

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



170301

TESIS

**EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA Y CONTROL DE
LAS VARIABLES DE LA PLANTA DE RELLENO EN PASTA-
UNIDAD MINERA ISCAYCRUZ**

**TESIS PARA OPTAR: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS
PRESENTADO POR EL BACH. WILLIAM DIÓGENES CÓNDOR ALARCÓN**

Asesor: Dr. Ing. N. Hugo Gutiérrez Orozco

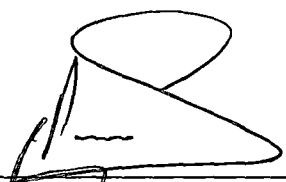
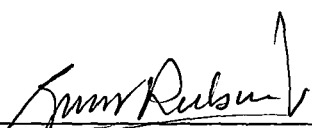
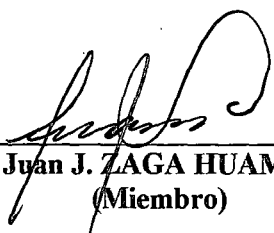
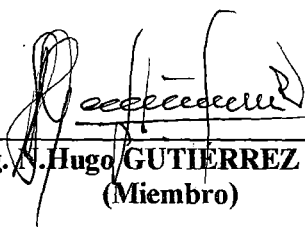
AYACUCHO, MAYO DE 2015

Tesis
M747
Con
g. 1

**“EVALUACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICA Y CONTROL DE LAS VARIABLES DE
LA PLANTA DE RELLENO EN PASTA – UNIDAD MINERA ISCAYCRUZ”**

RECOMENDADO : 20 DE MAYO DEL 2015

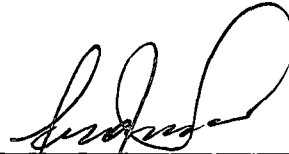
APROBADO : 03 DE AGOSTO DEL 2015

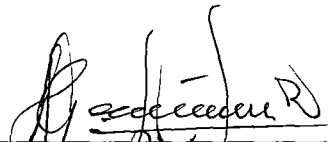

MSc. Ing. Carlos A. PRADO PRADO
(Presidente)
Ing. Grover RUBINA SALAZAR
(Miembro)
Ing. Juan J. ZAGA HUAMÁN
(Miembro)
Dr. Ing. N. Hugo GUTIERREZ OROZCO
(Miembro)
Ing. FLORO N. XANGALI GUERRA
(Secretario Docente)

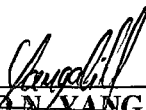
Según el acuerdo constatado en el Acta, levantada el 03 de agosto del 2015, en la Sustentación de Tesis presentado por el Bachiller William Diógenes CÓNDR ALARCÓN, con la Tesis Titulado "EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICA Y CONTROL DE LAS VARIABLES DE LA PLANTA DE RELLENO EN PASTA - UNIDAD MINERA ISCAYCRUZ", fue calificado con la nota de DIECISÉIS (16) por lo que se da la respectiva APROBACIÓN.



MSc. Ing. Carlos A. PRADO PRADO
(Presidente)

Ing. Grover RUBINA SALAZAR
(Miembro)

Ing. Juan J. ZAGA HUAMAN
(Miembro)

Dr. Ing. N. Hugo GUTIÉRREZ OROZCO
(Miembro)

Ing. FLORÓN YANGALI GUERRA
(Secretario Docente)

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	6
INTRODUCCIÓN	7
Capítulo I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICO	9
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA	9
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	10
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	11
Capítulo II	
UBICACIÓN DE LA PLANTA CONCENTRADORA IZCAYCRUZ	13
2.1 Proyección después de tres años	13
2.2 Ubicación	13
2.3 Accesibilidad	13
2.4 Clima	14
2.5 Topografía y cartografía	14
2.6 Mineralogía	15
2.7 Historia	15
2.8 Geología	16
2.9 Mina	17
2.10 Planta concentradora	19
2.11 Administración	20
2.12 Seguridad	20
2.13 Política ambiental	21
Capítulo III	
RELLENO DE TAJOS EN LA MINERÍA SUBTERRÁNEA	22
3.1 Método de minado	22
3.2 Labores empleadas en el método de explotación	23
3.3 Relleno de tajos en la minería subterránea	24
3.4 Sistema de relleno con relaves	25
3.5 Condiciones a cumplir para tener un buen relleno	26
3.6 Control de calidad de la arena obtenida	27
3.7 Rol del relleno en el minado	27

3.8 Resistencia del relleno	28
3.9 Materiales utilizados	29
3.10 Graduación del tamaño de los aridos	30
3.11 Contenido de agua	30
Capítulo IV	
ESTUDIO DEL MATERIAL PARA RELLENO EN PASTA	32
4.1 Diseños de mezcla	32
4.2 Condiciones en interior	33
4.3 Resistencia	33
4.4 Segregación	33
4.5 Particularidades del relave	34
4.6 Planta de Paste Fill	34
4.7 Control de calidad del relleno	35
4.8 Control de calidad de los agregados	35
Capítulo V	
CONTROL DE LAS VARIABLES PRINCIPALES	36
5.1 Densidad de pulpa	36
5.2 Porcentaje de sólidos en peso	36
5.3 Relación de líquido a sólido	37
5.4 Flujo masivo de la pulpa	38
5.5 Análisis granulométrico	40
5.6 Dosificación de floculante	41
5.7 Cálculo de transporte de relave	43
Capítulo VI	
INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE RELLENO EN PASTA Y DISTRIBUCIÓN	62
6.1 Descripción de la instalación	62
6.2 Procedimiento de operación de la planta de relleno en pasta	63
6.3 Instalación de equipos e instrumentos	72
6.4 Programación y lazos de control	77
6.5 Características en instrucción de las líneas del sistema	79
6.6 Características de operaciones y mantenimiento de los equipos	83
6.7 Método por subniveles ascendente con relleno consolidado	87

6.8 Procedimientos de operación de los equipos	95
6.9 Consumo de potencia según dato de placa de los equipos	126
Capítulo VII	
EVALUACIÓN ECONÓMICA	129
7.1 Proyecto de inversión	129
7.2 Evaluación de proyectos	130
7.3 Costo de producción unitario del relleno hidráulico tradicional	
Agre Fill	133
7.4 Costo de producción unitario del relleno de última generación	
Paste Fill	134
7.5 Tiempo de producción de Paste Fill sin uso de hidrociclón	135
7.6 Tiempo de producción de Paste Fill con uso de hidrociclón	136
7.7 Ahorro por el consumo de energía en la producción de Paste Fill	136
7.8 Evaluación de ganancia	137
7.9 Tiempo de pago de la inversión	138
CONCLUSIONES	140
RECOMENDACIONES	142
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	143
ANEXOS	144

A mis padres, Dionicia y Diógenes.

A mis hermanos Nory, Wilder y Reynan

A mi futura esposa Ruth.

AGRADECIMIENTO

Un profundo agradecimiento a los ingenieros Hugo Gutiérrez, Grover Rubina, Julio Zaga y Carlos Prado, miembros de Jurado de tesis. A mis profesores, quienes impartieron sus conocimientos durante mis estudios en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. También agradezco al ingeniero Rendón Zurco, por compartir su experiencia en la Empresa Minera Iscaycruz.

INTRODUCCIÓN

La utilización del relleno con resistencia es un elemento clave en la mayoría de los métodos de minado exitosos de alta extracción, La calidad de relleno y la velocidad de colocación controlan la velocidad de producción. Estos requerimientos han llevado al desarrollo de rellenos cementados.

En el minado de corte y relleno, el rol primario del relleno, aparte de proporcionar una plataforma de trabajo, es prever la convergencia, el desmoronamiento y el hundimiento de las cajas techo y piso, sosteniendo esencialmente la roca en su lugar. El cemento puede ser usado para hidratar el exceso de agua y para mejorar la transitabilidad sobre la capa superior del relleno. En este caso el cemento no es usado para mejorar la rigidez o modificar las propiedades estructurales del relleno.

Similarmente, en el minado por tajos abiertos, el relleno es colocado para prevenir el colapso de las paredes del tajo. Bajo estas circunstancias, el principal requerimiento del relleno es permanecer estable cuando es expuesto por el minado de un tajo inmediatamente adyacente.

Al principio, la compañía utilizaba el relleno hidráulico tradicional y posteriormente usó el relleno hidráulico con relaves de la planta concentradora. Ahora, está utilizando piedra chancada a una granulometría de 1/8 pulgadas proveniente de las canteras, pero los resultados que se obtenían en el relleno no eran los adecuados.

Por ello, después de previos estudios, se hizo necesaria la instalación de la planta de relleno en pasta, que consiste básicamente en la utilización de relave

mezclado con cemento. Esto sería utilizado como relleno en pasta en la profundización, al interior de la mina y es posible que el proceso sea automatizado mediante el control en tiempo real, por un sistema PLC.

Después de realizar las pruebas respectivas, se instaló la planta. Donde el relave es captado de la planta concentradora de un cajón de relave se bombea con bombas horizontales a una bomba de desplazamiento positivo por diafragmas (GEHO de 250 HP), que se encarga de enviar el relave con un caudal de 141 m/hora hacia el espesador de cono profundo EIMCO, con una densidad promedio de 1270 gr/litro. Luego que el relave entra al espesador de capacidad de 980 m³ que cuenta con un sistema hidráulico en rastra, mueve el contenido de relave, al mismo tiempo que se le agregan polímeros como floculantes. La misión del PLC es recoger todas las señales de campo de la instrumentación y encargarse de armonizar el proceso, además de salidas y/o entradas digitales o analógicas desde los paneles de los equipos.

Nuestro trabajo está orientado netamente a hacer una evaluación técnica y económica entre el uso del relleno hidráulico tradicional (donde anteriormente el relave se mandaba de frente al espesador con un 26-28 de sólidos como máximo y llegando a espesar hasta un 23 como máximo en el espesador no cumpliendo con el requerimiento de mina que exigía un 75% de sólidos como mínimo y consiguiendo esto todavía en 48 horas de trabajo) y la instalación de un hidrociclón D-20 a la salida de los relaves, que consigue bombar el relave hasta un 38% de sólidos y llegando a conseguir en el espesador hasta un 78-80 de sólidos solamente en 8 horas de trabajo y cumpliendo así las exigencias de mina.

Con la evaluación económica posterior a los estudios se logró sustancialmente bajar los costos. El costo de inversión para la instalación de la planta de pasta fill es de US\$ 4'500.000.

El ahorro con la instalación del proyecto actual es del orden de US\$ 7,93 por m³, sumando un ahorro anual del orden del US\$ 1'111.548,84.

El tiempo de retorno de la inversión es de 3,5 a 4 años aproximadamente bajando en un año, en el caso de que se prosiguiera con el proyecto antiguo.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación Problemática

En el minado de corte y relleno, el rol primario del relleno, aparte de proporcionar una plataforma de trabajo, es prever la convergencia, el desmoronamiento y el hundimiento de las cajas techo y piso, sosteniendo esencialmente la roca en su lugar.

Similarmente, en el minado por tajos abiertos, el relleno es colocado para prevenir el colapso de las paredes del tajo. Bajo estas circunstancias, el principal requerimiento del relleno es permanecer estable cuando es expuesto por el minado de un tajo inmediatamente adyacente. El cemento en este caso es adicionado para proporcionar cohesión a la masa del relleno, de tal manera que esta permanezca sin sostenimiento cuando sea.

Expuesta. Nuevamente, el propósito del cemento no es rigidizar la masa del relleno en un sentido regional, sino proporcionar estabilidad a las paredes de relleno expuestas.

El éxito de una mina tanto en seguridad como en productividad radica plenamente en la oportuna estabilidad que se le dé al vacío creado propio de una explotación, por lo cual habiendo varios tipos de relleno. Cada uno de ellos son empleados dependiendo del tipo de explotación subterránea, Iscaycruz opto por el sistema de

relleno cementado la cual se presta satisfactoriamente al método de explotación usado en esta mina, por lo cual velando también por la correcta estabilidad del macizo rocoso se optó por un laboratorio de concreto en la que se hace un minucioso y correcto estudio, prueba y análisis del relleno a fin de que su uso en mina sea segura y confiable en las futuras operaciones en niveles inferiores.

1.2. Formulación del Problema

¿La resistencia requerida por el relleno de agregado cementado está en función de los esfuerzos, generados dentro del bloque cuando está expuesto en una de sus paredes adyacente al pilar?

El ambiente de minado. Cada vez que la mina profundiza, el ambiente de minado es también cada vez más desfavorable. Los esfuerzos cada vez mayores, por la profundidad del minado, afectan a las condiciones de estabilidad de las excavaciones rocosas en general y del relleno cementado en particular. El avance del minado mismo viene causando mayores perturbaciones a la masa rocosa del entorno de Limpe Centro, lo cual influye adversamente en la estabilidad de las labores mineras.

La adecuada selección de los materiales integrantes de las mezclas; el conocimiento profundo de los materiales del concreto; los criterios de diseño de las proporciones de la mezcla más adecuada para cada caso; el proceso de puesta obra; el control de la calidad del concreto; y son aspectos a ser considerados cuando se construye estructuras de concreto que deben cumplir con los requisitos de calidad, seguridad, y vigencia en el tiempo.

1.3. Justificación de la Investigación

Este relleno brinda una mayor eficiencia en los trabajos de extracción del 100% del mineral reduciendo la dilución, y costos operativos en minado.

La contaminación del medio ambiente por rellenos con los relaves, son originados cuando se incrementa el tamaño de granos los sólidos, se presentan desgastes de las tuberías que es proporcional al cubo del diámetro de los granos generándose

roturas de los mismos. Donde incrementa los costos de mantenimiento, remediación y demoras en ciclo de minado.

En el relave abunda principalmente la pirita (63.36 %) como tal puede o no generar drenajes ácidos, dependiendo de la capacidad de neutralización del resto de materiales y de la cantidad de sulfuros que produciría drenaje ácido, hacia las plantas de tratamiento de aguas acidas generando costos para neutralizar los sólidos en suspensión.

La utilización del relleno con resistencia compresiva superior en tiempo de fraguado con respecto al relleno con relaves, con la calidad de relleno y la velocidad de colocación controlan la velocidad de producción. Estos requerimientos han llevado al desarrollo de rellenos cementados.

Involucramiento de diversos actores con el logro de utilización de agregados dentro de la concesión minera, donde no se genera aspecto ambientales en áreas urbanas, agrícolas, áreas naturales protegidas, evitando conflicto y satisfacción con las comunidades de nuestro entorno, con el compromiso de fortalecer y mejorar las relaciones de interés mutuo que permitan su desarrollo sostenible.

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Es producir y emplazar suficientes cantidades de relleno disponible, con materiales de bajo costo que satisfagan los requerimientos de resistencia compresiva en MPa cuando actúa como pilar en este método de minado con los criterios de:

Proporcionar un piso para minar encima.

- Mantener paredes autoestables para minar al costado.
- Mantener techos estables para minar debajo, Solo en los casos de los niveles bases.
- Soportar las cargas laterales del empuje de las cajas.

Soportar las cargas de cizallamiento por el empuje del relleno convencional (no cementado) contiguo.

1.4.2. Objetivos Específicos

Diseñar mezcla materiales donde los integrantes de la unidad cúbica de concreto, conocida usualmente como diseño de mezcla, puede ser definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y la consistencia adecuada; y que endurecido cumpla con los requisitos de seguridad y calidad en las labores de minado.

CAPÍTULO II

UBICACIÓN DE LA PLANTA CONCENTRADORA ISCAYCRUZ

2.1 PROYECCIÓN DESPUÉS DE TRES AÑOS.

Iscaycruz está encaminada a ser un modelo de minería nacional e internacional bajo una política de minería segura, limpia y rentable, lo cual se logrará con la motivación, capacitación y concientización permanente del personal hacia la creatividad, con la reducción de costos y la persistente búsqueda de mayores niveles de eficiencia en todas las áreas.

2.2 UBICACIÓN.

La unidad minera Iscaycruz está ubicada en el flanco Oeste de la Cordillera Occidental de los Andes, a una altura que varía entre los 4.500 a 4.900 msm, en el distrito de Pachangara, provincia de Oyón, departamento de Lima. Se halla a 260 kilómetros al norte de la capital.

2.3 ACCESIBILIDAD.

El acceso a la mina es por la carretera Panamericana Norte, hasta llegar a la ciudad de Huacho y luego por una carretera afirmada hacia el Este por la vía Sayán–Churín–Oyón–Iscaycruz, con un total de 260 kilómetros de recorrido.

TABLA N° 1: ACCESO A LA MINA ISCAYCRUZ

Ruta	Tipo de carretera	Distancia	Tiempo
Lima-Huaura	Asfaltada	153 km.	3 horas
Huaura-Sayán	Asfaltada	54 km.	1 hora
Sayán-Churín	Afirmada	61 km.	2 horas
Churín-Oyón	Afirmada	32 km.	1 hora
Oyón Iscaycruz	Afirmada	26 km.	1 hora
Total		317 km.	8 horas

2.4CLIMA.

Cabe recalcar la importancia de conocer el comportamiento climático por su interacción e implicaciones en el impacto ambiental, dentro de un ecosistema en el cual se desarrollan una gran gama de actividades humanas y principalmente aquellas referidas a la actividad minero metalúrgico, que pueden afectar significativamente al medio físico del lugar y a actividades como la agricultura, si es que no se identifica la interacción que tienen los elementos climatológicos con las actividades minero metalúrgicas y no se toma las medidas correctivas correspondientes.

Como señalamos anteriormente, el yacimiento se encuentra a 4.700 msm, en un clima seco y frío. Las precipitaciones ocurren la mayor parte del año y tienen su origen en las masas de aire húmedo de la cuenca del Amazonas. La temperatura varía entre 6° a 8°C aproximadamente.

2.5TOPOGRAFÍAY CARTOGRAFÍA.

Existe información cartográfica y topográfica diversa preparada y elaborada por entes especializadas del Estado (Ingeommet), órganos sectoriales de desarrollo (oficina de Catastro Rural del Ministerio de Agricultura, Catastro Minero) y hasta un levantamiento topográfico con mayor detalle elaborado para proyectos agrícolas y mineros.

2.6 MINERALOGÍA.

En el yacimiento de Iscaycruz afloran rocas sedimentarias de edad cretácica, grupo de Goyllarisguisga y Machay, formación Jumasha y Celendin, así como pequeños stocks de dacita porfírica.

Las rocas de la formación constituyen ambientes favorables para la mineralización, la que ocurre en forma discontinua. Los principales minerales que se encuentran son escalerita, galena, calcopirita pirrotita y especialmente reservas de 3,5 millones TM con 18 % de zinc. También existe un yacimiento carbonífero; el carbón antracítico que se produce en la zona es muy demandado por su alto contenido de carbón fijo y poder calorífico.

TABLA N° 2: PRODUCCIÓN DE LA MINA 2008-2014

PRODUCCIÓN MINA (EN MILES DE TM)						
Mina	TM	Zn			Pb	
Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Estela	483	441	21.56	18.93	1.89	2.24
Tinyang	38	-	11.47	-	0.06	-
Olga	-	114	-	10.03	-	0.53
Total	512	555	20.82	18.3	1.76	1.89

2.7 HISTORIA.

Iscaycruz inició sus operaciones en julio de 1996, con una capacidad de producción de 1.000 TM/día, explotado a cielo abierto algunos afloramientos mineralizados correspondientes al cuerpo Olga y a la zona de Tinyang, y por métodos subterráneos los cuerpos Estela y Olga en la zona de Limpe Centro. Actualmente Iscaycruz viene operando al 45% en relación a su operación inicial, con una inversión adicional en equipos para mina y luego de replantear el sistema de explotación subterránea originalmente proyectado.

2.8 GEOLOGÍA.

La mineralización ocurre en la formación Santa, que consta de una secuencia de calizas, lulitas, margas y dolomitas. Al este se presenta la formación Chimú conformada principalmente por cuarcitas y secundariamente por areniscas con intercalaciones de lulitas. Al oeste se presenta la formación Cárhuaz, conformada por areniscas. Margas y delgados horizontes calderos. El área se ubica en una zona de pliegues y sobre escurrimientos, estando vinculada al depósito de mineral. La falla del anticlinal pasa entre los cuerpos Estela y Olga, creando una gran perturbación del asa rocosa.

En Iscaycruz la mineralización corresponde al tipo de emplazamiento metasomático, conformado por los minerales Zn; Pb; Ag y Cu.

La mineralización reconocida consiste de escalerita, galena, calcopirita, marmatita y algo de argentita. La galena esta constituida por pirita, novelita, siderita, calcita, cuarzo, especuladita y pirrotita.

Las reservas minerales en Limpe Centro suman 2'567.000 TM con 19,21 % de Zn; 2,34 % de Pb, 1,92 oz/TM de Ag y 0,46 % de Cu. A la fecha se han perforado en Limpe Centro 3.000 m de taladros diamantinos, que tienen como objetivo mínimo reponer lo minado en el año, es decir 500.000 TM de mineral.

En Tinyang se ha concluido con la explotación de tajo abierto y se está desarrollando una rampa negativa con fines de exploración para reconocer la mina en profundidad. En diciembre de 2009 Tinyang tenía una reserva probada de 5'361.280 TM con 10,14 % de Zinc.

Iscaycruz ha implementado un programa para evaluar reservas y diseños de minado, el cual viene dando resultados muy favorables para el manejo de información de taladros diamantinos, muestreos, geomecánica y topografía. La correcta interpretación de toda esta información resulta en una herramienta muy importante para la toma de decisiones en el planeamiento de mina, exploración y explotación económica del yacimiento.

**TABLA N° 3: CANTIDAD DE MINERAL EXTRAÍDO DE LAS TRES MINAS DE LA
UNIDAD MINERA ISCAYCRUZ**

PROBADAS PROBABLES CENTRO	LIMPE	TINYANG	CHUPA	TOTAL
TM	2567058	536128	350000	3453186
%	19.21	10.14	11.64	17.03
%	2.34	0.04	0.01	1.75
Ag(Oz/TM)	1.92	0.16	0.25	1.46
% Cu	0.46	0.44	0.22	0.43
Posibles				
TM	3213960	3213960		
% Zn	12.78	12.78		

2.9 MINA.

En el área de mina (Tabla N° 2), la producción comparada con el año 2009 se incrementó en 8 % encontrándose actualmente en 100% concentrada en la explotación subterránea. Tienen proyectado en el presente año una producción de 506.000 TM con una ley de 20,67 % de zinc y 1,85 % de plomo.

**Tabla N° 4: PRODUCCIÓN DE MINA 2009-2013 (A JUNIO) 2014 (TOTAL
PROYECTADO)**

Subterráneo TM	374000	213000	468200
Subterráneo TM	94000	37800	37800
Total	468700	250900	506000
Zn%	18.69	19.04	20.87
Pb%	1.86	1.60	1.86
Ag (Oz/t)	2.01	1.71	1.71
Cu%	0.28	0.21	0.34

Asimismo, se tiene propuesto trabajar en los siguientes aspectos:

- 1) Rescindir el consumo de cemento para relleno hidráulico, ya que dicho insumo reporta costos en su operación. El objetivo es reducir de 5 % a 3,4 % la concentración de cemento en el relleno, sin poner en riesgo la estabilidad del mismo.
- 2) Se ha conseguido incrementar la capacidad de relleno de 22 m³/hora a 42 m³/hora para cubrir su actual necesidad de explotación. Esta última está en el orden de 15.000 TMS/día y se está logrando esta meta luego de haber adquirido cargadores frontales de bajo perfil (de mayor capacidad) y haber solucionado el problema de extracción en las chimeneas.
- 3) Se ha iniciado la profundización de Limpe Centro por intermedio de una rampa negativa que desarrolla sistemas de echaderos de mineral y ventilación para la adecuada explotación del cuerpo Olga y la profundización de la mina.
- 4) Se han implementado un sistema de comunicación subterránea inalámbrica para optimizar las coordinaciones de la supervisión con diversas áreas (plantas y mantenimiento).
- 5) Se reducirá en el presente año los costos de operación de la mina en un 10 % respecto del 2009, sin considerar la reducción de energía dada ya por la interconexión de su línea de transmisión al sistema interconectado centro-norte (Tabla N° 02). El 25 de febrero del año pasado se interconectó a la red centro-norte la subestación Paragsha en Cerro de Pasco. La interconexión ha representado para Iscaycruz una reducción de 70 % en el costo de energía, es decir, de 17 a 5 centavos US\$/Kw-hr.

Tabla N° 5: COSTOS DE LA MINA (US\$/TM)

	2009	2014
Mina subterránea (*)	18.76	17.54
Tajo abierto (*)	11.78	4.25
Sub total mina (**)	317.58	15.27

(*) por tonelada extraída

(**) por tonelada tratada

2.10 PLANTA CONCENTRADORA

Como se observa en la Tabla N° 03, la producción de concentrados de zinc proyectado para fines de 2000 se estima en 170.000 TM y de 8.000 TM de concentrados de plomo con una ley de 53 % y 66 % respectivamente.

El mineral de Iscaycruz resulta ser muy variable en cuanto a su comportamiento metalúrgico, ya que presenta carbón, sales solubles de zinc y cobre, cobre e insolubles y también la presencia de una pH alcalino desde su alimentación a planta, debido al cemento producto de la explotación minera en la actividad de soporte de túneles (Chotcrete).

Para poder reaccionar rápidamente respecto a la variabilidad del mineral, Iscaycruz ha invertido en la instalación de un analizador continuo. Asimismo, con el fin de iniciar la etapa de flotación libre de carbón y de esta forma mejorar sus productos finales con una metalurgia más efectiva, se ha implantado un circuito de flotación denominado: "naturalmente flotables", que está actualmente en plena evaluación. Estas dos últimas inversiones han representado para Iscaycruz un desembolso de aproximadamente US\$ 1 millón.

Respecto al depósito de relaves subacuático "Tinyang", se mantiene un constante monitoreo de acuerdo a estándares y procedimientos establecidos en el estudio de impacto ambiental.

Con relación al concentrado, se tiene un resultado excelente en la operación, habiendo transportado a la fecha 312.000 TM de concentrados de Zn en 7260 horas de operación desde su inicio en octubre de 1996, haciendo un promedio de 45 TM/hora.

En cuanto a la planta de filtrado, se puede decir que la operación con el filtro cerámico ha permitido lograr una humedad de 8% en el concentrado y rendimiento, en el orden de 630 a 650 TM/día. Se estaría considerando para el presente año, ampliar la zona techada para almacenamiento de concentrados de 4.000 a 6.000 TM

En resumen, el costo total de operaciones de Iscaycruz debe alcanzar niveles de 29 US\$/TM tratada, comparado con 38.82 US\$/TM tratada en el año 2009; esto

representa un 25% menos (ver Tabla N° 05).

