 10.40 TMH , la pulpa es alimentada a un acondicionador de 5' x 5' para luego ser bombeada por una bomba sala SPV 263-80 al clasificador helicoidal cuyo objetivo es mantener constante la densidad de pulpa , debido a la presencia de lamas en determinados momentos se requiere mayor consumo de agua.

La pulpa del clasificador helicoidal alimenta al concentrador Knelson CD-20" mediante una bomba Denver de 5" x 5" con sello de agua , la densidad de pulpa de 1450 g/ l es llevada a 1350 g/ l, en estas condiciones se obtiene una mayor recuperación del Knelson y el tiempo de descarga del concentrado Knelson se aumenta de 2 horas á 4 horas lográndose aumentar la ley del concentrado de 150gr Au/TMS á 400 gr Au/TMS .

El relave del concentrador Knelson alimenta a un acondicionador de reactivos de 5' x 5' y pasa a flotación con una densidad de pulpa de 1150 g / l no se logra aumentar la densidad de pulpa debido a la presencia del agua en el concentrador Knelson. El concentrado presenta una ley de 350 gr Au/TMS .

El relave de flotación alimenta al espesador 30' x 10' con el objetivo de eliminar agua y descargar las arenas de relave a las canchas con una densidad de pulpa de 1580 g / l .

TABLA N° 7

BALANCE METALURGICO TRATAMIENTO ARENAS DE RELAVE					
	PESO (TMS)	LEY Au(g/TM)	FINOS (g)	% RECUPER.	%Recup-Acum.
CABEZA	14928,870	4,640	69269,957	100,00	
KNELSON	19,460	805,200	15669,192	22,62	22,62
FLOTACION	78,440	354,157	27780,059	40,10	62,72
RELAVE	14830,96	1,741	25820,701	37,28	

TABLA N° 8

CONSUMO DE REACTIVOS			
	Unidades	JULIO	AGOSTO
Z - 6	g / TM	1734,00	1 750,00
A - 250	g / TM	15,36	18,78
A - 208	g / TM	1,67	1,72
D - 250	g / TM	34,11	51,30
Sulfato Cobre	g / TM	5,28	8,59
Floculante	g / TM	1,08	0,74

3.2.7 PERSONAL REQUERIDO

Para el tratamiento de las arenas de relave el personal mínimo requerido para cada guardia de 12 horas fue de 6 obreros :
01 Capataz , 01 alimentador de canaleta , 01 flotador , 01 relavero , 01 operador del concentrador Knelson y 01 volante para ayuda de la cosecha de concentrado

3.3 DISEÑO E INSTALACION DE EQUIPOS PARA EL TRATAMIENTO DE LAS ARENAS AURIFERAS DE RELAVE

Nuestro relave compuesto de oro libre y arena cuarcífera con material arcilloso , será tratado en una planta gravimétrica y de flotación con capacidad para 10 TMS / hora

El equipo de gravimetría es un concentrador Knelson CD-20 ; El equipo de flotación lo conforman dos celdas WS - 180 (Rougher) y dos celdas Denver 8 sp (subareadas) para limpieza .

El mecanismo de transporte de pulpas representa la parte más importantes del transporte de sólidos desde una determinada área de la planta hacia otra, un buen diseño del sistema de manipuleo de pulpas puede ayudar en bajar costos de capital de planta

Pulpa es una mezcla de rocas chancadas o molidas mezcladas con agua o solución química , pueden definirse flujos a diferentes condiciones

- a) Suspensión Homogénea
- b) Suspensión Heterogénea
- c) Cama movediza (fluidizada)
- d) Cama estática

a) FLUJOS HOMOGENEOS : Toman posiciones donde los sólidos son distribuidos uniformemente a través de la tubería y con tamaños de partículas pequeñas , hasta 325 mallas .

b) FLUJOS HETEROGENEOS : Es el más común , en este sistema hay un incremento gradual en la concentración de partículas sólidas hacia el fondo de una tubería . Hay un ancho rango imparcial de velocidades bajo todo el sistema

c) CAMA MOVEDIZA : El curso de la partícula se establece fuera y salpica a lo largo del fondo de la tubería Operaciones bajo estas condiciones éste sistema opera dentro de un estrecho rango de velocidades en líneas de tuberías cerradas .

d) CAMA ESTATICA : Existen condiciones cuando el curso del material tiene establecido en el fondo de la tubería restricciones del área disponible . Estas condiciones pueden ser eludidas

3.3.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE PULPAS

Las pulpa puede ser transportada por bombas a través de una línea de tuberías o por desarrollar una cabeza

gravimétrica y fluir a través de una tubería o a lo largo de un canal abierto

Las canaletas (Launder) son frecuentemente usadas en algunas plantas procesadoras como un medio de colección de productos o transporte de ellos.

Estos pueden tener forma de una batea abierta o de tubería , esmeradas consideraciones tienen que ser dadas para el diseño de sistemas de canaletas porque demasiada inclinación puede innecesariamente aumentar la altura de la edificación y la no suficiente inclinación puede crear problemas de derrames vuelcos .

Los datos requeridos para el diseño de transporte de pulpas por bombas o canaletas son

- Gravedad específica promedio del sólido
- Tonelaje seco de sólido a ser transportado
- Porcentaje de sólidos que satisfacen el proceso
- Distribución del tamaño de partículas

Las canaletas pueden ser de sección transversal

- *Semicircular*
- *Rectangular* .

La sección transversal semicircular es usada cuando el material es fino y en suspensión , en otras palabras cuando la pulpa es homogénea o/u heterogénea

La sección transversal rectangular es usada para pulpas que transportan (acarrean) partículas gruesas y proveen grandes áreas para un movimiento libre de partículas contenidas a lo largo de la base .

La fórmula usada para el sistema de canaletas (Launder) es la de MANNING

Velocidad (ft/seg)

$$V = \frac{1.486 (R)^{\frac{2}{3}} \times (S)^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Volumen de Pulpa (ft³ /seg)

$$Q = \frac{1.486 (AR)^{\frac{2}{3}} \times (S)^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde :

R :Ratio Hidráulico (área del flujo a perímetro mojado)

S :Inclinación del Canal en f/f = 0.12

A :Area del flujo de la corriente

n :Factor de Fricción (0.012 para tubería de acero)

TABLA N° 9

Material de forro de Canales	Coefficiente de Fricción n
Caucho	0.012
Acero liso y madera	0.012
Acero gastado aspero , madera	0.015
Trabajado en ladrillo	0.016

Altura de Canal

Para prevenir salpicaduras y desbordamientos de canales , la siguiente relación debe ser mantenida

Para canales altos $h = 3 d$
Para canales semicircular $d = 0.5D$

Estos datos sólo aplicable para transporte en canales , no para canales de recolección los cuales frecuentemente tienen alimentación entrante en ángulo recto a lo largo de la longitud total del canal .

Canales recolectores de flotación son un ejemplo de esto y la inclinación esta generalmente establecida en 2 ½ pulg/ft para el abastecimiento de espuma y chisquetes de agua .

TABLA N° 10

ANALISIS GRANULOMETRICO DE RELAVES

MALLA	MICRONES	% PESO	%Ac (+)	%Ac (-)
+m20	850	0.15	0.15	99.85
+m60	250	9.19	9.34	90.66
+m10	150	15.46	24.80	75.20
+m140	106	11.06	35.86	64.14
+m200	75	9.33	45.19	54.81
+m270	53	11.33	56.52	43.48
+m400	38	23.13	79.65	20.35
m400			20.35	100.00

d50 = 66 micrones

AGITADOR 5' x 5'

CALCULO DE POTENCIA MINIMA REQUERIDA

TANQUE	Diámetro	152.40 cm
	Altura	128.00 cm
	Volumen	2.34 m ³
MOTOR		10 HP
		1760 RPM
		40 RPM
SF		1.15
IMPULSOR	Diámetro	0.350 m
	Altura	0.405 m

CARACTERISTICAS DE LA PULPA

Gravedad Especifica	2.6
Gravedad Especifica de Pulpa	1.5
E (porosidad)	0.6875
% Peso	54.17
% Volumen	31.95

CALCULO DE POTENCIA MINIMA REQUERIDA

Potencia mínima requerida para tener en suspensión el 100 % de partículas .

$$P / V = 0.092 \times g \times V \times (D_t/D_a) \times ((1-E)/ E)^{\frac{1}{2}} \times \exp ((5.3 \times H_a) / D_t) \times (ps-pf)$$

P = Potencia , Kw

V = Volumen del agitador , m³

Va = Velocidad terminal m/seg.

Dt = Diámetro del tanque , m

Da = Diámetro del impulsor , m

g = Aceleración de la gravedad 9.81 m/seg²

E = Porosidad

Ha = Altura del impulsor , m

ps = Densidad de mineral , Kg/m³

pf = Densidad del agua , Kg/m³

$$Va \text{ turbulento} = \left(\frac{4}{3} \times g \times \frac{d_o}{fd} \times \left(\frac{ps-pf}{pf} \right) \right)^{\frac{1}{2}}$$

fd = Constante de arrastre , N° de Froude

do = Diámetro de partícula

Para condiciones extremas (100% 20 mallas) = 850 micrones

$$Va \text{ turbulento} = \left(\frac{4}{3} \times 9.81 \times \frac{(0.000850)}{0.44 \times \left(\frac{2600-1000}{1000} \right)} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$Va = 0.201 \text{ m/seg.}$$

$$P/V = 0.092 \times 9.81 \times 0.201 \times 1.52 / 0.35 \times (0.3125 / 0.6875)^{\frac{1}{2}} \times \exp((5.3 \times 0.405) / 1.52) \times 1600$$

$$P/V = 3,488$$

$$P = 3,488 \times 1.28 \times \pi \times (0.762)^2 \times w$$

$$(1) \quad P = 8.14 \text{ Kw} = 10.91 \text{ HP (100\% 20 malla)}$$

$$(2) \quad P = 2.27 \text{ Kw} = 3.05 \text{ HP (50\% 66 micrones)}$$

CONCLUSIONES

1.-Para la primera condición , el motor operaría a condición limitada .

2.-Para la segunda condición , (nuestra condición promedio) el motor está en sobre dimensión

BOMBA SALA 3" x 3"

Estación de bombeo N° 1

Gravedad específica mineral = 2.6

Tonelaje tratado = 10 TM/h = 11.02TC/h

CALCULO DE POTENCIA MINIMA REQUERIDA

1. CALCULO DE VELOCIDAD CRITICA (pies/seg)

Es aquella velocidad a la que los sólidos transportados en una tubería se asientan ocasionando la progresiva reducción del diámetro con el consiguiente atoro de la tubería

Para éste cálculo se consideran dos fórmulas

Durand - Condolios (1)

Referencia (2) Design and Instalation of Concentrator and Dewatering Circuits by Mular and Anderson

Durand - Condolios

$$V_c = F_1 \times (2 \times g \times D \times ((S_s - S_l) / S_l))^{\frac{1}{2}}$$

Referencia (2)

$$V_l = 1.13 \times D^{0.3} \times ((S_s - S_l) / S_l)^{0.75} \times \ln(d_{50}/16) \times \ln(60/C_v)^{0.13}$$

$$V_c = V_l = \text{Velocidad critica , pies/seg}$$

F1 = Constante de arrastre = N° de Froude

F1 = Considerando d50 = 66 micrones

g = Aceleración de la gravedad = 32.2 pies/seg²

D = Diámetro de tubería , en pies , en pulgadas , (Fórmula 2)

Ss = Gravedad específica del sólido = 2.6

Sl = Gravedad específica del líquido = 1

Cv = % de sólidos , en volumen

TABLA N° 11

Número de Froude

Densidad de Pulpa (g/l)	% Peso	% Volumen	F1
1600	60.93	37.49	0.882
1550	57.66	34.37	0.889
1500	54.16	31.24	0.910
1450	50.43	28.12	0.919
1400	46.43	25.00	0.929
1350	42.13	21.87	0.937
1300	37.50	18.75	0.942

TABLA N° 12

VELOCIDAD CRITICA DURAND - CONDOLIOS (pies/s)

Diámetro de Tubería		Densidad de Pulpa (g / l)						
Pulg	Pies	1600	1550	1500	1450	1400	1350	1300
2.0"	0.16'	3.58	3.71	3.70	3.74	3.78	3.81	3.84
2.5"	0.21'	4.10	4.13	4.23	4.28	4.32	3.36	4.38
3.0"	0.25'	4.47	4.51	4.62	4.66	4.72	4.76	4.78
4.0"	0.33'	5.14	5.18	5.30	5.42	5.48	5.52	5.55

TABLA N° 13

VELOCIDAD DE PULPA (pulg / seg)

Densidad	GPM	Diámetro de tubería			
		2"	2.5"	3.0"	4.0"
1600	45.22	4.61	2.95	2.04	1.15
1550	49.32	5.03	3.22	2.23	1.25
1500	54.26	5.54	3.54	2.46	1.38
1450	60.28	6.68	4.27	2.96	1.67
1400	67.81	6.92	4.43	3.07	1.73
1350	77.50	7.91	5.06	3.51	1.97
1300	90.42	9.23	5.91	4.10	2.31

Según la fórmula Durand - Condolius (la cual da valores conservadoramente altos) , no podríamos trabajar a 1350 g/l de densidad en condiciones seguras.

TABLA N° 14

VELOCIDAD CRITICA (pulg / seg)

Diámetro Tubería	Densidad de Pulpa (g l)			
	1350	1400	1450	1500
3.0"	3.17	3.11	3.05	2.99

CONCLUSION

La fórmula N° 2 , nos da valores bajo de velocidad critica comparados con los de la fórmula N° 1 . La segunda fórmula por ser más reciente nos autoriza a operar con densidades no mayores de 1350 g / l en condiciones seguras .