2.11 ADMINISTRACIÓN.

Desde el inicio de las operaciones se implementó el sistema acumulativo de trabajo 14x7; es decir, cada trabajador labora 14 días, 10 hrs/días en dos turnos y luego descansa 7. Para ello, Iscaycruz cubre el 100% del costo de alojamiento, alimentación y transporte de la mina a la ciudad de Lima para cada trabajador.

Asimismo, se ha desarrollado un manual de puestos y funciones, el cual se viene implementando y permitirá visualizar las líneas de carrera del personal. Cada trabajador es evaluado al cumplimiento de un año de labor con la empresa. De acuerdo a su evaluación se decide su incremento: si la evaluación es muy deficiente, el trabajador es retirado de la empresa. De ser regular, se le dan dos meses para mejorar, pero sin incremento alguno. Posteriormente, en una nueva evaluación después de ese lapso de prueba, si ha mejorado se considera su remuneración.

Es importante mencionar que el sistema conlleva a que el personal realice un polifunción en las áreas y se trabaje totalmente en equipo.

En cuanto al sistema de bonificación, se toma como base parámetros de seguridad, producción recuperación, calidad del producto final, costos, etc. Dicha bonificación puede representar para el trabajador en base a un factor final hasta un 35 % sobre su remuneración básica.

Toda remuneración es cubierta por el beneficio económico resultante de superar los objetivos establecidos por la empresa en el presupuesto anual. Siempre se mantiene una ventana abierta con el fin de ir ajustando los parámetros en caso de detectar que estos son fácilmente alcanzables.

La bonificación es entregada a cada trabajador al décimo día del mes siguiente de aplicado el bono. Para Iscaycruz, no hay mejor incentivo que la más pronta compensación al esfuerzo realizado.

2.12 SEGURIDAD.

En noviembre de 2009, Iscaycruz tomó la decisión de iniciar la implementación

del sistema NOSA como guía y ayuda para la administración de la seguridad en toda la empresa. Se está completamente seguros que los resultados van a ser positivos, ya que el equipo humano de Iscaycruz, partiendo del directorio de la empresa, han dado toda su confianza y apoyo para su implementación.

En este sentido, seis profesionales de Iscaycruz han sido capacitados por NOSA para preparar a sus trabajadores y desarrollar estándares y procedimientos relacionados con todas las actividades de operación.

2.13 POLÍTICA AMBIENTAL.

La política ambiental representa los valores empresariales y el marco guía de las operaciones de la empresa. El sistema se basa en capacitación constante a los trabajadores en general y contratistas, con los cuales no hay distinción.

El sistema ha desarrollado 26 procedimientos acordes a la naturaleza de las operaciones en EMISA. Se cuenta además con el Plan de Contingencia Ambiental, ante la remota posibilidad de un desastre natural.

La información y el desarrollo ambiental de EMISA están en constante difusión. EMISA cuenta con equipo ambiental muy sofisticado que permite el control sobre todos los parámetros ambientales de la operación.

CAPÍTULO III

RELLENO DE TAJOS EN LA MINERÍA SUBTERRÁNEA

3.1 MÉTODO DE MINADO.

EMISA en su afán de ofrecer productividad y a la vez seguridad ha empleado un moderno método de explotación subterránea nacido por la necesidad de lograr la estabilidad en corto tiempo del macizo rocoso como del cuerpo mineralizado, estabilidad afectada por la presencia de numerosas discontinuidades y rocas de mala calidad.

3.1.1 DENSIDAD DE PULPA.

Las malas condiciones geomecánicas de los cuerpos mineralizado han subdividido a estos en subniveles con un máximo de 12 metros de altura y 6 metros de ancho.

En el transcurso del tiempo Emisa, ha probado diversas variantes del método para lograr mayor productividad y sobre todo la reducción del consumo de cemento.

La dosificación de cemento al relleno según en diseño inicial era de 5,5 % (125 Kg/ m³), logrando abrir tajos de 18 metros de alto y hasta 6 metros de ancho en las zonas más competentes. Actualmente, el consumo promedio de cemento por metro cúbico es de 75 kilos, lográndose una economía de 5,5 dólares por metro cúbico de concreto producido desde septiembre de 1998 solo en consumo de cemento.

El acceso a los subniveles es a través de una rampa principal construida en la caja techo de los cuerpos mineralizados, para continuar con un acceso principal (caja techo) en dirección perpendicular a la orientación de los cuerpos mineralizados.

A partir del acceso principal se ejecuta una galería paralela a la orientación del cuerpo (Norte y Sur). Una vez delimitado el cuerpo, se procede a su explotación en retirada mediante la ejecución de cruceros tanto en el nivel superior como en el inferior. Una vez completada la construcción de cruceros (de caja techo a caja piso), se inicia la comunicación vertical (12 m) entre ambos subniveles, retirándose el mineral y procediéndose inmediatamente a rellenar el espacio vacío dejado entre ambos por la comunicación. De igual forma, se procede a explotar los tajos laterales, una vez que haya transcurrido el tiempo de fraguado.

Al cumplirse este periodo (7 días) se ingresa al crucero siguiente de la misma forma que el crucero primario. Este procedimiento continúa hasta recuperar todo el mineral entre los dos subniveles de operación.

El éxito del método radica en el estricto paralelismo de los cruceros (entre los subniveles), en la rapidez con la que rellenan y la calidad de relleno cementado. El método se caracteriza por su alta productividad, bajo costo aplicado a yacimientos de potencias moderadas y porque la perforación se realiza de subnivel a subnivel con taladros largos.

3.1.2 CONDICIONES PARA SU APLICACIÓN

En yacimientos de potencias entre "5 a 35m". En yacimientos con buzamientos verticales o próximos a ella. En macizo rocoso de alta y media competencia. En yacimientos cuyo método de explotación sea compatible con el método por subniveles.

3.2 LABORES EMPLEADAS EN EL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN.

3.2.1 LABORES DE ACCESO

Lo constituyen rampas y socavones, dependiendo de las dimensiones y del equipo a emplearse.

3.2.2 LABORES DE DESARROLLO

Lo constituyen la rampa y las galerías de nivel (-1, -2...) realizadas en material estéril. Estas galerías son de uso para extracción y transporte de mineral hacia los puntos de carguío.

3.2.3 LABORES DE PREPARACIÓN

Lo constituyen en si los subniveles que se caracterizan por estar desarrollados íntegramente en mineral. Estas labores son importantes porque constituyen un buen porcentaje en la producción del método.

VENTAJAS:

- Eficiencia de la producción alta.
- El costo por tonelada es bajo y exige poca mano de obra en los tajos.
- El trabajo de explotación es continuo
- La relación de la producción y la preparación es alta, los equipos trabajan permanentemente.
- Baja dilución.
- Extracción efectiva del mineral (100%)
- El uso de equipos pesados se adapta fácilmente a este método.

DESVENTAJAS:

- Ventilación deficiente.
- Permanente mantenimiento de equipos (gastos excesivos)
- Alto costo en relleno.
- Excesivo tiempos muertos por trafico fluido en la rampa, lo que ocasiona condiciones inseguras para el personal por el transito de equipos pesados (Dumpers)
- El periodo para realizar las labores de desarrollo y de preparación son largos.

3.3 RELLENO DE TAJOS EN LA MINERÍA SUBTERRANEA

La utilización del relleno con resistencia es un elemento clave en la mayoría de los métodos de minado exitosos de alta extracción. La calidad de relleno y la

velocidad de colocación controlan la velocidad de producción. Estos requerimientos han llevado al desarrollo de diferentes tipos de rellenos.

Antes de discutir el rol del relleno en el minado, mencionaremos algunos tipos de relleno más usados en minería:

- Relleno detrítico: constituido por desmonte de mina
- Relleno hidráulico: compuesto por relave total y agua bombeado por tubería
- Rock fill: es el relleno rocoso con lechada de cemento
- Paste fill: que es el relave más lechada de cemento
- Concreto pobre: constituido por agregados, cemento y agua con los principios de la fabricación de concretos.

3.4 EL SISTEMA DE RELLENO CON RELAVES

La primera noticia que se tuvo del relleno hidráulico data de 1864, cuando un sacerdote de Shenandoah, Pennsylvania, convenció al presidente de Philadelphia and Reading Coal and Iron Company para que se rellenen las labores de una mina antigua con material estéril o polvo de carbón y salvar de esta manera la iglesia del pueblo que estaba amenazada por un hundimiento de superficie. El proyecto tuvo éxito y el relleno hidráulico fue aplicado en varias minas de carbón al este de EE.UU. para el control de hundimientos. En 1884 se aplicó el relleno hidráulico por primera vez para controlar un incendio en mina, también en Pennsylvania.

De esa misma época son los trabajos en la cuenca carbonífera francesa de Paster-Calais, donde se reporta el uso de una mezcla de agua y arena para rellenar cámaras de explotación, que ha funcionado por más de 20 años. En 1901 se reporta en Alemania; en 1909 ya es conocido en Sudáfrica y aplicado en la mina Village Gold en Transvaal. Hacia 1917 se empleó en Cuba y refieren el uso de tubería forrada en caucho en las instalaciones de relleno hidráulico que lo consideraban como parte del ciclo de minado.

En el Perú, los pioneros en el uso de mezclas agua-arena introducidas en mina con propósitos de relleno fueron los de la Cerro de Pasco Corporation y los de la Company de Mines de Huarón. Esta última transportó sus primeros cubos de agua / relave en carritos balancín para después, luego de muchos ensayos, bombear

pulpas desde su planta concentradora directamente hasta sus tajos.

Poco a poco se ha extendido su aplicación hacia materiales cada vez más finos y pulpas más densas, aprovechándose las nuevas tecnologías de materiales y nuevos diseños de bombas.

VENTAJAS DEL RELLENO HIDRÁULICO CON PRODUCTOS FINOS:

- Transporte rápido, continuo y fácil de controlar
- Rellenado completo de los vacíos
- Resistencia a la compresión mayor que todos los otros materiales, a excepción del concreto. La tasa de compresión media es de 5 al 10%, lo máximo 20%; mientras que esta puede alcanzar el 50% con el desmante abatido con explosivos.
- Posibilidad de formar paredes verticales con represas muy ligeras; facilita la recuperación de pilares.

3.5 CONDICIONES A CUMPLIR PARA OBTENER UN BUEN RELLENO

No se recomienda el uso de granos muy gruesos (mayores a 1.7 mm.) ya que se presentan los siguientes inconvenientes:

- Incremento de las velocidades de flujo necesarias para un transporte seguro; por ello se incrementan las pérdidas de carga y se reduce la distancia posible de transporte horizontal por gravedad.
- Aumento del desgaste de las tuberías que es proporcional al cubo del diámetro de los granos.
- Obtención de un relleno esponjado e incremento de la tasa de compresión.

De otra parte, el relleno no debe contener elementos ultra finos por lo siguiente:

- Estos elementos son indescantables y aumentan el desgaste en las bombas de desagüe.
- Su presencia disminuye la velocidad de percolación del agua (es decir, el paso del agua a través de la arena decantada) y ello incrementa los tiempos de secado.

- Provocan la retención de una gran cantidad de agua por lo que el relleno permanece bajo la forma de una masa fluida sobre la cual es imposible trabajar y que provoca una presión sobre su base igual a la altura multiplicada por un factor del orden de 1.7

En la práctica, se recomienda una velocidad de percolación superior a 7.5 cm/hrs. Este resultado es obtenido deslamando los productos menores a 20 micrones, pero sólo la experiencia puede fijar exactamente el corte adecuado para los ciclones de preparación.

3.6 CONTROL DE CALIDAD DE LA ARENA OBTENIDA

El control de la velocidad de percolación, como característica de la arena obtenida luego del cicloneo, debe hacerse constantemente sobre las muestras tomadas durante la preparación de la pulpa. Se efectúa con la ayuda de un aparato muy simple: un tubo de 5 a 7 cm. de diámetro y 50 a 60 cm. de altura. Se fija una tela filtrante en un extremo y se vacía la pulpa obtenida en el underflow del último cicloneo hasta unos centímetros del borde superior. La carga constante de agua se logra provocando el rebose por un pequeño tubito lateral de descarga.

Se recibe el agua que pasa a través de la tela filtrante, se mide su caudal Q expresándolo en cm^3/hora ; se obtiene así: $K=Q*L/(S*h)$ donde S es la sección interior del tubo en cm^2 , L la altura de arena y h la altura de la columna de agua en centímetros.

3.7 ROL DEL RELLENO EN EL MINADO

En el minado de corte y relleno el rol primario del relleno, aparte de proporcionar una plataforma de trabajo, es prever la convergencia, el desmoronamiento y el hundimiento de las cajas techo y piso, sosteniendo esencialmente la roca en su lugar. El cemento puede ser usado para hidratar el exceso de agua y para mejorar la transitabilidad sobre la capa superior del relleno. En este caso el cemento no es usado para mejorar la rigidez o modificar las propiedades estructurales del relleno.

Igualmente, en el minado por tajos abiertos, el relleno es colocado para prevenir el colapso de las paredes del tajo. Bajo estas circunstancias, el principal

requerimiento del relleno es permanecer estable cuando es expuesto por el minado de un tajo inmediatamente adyacente. El cemento en este caso es adicionado para proporcionar cohesión a la masa del relleno, de tal manera que esta permanezca sin sostenimiento cuando sea expuesta. Nuevamente, el propósito del cemento no es rigidizar la masa del relleno en un sentido regional, sino proporcionar estabilidad a las paredes de relleno expuestas. Luego, la altura y ancho de la exposición planeada tiene una significativa influencia sobre las consideraciones de diseño.

El éxito de una mina tanto en seguridad como en productividad radica plenamente en la oportuna estabilidad que se le dé al vacío creado, que es propio de una explotación, por lo cual habiendo varios tipos de relleno. Cada uno de ellos es empleados dependiendo del tipo de explotación subterránea, Iscaycruz opto por el sistema de relleno cementado la cual se presta satisfactoriamente al método de explotación usado en esta mina, por lo cual velando también por la correcta estabilidad del macizo rocoso se opto por un laboratorio de concreto en la que se hace un minucioso y correcto estudio, prueba y análisis del relleno a fin de que su uso en mina sea segura y confiable en las futuras operaciones en niveles inferiores.

El relave componente de la pasta factible de ser utilizados como rellenos cementados subterráneos, requieren ser investigados en sus características físicas y contenido de sulfatos y cloruros para determinar su idoneidad y la dosificación optima de ellos en cuanto a resistencia deseada, la fluidez, durabilidad y la economía.

- El ciclo de relleno con pasta de relave
- Envío de relave por medio de bombas a la planta de Paste Fill
- Recepción y eliminación de líquidos en los espesadores.
- Dosificación y preparación de mezcla en la planta.
- Transporte y colocación en la zona de tajos.

3.8 RESISTENCIA DEL RELLENO

La resistencia del relleno es controlada por una serie de factores como:

- Composición y calidad del agregado.
- Graduación del tamaño del agregado y el porcentaje de finos.

- Angulosidad de las partículas del agregado.
- Contenido de cemento.
- Relación agua cemento.
- Contenido de humedad del agregado.
- Temperatura del agregado.
- Grado de mezclado entre la pulpa de cemento y el agregado.
- Técnicas de colocación y segregación de los materiales.
- Tiempo en el lugar antes de su exposición.

La resistencia requerida por el relleno esta en función de los esfuerzos que serán generados dentro de la masa del relleno. A su vez, estos son debidos a:

- Su propio peso.
- Grado de arqueado entre las paredes rocosas sólidas.
- Daños de la voladura / abrasión.
- Movimientos del terreno.

El contenido de cemento en un relleno es el principal modificador de la resistencia, el cual puede ser fácilmente controlado en el sistema de relleno. Sin embargo, debido a los costos del cemento, hay incentivo económico para utilizar sustitutos aceptables: materiales como las escorias de fundición y las cenizas volantes son utilizadas en varias operaciones mineras.

3.9 MATERIALES UTILIZADOS

Los materiales que se utilizaron en la confección de rellenos fueron: relave, agua, cemento y plastificantes.

Los áridos y relaves fueron sometidos a los siguientes ensayos

- Granulometría.
- Peso unitario suelto.
- Peso unitario compactado.
- Peso específico saturado con superficie seca -peso específico aparente.
- Porcentaje de absorción.
- Contenido de humedad del agregado.

3.10 GRADUACIÓN DEL TAMAÑO DE LOS ÁRIDOS

La graduación del tamaño del agregado es extremadamente importante para el control de la resistencia del relleno. Una excesiva fracción de partículas gruesas resultará en un material abierto suelto, susceptible a ser dañado por la voladura. Esto también permitirá que cualquier exceso de agua percole por la masa del relleno, lavando el cemento. Por otro lado, el exceso de finos significará mayor consumo de cemento, resultando en una pobre cementación entre partículas.

A los agregados se le hicieron los siguientes ensayos químicos:

- pH
- Contenido de sulfatos.
- Contenido de cloruros.

3.11 CONTENIDO DE AGUA

La cantidad de agua libre en la masa del relleno tiene una fuerte influencia sobre la resistencia del relleno. Si existe exceso de agua, este tenderá a percolar a través de la masa del relleno, removiendo el cemento en suspensión. El exceso de agua puede ocurrir de diferentes maneras. Por ejemplo, si se ha permitido que los agregados lleguen a estar excesivamente húmedos (antes de ser mezclado con el agua de diseño) y no se haga la corrección del diseño por humedad, se obtendrá un slump mayor a lo diseñado así como debido a la presencia de agua subterránea en la chimenea de relleno, agua de filtración dentro del tajo, o debido a un pobre control de calidad durante el mezclado, el producto resultante será adversamente afectado. Teniendo como resultado segregación de la mezcla y una considerable reducción en su resistencia final

En casos en que cualquier reacción química pueda afectar al proceso de cementación, se debe chequear la calidad del agua tanto del agua de mezcla como de cualquier agua de filtración potencial.

Al agua se le hicieron los siguientes ensayos:

- Contenido de sulfatos.

- Contenido de cloruros.
- pH.

CAPÍTULO IV

ESTUDIO DEL MATERIAL PARA RELLENO EN PASTA

4.1 DISEÑOS DE MEZCLA

Para el diseño de mezcla se debe tener en cuenta que para facilitar su transporte a través de la tubería es necesario obtener una mezcla plástica y no fluida con un slump entre 8" y 10"; el contenido de ultra finos (de 20 micrones) no debe ser mayor al 15%.

En función a la granulometría del relave, se procedió a efectuar mezclas de relave con contenidos diferentes de cemento y agua y se procedió a verificar el comportamiento de esta mezcla en cuanto a:

- Trabajabilidad
- Homogeneidad
- Adherencia
- Resistencia
- Segregación
- Cohesión
- Exudación
- Slump

4.2 CONDICIONES EN INTERIOR

Se verificó que la temperatura promedio es de 12° C sin mayores cambios con respecto al día de la noche entre los niveles del 1 al 3, pero al profundizar esta temperatura tiende a incrementarse.

La humedad relativa máxima y mínima esta entre 65 y 55, lo que favorece el fraguado del concreto, ya que no pierde humedad.

4.3 RESISTENCIA

Dada las posibles variaciones en el contenido de humedad, muestreo y elaboración de probetas, transporte y colocación, se consideró un factor de seguridad inicial de 2.5 y luego se bajó a 2.

Los moldes para las probetas cumplen con las normas ASTM C470 y la elaboración de las probetas con la norma ASTM C 192

El curado de las probetas extraídas se hicieron al aire, dado que si se introducían en agua esta llega a temperaturas muy bajas que impedían que se fraguara el concreto y no representaba las condiciones de temperatura y humedad del interior de la mina.

Los ensayos de compresión simple fueron efectuados en el laboratorio de concreto de la mina Iscaycruz, utilizando capping para su refrentado y una prensa hidráulica accionada a mano marca SOIL TEST con un cuadrante de 0 a 100, 000 kls y graduado de 200 en 200 kilos. Las muestras fueron ensayadas a los 7, 14 Y 21 días ya que se tenía como ciclo máximo de minado 21 días.

4.4 SEGREGACIÓN

La segregación no puede ser evitada cuando el relleno es vaciado en el tajo. Las partículas más grandes, que tienen mayor momento, viajan mas lejos. Luego, hay un engrosamiento gradual conforme nos alejamos del punto de vaciado. Establecieron que "cerca al área de impacto (o punto de vaciado) tiende a ocurrir una zona de agregados finos, que consumen la mayor parte del cemento, resultando en el perímetro del cono de relleno un relleno cementado de bajo contenido de cemento".

La segregación puede ser minimizada adoptando buenas técnicas de colocación y controlando el contenido de agua.

4.5 PARTICULARIDADES DEL RELAVE

El relave como agregado tiende a mantener un contenido alto de humedad. La absorción del material hace que en mezclas de mayor contenido de relave, la relación agua / cemento se incremente sin que afecte la resistencia. Así tenemos que para 10% de relave la relación agua cemento será de 1.65 y para 20% de relave será de 1.80.

En el relave abunda principalmente la pirita (63.36 %) como tal puede o no generar drenajes ácidos, dependiendo de la capacidad de neutralización del resto de materiales y de la cantidad de sulfuros que produciría drenaje ácido.

La neutralización de la contaminación del medio ambiente por medio de los relaves se controlan cuando los sólidos están sumergidos en un tirante mínimo de 2 metros debajo del agua, estos procedimientos requieren cuidado especial, capacitación del personal y empleo de equipos que tienen un costo adicional a la operación minera.

En el proceso de investigación de Laboratorio de Concreto se encontró la forma de darle un uso útil al relave, al ser empleado como agregado en la producción de concretos con buenos resultados en resistencia y durabilidad; logrando que un porcentaje del relave producido en la Planta Concentradora regrese al interior de la mina como concreto. El volumen de la pirita en relación del volumen total es insignificante, lo que evita que se produzcan drenajes ácidos; así mismo la mayor cantidad de volumen de este concreto esta protegido del aire y de la humedad.

4.6 PLANTA DE PASTE FILL

El relave es obtenido mediante el cicloneo del relave que elimina la planta concentradora y es enviada por tubería impulsada por dos bombas GIRO La cual es almacenada en los tanques del espesador, Una vez en el espesador se le adiciona un químico floculante que le ayuda a eliminar líquido y convierte el relave en pasta, con un promedio de humedad entre 75 y 80 % luego es combinada y mezclado con

lechada de cemento de acuerdo a la dosificación pre-establecida y enviada a interior mina impulsada por la bomba PUL TZMEISTER.

4.7 CONTROL DE CALIDAD DEL RELLENO

Durante el proceso de relleno, sistemáticamente se toman muestras que son ensayadas en el laboratorio de concreto.

- Muestreo de los agregados para determinar contenido de humedad
- Reajuste de diseño de acuerdo al contenido de humedad que presentan los agregados
- Análisis granulométrico de los agregados
- Determinación del slump del concreto producido
- Muestreo para la elaboración de probetas

4.8 CONTROL DE CALIDAD DE LOS AGREGADOS

En el agregado fino sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compactas y resistentes y debe pasar la malla de 3/8". Deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas. El agregado no deberá retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera y su módulo de fineza estara entre: 2.33 y 3.15. Deberá cumplir los límites establecidos en las normas ITINTEC 400.037.

Los agregados deberán ser manejados, transportados y almacenados de manera tal que se garantice la ausencia de contaminación con materiales que podrían reaccionar con el concreto.

ENSAYOS DE LABORATORIO:

- Ensayos de dosificación de concretos.
- Ensayos de residencia a la compresión simple (7, 14 Y 21 días).
- Granulometría de los materiales.
- Ensayos de humedad en los agregados.
- Determinación de las características físicas de los agregados (peso específico, peso unitario suelto y compactado, modulo de fineza, entre otros).
- Determinación de contenido de materiales orgánicos de los agregados.

CAPÍTULO V

CONTROL DE LAS VARIABLES PRINCIPALES

5.1 DENSIDAD DE PULPA.

La densidad de pulpa se determina por medición bajo el empleo de una balanza Marcy o densímetro en Línea dando lecturas directas. Está expresada en términos de concentración g/lit, Kg/lit, m³/MT.

5.2 PORCENTAJE DE SÓLIDOS EN PESO

Se refiere a la cantidad parcial del constituyente sólido presente en la pulpa expresado en porcentaje. Información que se usará para el cálculo del peso sólido.

Conocida la densidad de pulpa, para el cálculo del porcentaje de sólido puede emplearse la siguiente relación:

$$\%Sp = \frac{\rho - 100}{\rho * \left(\frac{g.e - 1}{g.e} \right)} * 100$$

Donde:

%Sp = Porcentaje de sólidos en peso (%).

ρ = Densidad de pulpa (g/lit).

g.e. = Gravedad específica del mineral.

5.2.1 PORCENTAJE DE SÓLIDOS EN VOLUMEN

Indica, que porcentaje del volumen total de la pulpa le corresponde al sólido y está dada por la siguiente relación:

$$\%S_v = \frac{\rho - 100}{\rho * (g.e - 1)} * 100$$

Donde:

$\%S_v$ = Porcentaje de sólidos en volumen (%).

ρ = Densidad de pulpa (g/lt).

$g.e$ = Gravedad específica del mineral.

5.2.2 PORCENTAJE DE LÍQUIDO EN PESO.

Está dada por la siguiente diferencia:

$$\%L_p = 100 - \%S_p$$

Donde:

$\%L_p$ = Porcentaje de líquido en peso (%).

5.2.3 PORCENTAJE DE LÍQUIDO EN VOLUMEN.

Está dada por la siguiente diferenciar

$$\%L_v = 100 - \%S_v$$

Donde:

$\%L_v$ = Porcentaje de líquido en volumen (%).

5.3 RELACIÓN LÍQUIDO A SÓLIDO.

Viene a ser la relación que existe entre la cantidad del líquido a la cantidad del

sólido ya sea en volumen o en peso.

5.3.1 RELACIÓN LÍQUIDO A SÓLIDO EN PESO

Expresado por la siguiente relación:

$$RpL/S = \frac{g.e - \rho}{(\rho - 1) * g.e}$$

Donde:

RpL/S = Relación líquido a sólido en peso.

ρ = Densidad de pulpa (Kg/lt).

5.3.2 RELACIÓN LÍQUIDO A SÓLIDO EN VOLUMEN

Expresado por la siguiente relación:

$$RvL/S = \frac{g.e - \rho}{\rho - 1}$$

Donde:

RvL/S = Relación líquido a sólido en volumen.

ρ = Densidad de pulpa (Kg/lt).

5.4 FLUJO MÁSSICO DE LA PULPA

Suma de los pesos del sólido y líquido transportados en una unidad de tiempo.
Definida por la siguiente relación:

$$TMH = Q * \rho$$

Donde:

Q = Flujo de pulpa (m³/hr).