Considerando un factor de seguridad de 15% , para el tonelaje tratado tendríamos

$$11.5 \text{ TM/hora} = 12.67 \text{ TC/hora} = 89.10 \text{ GPM (1350 g/l)}$$

$$\text{Velocidad de pulpa} = 4.04 \text{ pulg/seg}$$

Cálculo de la Cabeza Dinámica

$$\text{CDT} = H_s + H_f + H_v - H_I$$

CDT = Cabeza dinámica total

H_s = Pérdidas de cabeza por fricción en pies / 100 pies

H_v = Cabeza de velocidad en pies

H_I = Cabeza de succión en pies

Longitud de tubería = 133.2 pies

Longitud de tubería equivalente (dos acoplamientos) = $2 \times 5 = 10$

$$f = 0.2083 \times (100 / C)^{1.85} \times Q^{1.85} / D^{4.8655} \quad (\text{Hazen Willians})$$

f = Cabeza de fricción en pies por 100 pies de tubería

C = Constante = 140 (polietileno)

Q = Volumen de pulpa en GPM

D = Diámetro interno de tubería en pulgadas (3")

$$f = 2.16 \text{ pies} / 100 \text{ pies de tubería}$$

$$H_f = (133.2 + 10) \times 2.16 / 100 = 3.09$$

$$H_v = v^2 / 2g = (4.04)^2 / (2 \times 32.2) = 0.25 \text{ pies}$$

$$H_I = 1.00 \text{ pies (se asume)}$$

$$H_s = \text{Cabeza estática} = 21.3 \text{ pies}$$

$$\text{CDT} = H_s + H_f + H_v - H_l$$

$$\text{CDT} = 21.3 + 0.25 + 3.09 - 1.00$$

$$\text{CDT} = 23.64 \text{ pies}$$

$$\text{CDT} * 1.15 = \text{Factor de seguridad} = 27.19 \text{ pies}$$

POTENCIA REQUERIDA

$$\text{HP} = \text{lbs de pulpa por minuto} \times \text{cabeza} / 33000$$

$$\text{HP} = \text{pies cúbicos de pulpa por minuto} \times 62.4 \times \text{Gepulpa} \times \text{cabeza} \\ \text{dinámica total} / 33000$$

$$\text{HP} = (11.91 \times 62.4 \times 1.35 \times 27.19) / 33000 = 0.83$$

La potencia instalada esta en sobre dimensión, igualmente en lo que respecta a la cabeza que desarrolla la bomba .

BOMBA 5" X 5" SEGUNDA ETAPA DE BOMBEO

Características de la pulpa	Densidad = 1350 g/ l
	GPM = 89.10
Motor	Cv = 20
Bomba	Tamaño = 5" x 5"
	RPM = 1320

Longitud de tubería de 3" diámetro = 194.6 pies

Longitud equivalente tubería 45 pies tres acoplamientos más un codo de 90°

$$\text{CDT} = H_s + H_f + H_v - H_l$$

$$H_s = \text{Cabeza estática} = 49.2 \text{ pies}$$

$$H_f = (194.6 + 45) \times 2.16 / 100 = 5.17 \text{ pies}$$

$$H_v = V^2 / 2g = (4.04)^2 / (2 \times 32.2) = 0.25 \text{ pies}$$

$$H_i = 1.0 \text{ pie}$$

$$CDT = 49.2 + 5.17 + 0.25 - 1.0$$

$$CDT = 53.12 \text{ pies}$$

$$CDT \times 1.15 = 61.1 \text{ pies}$$

$$\text{HP requeridos} = \text{Pies cúbicos de pulpa por minuto } 62.4 \times 1.35 \times 61.1 / 33000$$

$$\text{HP requeridos} = 11.91 \times 62.4 \times 1.35 \times 61.1 / 33000$$

$$\text{HP requeridos} = 1.86$$

La potencia del motor es de 20 CV en sobre dimensión

Por catálogo una bomba 5" x 5" a 1320 RPM desarrolla una cabeza de 110 pies a 50% de eficiencia

CALCULO DE POTENCIA MINIMA REQUERIDA DE BOMBA 5" X 5"

Segunda estación de bombeo a Espesador 30' x 10' .

Características de la pulpa	Densidad = 1350 g/l
	GPM = 89.10 = 11.91 pies ³ / min
Motor	Cv = 20
Bomba	Tamaño = 5" x 5"
	RPM = 1320

Longitud de tubería de 3" diámetro = 187.3 pies

Longitud equivalente tubería 45 pies dos acoplamientos más un codo de 90°

$$f = 2.6 \text{ pies} / 100 \text{ pies de tubería}$$

$$CDT = H_s + H_f + H_v - H_i$$

$$H_s = \text{Cabeza estática} = 76.1 \text{ pies}$$

$$H_f = (187.3 + 45) \times 2.16 / 100 = 6.04 \text{ pies}$$

$$H_v = V^2 / 2g = (4.04)^2 / (2 \times 32.2) = 0.25 \text{ pies}$$

$$H_i = 1.0 \text{ pie}$$

$$\text{Densidad de pulpa} \quad \quad \quad 1350 \text{ g / l}$$

$$\text{CDT} \quad \quad = 76.1 + 6.04 + 0.25 - 1.0$$

$$\text{CDT} \quad \quad = 81.39$$

$$\text{CDT} \times 1.15 = 93.6$$

$$\text{HP} = (\text{pies}^3 \text{ de pulpa por minuto} \times \text{cabeza}) / 33000$$

$$\text{HP} = (11.91 \times 62.4 \times 1.35 \times 93.6) / 33000 = 2.84$$

La bomba instalada esta en sobre dimension

POTENCIA MINIMA BOMBA 5" X 5" TERCERA ESTACION DE BOMBEO A ESPESADOR

Característica de la Pulpa Relave del concentrador Knelson

$$\text{Densidad} \quad \quad \quad 1200 \text{ g / l}$$

$$C_w = 27.1\% \text{ (Porcentaje en peso de sólidos)}$$

$$C_v = 12.5 \% \text{ (Porcentaje en volumen de sólidos)}$$

$$\text{Diámetro de tubería} \quad = 3.5''$$

$$\text{Tonelaje tratado} \quad 10 \text{ TM/h} \times 1.15 = 12.67 \text{ TC/h}$$

$$\text{GPM} = 155.8$$

CALCULO DE VELOCIDAD CRITICA

Fórmula de Durand - Condolios

$$V_c = F_1 \times ((2gd \times (S_s - S_l) / S_l))^{\frac{1}{2}}$$

$$V_c = 0.89 \times ((2 \times 32.2 \times 0.29 \times 1.6))^{\frac{1}{2}}$$

$$V_c = 4.87 \text{ pies / seg}$$

$$\text{Velocidad de pulpa} = 0.4083 \times 155.8 / (3.5)^2$$

$$V \text{ pulpa} = 5.19 \text{ pulg / seg}$$

Fórmula nueva (Ref. Mular - Anderson)

$$V_i = 1.13 \times D^{0.3} (S_s - S_l)^{0.75} \ln(d_{50} / 16) \times (\ln 60 / C_v)^{0.13}$$

$$V_i = 3.22 \text{ pulg / seg}$$

Se concluye que estamos trabajando en condiciones seguras con tubería de 3.5" de diámetro interno .

$$\text{Cabeza dinámica total} = H_s + H_f + H_v - H_i$$

$$H_s = \text{Cabeza estática} = 46.6 \text{ pies}$$

$$f = 0.2083 \times (100/140)^{1.852} \times (155.8)^{1.85} \times / (3.5)^{4.8655} = 2.86$$

pies/100 pies de tubería con codo de 90° más dos acoplamientos = 40 pies de tubería .

$$\text{Longitud de tubería} = 151 \text{ pies}$$

$$H_f = (151 + 40) \times 2.86 / 100 = 5.46 \text{ pies}$$

$$H_v = V^2 / 2g = (5.19)^2 / (2 \times 32.2) = 0.42 \text{ pies}$$

$$H_i = 1.0 \text{ pies}$$

$$\text{CDT} = 46.6 + 5.46 + 0.42 - 1.0 = 51.48 \text{ pies}$$

$$\text{CDT} \times 1.15 = 59.2 \text{ pies}$$

POTENCIA REQUERIDA

$$\text{HP} = (\text{pies}^3 \text{ de pulpa por minuto} \times \text{cabeza}) / 33000$$

$$\text{HP} = (20.8 \times 62.4 \times 1.2 \times 59.2) / 33000$$

$$\text{HP} = 2.79$$

El motor de la bomba esta en sobre dimensión .

Por catálogo la bomba 5" x 5" a 1000 RPM desarrolla 72 pies de cabeza .

CAPITULO IV

4. PARAMETROS DE OPERACION

4.1 DESCRIPCION DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

Las arenas de relave acumuladas en la canaleta con capacidad de 100 TMS , alimentan una tolva de paso con capacidad de 50 TMS mediante un monitor de alimentación de agua a presión que hace que las arenas resbalen , la pulpa es descargada en un tanque agitador que cumple la función de repulpado siendo la densidad de descarga de la pulpa 1500g/l .

La pulpa descarga alimenta la bomba Sala 3" x 3" la cual transporta la pulpa a un clasificador helicoidal de 5" x 17" con el objetivo de homogenizar la pulpa . La densidad de pulpa del rebose es de 1500 - 1400 g / l

El rebose del clasificador helicoidal alimenta una bomba SRL 5" x 5" que transporta la pulpa hacia la tolva de paso del concentrador Knelson CD-20 , la densidad de pulpa que alimenta al concentrador Knelson CD-20 es de 1350 g / l . El Knelson se descarga cada 4 horas ; se obtienen dos productos: concentrado y relave .

El concentrado es ensacado , muestreado por el laboratorio químico y almacenado para posteriormente ser tratado o comercializarlo .

El relave del concentrador Knelson CD-20 con una densidad de pulpa de 1250 g / l alimenta la bomba Sala 2 1/2 " que alimenta al agitador 5' x 5' en el cual la pulpa es acondicionada con los reactivos para la flotación del oro .

Se adiciona Sulfato de Cobre al 5% , Xantato Z-6 al 10% más una mezcla de Xantato Z-6 con A-208 , el tiempo de acondicionamiento es de 12 minutos , en las celdas Serrano WS-180 se adiciona el A-404 al 10% y el D-250 al 10% .

Se tiene dos celdas Serrano WS-180 , una celda Rougher una Scavenger y un banco de celdas Denver para Cleaner el relave de la celda Cleaner es recirculado y el concentrado de flotación es almacenado en unas cochas para ser cosechados, muestreados por el laboratorio químico y almacenados . El relave de la Scavenger alimenta al espesador 30' x 10' con una densidad de pulpa de 1200 g / l .

El objetivo del espesador es para disminuir el agua y descargar las arenas tratadas en la cancha de relave con una densidad de pulpa de 1450 g / l . El rebose del espesador con densidad de pulpa de 1010 g / l se deposita en una cancha de relave deslamadora para su sedimentación antes de ser evacuada al agua al río con un promedio de sólidos suspendidos menores a 25 ppm .

4.2 PRODUCTOS OBTENIDOS

Del tratamiento de las arenas de relave se obtienen dos productos :

Concentrado del Knelson CD-20

Concentrado de Flotación

Los concentrados son cosechados cada 24 horas , ensacados, pesados y muestreados por el laboratorio químico para determinar el porcentaje de humedad y contenido de oro en g/TMS.

La presencia del oro en el concentrado Knelson es en láminas, fillos y finos podemos decir que estamos en la -m100 a diferencia que en el concentrado de flotación el oro es mucho más finos aproximadamente un 40 % de oro se presenta en la malla -m325

Los concentrados pueden ser tratados por cianuración o vendidos . En el caso de Selene el inconveniente del tratamiento es que no existe área de terreno para la deposición de los relaves cianurados como exige el Ministerio de Energía y Minas y tampoco se cuenta con los equipos requeridos

Se realizan pruebas de cianuración para determinar el porcentaje de recuperación para cada uno de los concentrados y poder comercializarlos

4.3 PRUEBAS METALURGICAS

PRUEBA DE CIANURACION EN VATS

	PRUEBA N° 1	
Muestra		Arenas Concentrado
Knelson		
Peso (Kg)	30.00	
Ley Au (g / TM)	118.16	
Ley Ag (g / TM)	180.00	
Cianuro de Sodio (g NaCN / g Au)	3.80	Curado
Cemento (Kg / TM)	30.00	
Humedad Aglomeración (%)	20.00	
pH	11.00	
Tiempo de Curado	48.00	

INUNDACION DEL VAT

Volumen Agua (litros)	15.00
Tiempo (horas)	9.00
Fuerza del Cianuro (%)	0.065
pH	11.00
Recirculación Solución (horas)	336.00

LAVADO DE LAS ARENAS

Volumen de agua de lavado (l / d)	5.0
Tiempo (horas)	72.0

RESULTADOS

Ley Arenas Relave (gAu / TMS)	38.65
Ley Solución Rica (gAu / m3)	99.50
Ley Solución Lavado (gAu / m3)	67.61
% Recuperación sólidos	67.29 %

PRUEBA N° 2

Muestra	Arenas Concentrado Knelson	
Peso (Kg)	35.00	
Ley Au (g / TM)	301.75	
Cianuro de Sodio (g NaCN / g Au)	3.80	Curado
Cemento (Kg / TM)	50.00	
Humedad Aglomeración (%)	15.00	
pH	12.00	
Tiempo de Curado	72.00	

INUNDACION DEL VAT

Volumen Agua (litros)	2500
Tiempo (horas)	9.00
Fuerza del Cianuro (%)	0.35
pH	12.00
Recirculación Solución (horas)	312.00

LAVADO DE LAS ARENAS

Volumen de agua de lavado (l / d)	11.00
Tiempo (horas)	48.00

RESULTADOS

Ley Arenas Relave (gAu / TMS)	18.67
Ley Solución Rica (gAu / m ³)	337.64
Ley Solución Lavado (gAu / m ³)	135.30
% Recuperación sólidos	93.81 %

PRUEBA N° 3

Muestra	Concentrado Knelson y Concentrados de Flotación	
Proporción	1 : 1	
Peso (Kg)	20.00 / 20.00	
Ley promedio Au (g / TM)	135.36	
Cianuro de Sodio (g NaCN / g Au)	3.80	Curado
Cemento (Kg / TM)	30.00	
Humedad Aglomeración (%)	12.00	
pH	12.00	
Tiempo de Curado	48.00	

INUNDACION DEL VAT

Volumen Agua (litros)	25.00
Tiempo (horas)	9.00
Fuerza del Cianuro (%)	0.80
pH	11.00

RESULTADOS

La mezcla de sólidos no tienen consistencia difícil percolación de la solución, queda retenido 10.1 litros de solución por lo tanto se interrumpe la prueba.