ρ = Densidad de pulpa (TM/m³)

5.4.1 FLUJO MÁSSICO DE LOS CONSTITUYENTES DE LA PULPA

Viene a ser el peso de los sólidos o del agua transportada en una unidad de tiempo. Está expresado en toneladas por hora y está definida por la siguiente relación:

$$TMSH = \frac{Q * \rho * \%S_p}{100000}$$

Donde:

TMSH = Toneladas métrica secas por hora. Al calcular las toneladas métricas de agua, estamos hablando de los metros cúbicos de agua, entonces reemplazar en la fórmula por %Lp.

Q = Flujo de pulpa (m³/hr).

ρ = Densidad de pulpa (g/lt).

%Sp = Porcentaje de sólidos en peso (%).

%Lp = Porcentaje de líquido en peso (%).

5.4.2 FLUJO VOLUMÉTRICO DE LA PULPA

Viene a ser el volumen de pulpa transportado en una unidad de tiempo y está expresada en metros cúbicos por hora. La siguiente es la relación:

$$Q = \frac{TMSH * 100000}{\rho * \%S_p}$$

Donde:

Q = Flujo de pulpa (m³/hr).

TMSH = Toneladas métricas secas por hora.

ρ = Densidad de pulpa (g/lt).

%Sp = Porcentaje de sólidos en peso (%).

5.5 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.

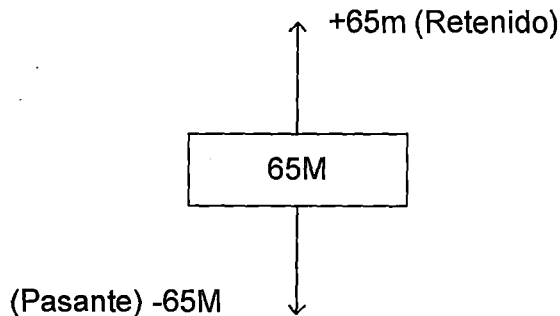
Para un Análisis Granulométrico se recurre al uso de mallas o tamices. La malla es un accesorio usado en la determinación de fracciones de tamaños de partículas minerales presentes en la pulpa. Cada malla está representada por un número e identifica los tamaños de partículas retenidas o pasantes. Por ejemplo, malla 65 ó 65M, indica que cada pulg² se encuentra entretejido por 65 hilos de abertura en micrones igual a 210. El siguiente cuadro muestra una serie de mallas con sus correspondientes aberturas:

TABLA N° 6: MALLAS SERIE TYLER

MALLAS I	MICRONES
+ 1 1/2"	38100
+ 1"	25400
+3/4"	19000
+1/2"	12700
+3/8"	9500
+1/4"	6350
+4M	4760
+6M	3360
+8M	2380
+12M	1410
+16M	1000
+20M	841
+28M	595
+35M	420
+48M	297
+65M	210
+100M	149
+150M	105
+200M	74
+270M	53
+325M	44
+400M	37
+625M	20

Tomar una muestra de pulpa en un recipiente, agitar enérgicamente para homogenizar el sistema evitando en todo momento el asentamiento de partículas, finalmente trasvasar al recipiente de la balanza Marcy de capacidad 1 litro. Y hacer la lectura de la densidad de pulpa y porcentaje de sólidos, anotar PI y %Sl. Vaciar todo el contenido del recipiente de la balanza Marcy sobre la malla 65M, lavar suavemente hasta agotar los finos, trasvasar el retenido al recipiente y enraizar con

agua hasta completar el litro. Medir la densidad y porcentaje de sólidos, anotar P_2 y $\%S_2$.



Calculando el porcentaje en peso retenido:

$$\%P = \frac{\rho_2 * \%S_2}{\rho_1 * \%S_1} * 100$$

El análisis granulométrico se lleva a cabo con el fin de determinar los porcentajes de partículas de diferentes tamaños presentes en la alimentación y en la descarga. Los niveles de porcentaje de sólidos altos en la descarga estarán en relación directa con la mayor cantidad de partículas gruesas en la malla +65M (210 μ) presentes en la alimentación. Si por el contrario, no se verifica este hecho, entonces la mayor cantidad de partículas pasantes a la malla +65M (210 μ) influirán directamente en el nivel de porcentaje de sólidos, pero con tendencias menores.

5.6 DOSIFICACIÓN DE FLOCULANTE

El Floculante es un agente químico de carácter sintético usado en muchos procesos industriales como agente acelerador de la sedimentación de partículas minerales en la separación sólido-líquido. La Floculación es la agregación de partículas solas o pequeños grupos de partículas dentro de agregados de multipartículas o flóculos. Es la agregación de partículas formando, 'largas cadenas de polímeros donde la carga superficial de la partícula puede o no puede ser cambiada. El término floculación es derivado del latín "floculus", el cual describe un , copete de lana y esto fue comparado a los agregados de carácter blando que resultaron de las partículas floculadas.

En la selección de Floculante, el diseño de un equipo especificado para el

proceso de espesamiento está, inexorablemente, enlazado al floculante sintético seleccionado para ayudar a desaguar la pulpa. Aunque los floculante son solamente de una clase de reactivos que podría encontrar aplicación en la formación de altas densidades de relaves espesados y pasta, pueden ser considerados como el reactivo buscado. Es esencialmente importante una detallada atención para la selección del floculante óptimo.

Muchos factores están involucrados en la determinación del floculante óptimo para una particular aplicación. La multiplicidad de factores que determinan la conveniencia de un floculante para una aplicación conduce a llevar a cabo una prueba completa. La siguiente lista muestra algunos de los factores que contribuyen, pero no son exhaustivamente, para algunos, significativos:

- Diseño del equipo desagüador o espesador a ser usado.
- Mineral presente en la pulpa: su superficie química, concentración y tamaño de partícula.
- Composición química de la pulpa líquida: fuerza iónica y Ph.
- Tipo de estructura del floculante requerido: débil, fuerte o pequeño.

La preparación de la solución de floculante en la Planta de Pasta se realiza a una concentración del 0.3 % en un recipiente conteniendo un volumen de agua de 420 gl (1.590 m³) con alimentación de 4.872 Kg de floculante en seco. La siguiente es la relación usada para determinar la concentración:

$$\%Conc. = \frac{PesoFloculante}{VolumenAgua}$$

El Sistema Powder Cat permite calibrar la alimentación de floculante en seco variando la velocidad de operación del volumetric feed durante 1 minuto se recibirá un determinado peso.

$$GPM = \frac{0.00044027 * g / TM * TMSH}{\%Concentración}$$

Donde:

GPM = Flujo en galones por minuto.

g/TM = Gramos por tonelada métrica.

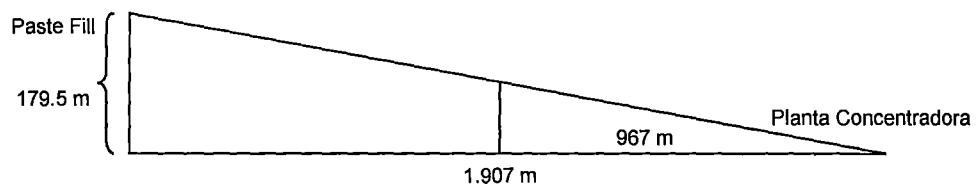
TMSH = Toneladas métricas secas por hora.

% Concentración = Preparación de la solución de floculante.

0.00044027 = Factor de conversión.

5.7 CALCULO DEL TRANSPORTE DE RELAVES

Desde planta de Beneficio a Planta Paste Fill:



Valores Fijos:

$$S_m = 1,26 \text{ Kg/m}^3$$

$$S_s = 3,23$$

$$\begin{aligned} \text{Relave} &= 1.100 \text{ tms/día} \\ &= 45.8 \text{ tms/día} \\ &= 0,8 \text{ tms/día} \quad \text{.....(I)} \end{aligned}$$

Distribución Granulométrica?

$$d = 8 \text{ mm confirmar} \quad \text{Diámetro máximo de la partícula}$$

$$L = 2.000 \text{ m} = 6.562 \text{ pies} \quad \text{Longitud aproximada de Tuberías}$$

$$H = 180 \text{ m} = 589 \text{ pies} \quad \text{altura estática}$$

Bombeo de Relaves:

$$\text{LTA} = 2,79 \text{ Ft}$$

$$\text{LTD} = 49.2 \text{ Ft}$$

$$\text{HEA} = 6.89 \text{ Ft} \quad \text{Altura estática de admisión}$$

$$\text{HED} = -1.64 \text{ Ft} \quad \text{Altura estática de descarga}$$

$$P = 50 \text{ PSI} \quad \text{Presión de llegada}$$

Cálculo de las Variables:

a) Concentración Volumetrica = % de Sólidos en Volumen (% Sv)

$$C_v = \frac{S_m - 1}{S_s - 1} 100 = 11,7\%$$

b) Concentración en Peso = % de Sólidos en peso (%Sp)

$$C_w = \frac{(S_m - 1) \times S_s \times 100}{(S_s - 1) \times S_m} = 29,9\%$$

I. Relación de pulpa a sólido

$$ft^3 / tm = \frac{35.274 \times (S_s - 1)}{S_s \times (S_m - 1)} = 93.67 \quad \dots(II)$$

II. Caudal de Pulpa I x II

$$Q_m = 71.6 \text{ ft}^3/\text{min} = 122 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$= 1,2 \text{ ft}^3/\text{seg}$$

$$= 535 \text{ GPM}$$

III. Selección del diámetro de tubería (D) considerando $v_d \geq v_c$

Velocidad de Diseño

Velocidad critica – fórmula de Durand

$$V_c = F_L \sqrt{\frac{2gD \times (S_s - S_m)}{S_m}}$$

Donde $F_L = 1$ según monograma, en función del tamaño de la partícula (d) y C_v

DIÁMETRO			
(pulg)	(pies)	v_d (pies/s)	v_c (pies/s)
3	0.250	24.29	5.02
4	0.333	13.67	5.79
5	0.417	8.75	6.48
6	0.500	6.07	7.10
7	0.583	4.46	7.66
8	0.667	3.42	8.19
9	0.750	2.70	8.69

IV. Determinando la gradiente de Pérdida de carga por fricción para el agua (i_w)

$$i_w = 0,37 \frac{v^2}{b} + 0,286 \frac{v^{1,65}}{D^{1,35}}$$

$$i_w = 18,33 \frac{H_2O}{m \text{ tubería}} \quad \text{Para: } v = 1,85 \text{ m/s} = 6,07 \text{ pies/s}$$

$$D = 0.152 \text{ m} = 0.050 \text{ pies}$$

$$= 0.018 \frac{\text{pies } H_2O}{\text{pies tubería}}$$

V. Determinando el largo por accesorios (Le)

Accesorios	Cant	Le (pies)	Sub Total
Codo 45° (6")			0
Codo 90° (6")			0
Check (6")			0
			0

VI. Calculo de la cabeza dinámica total H_d

a) Presión de llegada	50 Psi	$H = (P/S_m)$	-92
b) Cabeza estática			589
c) Altura estática de descarga			-16
d) Altura estática de admisión			6,9
e) Cabeza de velocidad		$H_v = 0,0155 \times v^2$	0,6
f) Pérdida de cabeza por fricción		hf	120

$$L_t = L + Le = 6.562 \text{ Pies}$$

$$hf = i_w \times L_t = 0,018 \times 6.562 \text{ pies}$$

$$\text{Por Tanto: La cabeza dinámica total es} \quad 623$$

VII. Claculo de la potencia del Motor de la Bomba HP

$$HP = \frac{Q_w \times S_m - H_d}{3,290 \times n} \quad \text{Donde} \left\{ \begin{array}{l} Q_m = 535,4 \text{ GPM} \\ S_m = 1,26 \\ H_d = 623 \text{ pies} \\ n = 0,9 \text{ Eficiencia mecánica de bomba} \end{array} \right.$$

HP=142

TABLA N° 7: CUADRO DE ADICIÓN DE PULPA DE CEMENTO A CONCENTRACIONES DESEADAS DEL UNDER FLOW, DEL ESPESADOR HACIA EL MIXR

Digital datos				
Flujo de pasta PVT2 MEISTER	(m³/h)	22,00	87,93	
Densidad de pasta	(g/lt)	2057		
Cemento	(%)	5,5		
Cemento en Pulpa de Cemento	(%)	70		
Agua en Pulpa de Cemento	(%)	30		
Resultados				
Pasta	(TMPH)	85.00	5.8	
Sólidos en pasta	(%)	73.59		
Agua en pasta	(%)	26.41		
Densidad de la Pulpa de Cemento	(g/lt)	1 915		
Sólidos en pasta	(TMSPH)	33.24		
Cemento	(TMSPH)	1.93		
		1.00	4.84	1129

Pulpa de Cemento Alimento a MIXER	
GPM	m³/h
6,35	1.44
Sólidos (TMSH)	25.00
Cemento (TMSH)	1,46
4,779	1.0855

Relación Líquido

En volumen	Cemento/Pasta	Relación
1,18	Kg/m³	Agua/Cemento
En peso	87,93	6,57
0,36	Kg/TMSH	
	58,20	
Porcentaje de volumen		
Sólido		
45,78		
Líquido		
54,22		

TABLA N° 8: DATOS DE LABORATORIO PARA EL CÁLCULO DEL RELLENO

Cementación (m³/h)	Volumen de Agua (lt)	Peso Cemento (kg)	Peso de alimentación (TMH)	Caudal de alimentación GPM
			20,53	3,71
10,50	508	1186	21,56	3,89
11,00	532	1242	22,58	4,08
11,50	557	1299	23,61	4,27
12,00	581	1355	24,64	4,45
12,50	605	1411	25,66	4,64
13,00	629	1468	26,69	4,82
13,50	653	1524	27,72	5,01
14,00	677	1581	28,74	5,19
14,50	702	1637	29,77	5,38
15,00	726	1694	30,80	5,56
15,50	750	1750	31,82	5,75
16,00	774	1807	32,85	5,93
16,50	798	1863	33,87	6,12
17,00	823	1920	34,90	6,30
17,50	847	1976	35,93	6,49
18,00	871	2032	36,95	6,68
18,50	895	2089	37,98	6,86
19,00	919	2145	39,01	7,05
19,50	944	2202	40,03	7,23
20,00	968	2258	41,06	7,42
20,50	992	2315	42,09	7,60
21,00	1016	2371	43,11	7,79
21,50	1040	2428	44,14	7,97
22,00	1065	2484	45,17	8,16
22,50	1089	2541	46,19	8,34
23,00	1113	2597	47,22	8,53
23,50	1137	2654	48,25	8,72
24,00	1161	2710	49,27	8,90
24,50	1186	2766	50,30	9,09
25,00	1210	2823	51,33	9,27
25,50	1234	2879	52,35	9,46
26,00	1258	2936	53,38	9,64
26,50	1282	2992	54,40	9,83

**TABLA N° 9: ADICIÓN DE PULPA DE CEMENTO A CONCENTRACIONES
DESEADAS**

Digitar datos	
Densidad de Pasta (g/lt)	1980
% Cemento (%)	5
% Preparación Pulpa Cemento (%)	70
% Agua en Pulpa Cemento (%)	30

% Sólidos en Pasta	71,01	$((D\$7-1000)*100)/(D\$7*((3,3-1)/3,3))$
% Agua en Pasta	28,99	100-D\$14
Densidad Pulpa Cemento (g/lt)	1915	$(F32+E32)/(E32+(F32/3,15))*1000$
Relación Agua/Cemento	6,23	$((G32*D\$15*10)+E32)/F32$
Pasta Alimentada Al Mixer (TMH)	Adición de Pulpa de Cemento al Mixer (GPM)	
40 DIGITAR DATO	3,94	$(0,0985*B23)-0,0000000000000008$

TABLA N° 10: DATOS PARA LA MEZCLA DEL RELLENO

Flujos de alimentación de Pasta al Mixer (m³/h)	Volumen de Agua (lt)	Peso de Cemento (kg)	Pasta Alimentada al Mixer (TMH)	Adición de Pulpa de Cemento al Mixer (GPM)
10,00	424	990	19,80	3,3
10,50	446	1040	20,79	3,4
11,00	467	1089	21,78	3,6
11,50	488	1139	22,77	3,7
12,00	509	1188	23,76	3,9
12,50	530	1238	24,75	4,1
13,00	552	1287	25,74	4,2
13,50	573	1337	26,73	4,4
14,00	594	1386	27,72	4,6
14,50	615	1436	28,71	4,7
15,00	636	1485	29,70	4,9
15,50	658	1535	30,69	5,0
16,00	679	1584	31,68	5,2
16,50	700	1634	32,67	5,4
17,00	721	1683	33,66	5,5
17,50	743	1733	34,65	5,7
18,00	764	1782	35,64	5,9
18,50	785	1832	36,63	6,0

(C\$8*L7*4402,72)/C\$16*\$9

19,00	806	1881	37,62	6,2
19,50	827	1931	38,61	6,3
20,00	849	1980	39,60	6,5
20,50	870	2030	40,59	6,7
21,00	891	2079	41,58	6,8
21,50	912	2129	42,57	7,0
22,00	933	2178	43,56	7,2
22,50	955	2228	44,55	7,3
23,00	976	2277	45,54	7,5
23,50	997	2327	46,53	7,6
24,00	1018	2376	47,52	7,8
24,50	1040	2426	48,51	8,0

185911

TABLA N° 11: RESUMEN DE LA OPERACIÓN

	Alimentación
Operación, Hrs	
Tonelaje. TMSH	$86 \cdot B7 \cdot 88 / 100000$
Caudal. M3/Hr	
Densidad. gr/lit	
Sólidos. %	$((B7 - 1\ 000) \cdot 1\ 00) / (B7 \cdot (3,3 - 1) / 3,3)$
Total. TMSD	$B5 \cdot 84$
Total. M3/Día	$B6 \cdot B4$
Torque. %	
Velocidad Rastrillos, rpm	
Nivel de espesor (%)	
Espejo de Agua, mts	$B13 \cdot 0,119$
Nivel de Sólidos, mt	$15,987 - B14$
Presión U/F. PSI	
Inventario Volumen Cama, M3	$5I(B13 > 79,8; (1,0472 \cdot (14 - (0,119 \cdot B13))) \cdot (14 - (0,119 \cdot B13)))$
	$\wedge 2 + (3 \cdot \{14 - (0,119 \cdot B13)\}) + 3) + 6,24) + SI(B13 < 79,7; (95,03 \cdot (9,5 - (0,119 \cdot B13))) + 179,42))$
Inventario Sólidos.Tms	$(B17 \cdot B30 \cdot B31) / 100000$
Tiempo de Residencia. Hrs	$B18 / B5$
Mallas C%):	
+65M	
+325M	
-325M	
	Rebose
M3/Hr	$(86 \cdot B7 \cdot (100 - B8)) / 100000$
M3/Día	$825 \cdot 84$
	Descarga
Bombeo, Hrs	

Caudal M3/Hr	
Densidad, gr/lt	
Sólidos. %	$((B30-1000)*100)/(B30*((3,3-1)/3,3))$
Slump. Pulg	
TotalTMH	$(829*B30)/1000$
Total, TMD	$B33*B28$
Total. TMSH	$(829*B30*B31)/100000$
Total, TMSD	$B35*B28$
Total, M3/Día	$B29*B28$
Recirculación Feedwell, Hrs	
Caudal M3/Hr	
Tonelaje, TMSD	$((B39*B30*B31)/100000)*B38$
Recirculación Ducto de Descarga,	
Mallas (%) :	
+65M	
+325M	
-325M	
	Mina
Operación, Hrs	
Nivel. Labor	
Cemento, %	
Densidad, gr/lt	
Sólidos, %	$((B50-1000)*100)/(850*((3,3-1)/3,3))$
Slumo, Pulgs	
Consistencia, Mpa	
Curado, días	
	Consumo
Floculante. Gr/Tms	
Floculante, GPM	

Dilución, %	
Floculante, Kg/Día	$B57 \cdot (B58/100) \cdot 4,33 \cdot 226,977437$
Cemento, Kgr/M3	$((835 \cdot 849)/(100-849)) \cdot 1000/B29$
Total cemento, TMSD	$(B60 \cdot B37)/1000$
	Inventario
Floculante, Kgr	
Cemento, TM	
Petróleo, Gl	

TABLA N° 12: REPORTE GRANULOMÉTRICO

		50	70	100	140	200	270	325	400	500	635	-635	
Descarga a mina	Peso gr	17.45	17.97	21.04	25.10	20.43	23.66	7.96	10.99	8.97	7.84	39.06	
	%Peso	8.70	8.96	10.50	12.52	10.19	11.80	3.97	5.48	4.47	3.91	19.48	100.00
Pasta Galigher	Peso gr	17.88	17.69	20.78	24.71	20.35	23.61	7.54	10.71	7.41	8.20	40.81	
	%Peso	8.95	8.86	10.41	12.37	10.19	11.82	3.78	5.36	3.71	4.11	20.44	100.00
Aliment. Relave	Peso gr	13.65	16.22	20.87	26.51	22.69	26.48	8.33	10.45	7.62	8.62	38.51	
Guardia "B"	%Peso	6.83	8.11	10.44	13.26	11.35	13.24	4.17	5.23	3.81	4.31	19.26	100.00
Pasta Galigher	Peso gr	17.78	18.89	23.09	27.53	22.54	25.60	7.67	9.98	6.62	6.92	33.29	
Guardia "B"	%Peso	8.89	9.45	11.55	13.77	11.28	12.81	3.84	4.99	3.31	3.46	16.65	100.00
Pasta Putzmaizter	Peso gr	18.07	18.83	22.44	27.11	22.19	24.52	8.03	10.31	7.49	7.84	32.85	
Guardia "B"	%Peso	9.05	9.43	11.24	13.58	11.11	12.28	4.02	5.16	3.75	3.93	16.45	100.00

TABLA N° 13: REPORTE GRANULOMÉTRICO (CONTINUACIÓN)

		50	70	100	140	200	270	325	400	500	635	-635	
Guardia "A"													
Ingreso Relave	Peso gr	30.11	20.65	22.72	25.17	18.69	20.68	6.12	11.23	5.83	6.42	32.18	
	%Peso	15.07	10.34	11.37	12.60	9.35	10.35	3.06	5.62	2.92	3.21	16.11	100.00
Bomba Galigher	Peso gr	23.48	18.93	22.04	26.01	19.86	22.85	7.22	12.12	6.48	7.15	33.00	
	%Peso	11.79	9.51	11.07	13.06	9.97	11.47	3.63	6.09	3.25	3.59	16.57	100.00
Guardia "B"													
Bomba Galigher	Peso gr	33.12	21.26	22.90	24.97	17.78	19.45	5.36	10.35	5.17	5.87	33.69	
	%Peso	16.57	10.63	11.45	12.49	8.89	9.73	2.68	5.18	2.59	2.94	16.85	100.00
Alimento Relave	Peso gr	32.31	22.95	25.94	29.40	21.19	21.60	5.15	10.22	4.35	4.76	22.07	
	%Peso	16.16	11.48	12.97	14.70	10.60	10.80	2.58	5.11	2.18	2.38	11.04	100.00

TABLA N° 14: TABLAGRANULOMÉTRICO (CONTINUACIÓN)

		50	70	100	140	200	270	325	400	500	635	-635	
Ingreso Relave	Peso gr	26.51	22.43	24.73	26.23	19.25	19.61	6.22	8.50	5.73	6.70	33.88	
	%Peso	13.27	11.23	12.38	13.13	9.64	9.82	3.11	4.25	2.87	3.35	16.96	100.00
Bomba Galigher	Peso gr	20.63	17.99	21.44	24.68	19.13	22.22	7.02	10.62	7.00	8.65	40.40	
	%Peso	10.33	9.00	10.73	12.35	9.58	11.12	3.51	5.32	3.50	4.33	20.22	100.00
Salida de pasta	Peso gr	19.98	18.21	21.60	25.22	19.27	21.56	8.01	25.73	0.10	1.22	38.98	
Putzmeister	%Peso	10.00	9.11	10.81	12.62	9.64	10.79	4.01	12.87	0.05	0.61	19.50	100.00

TABLA N° 15: REPORTE GRANULOMÉTRICO (CONTINUACIÓN)

		50	70	100	140	200	270	325	400	500	635	-635	% Sólidos
Alimento Relave	Peso gr	5.80	10.85	15.83	23.35	23.48	31.56	11.61	13.64	8.44	10.08	44.93	
I°G	%Peso	2.91	5.44	7.93	11.70	11.77	15.81	5.82	6.83	4.23	5.05	22.51	
O/F Ciclón	Peso gr	0.61	0.95	1.55	2.92	3.61	8.56	5.58	9.75	10.86	19.60	135.82	13.69
11:00AM	%Peso	0.31	0.48	0.78	1.46	1.81	4.28	2.79	4.88	5.44	9.81	67.97	
Alimento Ciclón	Peso gr	7.27	9.66	12.94	18.26	17.19	23.75	9.53	12.25	.38	12.83	66.70	27.34
11:00AM	%Peso	3.64	4.84	6.48	9.14	8.61	11.89	4.77	6.13	4.70	6.42	33.39	
Relave General	Peso gr	12.64	12.86	15.79	20.98	18.37	23.56	8.93	12.12	7.82	11.70	54.59	32.11
11 :00 AM	%Peso	6.34	6.45	7.92	10.52	9.21	11.82	4.48	6.08	3.92	5.87	27.38	
U/F Ciclón	Peso gr	14.80	17.14	23.09	32.28	28.82	34.25	10.97	10.69	6.51	5.38	15.25	63.35
11:00AM	%Peso	7.43	8.61	11.59	16.21	14.47	17.20	5.51	5.37	3.27	2.70	7.66	
Relave General	Peso gr	10.44	12.23	15.33	19.64	18.06	23.54	9.53	11.25	8.93	11.71	57.90	31.36
3:40PM	%Peso	5.26	6.16	7.72	9.89	9.10	11.86	4.80	5.67	4.50	5.90	29.16	
Alimento Ciclón	Peso gr	6.00	9.24	12.76	17.77	17.03	23.29	9.87	12.45	10.02	13.79	67.48	26.23
3:40PM	%Peso	3.00	4.63	6.39	8.90	8.53	11.66	4.94	6.23	5.02	6.91	33.79	
O/F Ciclón	Peso gr	0.46	0.83	1.15	2.30	3.00	8.58	5.42	8.81	9.76	15.15	144.38	14.60
3:40Pm	%Peso	0.23	0.42	0.58	1.15	1.50	4.29	2.71	4.41	4.88	7.58	72.25	
U/F Ciclón	Peso gr	16.38	19.40	24.80	32.67	29.59	33.43	10.86	10.19	5.91	4.16	12.35	67.23
3:40PM	%Peso	8.20	9.71	12.42	16.36	14.81	16.74	5.44	5.10	2.96	2.08	6.18	

TABLA N° 16: REPORTE GRANULOMÉTRICO (CONTINUACIÓN)

		50-.	70	100	140	200	270	325	400	500	635	-635	
Galigher	Peso gr	0.06	0.57	4.04	11.68	16.08	27.25	11.03	16.84	11.84	17.43	83.02	
	%Peso	0.03	0.29	2.02	5.84	8.05	13.64	5.52	8.43	5.92	8.72	41.54	100.00
Alimentación	Peso gr	12.42	13.27	16.5 1	20.19	16.53	20.25	7.43	10.51	9.07	13.83	59.92	
	%Peso	6.21	6.64	8.26	10.10	8.27	10.13	3.72	5.26	4.54	6.92	29.97	100.00

TABLA N° 17: REPORTE GRANULOMÉTRICO (CONTINUACIÓN)

Muestra : U/F Espesador											
	50	70	100	140	200	270	325	400	500	635	-635
Peso gr	17.36	15.53	19.03	25.62	22.85	28.26	10.64	7.88	11.63	8.16	32.95
%Peso	8.68	7.77	9.52	12.82	11.43	14.14	5.32	3.94	5.82	4.08	16.48
Muestra : Alimento Espesador											
	50	70	100	140	200	270	325	400	500	635	-635
Peso gr	19.45	15.19	18.68	25.60	22.19	27.81	10.51	7.65	12.06	8.16	32.65
%Peso	9.73	7.60	9.34	12.80	11.10	13.91	5.26	3.83	6.03	4.08	16.33
Muestra.: Tajo 602 Nv. - 2 – 4											
	50	70	100	140	200	270	325	400	500	635	-635
Peso gr	14.34	14.11	18.73	24.32	20.87	26.27	10.75	8.75	13.16	9.44	38.46
%Peso	7.20	7.08	9.40	12.21	10.48	13.19	5.40	4.39	6.61	4.74	19.31

TABLA N° 18: REPORTE GRANULOMÉTRICO (CONTINUACIÓN)

	Malla	50	70	100	140	200	270	325	400	500	635	-635	% Sólidos
Under flow	Peso gr	20.86	19.74	26.77	34.77	28.73	31.33	10.67	6.46	8.77	3.03	8.13	74.11
	%Peso	10.47	9.91	13.43	17.45	14.42	15.72	5.35	3.24	4.40	1.52	4.08	
Relave Peso gr	Peso gr	20.26	16.46	18.29	20.55	15.58	18.44	7.65	5.96	10.60	9.20	47.70	32.30
	%Peso	10.62	8.63	9.59	10.78	8.17	9.67	4.01	3.13	5.56	4.82	25.01	
Mezcla Peso gr	Peso gr	22.32	19.75	25.58	32.13	26.06	18.99	10.11	6.79	8.84	4.11	13.23	69.89
	%Peso	11.88	10.51	13.61	17.10	13.87	10.11	5.38	3.61	4.70	2.19	7.04	

TABLA N° 19: REPORTE GRANULOMÉTRICO (CONTINUACIÓN)

	Malla	50	70	100	140	200	270	325	400	500	635	-635	
Alim. Tve	Peso gr	26.22	20.41	22.77	25.85	18.74	20.32	5.43	10.74	5.55	6.58	37.29	
Cjon N° 3 al Ciclón	%Peso	13.12	10.21	11.39	12.93	9.37	10.17	2.72	5.37	2.78	3.29	18.65	100.00

CAPÍTULO VI

INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE RELLENO EN PASTA Y DISTRIBUCIÓN

6.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

La Planta de Relleno en Pasta, consiste básicamente en la utilización de relave y mezclado con cemento, éste es utilizado como relleno en pasta, en la profundización, al interior de la mina. El proceso es controlado y supervisado, en tiempo real, por un sistema integrador PLC.