PRUEBA N° 4

Muestra	Concentrado Knelson y concentrados de flotación	
Proporción	2 : 1	
Peso (Kg)	27.00 / 14.00	
Ley promedio Au (g / TM)	258.24	
Cianuro de Sodio (g NaCN / g Au)	4.00	Curado
Cemento (Kg / TM)	30.00	
Humedad Aglomeración (%)	12.00	
pH	12.00	
Tiempo de Curado	48.00	

INUNDACION DEL VAT

Volumen Agua (litros)	25.00
Tiempo (horas)	9.00
Fuerza del Cianuro (%)	0.06
pH	12.00
Recirculación Solución (horas)	240.00

RESULTADOS

La mezcla de sólidos a medida que pasan los días pierde consistencia y se va haciendo difícil la percolación de la solución , queda retenido 7.7 litros de solución por lo tanto se interrumpe la prueba.

PRUEBA N° 5

Muestra	Concentrado Knelson y concentrados de flotación	
Proporción	3 : 1	
Peso (Kg)	30.00 / 10.00	
Ley promedio Au (g / TM)	186.70	
Cianuro de Sodio (g NaCN / g Au)	2.00	Curado
Cemento (Kg / TM)	30.00	
Humedad Aglomeración (%)	15.00	
pH	11.00	
Tiempo de Curado	48.00	

INUNDACION DEL VAT

Volumen Agua (litros)	25.00
Tiempo (horas)	24.00
Fuerza del Cianuro (%)	0.25
pH	12.00
Recirculación Solución (horas)	240.00

RESULTADOS

La mezcla de sólidos a medida que pasan los días pierde consistencia y se va haciendo difícil la percolación de la solución , queda retenido 10.0 litros de solución por lo tanto se interrumpe la prueba.

CONCLUSIONES DE LAS PRUEBAS

El concentrado Knelson es bastante dócil a la cianuración en Vats muy por el contrario del concentrado de flotación que por ser muy lamoso la aglomeración de los sólidos no es estable originando deficiencia en la percolación de las soluciones ricas y de lavado de los sólidos

Se concluye en no realizar el tratamiento de concentrados de flotación por cianuración en vats ni cianurarlo en tanques agitadores por la deficiencia de equipos y por la falta de área para la cancha de relaves .

4.4 TRATAMIENTO DE CONCENTRADOS

CONCENTRADO KNELSON - I

Conforme a las pruebas realizadas , se preparó el Vat con Concentrados producidos por el Knelson CD-20 , de los resultados obtenidos se puede deducir que es factible la recuperación de valores teniendo presente el tamaño de partícula de oro que está presente en el material .

Es un material bastante dócil , obteniéndose recuperaciones altas .

CONDICIONES DE OPERACION

Peso de Concentrado (Kg-S)	4,387.56
Ley de Oro (g Au / TMS)	142.19
Cemento (Kg / TMS)	19.40
Cinauro de Sodio (Kg / TMS)	2.51
Agua Aglomeración (m3)	0.18
Agua Lixiviación (m3)	0.48
Agua Lavado (m3)	0.74
Tiempo de Lixiviación (Días)	40.00
Curado (horas)	96.00
Humedad de Aglomeración (%)	18.00

CONCLUSIONES

Se tuvo problemas en cuanto al uso del cemento debido principalmente a la calidad de este , el material no aglomero bien , una bolsa estaba en malas condiciones

No se tuvo materiales adecuados para el riego , se adapto a la manguera una canastilla de ducha y se insufló aire en el tanque para airear la solución .

Para el siguiente Vat se instalará tuberías de PVC con perforaciones que permitan el riego en toda la superficie . Se espera reducir el tiempo de tratamiento

TABLA N° 15

BALANCE METALURGICO

PRODUCTO (Kg - m3)	PESO (Kg - m3)	LEYES (gAu/TM)	CONTENIDO (g)	% RECUP
CABEZA	4,387.56	142.191	623.870	100.00
CARBON	47.97	12.633	605.998	97.13
COLA SOLID.	4,387.56	2.509	11.000	1.76
SOLUC. BARREN	5.00	1.373	6.873	1.11

CONCENTRADO KNELSON - II

Se cianuro 3,503 kg de Concentrados producidos por el Knelson CD-20 .

CONDICIONES DE OPERACION

Peso de Concentrado (Kg-S)	3,503.00
Ley de Oro (g Au / TMS)	279.71
Cemento (Kg / TMS)	24.55
Cinauro de Sodio (Kg / TMS)	1.31
Agua Aglomeración (m3)	0.65
Agua Lavado (m3)	1.00
Tiempo de Lixiviación (Días)	45.00
Curado (horas)	96.00
Humedad de Aglomeración (%)	18.00

TABLA N° 16

BALANCE METALURGICO

PRODUCTO (Kg - m3)	PESO (Kg - m3)	LEYES (gAu/TM)	CONTENIDO (g)	% RECUP
CABEZA	3,503.00	279.71	979.839	100.00
CARBON	48.71	18.50	901.176	91.97
COLA SOLID.	3,503.00	14.07	49.298	5.03
SOLUC. BARREN	2.52	1.07	2.719	0.28

CONCENTRADO DE FLOTACION

Para este concentrado se ha determinado que lo más factible es su comercialización . El concentrado es depositado en cochas , ensacado y pesado después de 24 horas , tiempo suficiente para que escurra y tenga una humedad promedio de 31%.

El laboratorio químico en presencia del Ingeniero de planta procede al pesado y muestreo de cada saco para la determinación de la leyes del concentrado por oro y plata y determinar el porcentaje de humedad

Muestreado los concentrados son depositados los sacos en una plataforma para el escurrido, secado y preparar sacos con 50 Kg peso neto de concentrado , los sacos son apilados en rumas para ser vendidos .

PRUEBA DE CIANURACION

Material	Concentrado de flotación
GE	3.072
Ley de concentrado	334.083 gr Au / TM
	360.022 oz Ag / TM

Equipo	Celda de flotación Denver
RPM	1200
Volumen de pulpa	1000 ml
Densidad de pulpa	1380 gr/ l
Fuerza inicial del cianuro	0.25 %
PH	10.5
Tiempo de cianuración	162 hrs
Consumo de cianuro	8.3 Kg/TM
Consumo de cal	3.2 Kg/TM
% Recuperación de oro	90.56 %
% Recuperación de plata	90.18 %

4.5 COMERCIALIZACION CONCENTRADO DE FLOTACION

Vendido el concentrado de flotación en la fecha de entrega están presentes los Ingenieros de las compañías comercializadoras y el representante de un laboratorio de prestigio .

- 1 - El Concentrado es pesado y muestreado obteniéndose entre 2 á 3 incrementos de cada saco formándose lotes entre 400 á 600 sacos
- 2 - Terminado el muestreo se saca la muestra para determinar la humedad y calidad del mismo por dos laboratorios de prestigio.
- 3 - A partir del 18% de humedad se castiga el peso del concentrado con un 0.5% de merma seca .

4 - El precio del concentrado es del 99.50 % de la cotización del oro y plata.

5 - Nos pagan el 95.00 % de la ley de plata .

6 - Nos pagan el 93.00 % de la ley de oro .

7 - La maquila es de 340 \$ / TMS

8 - Los gastos de refinación para la plata es de 0.51 \$/ Oz y para el oro es de 5.10 \$ / Oz .

9 - Para las leyes se considera un rango de oscilación 0.07g para el oro y de 0.10 Oz para la plata

10 - Precio del concentrado por el contenido de finos

$$P /TMS = 0.995Cotización \times 0.995Ley Oro \times TMS - Maquila$$

$$P/TMS = 0.995Cotización \times 0.993Ley Plata \times TMS -Maquila$$

CAPITULO V

5.1 CONSUMO DE REACTIVOS

TABLA N°17

MES	TMS	A - 208	A - 404	Z - 6	D - 250	Sulfato-Cu	PHP - 80
	Tratadas	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
MARZO	789,432	7,89	4,00	7,89	47,22	2,5	0,00
JUNIO	3901,450	12,05	0,50	10,25	33,07	0,0	2,50
JULIO	5306,840	15,36	1,67	17,50	34,11	28,0	5,75
AGOSTO	4074,100	18,78	1,72	17,50	51,30	35,0	1,80

COSTO DE REACTIVOS

	Soles/Kg
A - 208	7.10
A - 404	7.80
Z - 6	8.25
D - 250	8.70
Cu ₂ SO ₄ .5H ₂ O	0.43
PHP - 80	31.01

5.2 CONSUMO DE ENERGIA - AGOSTO 1997

TABLA N°18

EQUIPOS	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA REAL HP	POTENCIA REAL KW	HORAS OPERAC.	KWH
Bomba toyo	4,00	4,00	2,98	564,64	1684,89
Bomba Sala	10,00	10,00	7,46	564,64	4212,21
Bomba SRL 5"x5"	24,00	13,40	10,00	564,64	5646,40
WS - 180	18,00	10,63	7,93	564,64	4477,60
WS - 180	18,00	10,72	8,00	564,64	4517,12
Celda de Limpieza	10,00	9,00	6,71	564,64	3790,99
Galigher Recirculación	9,00	2,65	1,98	564,64	1117,99
KN - CD-20	7,50	7,00	5,22	564,64	2948,55
Bomba Sala Recirculación	9,00	7,00	5,22	564,64	2948,55
Bomba Sala 5"x5" Relave	24,00	12,06	9,00	564,64	5081,76
Bomba Sala 5"x5" Espesador	10,00	10,13	7,56	564,64	4268,68
Bomba Sala 5"x5"F. Espes,	9,00	2,95	2,20	564,64	1242,21
Espesador	3,00	1,61	1,20	564,64	677,57
Celda de Amortiguación	20,00	5,32	3,97	564,64	2241,62
Dosificador de Reactivos	0,75	0,50	0,37	564,64	208,92
Alumbrado	7,00	3,96	5,19	310,00	1608,90
Alimentación agua-1	20,00	16,07	11,99	36,00	431,64
Alimentación agua-2	8,00	3,66	4,97	36,00	168,92
Total	233,75	158,19	118,01		56242,63

TABLA N° 19

DISTRIBUCION DE ENERGIA AGOSTO			
Planta		56352,63	KwH
Mina – Geologia		3935,00	KwH
Servicios Generales		12668,00	KwH
Taller Mecánico		2755,00	KwH
Laboratorio Químico		2790,00	KwH
Casa Máquina		910,00	KwH

TABLA N°20

ENERGIA PRODUCIDA		
Energía Producida	79410,63	Kw/H
Consumo de Petróleo	6338,00	GLN
Tonelaje Procesado	4074,00	TMS
Horas de Operación	564,64	H
Promedio Carga	107,00	Kw/H
RATIO	19,49	

TABLA N 21

PRODUCCION DE ENERGIA - 1997								
MES	GRUPO	ENERGIA Kw-h	CONSUMO PETROLEO	RENDIMIENTO kw-h / gln	HORAS SERVICIO	TMS	RATIO kwh / TM	US \$ / TM (PLANTA)
MARZO	1	22.250	1.963	11,33	282,05			
	2	22.160	2.256	9,82	395,43			
	3	5.960	484	12,31	68,48			
TOTAL		50.370	4.703	10,71	745,96	789,43	*	
ABRIL	1	9.530	913	10,44	159,19			
	3	42.130	3.514	11,99	560,81			
TOTAL		51.660	4.427	11,67	720,00	857,45	*	
MAYO	1	51.110	4.732	10,80	703,91			
	3	3.950	310	12,74	41,57			
TOTAL		55.060	5.042	10,92	745,48	**	**	
JUNIO	1	29.840	2.462	12,11	238,85			
	3	59.045	4.414	13,38	484,93			
TOTAL		88.885	6.876	12,92	723,78	3901,05	22,78	7,93
JULIO	1	36.635	2.970	12,34	290,13			
	3	62.670	4.589	13,66	455,49			
TOTAL		99.305	7.559	13,14	745,62	5306,84	18,71	5,98
AGOSTO	1	29.470	2.680	1,21	346,58			
	3	49.940	3.710	13,46	401,86			
TOTAL		79.410	6.390	12,43	748,44	4074,10	19,49	4,63
NOTAS	*	Se realiza tratamiento de las arenas de relave y pruebas de cianuración de piratas y concentrado Knelson.						
	**	No se realizo tratamiento de las arenas de relave, se continua con las pruebas de cianuración.						