El relave captado de la Planta concentradora desde un cajón de relave se bombea con bombas horizontales a una bomba de Desplazamiento positivo por diafragmas (GEHO de 250 HP) que se encarga de enviar el relave a un caudal de 141 m³/hr hacia el Espesador con una densidad promedio de 1270 gr/lit. Las bombas están ubicadas: una, en el área de la planta Concentradora y la otra, a 980 m, más arriba, en el área cercana de la Planta de Cal (Configuración Serie).

Luego, que el relave entra al Espesador (de 980 m³), que cuenta con un sistema hidráulico con rastra, mueve el contenido de relave, al mismo tiempo, que se le agregarán Polímeros (Floculante) provenientes de la planta de Floculante, a razón de 0.98 a 2 Kg/día, con la finalidad de acelerar el proceso de sedimentación. Este sistema, será comandado por un PLC local de procedencia *Allen Bradley-Micrologic 1500*, que se encargará de controlar los parámetros de campo a fin de enviar los Polímeros en condiciones óptimas.

Además, el Espesador será comandado por un tablero de mando de la unidad de potencia hidráulica, encargado de armonizar el proceso del Espesador y controlada la velocidad de la rastra desde la sala de control.

Pasado un tiempo se irán formando camas del relave que se va sedimentando a medida que se alimenta el Espesador. Cuando se tiene el adecuado porcentaje de sólidos en peso, se inicia el envío de pasta al MIXER, trabajando con dos (02) bombas (GALIGHER de 150 HP, una en Stand by), con una densidad promedio de 2100 gr/lt, 72 a 76 % Sp, Slump 10, bombeo de 25 a 40 m³/Hr al MIXER y que será controlado desde un panel de control local.

De otro lado, el Mezclador de cemento, se encargará de preparar la pasta de cemento, el cuál proviene de un silo vertical de cemento de 150 TN. El sistema será controlado por un PLC local, *Modicon Quantum 140 CPU 113 02 256K*, encargado de asimilar todas las variables de control, con la finalidad de enviar al Mixer la pasta de cemento, a razón directa del porcentaje de sólidos en pasta de relave alcanzado.

El Mixer procesará la pasta, homogenizará y enviará a la Bomba de Desplazamiento Positivo (*Putzmeister*), quien enviará el producto a su destino final hacia interior mina, a una velocidad de 80% de su capacidad, a saber 38 m³/hr.

El PLC principal (Master), recogerá todas las señales de campo de la instrumentación encargada de armonizar el proceso, además, de salidas y/o entradas digitales o analógicas desde los paneles de los equipos.

6.2 PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE RELLENO EN PASTA

Para el arranque de la Planta de Relleno en Pasta tenemos que seguir el siguiente procedimiento... Importante es la comunicación fluida:

- Geho 1: Contar con una radio con los 5 canales y teléfono (Cemprotech)
- Geho 2: Contar con una radio con los 5 canales.
- Sala de Control: Contar con un teléfono y dos radios: canal 2, otra, canal 5.

FIGURA 1: DISPOSICION DE RELAVE EN LAGUNA TINYAG

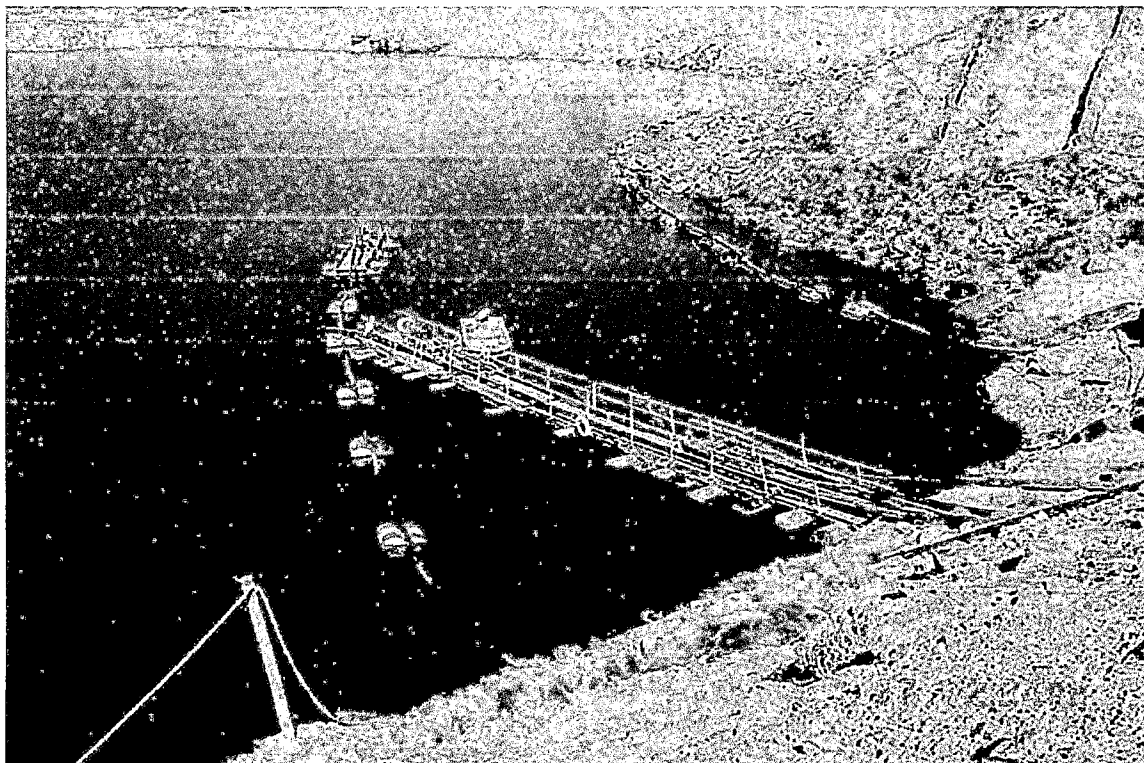


FIGURA 2: PLANTA CONCENTRADORA 3200TMD 15%Zn

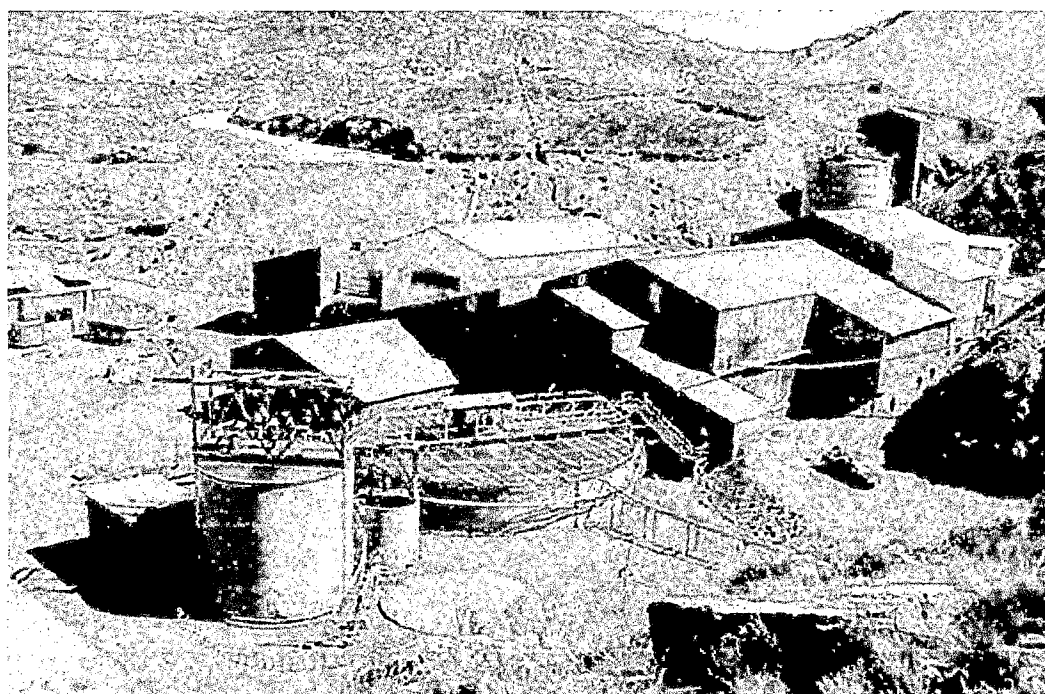


FIGURA 3: SISTEMA DE OPERACION DE LA PLANTA

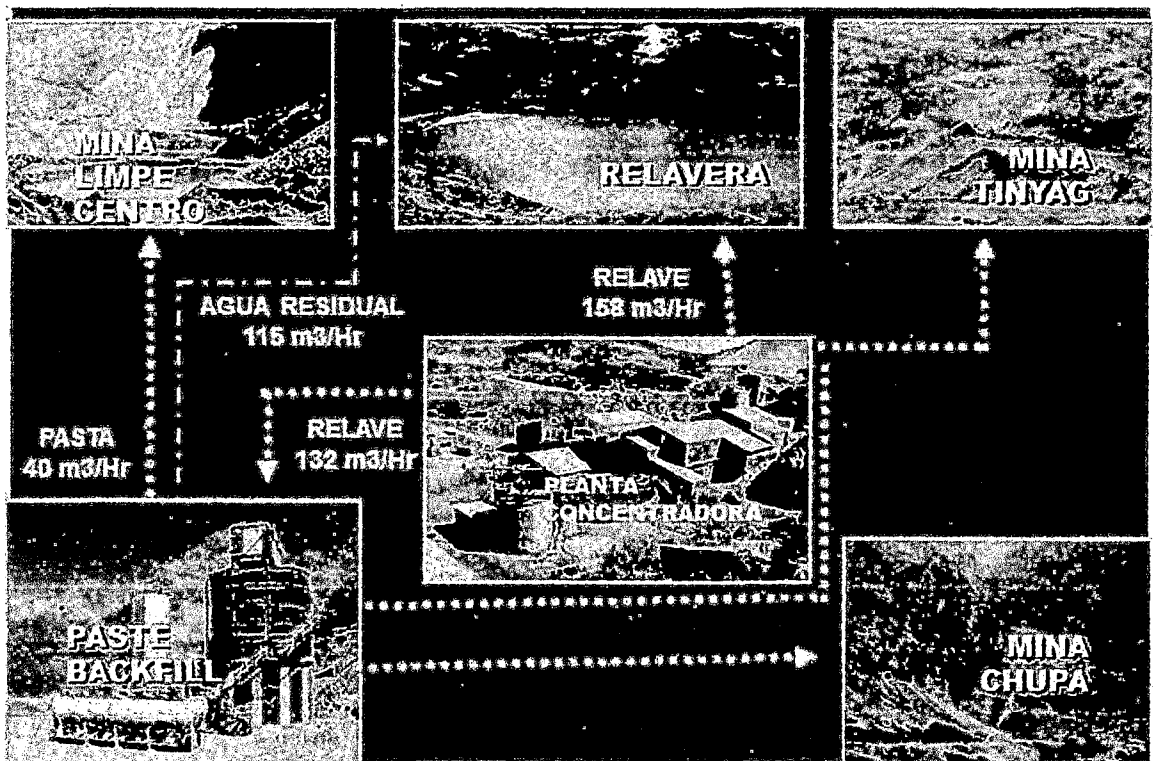


FIGURA 4: PROCESO DE RELLENO EN PASTA.

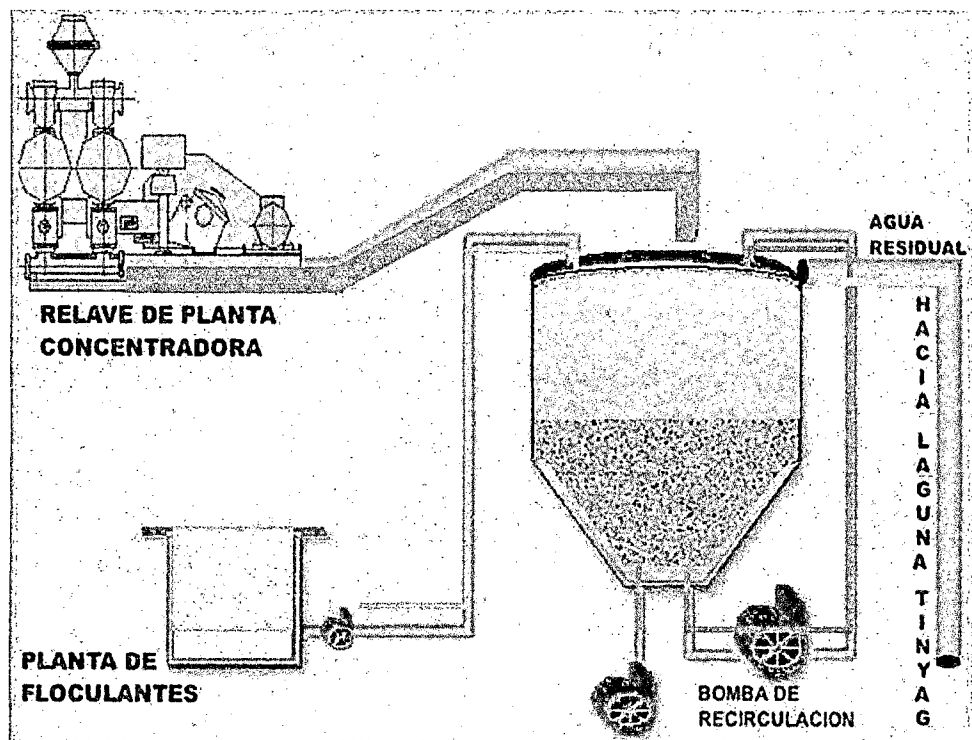
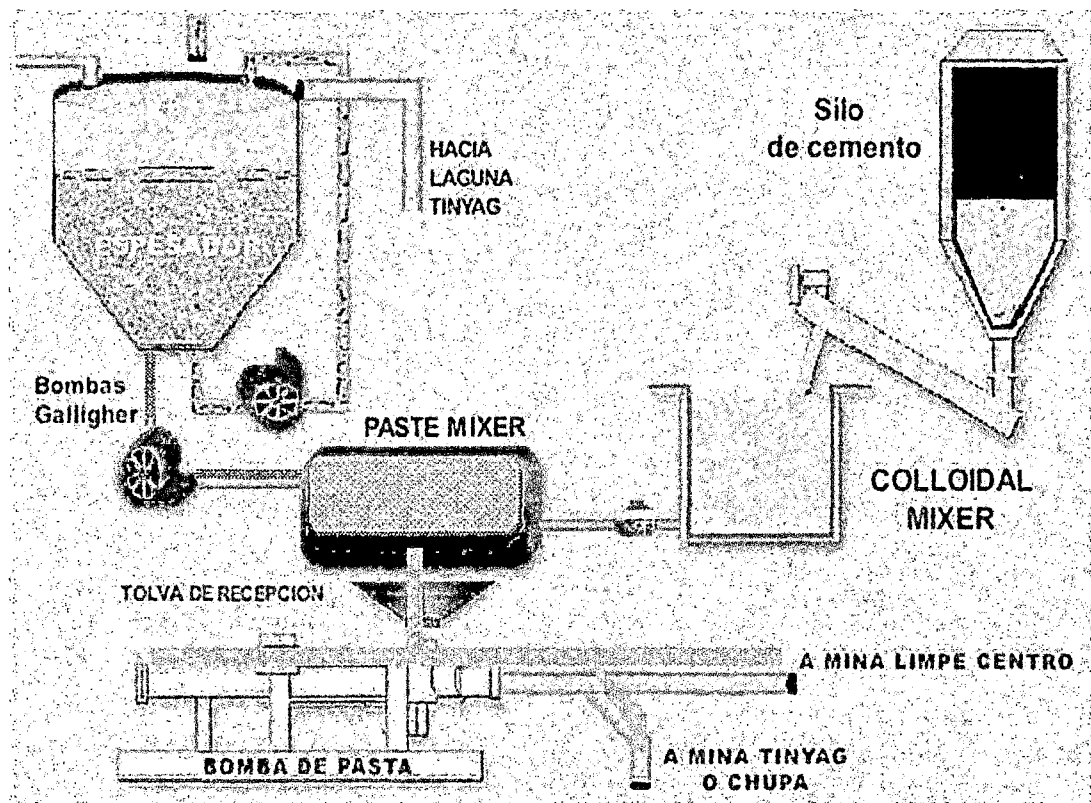


FIGURA 5: ENVÍO DE RELAVES AL PROCESADOR



6.2.1 PREPARATIVOS PARA EL ENVÍO DE RELAVE AL ESPESADOR

- a) Coordinación con casa de fuerza (canal 2) para que autorice la habilitación de energía para los equipos que van a operar, en planta y sectores de las Bombas Geho
- b) Preparación de las Bombas Geho 1 &. 2:
 - Verificación de los Niveles de aceite, bombas de lubricación (ver operación Geho).
 - Verificación de funcionamiento de compresora, sector de la bomba Geho # 2 (nivel aceite, alimentación, presión de trabajo: 5 bar mín. a 7 bar máx. (72,5 psi mín. a 101,5 psi máx.), etc)
- c) Coordinación con PLANTA (Jefe de Guardia, canal 4) para alimentar con relave a la Bomba Geho # 1. Verificar la adecuada alimentación de relave - ver estado de las válvulas en el cajón de relave.
- d) Verificación de válvulas de cuchilla Electroneumáticas:
 - Al ingreso de Espesador de 8", estado abierta.

- En el Sector de la Bomba Geho 2: Válvulas manuales de by pass (una de mariposa y otra de cuchilla de 6"), cerradas.
- En el sector Yee: Válvula de 6", a la laguna, estado cerrado. Válvula de 8", al Espesador, estado abierto.

e) En la Planta de Relleno en Pasta:

- Llenar el Espesador totalmente de agua, antes del envío de relave.
- Verificar nivel de cemento en el Silo de 150 Tn.
- Lista la balanza y baldes para los muestreos (cada 30 minutos).
- Verificar el funcionamiento de la rastra del Espesador.
- Verificar el funcionamiento de la Planta de Floculante.
- Verificar el funcionamiento de la Compresora Sullair.
- Verificar el stock de Floculante.
- Verificar el funcionamiento del secador de aire (puesta en Local).
- Verificar el funcionamiento de las válvulas solenoides para el drenaje de los tanques de aire: Para los equipos de Instrumentación y para la Planta (los silos de Cemento y limpieza de línea de envío de pasta de 6"1.
- Verificar las presiones:
 - En la línea de agua para el proceso.
 - En la línea de agua para los sellos de las bombas Galigher (Mayor o igual a 80 psi).
 - Verificar funcionamiento de bombas Galigher y su nivel de aceite. o Verificar el funcionamiento de las válvulas electroneumáticas e instrumentos de control (Nivel, Densidad, Flujo, Presión), lazos de control.
 - Verificar funcionamiento de Sumideros.

6.2.2 EL ARRANQUE: ENVÍO DE RELAVE

- a) Arranca la Bomba Geho # 1, alimentado primero al 50 % de relave hasta alcanzar los 20 Hz. De allí, en adelante, se alimenta al 100 o/o. Se van anotando las presiones de entrada (succión, promedio de 4,5 bar, a 60 Hz.) y salida (descarga 18,5 bar, a 60 Hz.).
- b) La bomba Geho # 2, ya lista, espera la llegada de relave con la válvula de la entrada (mariposa) y la válvula de salida de cuchilla

(Electroneumática), abiertas. Cuando se está en 15 bar, a la salida de la Geho # 1, es el momento que comienza a llegar relave a la Geho # 2. La comunicación, en este momento, es importante, entre ambas bombas Geho, para estabilizarlas adecuadamente.

La bomba Geho # 2 va monitoreando la presión de entrada desde el Variador de velocidad. Cuando, la presión al ingreso, va subiendo arriba de 4 bar, es el momento de arrancar la bomba, suavemente, hasta alcanzar la velocidad de la Geho # 1.

- c) De aquí, en adelante, las coordinaciones entre ambas bombas es vital. La Bomba Geho # 1 gobierna a la Bomba Geho # 2. La primera incrementa, lentamente, la dos le sigue de acuerdo a lo que monitorea en el indicador de presión a la entrada de su Bomba. Así, una vez que ambas llegan a 60 Hz., es decir, momento que han alcanzado la velocidad nominal de los motores permanecen allí, sin variar nada. Solo monitorean presencias de alarmas, presiones: Entrada y Salida.
- d) La rastra y la compresora deben estar arrancadas en la planta, lo mismo que la planta de Floculante, lista, para cuando llegue la carga.
- e) Una vez que llega, se procede a hacer muestreos en el feedwell, cada 30 minutos. Además, se va dosificando de Floculante según la densidad que ingresa.
- f) Luego, que se va generando la cama de re lave, a lo largo del tiempo se van registrando los valores más relevantes de la operación.
- g) Una vez que se comienza a hacer muestreos en la parte baja del Espesador es para saber a cuanto está la Densidad y el Slump alcanzado.

6.2.3 PREPARATIVOS PARA EL ENVÍO DE PASTA A MINA

- a) Verificar el Nivel de Cemento.
- b) Verificar el funcionamiento del Thiessen (nivel grasa EP 1 del distribuidor de grasa. Ver operación del Thiessen).
- c) Verificación el funcionamiento del Mixer (nivel grasa EP 2 del engrasador automático, el aceite, etc.,. Ver operación Mixer).
- d) Verificación de la Bomba Putzmeister (nivel de aceite unidad Hidráulica,

nivel grasa EP 1 engrasador automático de la bomba, verificar si no hay fugas de aceite, presencia de agua en el cajón de agua de la bomba, ingreso de agua en la unidad hidráulica, etc. Ver Operación de Putzmeister).

6.2.4 ARRANQUE: ENVÍO DE PASTA A MINA

- a) Cuando se está listo, primero, se coordina con el responsable de la operación en mina (canal 2) y se envía agua.
- b) Una vez, que llegó todo conforme se espera la confirmación para iniciar el envío de pasta.
- c) Se está listo y se envía la pasta de Relave al Mixer y según, este envío, se dosifica la pasta de cemento, regulando la velocidad de la bomba Moyno con el variador de velocidad (VFD)
- d) El Mixer va mezclando el producto y la bomba Putzmeister inicia su bombeo con pasta. Se regula, poco a poco, hasta un máximo a 80 % de su velocidad. El resto del flujo de pasta de relave debe ser controlado en el envío para evitar que el hopper se rebalse.
- e) Se sigue coordinando con mina para verificar como llega el flujo.

6.2.5 FIN DEL ENVÍO: LIMPIEZA DE LOS EQUIPOS

- a) De relave:
 - Una vez hechas las coordinaciones: Con la Sala de Control Paste FUI (canal 5) y con la Planta Concentradora (canal 4), se procede a parar el bombeo: O bien por finalización de la Operación o por problemas presentados en la Operación con las Bombas Geho o por la Falta de flujo o por problemas en la Planta concentradora para alimentar de Relave a la Geho #1.
 - Se coordina entre ambas bombas Geho # 1 & # 2.
 - En Geho # 1, un operador está en la válvula alimentadora de la Geho # 1, listo para ir recortando el flujo. Primero, al 50 %. Es el momento en que se va disminuyendo la frecuencia del motor, por ende, la velocidad del motor.
 - La bomba Geho # 2, va monitoreando su presión de entrada y cuando vea que se le va bajando la presión va disminuyendo, también, la

frecuencia del motor. Esta operación debe ser llevado con una bajada gradual de velocidad y flujo. De ser brusco corremos el riesgo de arenar los equipos o originar problemas en los equipos. Tener mucho cuidado.

- Cuando ya se esta a 20 Hz, en la Geho # 1, se procede a aperturar la válvula de descarga del equipo, enviando esa carga al sumidero. Luego, se cierra totalmente la alimentación a la Geho # 1, a su vez, se disminuye la velocidad de bombeo hasta parar el equipo.
- El operador en la Geho # 1, va al sector de la Yee a hacer el cambio: Se apertura la válvula Electroneumática de 6R y se cierra la válvula Electroneumática de 8".
- Lo mismo, sucede en la Geho # 2, cuando ya no detecte presión de entrada, se procede a aperturar las válvulas de by pass (una de cuchilla y otra de mariposa). Luego, se apertura la válvula de descarga del equipo, enviando esa carga al sumidero, y disminuye la velocidad de la bomba hasta parar la bomba. Se cierra, después, las válvulas de alimentación de la Geho # 2 (de mariposa) y de descarga (de cuchilla Electroneumática).
- Cuando, ambas bombas, se han parado se procede a la limpieza de los equipos.
- Geho # 1: Espera a que la columna de carga (desde la Yee hasta la Geho) se descargue al sumidero. Cuando ocurre eso, se procede a alimentar con agua al equipo, hasta verificar la salida de agua limpia hacia el sumidero. Acto seguido, se corre, por unos minutos, la bomba a 6 Hz para estar, a ciencia cierta, que el equipo está quedando limpio internamente.
- Geho # 2: Se procede a alimentar con agua al equipo, hasta verificar la salida de agua limpia hacia el sumidero. Luego, se corre, por unos minutos, la bomba a 6 Hz para estar, a ciencia cierta, que el equipo está quedando limpio internamente.

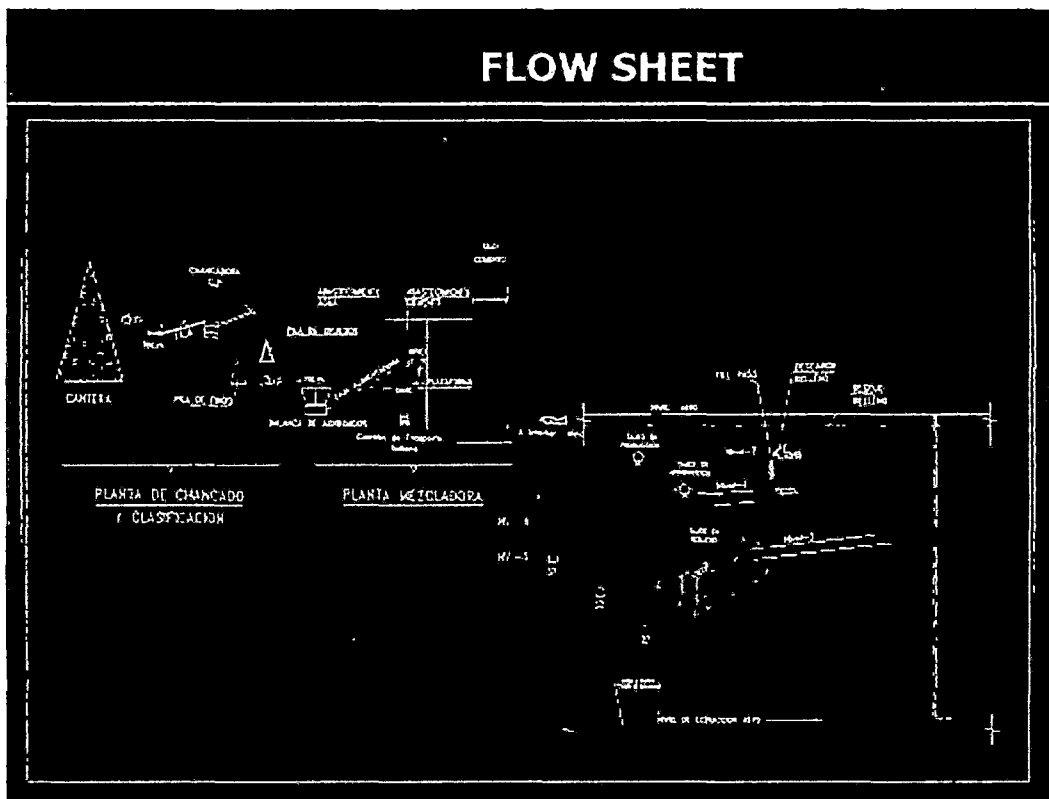
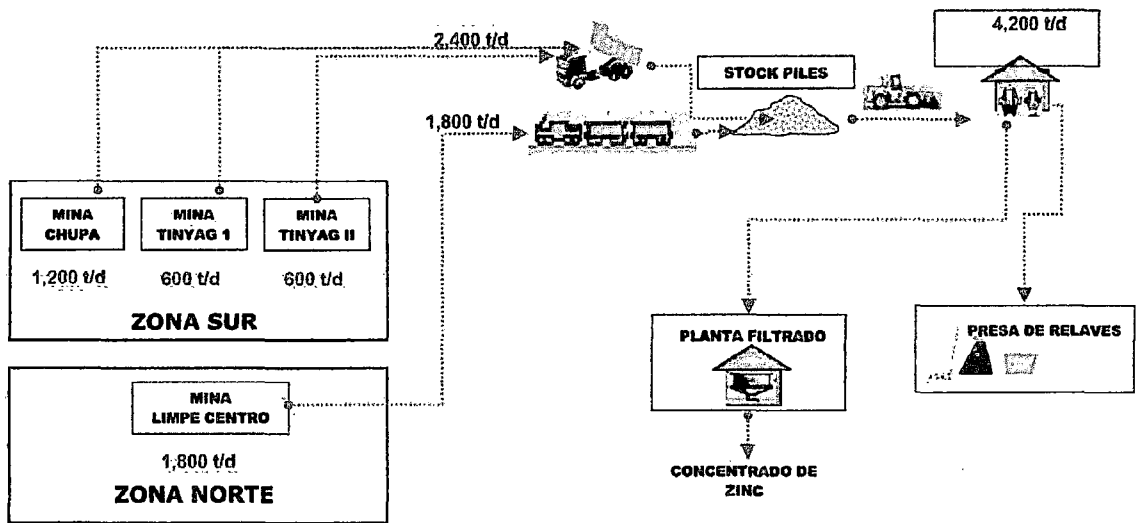
b) De pasta:

- Luego, para terminar de limpiar el arenamiento, en el lado de la succión de las bombas, se retira las tapas y se manguera con agua. Esto para

ambas bombas. Cuando ya se ha concluido el envío o se presenta problemas durante y se requiere parar, entonces, previas coordinación con mina (canal 2) y la sala de Control de Paste Fill. Se procede a parar la Operación.

- Del Espesador, se cancela el envío de Pasta de Relave y queda recirculando, sea hacia abajo o hacia arriba.
- Del Thiessen, se cancela el envío de Pasta de Cemento y se procede a lavar el equipo. Adicionalmente hay que desacoplar la línea donde está montado el flujómetro y limpiar. Lo mismo, el acople después de la Moyno. Finalmente, verificar el tanque mezclador aperturando sus tapas y manguerear. Eso mismo, para el tanque mezclador.
- El Mixer, cuando ya no tiene carga, se procede a descargar el residual al sumidero y se procede inmediatamente a limpiar el equipo.
- Cuando ya no hay carga que enviar se comunica a mina y se espera a que den aviso para enviar agua.
- Se concluye cuando confirman en mina que está llegando agua limpia.
- Se desacopla, en el sector de ingreso de la chimenea a mina, y se acopla el sistema de limpieza con agua y aire (salida de bomba Putzmeister), contando con apoyo de personal de mina para este procedimiento de limpieza de la línea. Primero, este tramo Paste Fillchimenea, luego, Chimenea-Interior mina. Todo bajo cautelosa coordinación.
- Finalmente, se va lavando, paralelamente, la Bomba Putzmeister y revisando las válvulas y sellos metálicos.
- Limpieza de la Planta y sectores Geho # 1 & # 2.
- Verificación del estado de todos los equipos, anotando las observaciones para posteriormente si se ha detectado algún problema en el equipo hacer su levantamiento para el mantenimiento respectivo.

DIAGRAMA N°1 FLUJO GRAMA DE PRODUCCIÓN



6.3 INSTALACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Los instrumentos instalados aparecen en las siguientes tablas:

**TABLA N° 20: EQUIPOS DE BOMBA DE LA PLANTA CONCENTRADORA E
INMEDIACIONES PLANTA DE CAL, SECTORES: BOMBAS GEHO 1 & 2**

ITEM	CODIGO	DESCRIPCIÓN
1	LIT 26100	Transmisor Indicador de Nivel, en el cajón de relaves. (PDP 1801)
2	PDP 1801	Bomba Geho 1. PLC Modicon.
3	PDP 1802	Bomba Geho 2. PLC Modicon.
4	SP 1801	Bomba sumidero sector Geho #1. 30 Hp.
5	LSL H 1840	Interruptor Nivel. Sector Geho1. Bomba sumidero. (SP 8101). Falta
6	LSL H 1841	Interruptor Nivel. Sector Geho2. Bomba sumidero. (SP 8101). Falta
7	EV 1852	Válvula de cuchilla electroneumática on/off de 6". Sector Yee
8	EV 1852-1	Válvula de cuchilla electroneumática on/off de 8". Sector Yee
9	EV 1852-2	Válvula de cuchilla electro neumática on/off de 8". Sector Geho 1
10	EV 1852-3	Válvula de cuchilla electroneumática on/off de 8". Sector Geho 2

**TABLA 21: EQUIPOS DE BOMBA DE LA PLANTA DE RELLENO EN PASTA,
SECTORES: ESPESADOR Y PLANTA DE FLOCULANTE**

ITEM	CODIGO	DESCRIPCIÓN
11	FIT 8005	Transmisor Indicador Flujo de 8". Ingreso Espesador. (DCT' 8101)
11	DIT 8005	Transmisor Indicador Densidad de 8". Ingreso Espesador. (DCT 8101)
12	DCT' 8101	Cono Espesador 980 M3.
13	HPU 8101	Unidad Hidráulica de la rastra
14	MP 8101	Bomba de medición de Floculante. 1,5 HP (MP 8101)
15	MP 8102	Motor ventilador floculante. 3 Hp. (FMT 8101)
16	MP 8103	Motor Agitador Floculante. 5 Hp. (FMT 8101)
17	SP 8101	Bomba Sumidero sector Espesador. 30 Hp.
18	LC 8101	Control Nivel (FMT 8101)
19	LC 8102	Control Nivel (FST 8101)
20	XV 8102	Válvula solenoide on/off (FST 8101)
21	FZ 8105	Variador Velocidad Dosificación Floculante (MP 8101)
22	SH 8101	Gusano Alimentador de floculante (FMT 8101)
23	AB 8101	Ventilador (FMT 8101)
24	FIT 8107	Transmisor Indicador Flujo de 2". Dosificar Floculante. (MP 8101)
25	FIT 8110	Transmisor Indicador Flujo de 2". Dosificar Floculante. (MP 8101)
26	LSL 8120	Interruptor Nivel Bajo de aceite. (HPU 8101)

27	SV 8120	Set point velocidad. (HPU 8101)
28	LIT 8120	Transmisor Indicador Nivel (DCT' 8101)
29	MP 8120	Motor unidad Hidráulica Rastra. 25 Hp. (HPU 8101)
30	MP 8121	Motor enfriador aceite. Unidad Hidráulica Rastra. 0,5 Hp. (HPU 8101)
31	WSH 8121	Alarma alto torque. (HPU 8101)
32	WSHH 8121	Alarma muy alto torque. (HPU 8101)
33	ST 8122	Transmisor de Velocidad. (HPU 8101)
34	WT 8123	Transmisor de torque. (HPU 8101)
35	DIT 8125	Transmisor Indicador Densidad de 8". Salida Espesador. (DCT' 8101)
36	FIT 8125	Transmisor Indicador Flujo de 8". Salida Espesador. (DCT' 8101)
37	FV 8126	Válvula Pinch proporcional 8" (DCT' 8101)
38	EV 8126 1	Válvula cuchilla 8" electroneumática on/off. A Top (DCT' 8101)
39	EV 8126 2	Válvula cuchilla 8" electroneumática on/off. A Mixer (DCT' 8101)
40	EV 8126 3	Válvula cuchilla 4" electroneumática on/off. A Laguna (DCT' 8101)
41	PI 8126	Indicador Presión. Sello Galigher #1 (PP 8101)
42	PIT 8127	Transmisor indicador Presión. (DCT' 8101)
43	PI 8128	Indicador Presión. Sello Galigher #2 (PP 8102)
44	PI 8129	Indicador Presión. Línea principal agua 4". Planta PF. (PP 8401-8402)
45	PSL 8130	Interruptor Baja Presión. Línea agua 2" sellos Galigher (PP 8101 - 8102)
46	PI 8130	Indicador Presión. Línea de agua 2" sellos Galigher. (PP 8101-8102)
47	FZ 8131	Variador Bomba Galigher 1 (PP 8101)
48	PP 8101	Bomba Galigher #1. Motor 150 (100) HP (DCT 8101)
49	EV 8131 1	Válvula cuchilla 8" electroneumática on/off. A Galigher #1 (DCT 8101)
50	EV 8131 2	Válvula cuchilla 8" electroneumática on/off. Recirc. Under (DCT 8101)
51	EV 8131 3	Válvula cuchilla 8" electroneumática on/off. Recirc. Top (DCT 8101)
52	EV 8131 4	Válvula cuchilla 4" electroneumática on/off. Limpieza agua(DCT 8101)
53	EV 8131 5	Válvula Bola 1" electroneumática on/off. Sellos Galigher #1 (DCT 8101)
54	FZ 8132	Variador Bomba Galigher 2 (PP 8102)
55	PP 8102	Bomba Galigher #2. Motor 150 (100) HP (DCT 8101).
56	EV 8132 1	Válvula cuchilla 8" electroneumática on/off. A Galigher #2 (DCT 8101)
57	EV 8132 2	Válvula cuchilla 8" electroneumática on/off. Recirc. Under (DCT 8101)
58	EV 8132 3	Válvula cuchilla 4" electroneumática on/off. Limpieza agua

		(DCT 8101)
59	EV 8132 4	Válvula Bola 1" electroneumática on/off. Sellos Galigher #2 (DCT 8101)
60	LSL H 8140	Interruptor Nivel Sector Espesador Bomba sumidero (SP 8101)

TABLA N° 22: EQUIPOS DE BOMBA DE LA PLANTA DE RELLENO EN PASTA, SECTORES: SILOS DE CEMENTO (100 Y 150 TN), THIESSEN, MIXER

ITEM	CODIGO	DESCRIPCIÓN
61	YA 8200	Alarma Sonora y luminosa. Thiessen.
62	XA 8200	Alarma Mixer (SFM 8201)
63	PSL 8200	Interruptor Baja Presión. Thiessen. Activa a menos 80 psi
64	CS 8201	Silo Vertical de Cemento de 150 Tn
65	SFM 8201	Mezclador de Cemento. SIMEM.
66	LIT 8201	Transmisor Indicador Nivel. Sector Silo Vertical de 150 Tn. (CS 8201)
67	YA 8201	Alarma Sonora Nivel. Silo de Cemento Vertical de 150 Tn. (CS 8201)
68	PI 8201	Indicador Presión. Sector Silo Cemento Vertical 150Tn. (CS 8201)
69	EV 8201	Válvula de Bola 2" on/off. Sector Silo Horizontal 150 Tn. (CS 8201)
70	De 8201	Colector de polvo cemento. Silo Vertical 150 Tn. (CS 8201)
71	MP 8201	Sinfín de cemento. Silo Vertical 150 Tn. 3 HP. (SC 8201)
72	WE 8201	Celdas de carga tanque mezclador. Thiessen (x3) (MTS 8201)
73	MTS 8201	Tanque mezclador cemento. Thiessen.
74	HTS 8201	Tanque agitador cemento. Thiessen.
75	CS 8202	Silo Horizontal de cemento de 100 Tn.
76	MP 8202	Válvula Rotatoria de cemento. Silo Vertical 150 Tn. 10 HP (SC 8201)
77	WE 8202	Celda de carga tanque agitador. Thiessen (xl) (HTS 8201)
78	PP 8201	Motor sistema limpieza Mixer. 0,55 HP (SFM 8201)
79	EV 8202	Válvula de Bola 2" on/off. Sector Silo Horizontal 100 Tn. (CS 8202)
80	PI 8202	Indicador Presión. Sector Silo Cemento Horizontal 100Tn. (CS 8202)
81	MP 8203	Bomba Moyno 10 HP
82	PI 8203	Indicador Presión. Sector Silo Cemento Horizontal 100Tn. (CS 8202)
83	FIT 8203	Transmisor Indicador Flujo. Salida pasta cemento Thiessen. (HTS 8201)
84	FZ 8203	Variador Velocidad Bomba Moyno Thiessen (MP 8201)
85	MP 8204	Agitador Cemento. Thiessen. 3 HP. (HTS 8201)
86	MP 8205	Molinos #1. Thiessen. 40 HP (MTS 8201)
87	MP 8206	Molinos #2. Thiessen. 40 HP (MTS 8201)
88	MP 8310	Motor Putzmeister 362 Kw (272 Kw)

89	JT 8211	Transmisor Potencia. Espiral del Mixer. (SFM 8201)
90	FV 8211	Válvula proporcional 2" automax. Agua al mixer. (SFM 8201)
91	FIT 8211	Transmisor Indicador Flujo. Línea de Agua 2". (SFM 8201)
92	MP 8212	Motor sistema limpieza Mixer. 50 HP (SFM 8201)
93	EV 8212	Válvula on/off 2ft automax. Agua sist.limpieza. Mixer. (WT 8201)
94	MP 8213	Motor Mixer. 37 HP (SFM 8201)
95	SSL 8214	Sensores Baja velocidad rotación barras mixer. (SFM 8201)
96	ZS 8215A	Interruptores compuerta A. Mixer. (SFM 8201)
97	ZS 8215B	Interruptores compuerta B. Mixer. (SFM 8201)
98	LIT 8301	Transmisor Indicador Nivel. Cajón almacenamiento. (HH 8301)
99	SP 8301	Bomba sumidero. Sector mixer y Putzmeister. 30 HP.
100	HH 8301	Caja de almacenamiento a bomba Putzmeister
101	PDP 8301	Bomba de desplazamiento positivo. Putzmeister.
102	HPU 8301	Unidad Hidráulica. Putzmeister. 350 HP
103	EV 8330	Válvulas on/off 2ft Automax. Limpieza línea 6ft Putzmeister con Agua
104	EV 8331	Válvulas on/off 2ft Automax. Limpieza línea 6ft Putzmeister con Aire
105	LSL H 8340	Interruptor Nivel. Sector mezclado. Bomba sumidero. (SP 8301)

TABLA N° 23: EQUIPOS DE BOMBA DE LA PLANTA DE RELLENO EN PASTA EN SECTORES DE SERVICIOS AUXILIARES PARA AIRE Y AGUA

ITEM	CODIGO	DESCRIPCIÓN
106	FIL 84 A	Filtro secador de aire (AD 8401)
107	FIL 84 B	Filtro secador de aire (AD 8401)
108	AD 8401	Secador de Aire. Ingersoll-Rand
109	AC 8401	Compresora de aire Sullair
110	PP 8402	Bomba Hidrostal #2 (Booster)
111	PP 8403	Bomba Hidrostal #1 (Booster)
112	FSL 8410	Interruptor Flujo bajo. Línea principal agua 4". (PP 8401- 8402)
113	MP 8411	Motor de bomba Hidrostal #1. 100 Hp (PP 8401)
114	PI8411	Indicador Presión. O - 25 bar. Bomba Hidrostal #1.
115	MP 8412	Motor de bomba Hidrostal #2. 75 Hp (PP 8402)
116	PI8412	Indicador Presión. O - 25 bar. Bomba Hidrostal #2.
117	PSV 8452	Aliviadora de Presión a 150 psi. Tnq. Aire Planta.
118	PIT 8453	Transmisor Indicador Presión. Línea aire instrumentación. (AR 8402)
119	PSV 8453	Aliviadora de Presión a 150 psi. Tnq. Silo horizontal 100 Tn.
120	PSV 8455	Aliviadora de Presión a 150 psi. Tnq. Aire instrumentación.
121	PI8457	Indicador Presión. Tnq. Aire instrumentación 0-150 psi. (AR8402)
122	PSL 8457	Interruptor de baja presión. Tnq. Aire instrumentación. (AR8402)
123	PI8477	Indicador Presión. Línea aire instrumentación. (AR 8402)

124	PI 8485	Indicador Presión. Tnq. Aire Planta. 0-150 psi. (AR8401)
125	AR 8401	Tnq. aire instrumentación. 0: 630 mm; L cuerpo: 1650mm; Cap.: 0.457 m3
126	AR 8402	Tnq. Aire Planta. 0: 1300 mm; L cuerpo: 4000 mm; Cap.: 5.80 m3

6.4 PROGRAMACIÓN y LAZOS DE CONTROL

El sistema de Control comprende de un PLC Quantum master, que cuenta con un CPU de Sk, Comunicación modbus + (MB+), tarjetas de entradas y salidas del tipo análogas y digitales, y con una interfase (convertidor de señal eléctrica a fibra óptica y viceversa) para una comunicación con fibra óptica desde Planta de relleno hasta Planta Concentradora (Geho 1& 2).

El PLC es el encargado de recoger todas las señales de los instrumentos de campo, además, de integrarse con los PLC's distribuidos de los equipos involucrados, en el proceso, y que cuenta con su propio PLC, a saber: La Planta Mezclador de Cemento (Thiessen), la Planta de Floculante y bomba de desplazamiento positivo (Putzmeister). Estas señales analógicas son recogidas vía cable Belden apantallado (2 hilos con línea a tierra), NVY para las señales discretas (110 ó 220 Vac, 24 V DC) y coaxial o MB+ para comunicación entre PLC's.

La comunicación con el sistema supervisor está compuesta de dos PC's (HP) con monitores de 19B e instalado el Sistema Operativo (WINDONS NT 4.0), con dos software: Concept 2.2 (programación y control vía PLC), en una PC, e Intouch 7.1 (Sistema supervisor del proceso en planta), en la otra.

La programación sigue la filosofía de operación pudiéndose operar de modo remoto hacia algunos equipos. Esta programación está basada en lazos de control de modo que permite una mayor performance de los equipos de campo, para la dosificación adecuada de Floculante, pasta de cemento, etc.

Las pantallas de supervisión comprenden siete en total y están distribuidas por sectores.

6.4.1 SECTOR ESPESADOR

Aquí se visualiza y controla la velocidad de la rastra, su torque, la presión del cono, las válvulas electroneumáticas para ejercer estrategia de control como: recirculación parte baja y alta del Espesador, sistema de limpieza, envío de pasta al Mixer. En esta pantalla, también, se visualiza el nivel del silo, la dosis de Floculante, los sumideros activos, trabajo del Mixer, variación de velocidad de la Putzmeister, el Thiessen.

6.4.2 SECTOR DE SILOS DE CEMENTO

Ejerce el control del nivel de almacenamiento del silo vertical de 150 Tn, las válvulas encargadas del transporte con aire desde el silo horizontal al vertical.

6.4.3 SECTOR DE MEZCLADOR DE CEMENTO

Debido a que el equipo cuenta con su propio PLC solo se controla las señales de arranque, alarmas y dosificación del porcentaje de lechada de cemento elemento importante que es regulado de acuerdo al caudal de salida de las bombas que alimentan pasta de relave.

6.4.4 SECTOR DE PLANTA DE FLOCULANTE

Por tener PLC del equipo solo tenemos la señal de arranque, las alarmas, la apertura de válvulas de dosificación y porcentajes de alimentación del Polímero Floculante.

6.4.5 SECTOR DE BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO, PUTZMEISTER

Durante el envío de la pasta a interior mina el sistema controla el arranque, variación de velocidad de la presión de salida y las alarmas del sistema.

6.4.6 SECTOR DE SERVICIOS AUXILIARES

Visualiza y controla la alimentación de aire yagua a la planta, de acuerdo a los requerimientos de los equipos controla la apertura y cierre de válvulas.

6.4.7 SECTOR BOMBAS DE ALIMENTACIÓN DE RELAVES

Controla el arranque de las bombas Geho 1&2, el acondicionamiento de la válvula de control, las señales de presión y el arranque de las bombas de lubricación. Asimismo, todas las pantallas tienen comunicación directa, lo cual, hace que se puedan ingresar desde cualquiera de ella.

Además, existe un sistema de comunicación por fibra óptica entre el PLC de la Planta Concentradora y la Planta Paste Fill, lo cual, hace que se encuentren en comunicación pudiendo recepcionar las señales que se encuentran en el sector de las bombas de relaves y se pueda operar e informarnos de su estado, en tiempo real.

6.5 CARACTERÍSTICAS E INSTALACIÓN DE LAS LÍNEAS DEL SISTEMA

6.5.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS

a) Tuberías de acero negro sin costura.

- **04" SHCD 80 GR B.**

Uso: Línea de agua principal en la planta.

Extremos con ranura Vitaulic.

ϕ Interior = 100,4 mm.

ϕ Exterior = 114,3 mm.

Espesor = 12,70 mm

Presión = 19 000 KPa

Norma: Standard ASTM A 53 /1998

ASTM A 106 /1997

Standard Metalúrgico: API SPEC 5L

Standard Dimensional: API SPEC 5L ISO 9002

Hecho en Brasil

- **φ 6" SHCD 8D GR B.**

Uso: Línea de envío de relave a Espesador Línea de envío de pasta a mina.

Extremos con ranura Vitaulic.

φ Interior = 152,40 mm (+ 3,25 mm, -12,97 mm)

φ Exterior = 168,30 mm (+12,625 mm, - 9,625 mm)

Espesor = 11,00 mm (+3,25 mm, -12,97 mm)

Presión= 19 000 KPa

Norma: Standard ASTM A 53 /1998

ASTM A 106 /1997

Standard Metalúrgico: API SPEC 5L Standard

Dimensionad: API SPEC 5L ISO 9002

Hecho en Brasil.