TABLA N° 22

COSTO DE ENERGIA

Costo del petroleo puesto en mina	4.195 soles/gln.
Energía producida	79410.63 kwh
Energía requerida en planta	56352.63 kwh
% de energía para planta	71.00 %
Consumo de petroleo	6338.10 gls.
Rendimiento de energía-agosto	12.53 kwh / gln
Tonelaje tratado – agosto	4074.10 TMS
Costo de energía mina Selene	6.53 soles / TM
Costo de energía por tratamiento planta	4.63 soles / TM
Costo de energía por kwh	0.35 soles

5.3 COSTO DE PRODUCCION

TABLA N° 23

VALORIZACION DE LAS ARENAS DE RELAVE

MATERIAL	TMS	Ley Au (gr/TM)	FINOS (oz)	COTIZACION US (\$)	MONTO US (\$)
TRATADO	14928.87	4.382	2103.280	324.00	681462.72
RELAVE	14832.88	1.741	830.275	324.00	269009.10
Costo de Tratamiento				18.019 US \$ / TMS	

Determinación aproximada del costo de tratamiento en función del mes de Julio

ESPECIFICACIONES	US \$
Exploraciones	28,814
Costo Planta	30,375
Gastos Generales	12,029
Servicios Generales	39,974
TOTAL	\$ 1111,192
Tonelaje Tratado	5,306.84 TMS
Ratio de Tratamiento	20.95 US \$ / TMS

CAPITULO VI

6.1 CONCLUSIONES

1. La recuperación del tratamiento de las arenas de relave fue de 62.73 % .
2. Con el tratamiento de las arenas de relave se incremento la recuperación total del mineral de la mina Selene en un 82.8 %
3. El tratamiento del relave permitió preparar la mina para la explotación y continuar con las exploraciones de la mina Selene y zonas aledañas al yacimiento .
4. El tratamiento de las arenas de relave fue posible debido a la presencia de oro libre y aun costo relativamente bajo debido a que no se requería remolienda .
5. El costo de tratamiento de las arenas de relave fue de 21 \$/TMS
6. El costo de energía mina fue de 6.53 soles / TM.
7. Para la instalación de la planta de tratamiento de las arenas de relave se contó con los equipos y bombas de la planta gravimétrica , para el transporte de las arenas se rento un cargador frontal

ANEXOS

- Cuadro de producción de la planta gravimétrica de Selene 1996 – 1997 .
- Balance metalúrgico de la planta gravimétrica .
- Cuadro de producción del tratamiento de las arenas de relave .
- Balance metalúrgico de las arenas de relave .
- Flow shett de la planta gravimétrica Selene y de la planta de tratamiento de las arenas de relave

TABLA Nro. 24

TRATAMIENTO PLANTA GRAVIMETRICA SELENE 1996-1997						
MES	TMS	LEY Au g/tms	Finos	RELAVE TMS	LEY Au g/tms	Finos
Enero	415,22	5,50	2283,71	414,65	3,00	1243,95
Febrero	1198,82	6,00	7192,92	1197,86	3,20	3833,152
Marzo	1242,53	9,35	11617,66	1241,6	3,43	4258,688
Abril	1544,40	20,29	31335,88	1543,21	6,72	10370,3712
Mayo	2106,11	15,41	32455,16	2062,26	4,53	9342,0378
Junio	1756,97	25,26	44381,06	1755,17	5,48	9618,3316
Julio	1885,52	24,91	46968,30	1883,62	5,37	10115,0394
Agosto	1891,90	11,37	21510,90	1890,25	2,96	5595,14
Setiembre	2110,85	7,98	16844,58	2109,42	2,64	5568,8688
Octubre	2111,47	13,26	27998,09	2109,78	4,00	8439,12
Noviembre	1164,75	26,46	30819,29	1162,69	9,01	10475,8369
Noviembre	797,88	17,80	14202,26	795,64	3,97	3158,6908
Diciembre	1950,04	15,74	30693,63	1946,74	3,14	6112,7636
	20176,46	15,7759805	318303,44	20112,89	4,382	88131,9901
						%Recup,
					Recupe-leyes	72,22
					Recupe-finis	72,31
Enero	1951,21	10,64	20760,87	1944,21	1,96	3810,6516
Febrero	1787,83	10,77	19254,93	1774,3	1,17	2075,931
	3739,04	10,7021598	40015,80	3718,51	1,583	5886,58
TOTAL	23915,50	14,98	358319,24	23831,40	3,95	94018,57
						%Recup,
					Recupe-leyes	73,67
					Recupe-finis	73,76

TABLA Nro. 25

BALANCE METALURGICO PLANTA GRAVIMETRICA 1996-1997					
	PESO (TMS)	LEY Au(g/TM)	FINOS (g)	% RECUPER.	%Recup-Acum.
CABEZA	23915,500	14,980	358254,19	100,00	
ARENAS- Au	0,463		83151,74	23,21	23,21
CONC-JIG	409,851	166,100	68076,29	19,00	42,21
KNELSON	200,335	167,343	33524,54	9,36	51,57
PIRITA	26,099	2378,060	62064,80	17,32	68,89
FLOTACION	6,747	72,014	485,88	0,14	69,03
CORDUROY	101,246	166,100	16816,91	4,69	73,72
RELAVE	23831,400	3,950	94134,03	26,28	

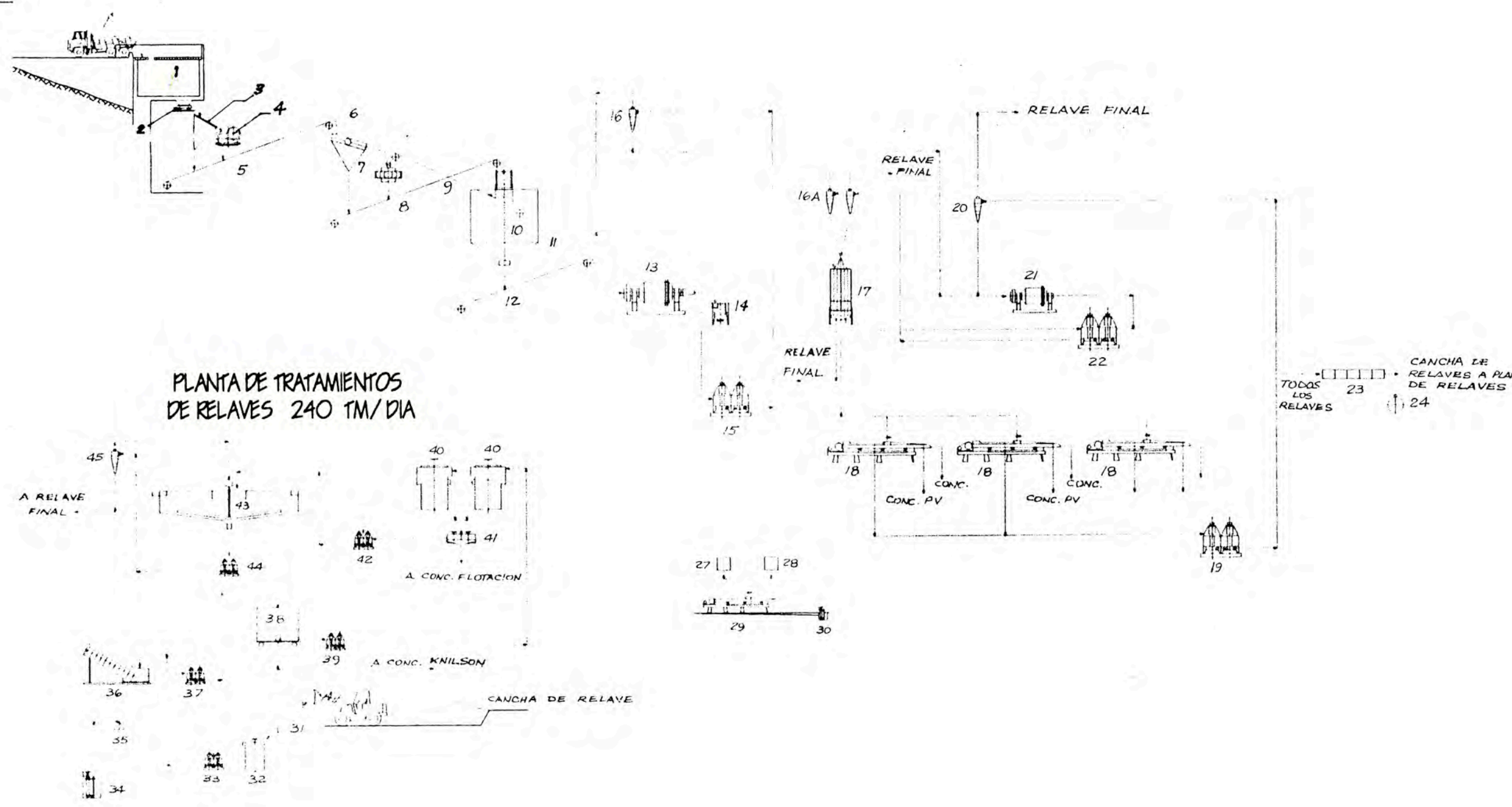
TABLA Nro. 26						
TRATAMIENTO ARENAS DE RELAVE - SELENE 1997						
MES	TMS	LEY Au g/tms	Finos	RELAVE TMS	LEY Au g/tms	Finos
Marzo	789,43	4,637	3660,587	782,91	1,78	1393,580
Abril	857,45	5,022	4306,114	847,83	2,08	1763,486
Mayo						
Junio	3901,05	4,086	15939,690	3881,33	1,758	6823,378
Julio	5306,84	5,228	27744,160	5272,59	1,837	9685,748
Agosto	4074,10	4,325	17620,483	4046,30	1,52	6150,376
TOTAL	14928,87	4,640	69271,033	14830,96	1,741	25816,568
						%Recup,
					Recupe-leyes	62,49
					Recupe-finis	62,73