- **φ 8" SHCD 80 GR B.**

Uso: Línea de recirculación en Espesador

Extremos con ranura Vitaulic.

φ exterior = 219,10 mm (+14,605 mm, - 11,112 mm)

Espesor = 12,70 mm (+1,905 mm, -1,588 mm)

Presión = 17000 KPa

Norma: Standard ASTM A 53 /1998

ASTM A 106 /1997

Standard Metalúrgico: API SPEC 5L

Standard Dimensionad: API SPEC 5L ISO 9002

Hecho en Brasil

b) Características de las tuberías de pouetileno HDPE.

- **0 2" de HDPE SDR 11.**

Uso: Línea de agua sellos bombas Galigher.

Espesor = 5,486 mm. 0 exterior = 60,325 mm.

Presión = 160 psi.

Norma: DIN

ASTM F F714-97

Hecho en el Perú

- **φ4" de HDPE, SOR 11.**

Uso: Línea de agua para la planta

Espesor = 10,4 mm.

φ Exterior = 114,3 mm.

Presión = 160 psi.

Norma: DIN

ASTM F714-97

Hecho en el Perú

- **φ 6" de HDPE, SOR 11.**

Uso: Línea de ingreso de relave Línea en interior mina.

Espesor = 15,291 mm.

ϕ Exterior = 168,275 mm.

Presión = 160 psi.

Norma: DIN

ASTM F714-97

Hecho en el Perú

- ϕ 8" de HDPE, SDR 11.

Uso: Línea de recirculación a la parte superior del Espesador.

Espesor de emergencia

Espesor = 19,075 mm.

ϕ exterior = 219,075 mm.

Presión = 160 psi.

Norma: DIN

ASTM F714-97

Hecho en el Perú

6.5.2 LA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS COMPRENDE LAS SIGUIENTES LÍNEAS

- a) Líneas al interior de la mina, en diferentes niveles.
- b) Línea de envío de relave al Espesador.
- c) Línea de descarga del Espesador a Laguna Tinyag.
- d) Líneas de aire de Instrumentación y de Proceso.

e) Líneas de solución de Floculante.

f) Líneas de Pasta de Relave.

g) Líneas de agua para Alimentación, Proceso y Sellos Galigher.

6.6 CARACTERÍSTICAS DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS

6.6.1 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

a) Bomba de desplazamiento positivo GEHO # 1 & # 2.

Utilizada para bombear relave en configuración del sistema en serie desde la Planta Concentradora hasta el Espesador, en la Planta de relleno en Pasta, en un trayecto de 1863m, con altura dinámica de 163 m. Diámetro de tubería 6".

Características técnicas principales del equipo:

- Tipo : ZPM 600
- Capacidad de Bombeo (min./máx) : 66/132 m³/hr.
- Gravedad específica de pulpa : 1,3 Kg/ m³.
- Concentración de sólidos : 32,32%_{Cw}
- Presión succión e(min./máx.) : 3/7 bar
- Strock (min./máx)/minuto : 34/69.
- 01 Motor de 250 HP con VFD : SV9000 Cutler Hammer
- Bombas de lubricación : 1 HP.

b) Espesador.

Permite almacenar el relave proveniente de Planta Concentradora. Conforme va ingresando la carga se le adiciona paralelamente Floculante 15gr/m³ de modo que se va creando varias camas con el relave sedimentado hasta que se alcance gradualmente entre 75 a 80 % Sp. Ésta sería el producto deseado para mezclar con la pasta de cemento a un 70% Sp.

Características técnicas principales del equipo:

- Tipo : 11M
- Unidad hidráulica Tipo : W/B60P-2 Drive
- Motor : 25 HP, 1800rpm
- Presión máxima : 2800 psi (a 100% Torque).
- Velocidad de rastra (min./máx.) : 0.1 / 0.2 a 124 r/m. y 430.4 Ft/Lb máx Torque
- Capacidad del Cono Espesador : 980m3.
- Feedwell

c) Planta de floculante.

Para dosificar según la densidad de carga de relave que ingresa al espesador con la finalidad de captar los flóculos y condensarlos en el espesador, logrando eliminar el agua del relave. Se usa, también, al momento de recircular al espesador.

Característica técnicas principales del equipo:

- Tipo : POWDERCAT
- SISTEMA DE PROCESAMIENTO AUTOMÁTICO : SERIE NP-230 c/w.
- PLC Allen Bradley
- Tanque mezclador de la solución de Floculante : 500 gl.
- Tanque de almacenamiento Floculante : 700 gl.
- Hopper : 25 Kg.

6.6.2 SISTEMA DE PROCESAMIENTO SEMIAUTOMÁTICO

a) Control de ajuste de velocidad por pulsos (PPM) control por Tarjeta rectificadora con SCR.

Motor: 1,5 Hp.; 180 V dc; 1750 r/m; 7 A.

b) Mezclador de cemento Thiessen.

Su uso es para preparar la pasta de cemento a un 70-75 % de sólido en peso, luego, es enviado al mixer. Se alimenta de cemento desde un silo vertical de 150 Ton.

Características técnicas principales del equipo:

- 01 Tanque mezclador coloidal SD1000: 1500 Lt.
- 01 Tanque de Agitador y almacenamiento SD2000: 2000 Lt.
- 02 Molinos: 40 HP
- 04 Celdas de carga.
- 03 tanques mezclador de cemento
- 01 tanque agitador de cemento.
- 01 BDP Moyno: 15 HP, 36 gpm
- 01 PLC, MODICON, con comunicación: MB +
- 01 Propio MCC

c) Equipo de mezclado-Mixer-Simem.

Entra en funcionamiento para preparar la pasta final de cemento más relave. Se mezcla, por un tiempo, luego, se descarga a un hopper que alimenta a la bomba de desplazamiento positivo Putzmeister, quien, a su vez, se encarga de bombear la pasta a la mina.

Características técnicas principales del equipo:

- Tipo : MDC 200 MIXER
- Capacidad de mezcla : 30 a 160 m³/hr.
- Motor : 42,5 Kw.
- Sistema de limpieza de alta presión:
- Tipo : SP8m, 3 V-Belt Drive System
- Bomba alta presión : 200 Lt/ mino
- Presión del agua : 50 bar (730 psi)
- Tanque de agua : 100 Lt.
- Motor : 18,5 Kw; 1800 r/m

d) Bomba de desplazamiento positivo – Putzmeister.

Esta bomba es la encargada de enviar el producto final de pasta (%Sp de cemento + %Sp de relave) a los diferentes tajos de la mina, a una presión de 1900 psi.

Características técnicas principales del equipo:

- BDP: HSP2170HP Sludge Pump
- Presión de pre-carga del acumulador : 50 bar
- Potencia medida: 120/250 bar
- Presión liberada, máx. theo: 130 bar
- Capacidad de Bombeo máximo: 48 m³/hr
- Tiempo de stroke: 5,4 s
- Push Over(PHO)-Delay: 30 MS
- UNIDAD HIDRAULICA: HA 408 EE. Hydraulic Uniste
- Control de presión - swivel en.d (m8: 18,5 bar
- Control de presión - contra unit máx (m8): 20 bar
- Push Over delay (POH): 30 MS
- Presión máx. Acumulador corte de presión(m3): 80 bar Presión de pre-carga del acumulador (m3): 50 bar
- Velocidad pump input, sin carga máx.: 1800 r/min
- Velocidad del motor sin carga máx.:1800 r/min
- Apagado por lectura de temperatura del aceite: 90°C
- Potencia de medida: 120/250 bar

e) Operación compresora Sullair

Características técnicas principales del equipo:

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| • LS-20S-125H A/C | Motor: |
| • SERIE 003-122104 | 125 HP / 1770 r/min. |
| • B.O.M. LS20SA / 0026300 | FP 1,15 / Rotor: 907 A (460 V ac) |
| • MOD. 335 TVX | Gen Ratio: 2,2 lld 205 = 1,11 |
| • 585 ACFM (full carga)/1770 R/M | |
| • 138 HP (full carga) | |
| • AIR PRESS RATED MAX 115 /125 PSI | |

6.7 MÉTODO POR SUBNIVELES ASCENDENTE CON RELLENO CONSOLIDADO

Empresa Minera Iscaycruz S.A. en su afán de ofrecer productividad y a la vez seguridad ha empleado un moderno método de explotación subterránea nacido por la necesidad de lograr la estabilidad en corto tiempo tanto del macizo rocoso como del cuerpo mineralizado, estabilidad afectada por la presencia de numerosas discontinuidades y rocas de mala calidad.

6.7.1 DESCRIPCION DEL METODO DE MINADO

Este método es conocido también con el término “Sublevel Stopping” y consiste en dejar cámaras vacías después de la extracción del mineral.

El método de explotación se caracteriza por su gran productividad debido a que las labores de preparación se realizan en su mayor parte dentro del mineral. Para prevenir el colapso de las paredes, los cuerpos grandes normalmente son divididos en dos o más tejeos; la recuperación de los pilares se realiza en la etapa de relleno cementado. El éxito del método radica en el estricto paralelismo de los cruceros (entre los subniveles) en la rapidez con la que rellenan y la calidad de relleno cementado.

El método se caracteriza por su alta productividad, bajo costo aplicado a yacimientos de potencias moderadas y porque la perforación se realiza de subnivel a subnivel con taladros largos.

6.7.2. CONSIDERACIONES Y CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

Las malas condiciones geomecánicas de los cuerpos mineralizados han subdividido a los cuerpos en subniveles con un máximo de 12 metros de altura y 6 metros de ancho. La explotación se realiza a través de los subniveles y niveles horizontales a intervalos verticales fijos en forma ascendente. Cada uno de ellos se desarrolla según un conjunto de galerías que cubren la sección completa del mineral y según sea el sistema de perforación en abanico, anillo o en paralelo. Condición de aplicación:

- En yacimientos de potencias entre 5 a 35 m.
- En yacimientos con buzamientos verticales o próximos a ella.
- En macizo rocoso de alta y media competencia.
- En yacimientos cuyo método de explotación sea compatible con el método por subniveles.

6.7.3. LABORES DE ACCESO, DESARROLLO Y PREPARACION

- Lo constituyen rampas y socavones; dependiendo de las dimensiones y del equipo a emplearse.
- Lo constituyen la rampa y las galerías de nivel (-8, -9) realizadas en material estéril.
- Estas galerías son de uso para extracción y transporte de mineral hacia los puntos de carguío.
- Lo constituyen en si los subniveles, se caracterizan por estar desarrollados íntegramente en mineral. Estas labores son importantes porque constituyen un % regular en la producción del método.

Figura N° 06 PREPARACION Y DESARROLLO DE LABORES

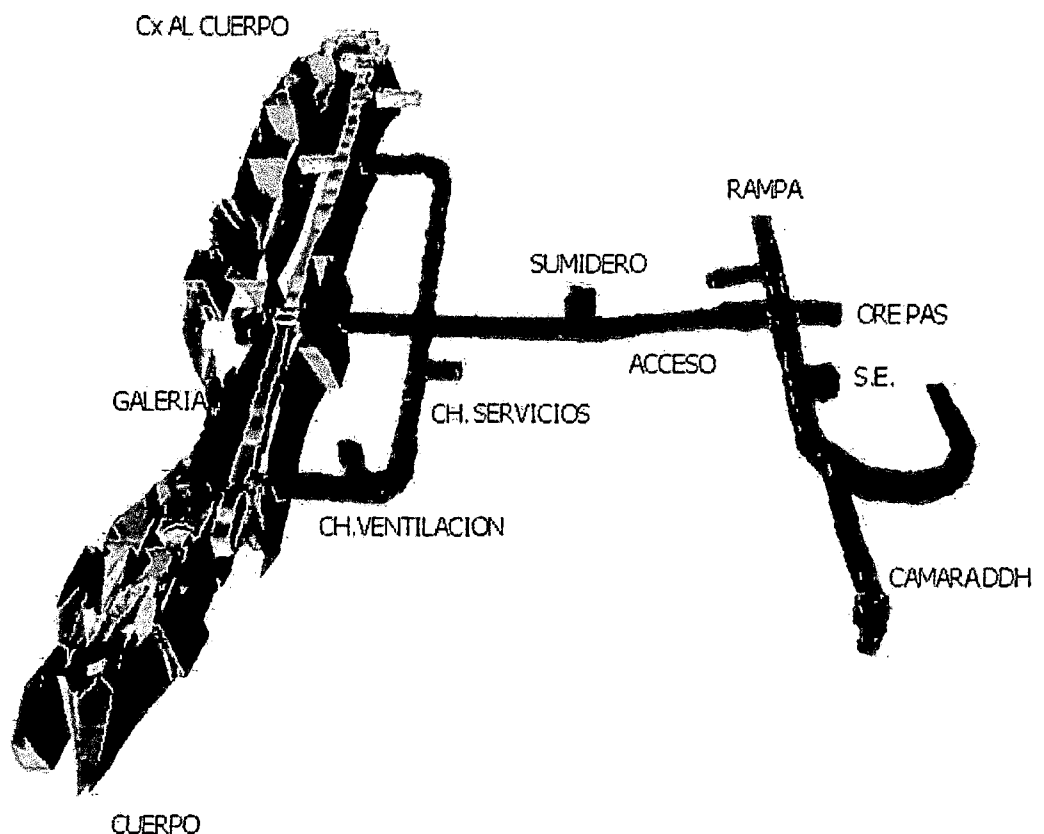
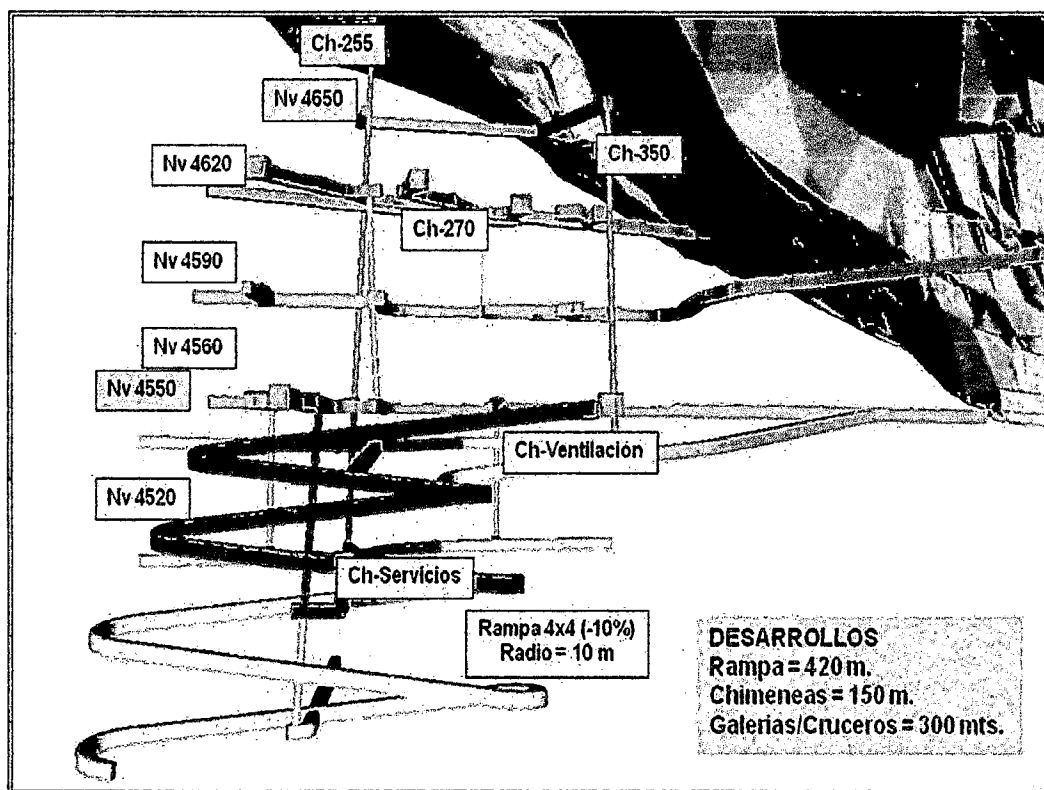


Figura N° 07 SUBNIVELES, RAMPAS Y CHIMENEAS



6.7.4. PRODUCCIÓN PERFORACIÓN Y VOLADURA CON TALADROS LARGOS

Es ventajoso emplear este sistema en yacimientos verticales de buena potencia.

Las operaciones de perforación en subniveles, se realiza los taladros largos usando barras de extensión para lograr una longitud

Perforación Horizontal se utilizaron:

Equipo	BOOMER - H 281
Presión aire	6 Bar.
Presión de agua	10 – 12 Bar.
Presión de percusión alta	180 Bar.
Presión de percusión baja	130 Bar.
Presión rotación	40 – 70 Bar.
Velocidad de penetración	32 m/hr.
Longitud de barra	3,0mts.
Diámetro de broca	45m.m.
Metros perforados por mes	3 375 m
Producción horizontal/mes	27 155Tn

Perforación vertical se utilizaron

Equipo	Simba H 357
Perforadora	COP 1238ME (15KW)
Tipo de Malla Vertical Paralelo	(□50% □50%)
Longitud de Taladro	15 metros
Diámetro	64mm (2 ½")
Tipo de Roca	Mineral Masivo Esfalerita – Skarn
Veloc. de Penetración	27 m.p/hr
Rendimiento por día	256 m.p/día
Disponibilidad Mecánica	94%
Desviación (a 10 mts)	0,10 m (< 1%)
Costo (Incl. Rptos, Aceros	3,12 \$ /m.p
Energ., M.O)	0,45 \$ / ton

Figura N° 08 PERFORACIÓN VERTICAL VISTA EN PLANTA

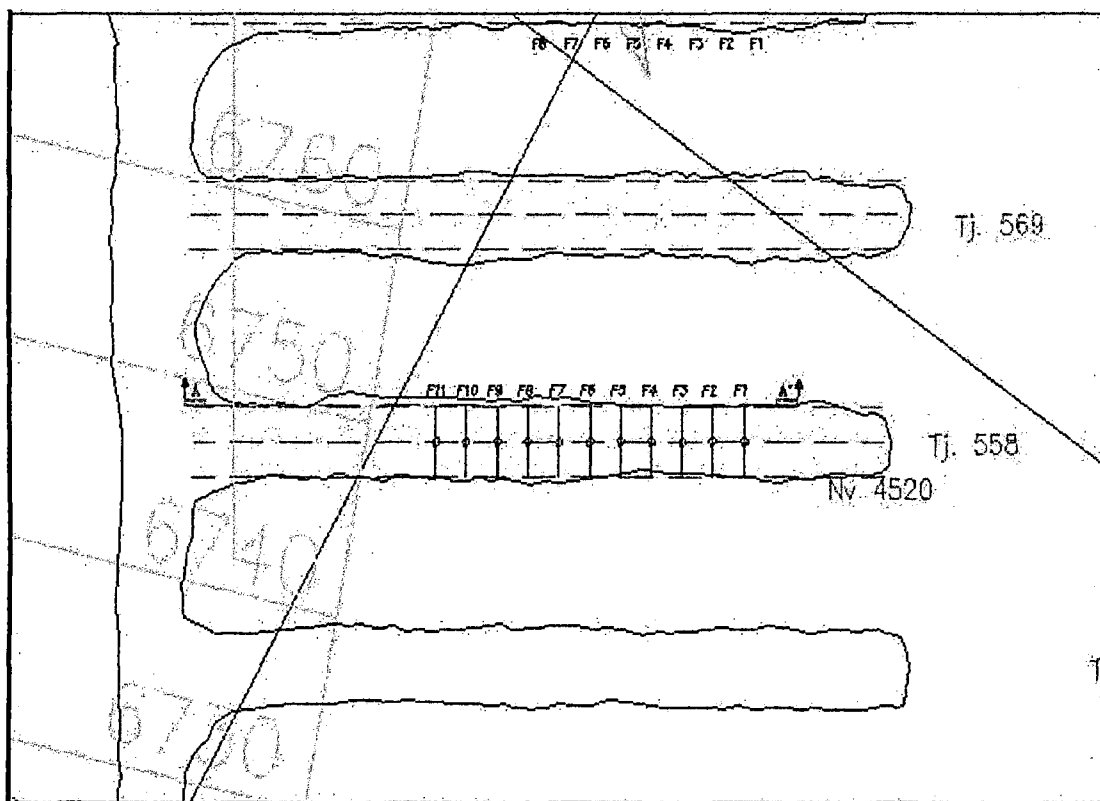


Figura N° 09 PERFORACIÓN VERTICAL ASCENDENTE Y DESCENDENTE

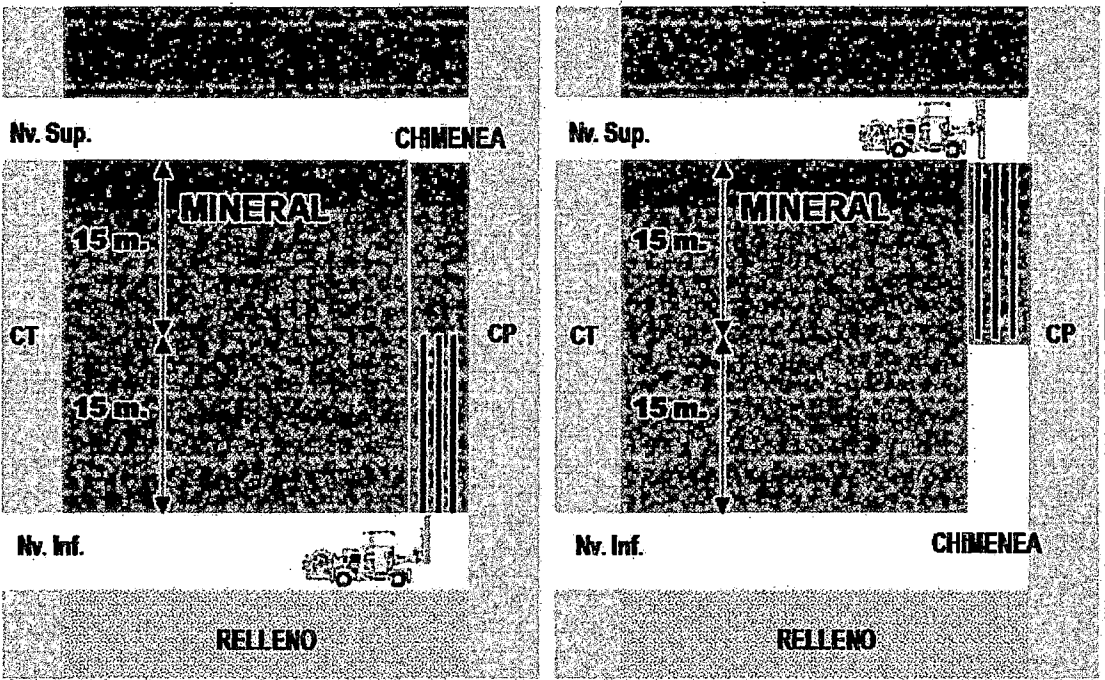
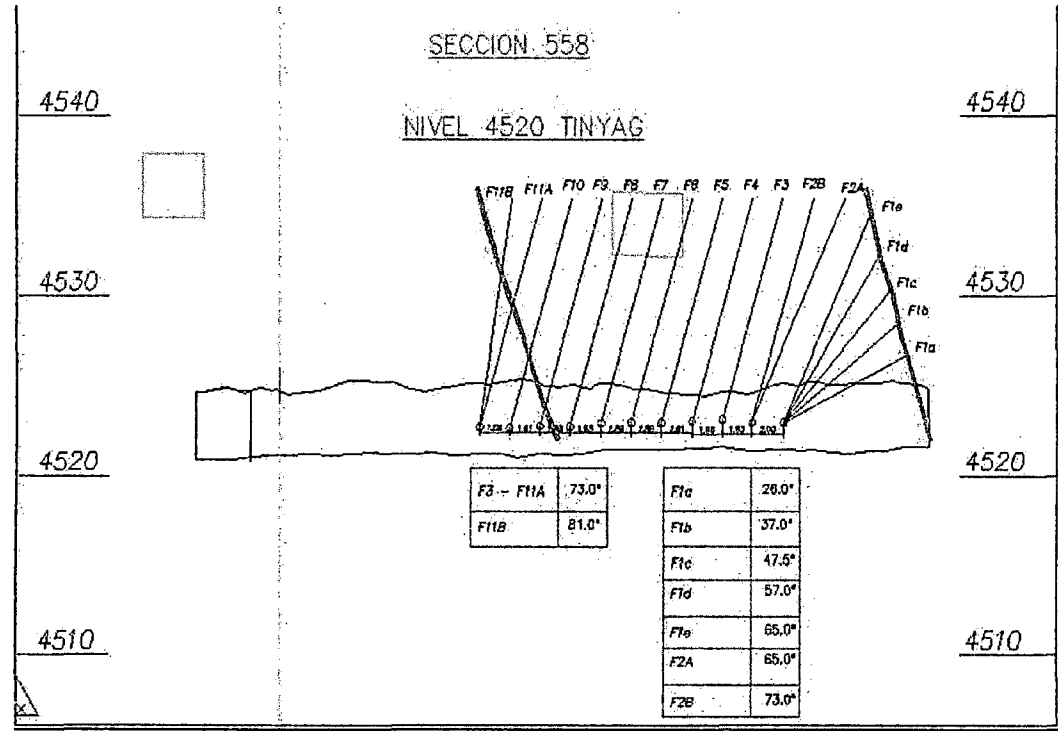


Figura N° 10 DISTRIBUCIÓN DE TALADROS VERTICALES



De acuerdo al diseño a la malla de voladura se inicia el carguío de los taladros:

Parámetros de Voladura en paralelo

Toneladas a romper = 1 972 t

Factor de potencia = 0,15 k/t

Total de explosivo = 296 kg.

Razón lineal de carga = 2,20 k/m

Tons por metro perforado = 11,6

Metros cargados = 116 m

Total metros de taco = 54 m

Voladura en taladros vertical

Figura N° 11 DISTRIBUCIÓN DE FANELES EN VOLADURA VERTICAL

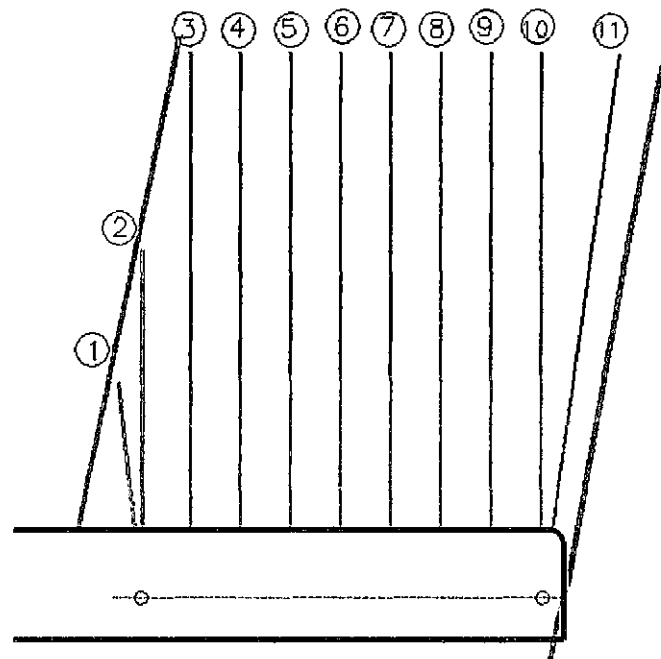


Figura N° 12. SISTEMA DE LIMPIEZA, CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MINERAL

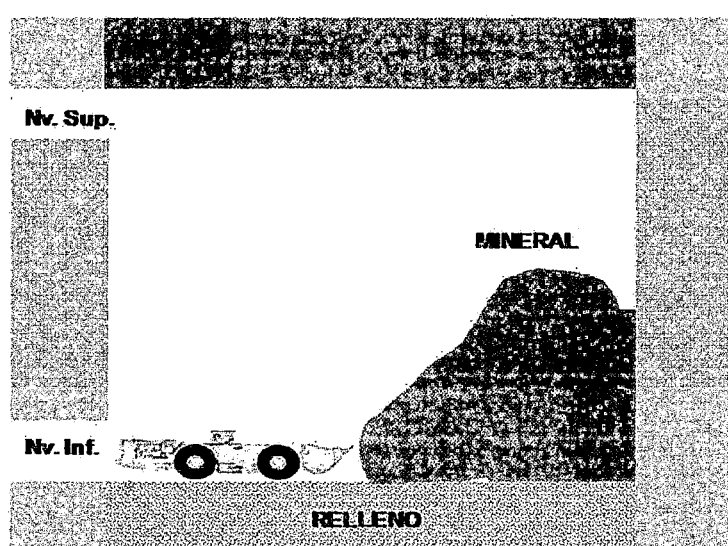
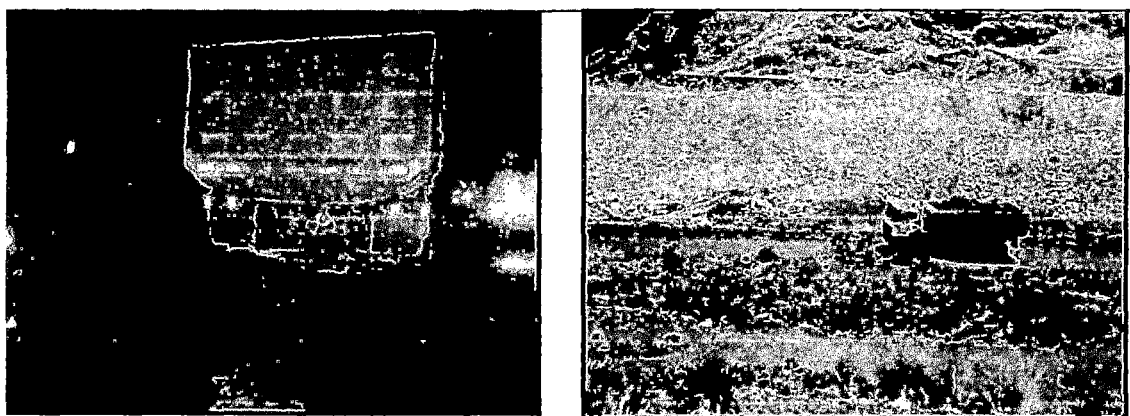


Foto N° 01 PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CONCRETO

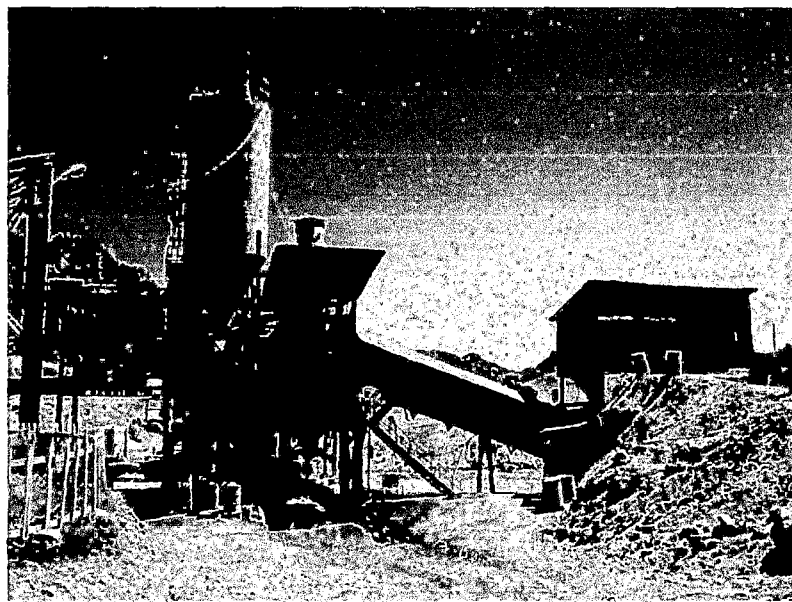
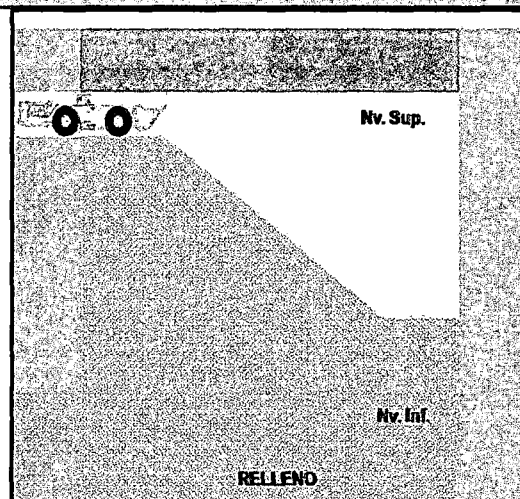
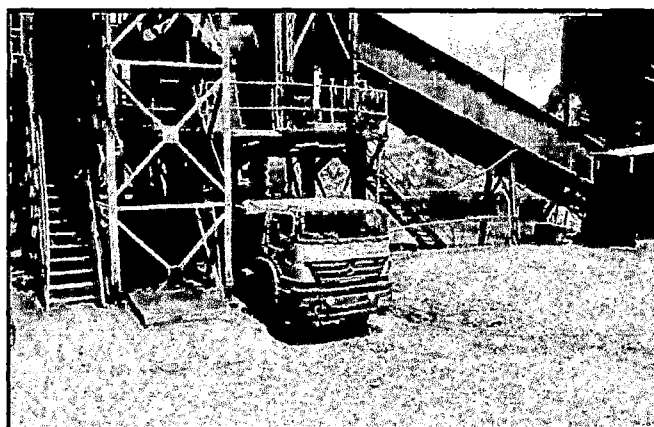


Foto N°02 DESCARGA DE AGREGADO CEMENTADO EN LOS VOLQUETES



6.8 PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS

6.8.1 OPERACIÓN DEL EQUIPO THIESSEN

a) Inspección General.

- Prender el equipo.
- Verificar el funcionamiento de las válvulas, visualizando en campo su apertura y cierre.
- Verificar que el sistema de engrase esté trabajando.
- Verificar que válvula rotatoria y sinfín estén operativos.
- Verificar que Bomba Moyno esté operativo.
- Verificar que arrancan los Molinos.
- Verificar que trabaja el agitador y no hay elementos extraños dentro del tanque.
- Verificar que las tapas del mezclador de cemento estén adecuadamente cerradas

b) Operación manual.

Estando frente al tablero de botoneras c)El equipo THIESSEN, se seguirá el siguiente procedimiento:

- Cuando el tanque de mezclado está vacío colocar el indicador izquierdo de peso, en 0 Kg., presionando las teclas de los extremos (P y FLECHA ABAJO). Lo mismo, para el tanque agitador.
- Para el ingreso de agua al tanque mezclador se presionará el BOTON DE AGUA RÁPIDA (también, los Molinos A y B -en secuencia, no ambos a la vez-, del paso 3) -siguiendo la fórmula que se ha ingresado- hasta que alcance (p.e. 265 Lt.), luego, desactivar éste y activar el BOTÓN DE AGUA LENTA -que va llenando paso a paso hasta completar los... (p.e. 300 Lt).
- Inmediatamente, activar los MOLINOS A Y B, en secuencia (no ambos a la

vez). Aquí, se activarán, simultáneamente, las DOS VÁLVULAS PINCH, para iniciar la forma de mezclado centrífugado del cemento (3 entradas, por columnas, en el tanque de mezclado), mientras, las OTRAS DOS PARA LA DESCARGA, se mantiene cerradas.

- Se pulsa el botón del MOTOR DEL GUSANO (SINFÍN) Y LA VÁLVULA ROTATORIA -ambas sincronizadas.
- Seguidamente, se abre la válvula mariposa (Butterfly valve) para permitir el ingreso de cemento al tanque mezclador (sincronizado con el sinfín y la válvula rotatoria), y será hasta que alcance el PESO SETEADO.
- Luego, de aproximadamente, 30 segundos de mezclado se invierten las señales de las válvulas pinch activándose la de descarga (parpadeará la lámpara amarilla). Se desactivará la de la mezcla. En ese instante, activar el MOTOR DEL AGITADOR. La carga se mantendrá en el tanque de almacenamiento de 30 a 60 segundos.
- Seguidamente, se presiona el botón de la VÁLVULA DE DESCARGA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y se arranca la BOMBA MOYNO desde el variador (en local / Remoto). Se regula la velocidad del variador según la dosificación que se requiera.
- Hecha la descarga, se activa automática mente el ciclo de limpieza del mezclador. Terminado, este ciclo, el agua ingresa para dar limpieza a las líneas principales. Al final se detiene y está lista para recibir la siguiente carga de cemento. (Se inicia nuevamente los pasos desde el ítem 3, en adelante).

c) Ciclo de limpieza de inicio y fin de guardia.

- Se inicia con el impreso de agua ,al tanque mezclador, para ello, se presionará el BOTÓN DE AGUA RÁPIDA - siguiendo la fórmula que se ha ingresado- hasta que alcance (p.e. 265 Lt), luego, desactivar éste y activar el BOTÓN DE AGUA LENTA - que va llenando paso a paso hasta completar los... (p.e. 300 Lt).
- Inmediatamente, activar pulsando los botones de MOLINOS A Y B, en secuencia, no ambos a la vez. Se activan, simultáneamente, las DOS VALVULAS PINCH para el mezclado (3 entradas por columnas en el tanque de mezclado), mientras las OTRAS DOS PARA DESCARGA se mantiene

cerradas.

- Luego de 10 segundos, para la recirculación, presionar el botón de DESCARGA DE MOLINOS A Y B. Este limpiará tanque y líneas principales.
- Después, se presiona el botón de descarga al tanque agitador (previamente, el motor del agitador activado). Aquí, sucede que el peso del tanque de mezcla disminuye y el de almacenamiento aumenta.
- Se paran los molinos Ay B cuando el peso del tanque mezclador está cerca de cero. Así, se evita que se active el ciclo de limpieza automática.
- Se apertura la válvula de descarga del tanque de almacenamiento y, simultáneamente, se arranca la bomba Moyno desde el variador de velocidad.
- Antes de finalizar, cuidar que el tanque de almacenamiento quede con una pequeña carga - preferible no descargar todo, si se trata de agua, como medida preventiva para proteger al equipo... Razón, de ello, es que el motor no inicie con un alto Torque para la mezcla,

d) Puesta en automático.

- Se coloca el selector en automático y, luego se pulsa el botón de inicio de Bach. Así, el equipo hace toda la secuencia descrita arriba de la operación manual.
- Cada vez, que el tanque de almacenamiento baje a 1500 Kg. Se activará el nuevo Bach. (Solo hará tres Bach para llegar al límite de llenado del tanque de almacenamiento).
- Si solo se quiere que haga estos tres Bach, el selector tiene que estar en operación manual, y con, sólo, presionar Bach en automático no continuará más allá de los tres Bach.

e) Lavado en automático.

- Cambiar la formula al número 10 (para solo lavado). Aquí, el sistema impedirá que funcione el sinfín y la válvula rotatoria. Lo mismo que se aperture la válvula de ingreso de cemento.
- Presionar el botón de lavado automático o LIMPIEZA DE LOTE. Si está el selector en automático hará un Bach y, una vez, completado el ciclo se cambiará a la fórmula que se está usando para continuar con el llenado de

cemento.

- Caso contrario, si el selector está en manual permanecerá en el Bach de limpieza.

f) Alarmas.

- **POR BAJA PRESIÓN** (menor de 80 psi): El Switch de presión se activa si persiste por 10 o más segundos, en este estado. De ser así, para todo el sistema. Al pulsar RESET, con un pulso, de la alarma, entonces, se silencia la alarma sonora. Verificar que aparece en el panel de mensajes. Una vez, solucionado el problema dar un nuevo pulso. Ahora, sí, está operativo el equipo e inicia su ciclo.
- **PARADA DE EMERGENCIA.** Se realiza con el botón de emergencia. Percatarse en que parte quedó el proceso, porque reiniciado el PLC no sabrá que secuencia seguir. Una manera de darse cuenta es viendo los indicadores de peso de los tanques y finalizarlo manualmente. De no tener certeza, entonces, proceder a la limpieza de los tanques. Iniciando, primero, la evacuación del agua del tanque mezclador hacia el drenaje y proceder a su limpieza abriendo las tapas superior e inferior del tanque, que están bien cerradas para evitar el ingreso de aire a la cámara. Luego, con la manguera de agua, proceder a la limpieza total del tanque.
- Nunca, olvidarse de hacer la limpieza al inicio y al final de la jornada. Previa inspección del equipo.
- Cada molino tiene un Breaker que hay que evaluar su estado en caso de falla.
- Las válvulas tiene sus propios fusibles, que están en un riel DIN (son borneras negras porta fusibles, en el lado inferior izquierdo). Cuando están operativos (en el distribuidor de válvulas) se enciende el LED NARANJA, al accionarla, a la válvula que corresponda, incluso se puede hacer pruebas con un perillero para verificar la operación de la válvula (el módulo de las válvulas se ubica frente al tablero eléctrico del Thiessen). Se tiene fusibles de 2 A ó 0,5 A.
- Los indicadores (pesaje del Tanque Mezclador y Tanque Agitador) tiene fusibles que tienen color AMBAR y se verifica en PLC que esté encendido la

palabra ACTIVO en cada rack (señales Analógicas IN Balanza -; Digitales 3 IN/3 OUT). Verificar Someras Naranjas (relés internos) "PRO"

g) Cambio de fórmula.

- Con un toque en la pantalla (Touch screen) el recuadro "FORMULA". Aparecerá un teclado numérico.
- Se puede seleccionar del 1 al 9 (10 es para limpieza automática o botón "limpieza de lote") se digita el número deseado con un toque en el teclado que se muestra en la pantalla. Luego, Enter. Ahí, aparecerá sombreado un menú. Con las flechas desplazarse al ITEM deseado.
- Dar un toque en: Ingresar cantidad de agua deseada (Lt = Kg.) y aparecerá un teclado numérico, seguidamente, digitar la cantidad deseada y, finalmente, dar un toque en el ITEM seleccionado. Nuevamente, en el menú, seleccionar otro ITEM y seguir los pasos que hemos seguido.
- Segundo dato: Ingresar cantidad de cemento deseado (Kg). De igual forma, que el paso 3. Presionar el recuadro que dice BACH, para regresar a la pantalla principal.
- Tiempos de engrase ON = 2 s / OFF = 30 s es ajustable dependiendo de su uso desde la pantalla.

h) Parte crítica.

- **CILO DE CEMENTO 150 Tn.** En el sistema de fluidización del cono: Constatar, que el regulador de presión esté ajustado a 5 psi constante. La válvula solenoide de 100 psi (sólo se activa al inicio, cuando se arranca el Thiessen o cuando el sistema ha estado parado por tres días o más). De activarse por falla y con pase del aire revienta el tanque del silo.
- **EL DUST COLLECTOR.** Debe tener un mantenimiento constante de limpieza de filtros con aire seco (diario). Se debe hacer una cubierta para evitar el ingreso de humedad.
- **EL SCREW CONVEYOR (SINFIN).** Debe estar herméticamente sellado y

protegido contra humedad. Recomendable tenerla bajo un techo - no uso de Plásticos -. De no ser así habrá problemas por el endurecimiento del cemento y falla del sinfín y válvula rotatoria.

- En el tanque agitador un equivalente a 200 Kg. debe permanecer almacenado (menos que esto indica al PLC que no tiene mezcla).

6.8.2 OPERACIÓN DE LAS BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO GEHO 1&2.

a) Inspecciones generales.

- Nivel de aceite del tanque del sistema de lubricación: Aceite Hidráulico Tellus 46. Indicador a 3/4 de la escala.
- Nivel del aceite para el cigüeñal: Aceite OMALA 320 (+-13 Gal.). Indicador arriba de la mitad.
- Verificar funcionamiento de bombas lubricadoras y sus filtros. d) 4. Verificar funcionamiento de PLC
- Verificar que el equipo esté liberado de aire su sistema.
- Verificar que no exista luces de alarmas (todas apagadas), sino continuar con los siguientes pasos:

b) Procedimiento para eliminar alarmas

- Encender, la bomba lubricadora de aceite # 2 (trabaja sólo para lubricar cámaras de pistón y diafragmas) y la bomba lubricadora de aceite # 1 (lubrica el cigüeñal)... Cuando se inicia el llenado de las cámaras se bombea de 5 a 10 bar (1 bar = 14,7 psi) de aceite, cuando ya ha llenado la cámara baja de 10 bar a 5 bar.
- Abrir las válvulas manuales de los diafragmas, para que se elimine el aire de las 4 cámaras de los diafragmas, mientras se inyecta el aceite por la bomba # 2. Estas, no se debe cerrar hasta que se verifique, por las cañerías transparentes, el nulo paso de burbujas de aire. Cuando sea así, se cierran

las válvulas una a una, instantáneamente, se irán apagando las luces de alarma verdes. Entonces, sucede, que el diafragma cambia de posición de llenado (atrás) y el pistón (adelante)... (presión a 5 bar).

- Luego, para dejar en posición de arranque el cigüeñal de la bomba se hace rotación manual (sentido horario). Cada vez, que se active una luz verde paramos... luego, de apagada * *, seguimos rotando de la misma forma. Así, hasta, que las luces verdes ya no se prendan. Llegado, ese momento, rotaremos hasta, completar 5 vueltas. Eso constituye una rotación completa del sistema. Otra forma es correr la bomba a 6 Hz (frecuencia mínima del motor).
- NOTA: Cada luz verde encendida indica una posición del pistón (dado por los sensores limitadores de carrera).
- OJO: Si la luz verde no se apaga es porque la "VALVULA OPEN", que es normalmente cerrada, está cerrada. Entonces, apretar el botón del tablero que corresponde a esta válvula. Así, se encenderá su luz verde...
IMPORTANTE: La "VÁLVULA OPEN" se activa sólo cuando el motor principal corre y queda activada.

c) Arranque

- Al inicio, la "VALVULA OPEN" está cerrada. Se enciende la bomba lubricadora de aceite por espacio de 15 minutos, el motor de la bomba GEHO arranca... entonces, transcurrido este tiempo, se activa la "VÁLVULA APEN". Una vez, que estamos sin alarma, estamos listos para el arranque de la bomba. Además, tengamos en cuenta, que cuando se encienda una luz verde c/15 segundo por un lapso de 3 minutos es indicativo de problemas. Si es por c/30 segundos no hay problema.
- Si, aún, tenemos aire en el sistema de succión, debemos abrir la VÁLVULA DE DRENAJE MANUAL (lado de descarga) y mantener cerrada la válvula electroneumática, para eliminar todo residuo de aire. Cuando esté listo, recién, se abre la válvula electroneumática de descarga y se escucha el bombeo del equipo... equivale a un "tren de sierra".

- Hay que anotar, que existen dos sistemas atenuadores de flujo: dos a la entrada y uno a la salida (Este último tiene la particularidad de tener una cámara llena de Nitrógeno 65% del flujo de descarga, si existe menos no trabajará y golpeará fuertemente la línea, lo contrario será atenuado).
- El ciclo de trabajo de los pistones es similar a una señal Sinusoidal trifásica:
TRABAJO DE DIAFRAGMAS 4 1 3 2
- Si el "Presión Switch" de CAMPING (Atenuador de Salida) está alto, ESTA SEÑAL NO APAGARA EL MOTOR. Por tanto, debemos procurar el desfogue manual SOLO cuando alcance los 28 bar (411.6 psi)... A ésta presión, recién, se mueve la manilla, para desfogue del aire (Si la presión es menor y se fuerza se rompe la manija).
- En succión, a menos de 3 bar (44.1 psi) existe alarma... Como no corre bien la bomba GEHO, entonces, se apaga la bomba automáticamente. (Esto no sucede en manual)
- Si todo va bien, veremos una luz verde encendida en el tablero de "READY", señal que la bomba esta operando correctamente y sin problemas.
- Al inicio se arranca la bomba GEHO con agua limpia a 30 Hz o 50% de relave, se activa una alarma de presión baja... que es normal (se está de 3,5 a 4 bar ó de 44,1 a 58,8 psi) y no apaga la bomba. Visto que todo está operativo, entonces, presionando el botón, "RESET", se apagaran todas las luces de alarma presentadas.
- Seguidamente, la "Válvula OPEN", se apertura por 15 min Y sólo, se usa cuando hay cambio de aceite, por mantenimiento, con lo cual cumple la función de rellenar las cámaras de los diafragmas:
 - 1 ir. Botón RELLENO
 - 2 2do. Apertura la "VÁLVULA OPEN" (hasta que no exista burbujas).

d) Partes para mantenimiento por desgaste.

- VALVULAS CHECK, tanto de succión (llenado), como de descarga (salida).

Su empaque rojo puede ser invertido de modo que trabaje por ambos lados. Luego, de gastada, por ambos lados, se cambia el empaque (se usa el equipo adecuado para esta operación de mantenimiento propio del equipo).

- DIAFRAGMA, sólo, se retira y se coloca la nueva, simplemente, en su lugar (usando el equipo para el montaje y desmontaje). Una forma de determinar que éste sea el problema, verificamos (si está picado) abriendo LA VÁLVULA MANUAL (de llenado de la cámara del diafragma implicado), viéndose, por la cañería transparente una mancha negra que pasa indicativo que el diafragma se ha roto o dañado y ha contaminado el aceite con relave. En caso de contaminación del aceite se tiene que cambiar todo el aceite de lubricación aproximadamente 100 galones (Aceite Tellus 46).
- VÁLVULA DE SEGURIDAD, se manipula cuando se tenga presión alta en el tanque de Damping de salida (ver que esté en 28 bar = 411,6 psi), caso contrario, como se dijo anteriormente, si se fuerza se puede romper la manilla.
- Cuando exista fuga (FI), retirar la manguera que va al tanque. Si cae aceite indicativo que es una fuga, pero, si sale solo aire está operativo.
- Cuando exista fuga por la válvula de salida (HV8), sacamos la línea de retorno al tanque. Si existe fuga hay presencia de aceite.
- Si OK en todos, verificar el PISTÓN, de ser cierta la fuga pasará de cámara a cámara (por falla de RETEN). Además, lo sabremos porque aparecerá una alarma de luces de ambos límites de carrera.
- Si SELLO mal (FI6) aparecerá luces de alarma Proceder a sacar la cubierta y determinar por dónde es la fuga.
- Inspección de los FILTROS de las bombas lubricadoras #1.

6.8.3 OPERACIÓN DEL POWDERCAT (FLOCULANTE)

a) Inspecciones generales

- Verificar que al encender el tablero no presente alarma de sobre tensión.

Existe un sensor que lo detecta y hay que subirlo un poco en caso de ser necesario, previa medición de la tensión de alimentación del tablero. Si es muy alto, avisar a taller eléctrico para que revisen el transformador principal.

- Verificar el funcionamiento de la bomba de Floculante, engranajes (posible congelamiento del Floculante).
- Verificar el funcionamiento del Planta de Floculante (Agitador, soplador, mezclador, válvulas, luces de tablero, etc).

b) Modo manual.

- Setear el temporizador MXR del agitador: Típico de 20 - 40 mino
- El selector POWDERCAT ubicarlo en la posición nOFFn. El resto de selectores deben estar en la posición "AUTO".
- Presionar RESET, por 10 a 20 segundos, esto inicializará el programa del procesador y reseteará todas las alarmas.
- Ubicar, el selector Powdercat, en la posición "MANUAL".
- Poner, el selector del "VOL. FEEDER", de la posición "AUTO" a "MANUAL", entonces, se abrirá la válvula de agua, energizará el modulo de procesamiento y la bomba Booster. Después, de 5 segundos, se energizará un temporizador de calibración, el cual, hará funcionar al Volumetric Feeder, por un periodo de 1 minuto (modo manual).

NOTA 1: El temporizador de calibración puede ser reseteado poniendo el selector del "Vol. Feeder" de la posición "AUTO" a "MANUAL".

NOTA 2: Colocando el selector Powdercat, en posición OFF, desenergizará la válvula de agua, para la bomba Booster y el módulo de procesamiento. Además, parará el Volumetric Feeder si el temporizador de calibración, todavía, no ha parado el Volumetric Feeder. .

- Visualmente se calcula, el nivel, en el MIX TANK o Tanque de Agitación

(hasta mas o menos el HIGH LEVEL). NOTA: Las funciones de control de nivel para el MIX TANK no están disponibles en el modo manual.