TABLA Nro. 27					
BALANCE METALURGICO TRATAMIENTO ARENAS DE RELAVE					
	PESO (TMS)	LEY Au(g/TM)	FINOS (g)	% RECUPER.	%Recup-Acum.
CABEZA	14928,870	4,640	69269,957	100,00	
KNELSON	19,460	805,200	15669,192	22,62	22,62
FLOTACION	78,440	354,157	27780,059	40,10	62,72
RELAVE	14830,96	1,741	25820,70136	37,28	

BIBLIOGRAFIA

- **Introducción al Procesamiento de Minerales , Errol G. Kelly y David J. Spottiswood**
- **Design and Installation of Comminution Circuit , Andrew L. Mular y Gerald V. Jergensen , II A I M E .**
- **S M E Mineral Processing Handbook Vol.-I , Norman L. Weiss .**
- **Infomes de Producción de la Cia. Minera Selene S.A.C. .**
- **Operaciones Unitarias en Procesamiento de Minerales , Ph. . hon M. Currie**
- **Manual de Operación del Concentrador Knelson .**
- **Copias del Curso de Gravimetría realizado por la Pontificia Universidad Católica del Perú en 1996 , Dr. Laplace .**
- **Diseño de plantas de procesos de minerales, vol. 2, Andrew L.. Mular, Roshan B. Bhappu.**

PLANO 01



PLANTA DE TRATAMIENTOS DE RELAVES 240 TM/DIA

LEYENDA

ITEM	CANT.	EQUIPO	MOTOR	
			HP.	KW
1	01	TOLVA DE GRUESOS		
2	01	PAN FEEDER "DENVER"	7.5	5.6
3	01	GRIZLY ESTACIONARIO		
4	01	CHANCADORA DE QUIJADA "LIPPMAN" (10" x 16")	20	14.92
5	01	FAJA TRANSPORTADORA N°1 DE 24" x 15.00m.	4.8	3.58
6	01	ZARANDA VIBRATORIA DE 5' x 6'	6.6	4.92
7	01	CHANCADORA CONICA "TRAYLOR" DE 1'-2"	30	22.33
8	01	FAJA TRANSPORTADORA N°2 DE 24" x 15.00m.	4.8	3.58
9	01	FAJA TRANSPORTADORA N°2A DE 24" x 15.00m.	4.8	3.58
10	01	TOLVA DE PINOS 100 T.M.		
11	01	BALANZA "RANSEY"		
12	01	FAJA TRANSPORTADORA N°3 DE 24" x 8m.	2.4	1.79
13	01	MOLINO DE BOLAS 5' 0" x 8'	75	55.95
14	01	JIG DUPLEX "DENVER" DE 16" x 24"	1.8	1.34
15	02	BOMBA VERTICAL "SALA" TPO: SPV 263-80	30	22
16	02	CILON D-10		
16A	02	CILON D-4 FONDO PLANO		
17	05	ESPIRAL LG 7 III		
18	05	MESA GRAVIMETRICA N°6	7.2	5.31
19	02	BOMBA VERTICAL "SALA" TPO:		
20	02	CILON D-6		
21	01	MOLINO DE BOLAS 4" x 4"	25	18.65
22	02	BOMBA VERTICAL "SALA" TPO:		
23	02	CANAleta DE CORDUROY 8 YUTE		
24	01	ACONDICIONADOR DE 5' 0" x 5'		
25	01	BCO. DE 4 CELDAS ROUGHER 185p. DE 32" x 32"		
26	01	BCO. DE 4 CELDAS SCAVENGER 185p. DE 32" x 32"		
27	01	BCO. DE 2 CELDAS CLEANER 185p. DE 32" x 32"		
28	02	DEPOSITO DE CONCENTRADO		
29	01	MESA GRAVIMETRICA N°		
30	01	BOMBA VERTICAL DE 1 1/2"		
31	01	CANALON 1x12Mts.		
32	01	ACONDICIONADOR DE 5" x 5"		
33	02	BOMBA "SALA" TPO:		
34	01	MONITOR 1/2"		
35	01	BOMBA "GRANDEG"		
36	01	CLASIFICADOR HELICOIDAL		
37	02	BOMBA "DENVER" 5" x 5"		
38	01	KNILSON CD-20"		
39	02	BOMBA "SALA" TPO:		
40	01	CELDA "WS-180"		
41	01	CELDA DE LIMPIEZA TIPO "DENVER" 18-5P		
42	02	BOMBA "DENVER" DE 5" x 5"		
43	01	ESPESADOR DE 30' x 10'		
44	02	BOMBA "SALA" TPO:		
45	01	CILON D-6B		

										ARCH/DISK		REV.												
REVISIONES:	N°	DESCRIPCION	REV.	POR	APP'D	FECHA	PLANO N°	DESCRIPCION	REVISION	A	B	C	D	E	DISENO									
									CLIENTE						DBUJO									
									CAMPO						REVIS									
									LIST MAT						APP'D1									
									ESPECIFIK						APP'D2									
								CONPRA						APP'D3										
															MILC INDUSTRIAS S.A.		PLANO N°		REV.		Proyecto Aprobado Fecha			
																			1. _____					
																			2. _____					
																			3. _____					
																			Construcción Autorizada Fecha					
																			1. _____					
																			2. _____					
																			ESCALA					