- El selector del Vol. Feeder en la posición "AUTO" (Después, de llenar el MIX TANK visualmente).
- El selector del Agitador de "AUTO" a "MANUAL", ésto arrancará el agitador del MIX TANK.
- El agitador mezclará, por el tiempo seteado en el temporizador MXR, luego, se apagará. NOTA: Se puede apagar el Agitador, antes del tiempo seteado en el temporizador (MXR), llevando el selector del Agitador de la posición MANUAL a AUTO.
- El selector de Transfer de la posición AUTO a MANUAL. Una transferencia manual debe ser realizada para llevar la mezcla del MIX TANK al HOLD TANK.
- Visual mente observe, que el contenido del MIX TANK (Tanque de Agitación). haya sido drenado totalmente al HOLD TANK (Tanque de Almacenamiento).
- Después, de esto, el selector de Transfer de la posición MANUAL a AUTO
Nota: Solo, después de haber efectuado éste procedimiento, debería operar el sistema en automático.

c) Modo automático

- El temporizador de funcionamiento del agitador se debe setear (MXR)
- Luego, calibrar, tanto la velocidad del Volumetric Feeder (aprox. 540) como el tiempo de funcionamiento del mismo (en el rango de 5 - 7.5min) para conseguir una concentración de 0.3%.
- SPEED POT ubicado en el panel de control se usa para cambiar la velocidad del Volumetric Feeder.
- Los 3 Switch (SW1, SW2, SW3) ubicados dentro del panel de control se

usan para cambiar el tiempo de funcionamiento del Volumetric Feeder como se muestra a continuación:

TABLA N° 24: LOS TRES SWITCH DEL PANEL DE CONTROL QUE SE USAN PARA CAMBIAR EL TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO DEL VOLUMETRIC FEEDER

Tiempo Min.	5	7.5	10	12.5	15	17.5	20	25
SWITCH 1	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON
SWITCH 2	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON
SWITCH 3	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON

- El selector Powdercat en la posición OFF. Los otros selectores deben estar en la posición AUTO.
- Presionar RESET, por 20 seg. Esto inicializará el programa del procesador, reseteará todas las alarmas y aceptará los últimos cambios hechos al calibrar la velocidad y tiempo de funcionamiento del Volumetric Feeder.
- Con el selector Powdercat, en la. posición AUTO, se abrirá la válvula de entrada de agua y el módulo de procesamiento y la bomba Booster arrancará, llenando el MIX TANK (tanque de agitación).
- Después, que el nivel de agua sobrepasa primero el nivel LOW LEVEL y luego, el nivel PROP LEVEL del MIX TANK (tanque de agitación), el agitador arrancará y funcionará, por un tiempo e 60 seg.
- Completado, los 60 seg., arranca el Volumetric Feeder (con la velocidad y en el rango de tiempo escogido con los Switch (SW1, SW2, SW3).
- Completada la adición de Floculante seco, el Volumetric Feeder, se apagará. La válvula de entrada de agua permanecerá abierta y el módulo de procesamiento continuará funcionando hasta que el nivel, en el MIX TANK (tanque de agitación), alcance el HIGH LEVEL.
- Una vez que, el nivel de agua alcance el HIGH LEVEL, la válvula de entrada de agua y el módulo de procesamiento continuará funcionando por un lapso

de 10 segundos más.

- Luego, de este tiempo, la válvula se cerrará y el módulo de procesamiento se parará.
- Acto seguido, el agitador arranca, en el rango de tiempo seleccionado previamente al inicio de la operación, (temporizador MXR- típico entre 20 a 40 min.).
- Así, luego, de haber funcionado el agitador en el rango de tiempo seleccionado, una señal del temporizador (MXR) - que temporiza el funcionamiento del agitador- le indicará al procesador que ha terminado el proceso de agitación y la solución está lista para ser transferida al tanque de almacenamiento.
- Cuando el nivel del HOLO TANK (tanque almacenamiento) está, por debajo del LOW LEVEL (no hay solución), la válvula de transferencia se abre y permanecerá abierta, hasta que el contenido del MIX TANK (tanque de agitación) sea transferido al tanque de almacenamiento, es decir, la transferencia continúa hasta que la solución en el tanque de agitación caiga por debajo del nivel LOW LEVEL.
- Se extiende 30 seg., la transferencia, de modo que se asegure que el contenido del tanque de agitación sea transferido al tanque de almacenamiento.
- La válvula de transferencia se cerrará y una señal del control del HIGH LEVEL del tanque de almacenamiento se activará e indicará al procesador que la transferencia está completa.
- Todos los pasos previamente se resetearán y la secuencia completa arrancará desde el principio.

6.8.4 OPERACIÓN DEL MIXER

a) Inspecciones generales

- Verificar el nivel de la grasa dellubricador automático.

- Verificar que los pulsadores de emergencia estén desactivados. C)3. Verificar estado de las paletas.
- Verificar apertura de la válvula hacia el hopper. Q / 5. Verificar funcionamiento del equipo. f/6. Verificar sistema de limpieza (tanque de agua lleno).

b) Arranque del Mixer (local \ remoto)

- Asegurarse, que el botón de PARADA DE EMERGENCIA del tablero de control (actualmente puenteado) y del sistema de limpieza, en el equipo Mixer, no estén activados. Caso que sea así (alarma de luz de parada de emergencia -luz roja-), el botón de emergencia del sistema de limpieza, (activado por enclavamiento) se desactiva usando una llave del Start Mixer del tablero de control que se inserta, en este botón, que permite desenclavarlo. Para eso, en el tablero, reseteamos la falla girando la llave del Start Mixer hacia la izquierda y soltamos. Ahora, está operativa para el arranque.
- Si giramos la llave hacia la posición EXTERNAL, estará en REMOTO PLC principal caso contrarios si permanece en INTERNAL, operará en LOCAL.
- Si giramos, las llaves INSPECCIÓN DOOR 1, hacia la izquierda, se cierra el contacto y no sale la llave, quedando en la posición para arranque y si cambiamos de posición girando a la derecha, se abre el contacto y sale la llave, entonces, queda en la posición para ejecutar el mantenimiento sin que se active el equipo.
- Para arrancar, presionar START (se enciende la luz verde) y arranca la mezcladora, siempre hacerlo con carga (mínimo con agua).
- El tanque de grasa estará trabajando entre 40 y 80 Bar (488 a 1176 psi). Además, verificar en la válvula distribuidora de grasa, que el opín salga e ingrese sin problemas. Eso nos indica, que está operativo. Si está con bajo, el nivel de la grasa, debemos adicionarle manualmente. Estos tienen un máximo y un mínimo que debe calibrarse para ajuste de la presión.

- Al final, presionar "STOP", para detener la mezcladora.

NOTA: Si se escucha un ruido o golpeteo anormal, en el Mixer, se debe parar el equipo y observar si las paletas chocan con la estructura del equipo. Para poder observar esto, se debe girar las aletas en forma manual. De haber rozamiento, modificar simplemente la posición de las aletas y probar que no exista el problema.

c) Sistema de lavado del Mixer.

- Se procederá a su uso cuando se termine el proceso de envío de
- Para arrancar la bomba se debe asegurar que el tanque de lavado este con agua, caso contrario de trabajar sin agua se quema la bomba.
- Se debe dar mantenimiento del filtro del tanque, por lo menos, una vez a la semana (Éste se encuentra en la parte baja del tanque de lavado, similar a una YEE).
- Además, es importante verificar a diario el nivel de aceite de la bomba.

d) Alarmas

NOTA: En el tablero de control observamos unas alarmas de luces.

- Alarma por alta temperatura del motor del Mixer. Si no desaparece la alarma en 5 seg. se para la máquina, en automático.
- Alarma de alta temperatura del motor de la bomba de lavado.
- Nivel mínimo de grasa (En bomba engrasadora).
- Alarma de falla de sensores inductivos (RESET REVOLUTION 1 y 2). Si por algún motivo uno de los sensores del eje se malogra el mezclador se detiene.

6.8.5 OPERACIÓN COMPRESORA SULLAIR

a) Inspección general.

- Nivel de aceite del equipo.
- Verificar el horómetro total del equipo, todos los domingos, para reportar a planeamiento (Mantenimiento).
- Sistema de drenaje del equipo (Estado del Filtro).

b) Configuración

- Cuando se haya desprotegido el programa se puede proceder a cambiar parámetros.

NOTA: Solo está autorizado a desproteger el programa las personas autorizadas.

- Para ello, se presiona, en secuencia: LOGO, FLECHA ARRIBA (delta), DISPLAY, LAMP. TEST, PROG.:
- Entonces, aparecerá en la pantalla, en la 1ra. Línea (Cal PI), aquí se ajusta la presión adecuada (con Flecha Arriba o Lamp Test)... máx ajuste +-7. En éste caso, "PI", y se confirma el seteo, presionando PROG. Luego, pasa automáticamente a la siguiente línea.
- Uso de las teclas:
 - Flecha arriba, para incrementar el valor
 - LAMP TEST, para disminuir el valor.
 - Logos, para restablecer al valor original.
 - Display, para ver el valor actual.
 - Prog, para salvar el nuevo valor y avanzar a la siguiente línea: PI, P2,TI, T2, P3, P4, T3, T4, TS Y T6.
 - Una vez que se ha ingresado los parámetros retornar a la pantalla principal presionando DISPLAY y verificar que los parámetros son los correctos.

c) Parámetros:

Descarga : 125PSI

Carga : 10PSI

PI MAX : 145 PSI

Y - Delta : 5 Seg.

INT REP : Desarmado

DUR DCRG : 5 min

Idioma : Español

Unit : Inglés

ID COM : 1

BAUD RATE : 9600 bps

SECUENCIA : Desactivada

INT DRJE : Desarmado

Dpl : 0

DMax : 10

d) Arranque:

- Presionar POWER (I)... verificar sentido de giro del motor. Momento que arranca el equipo. La válvula manual de 2" debe estar cerrada para que cargue el equipo. Cuando llegue arriba de 80 psi aperturar la válvula.
- Temperatura de operación normal Cargando: TI = 180 °F
- Presión normal Cargando: PI = 115 psi
- Separador diferencial (0-10): Mayor o igual 7 existe algún problema.

- Cuando PI +/- 54 psi. Se va aperturando lentamente la válvula manual de la línea de alimentación de aire a la planta
 - PI = Presión de Tanque
 - P2 = Presión de UNEA
 - TI = Temperatura de trabajo, máx 235°F. Cuando llega a este valor se detiene la compresora, pero desde 210°F comienza a parpadear el led T1. Ello indica que puede deberse por falta de aceite, filtros sucios...
 - T2 = Temperatura del aire, máx 235 °F.
 - Horómetro Total *tomado como información de la operación de la máquina.
 - Horómetro de Carga
 - Eventos: Guarda tipo de falla y hora ocurrida (T, P, sobrecarga, Etc.)
 - Q- Power, Equivale a Reset
 - Paro de emergencia.
 - Código de protección "31": evita la variación del programa... en Off.
- Cuando opera en automático se establece una relación de 3 de descarga /1 de carga. Se activa con tecla (rotor) y desactiva con (i).
- Cuando llega a 125 Psi máx, automáticamente, entra en vacío. Para eso, la válvula mariposa (dentro del equipo, se cierra lentamente)
- Cuando está en automático, luego de 5 segundos, si no baja la presión, la máquina se apagará.
- En manual, no sucede sino que sigue su proceso de vacío... Ello cuando no existe consumo de aire.
- Existe una válvula regulable que se ha ajustado al 50 0/0 según placa y varilla. Ello permite un ahorro de energía... Importante no variar su regulación

e) Protección del programa

Solo por personal autorizado.

- Presionar ellogos de Sullair, Luego presionar: PROA

- Aparece a continuación:
 - PROTECT (####) Valor del Número...
- A este valor se le multiplica por dos y se le suma 3 unidades (Valor $X2 + 3$).
- Con las teclas hacia arriba y tecla hacia abajo se ajusta el resultado obtenido de la multiplicación con la suma.
- Aparecerá: PROTECT ((Valor $X 2$) + 3), luego de esto presionar PROG.
- A continuación aparecerá: PROTECT NO, Presionando la tecla hacia arriba.
- Aparecerá: PROTECT SI, luego, presionar PROA. NOTA: El programa ya esta protegido.

f) Desprotección del programa.

Solo por personal autorizado.

- Los mismos pasos para la protección del programa, pero con la diferencia de cambiar cuando aparezca: PROTECT SI, Presionar Tecla hacia arriba para llegar a PROTECT NO
- Entonces, presionar PROG. NOTA: El programa está desprotegido.

6.8.6 OPERACIÓN DEL PUTZMEISTER

a) Inspección general.

- Energizar el tablero de fuerza se energiza el panel de control local de la Putzmeister. Previo al arranque del equipo se debe supervisar:
- Verificar los niveles de los lubricantes:
 - Aceite del tanque.
 - La bomba engrasadora (EP-I).
 - La grasa de rodamientos del motor.

- Hacer muestreo del aceite de filtros #1 y #2 (Para análisis de laboratorio). En el tanque enfriador de agua: Las válvulas: **NOTA:** De desvío, para operación manual, abierta. De drenaje, abierta. **NOTA:** Los dos primeros ITEM se abrirán durante el arranque y cuando se pare el motor de la Unidad Hidráulica. Pero, durante la operación deben cerrarse para su funcionamiento en automático.
- Récord de los filtros.
- En la Unidad hidráulica, con sus 7 bombas sobre un mismo eje, verificar si existen fugas de aceite:
- La #1 Y #2, son las bombas principales.
- La #3, para el bombeo de la B.D.P.
- La #4, para el control de la presión interna.
- El # 5, para el llenado del acumulador
- La #6 Y #7, son las bombas de servicio para los filtros y el sistema enfriador de aceite.
- El sistema de la B.D.P.:
- Acumulador.
- La posición de los pistones.
- Verter agua en el cajón de la B.D.P.
- Censores.
- Se debe seleccionar el modo de control:
- Si (0), entonces, corresponde al control desde el panel.
- Si (1), entonces, corresponde al control en remoto.

- Tanto, la Unidad hidráulica, como, la BDP tienen teclas de arranque y parada, pero, no se puede arrancar ambas a la vez, sino hay que seguir una secuencia.
- Primero, se arranca la Unidad hidráulica y se espera a que caliente.
- Verificar, al inicio del arranque, si se activa unos VÁSTAGOS ROJOS de los solenoides de los filtros de presión alta correspondiente al circuito principal, ubicado en los lados laterales del motor. NOTA: Puede darse que sobresalga, el vástago, cuando el equipo está frío... Este estado indica al PLC que existe un problema... Sin embargo, hay que esperar a que suba la temperatura y presionarlo. Si salta cuando ya ha calentado el aceite 50°C, entonces, indica que se requiere cambiar el filtro involucrado. Esta operación de calentamiento dura entre 5 a 15 minutos.
- A la par, fijarse en la lectura de los manómetros de presión de diversos puntos de medición del equipo, como:
 - Presión en las bombas de control de los pistones direccionales (m8: Alimenta a 6 bar (88.2 psi), máx carga o 100% es 18,5 bar (271.95 psi).
 - Presión en las bombas auxiliares (m2/5: normal entre 38-40 bar (558.6- 588 psi).
 - Presión en el acumulador (HSP, m3: ajuste a 100 bar máx (1470 psi).
 - Presión en μ filtro (3 μ : Cuando está frío el equipo llega a 12 bar (176.4 psi), pero, a medida que calienta se va estabilizándose en 6 bar (88.2 psi) a 50° C si sube más de 6 bar es indicativo para el cambio del filtro).
 - Los filtros de succión 1 y 2 (En verde está en operación normal, pero, si sube el indicador a rojo es señal para el cambio del filtro).
 - Presión del agua (normal 6 bar (88.2 psi), máx. 8 bar (117.6 psi).
 - Resistencia de línea de salida (m1.I; máx 200 bar (2940 psi). Si se iguala, entonces, el sistema recibe un bloqueo)

- Mantenimiento (ml,m3)
- Una vez que están con los parámetros adecuados y no se presenta ninguna alarma se procede arrancar la BDP y cuando se está listo para enviar carga se da paso a variar el porcentaje de trabajo de la bomba al variar su velocidad de bombeo desde el panel de control. Se realiza pasando al menú de teclas del lado derecho y luego presionando MOD (parpadea una luz), se teclea la cantidad deseada de velocidad y se confirma con enter. Es importante ver el nivel de la pasta que se va a mandar del Hopper para ajustar a la velocidad adecuada.
- La regulación del bombeo o golpeteo se regula con una válvula (UH), en forma de equis con #s 1-4 y giro horario). Esta se debe regular de menos a más y graduarla lentamente (indispensable es escuchar el golpeteo para atenuarlo lo mejor posible, de este modo se conservan mejor los asientos de la bomba). Ello se determina según la característica del material (si grueso o débil). ojo nunca abrir totalmente a lo más 1,5 vueltas y queda OK.
- Cuando se apertura la válvula (UH) se minimiza el tiempo... si se ajusta rápido va a originar mucho ruido.
- Si se utiliza el botón de emergencia en alguna ocasión por motivo de alguna falla esto se podrá visualizar en el panel de control. Luego de reparar la falla se resetea y se vuelve a arrancar el equipo.

b) Posibles eventualidades.

- Si la temperatura del aceite en el filtro sube a 90 o, entonces, la BDP se para, pero no el motor de la Unidad Hidráulica. Se espera que la temperatura baje. Luego, se resetea la falla desde el panel.
- Si el J.I Filtro se eleva a más de 6 bar cambiar el filtro.
- Si los filtros de succión 1 y 2 llegan a rojo cambiarlos: se ejecuta de la siguiente forma: Se gira y se retira rápidamente para evitar que salga demasiado aceite - necesario poner una cubierta bajo el filtro para no

manchar el medio -. Para introducirlo se hace lo mismo en sentido inverso.

- El aceite se hace cambio cada año... pero, necesario hacer un análisis del aceite.
- Cuando para la unidad hidráulica hay que evitar que quede agua en el tanque enfriador, porque si enfría se congela el agua dentro del recipiente y se corre el riesgo que se quiebre. Por tal motivo hay que drenar el agua. Se sugiere cubrir el tanque con fibra de vidrio o cualquier otra resina que conserve el calor y no exponga el tanque a temperaturas de congelación.
- Cuando se para la unidad, también, hay que drenar los filtros #1, #2 Y una intermedia (que en realidad no es un filtro), porque se condensa el agua... ello hacerlo hasta que caiga aceite.

6.8.7 ALGUNAS OBSERVACIONES DEL EQUIPO.

a) Unidad Hidráulica

- Existen 4 limitadores de presión (2 en las unidades de lubricación a la B.D.P.) Ajuste del fabricante que no se debe modificar.
- Válvula de alivio que viene con ajuste de fábrica. No modificar.
- Las bombas con 20000 Hrs de operación x 24 Hrs/día x 2,5 años requiere un cambio. Pero, ello no impide hacer un mantenimiento preventivo a rodajes de alta velocidad que de malograrse efectuaría fallas a otras partes del equipo.

Para mantenimiento.

- Existen dos válvulas HSP (Acumulador) y HPD (Atenuador que no tenemos) hay que aperturarlas para liberar la presión del sistema y poder entrar a realizar tareas de mantenimiento, caso contrario, trabajar sin abrirlas es de alto riesgo.
- Existen 3 botones de emergencia: uno en el tablero de control, otro en la unidad Hidráulica y, una última, en la B.D.P.

b) Bomba de Desplazamiento Positivo (B.D.P.)

- Dos cilindros hidráulicos. Cuando se alimenta de aceite la válvula siempre se encontrará abierta... sólo cuando se cambia el pistón se cerrará (ver manual)
- El limite de proximidad:
 - Si está encendida la luz VERDE indica que está en su posición de inicio de trabajo.
 - Si está encendida en ROJO
 - Si están encendidas en VERDE y ROJO es índice de falla
- Tanque enfriador de agua cumple tres cometidos:
 - No deja que el material regrese.
 - No hay agua en la línea y pasa el material.
 - Enfria.

IMPORTANTE: Existe una válvula debajo del tanque que es necesario drenarla todos los días y llenarla cuando se vaya a trabajar con la B.D.P.. Además, notar si existe pasta entonces cambiar las tapas del pistón (después, del filtro).

- La bomba engrasadora si sale grasa por el dren es indicativo que la línea está bloqueada y su consumo es de 1,5 lt/día (24 Hrs). Está línea va al distribuidor va por 4 líneas:
- Si se visualiza en el manómetro (ml) la presión de 100 bar (1470 psi), pero, en realidad se manda 50 bar (735 psi), se verá el efecto de retorno de la pasta al Hopper, en consecuencia eso indica la falla de los sellos y se requerirán su cambio.
- Se cuenta a la salida de la B.D.P. 4 cilindros: 2 como válvulas de succión y las otras dos como válvulas de presión.
- Se tiene a la salida de la B.D.P. la presión de 130 bar (1911 psi) a razón de 48 m³/hr máx.
- Recomendaciones: Si por algún motivo se está enviando pasta y el sistema para y queda pasta en la línea hay que seguirla mediante una comba y de acuerdo al sonido mientras más bajo sea detectaremos presencia de

sedimentación en la línea, entonces habrá que desarmarla y con guías desatorar.

6.8.8 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

a) Equipo Thiessen

- Los equipos requieren una limpieza cada vez que se opera, porque el material con que se trabaja es altamente abrasivo. Tiempo estimado, por lo menos, una hora.
- Si se está comenzando a cementar se recomienda que todas las líneas, cavidades y superficies sean limpiadas para restablecer la planta.
- Las fajas de los molinos deben mantener la tensión adecuada.
- Si el flujo es pobre es seguro que las líneas o el molino está bloqueado o la faja no tiene la tensión adecuada.
- La lubricación de las chumaceras se hace por 4 engrasadores con grasa Alvania EP 1.
- Las grapas de las mangas se deben inspeccionar periódicamente.
- La vida del disco (impeller) es cerca de 150 a 600 horas de funcionamiento dependiendo de la proporción de la mezcla y la abrasividad de la mezcla usada. Hay que estar preparado cuando el disco se malogra.

SERVICIOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

DIARIAMENTE:

- Sistema de Aire (limpio, sin polvo, aceite, etc)
- Todo el sistema previa operación.
- Lubricación del sistema molinos

MENSUALMENTE:

- Revisión del impeller, ajustes si se requiere.
- Inspeccionar el interior del mixer. Limpiar si se requiere.

SEMESTRALMENTE:

- Sistema de aire: remover el block de válvulas, inspeccionar y limpiar.

- Inspección visual de todas las válvulas electroneumáticas.

NOTA:

- Tener mucho cuidado con las operaciones de soldadura en el equipo, porque el arco eléctrico deteriora las celdas de carga que sensa el peso y electrónicamente envía una señal al PLC (solo en cuestión de milisegundos). De requerirse soldar con máquina eléctrica se tiene que tener la tierra cerca al punto de soldadura. Estas celdas de carga no pueden ser reparadas y solo queda su reemplazo en caso de fallar.

Procedimiento en caso de requerir soldar:

- Sistema de control el lock-out.
- No encender la maquina de soldar hasta tener todo listo.
- Colocar el punto de tierra en el punto más cercano para soldar.

EN GENERAL:

PARTE MECÁNICA:

- Lubricación de rodamientos de motores y chumaceras (en molinos). Grasa SKF rodamiento motor y EP 1 chumaceras.
- Lubricación de rodamientos y reductores (Bomba Moyno y sinfín)
- Verificación de estado de los sellos de los molinos.
- Verificación de estado de paletas (impeller) de los molinos.
- Verificación de fajas.
- Verificación de eje de agitador.
- Verificación eje del sinfín.
- Verificación de cadena de sinfín.

- Verificación de eje espárrago de válvula manual silo Vertical 150 Tn.

PARTE ELÉCTRICA E INSTRUMENTAL:

- Verificación de funcionamiento de válvulas electroneumáticas.
- Mantenimiento de flujómetro (limpieza de electrodos).
- Verificación de fusibles.
- Verificación de funcionamientos de motores (sinfín, válvula rotatoria, molinos, agitador).
- Verificación de operación de PLC, cumplimiento de secuencia de trabajo (manual, automático, ciclo de lavado). _ Verificación de celdas de carga. _ Verificación de panel (touch screen, indicador digital)

b) Equipo Mixer.

- Control de aceite en los reductores y grasa EP2 en el equipo. _ Cuidado cuando se hagan trabajos de soldadura en el equipo.
- Medir la distancia de las paletas: debe ser de 5 a 10 mm. Control cada 50 horas de trabajo. Caso de falta de regulación de las mismas se desgastarán más rápido.
- No usar el mezclador cuando el nivel está por debajo de lo permisible de los lubricantes es bajo (aceite y grasas).
- El cambio de aceite en los reductores Mobil Gear 629 o Omala Oil 150 (primero a las 500 horas de funcionamiento), en sucesivo cada 1500 horas y a lo sumo 6 meses si no alcanzan las horas antes dichas. De ser posible cambiar el aceite cuando aún está caliente para evitar depósitos de dentro del reductor. Para el llenado del reductor retirar la tapa superior en el eje y llenarlo hasta que rebalse
- El engrase (Albania EP 2) se debe hacer hasta que rebalse dentro del mezclador. Cada 300 horas o al menos una vez al mes en:
 - Cojinetes de los ejes de mezcla.
 - Junta entre reductores y ejes de mezcla.

BOMBA ENGRASADORA AUTOMATICA:

- Inspección del nivel de grasa.

BOMBA DE LIMPIEZA:

- Instalación siempre en posición horizontal.
- Controlar el nivel de aceite: Uso de un tapón espía para medir el nivel.
- Verificar que el filtro no este tapado de sedimentos.
- Verificar el alineamiento de los ejes.
- Tensión adecuada de las fajas.
- No trabajar con la bomba en seco más de 30 segundos.
- Uso solo para agua.
- Cambio de aceite de todo el contenido luego de 30 horas de funcionamiento. Después cada 250 a 300 horas. Aceite AGIP FI Motor Oil HD SAE 40W50.
- Control del filtro de aspiración, válvulas de aspiración y de envío, no esté obstruido. _ Controlar las guarniciones del pistón. _ Controlar la presión que no esté inestable.

LUBRICACIÓN DE LOS REDUCTORES DE TORNILLO SIN FIN

- Control de la tensión de las correas
- Control de tensión de tornillos y tuercas de las paletas.

6.8.9 MANTENIMIENTO DEL EQUIPO ENGRASE Y LUBRICACIÓN DIRVEZ

a) Bomba de desplazamiento positivo

- Limpieza continua del equipo.

INSPECCIÓN DIARIA:

- Cajón de agua: Verificar el nivel del agua, la cantidad y calidad del aceite (posible cambio de agua), si es en demasía contactar proveedor (fuga).
- Verificar las conexiones de aceite (fugas).
- Sellos de las válvulas, pistones (fugas de aceite).

INSPECCIÓN C/150 HORAS O SEMANALMENTE

- Drivers de los cilindros, sellos de las válvulas Hidráulicas (fugas de aceite).
- Seguridad de los alambres de amarre de los pernos.

INSPECCIÓN c/500 HORAS O MENSUALMENTE

- Verificar el sistema hidráulico (calidad del aceite).

INSPECCIÓN c/2000 HORAS O TRIMESTRALMENTE

- Sistema de lubricación central (dosificación de aceite). _ Sellos de las válvulas (sellos y discos).

INSPECCIÓN c/4000 HORAS O SEMESTRALMENTE

- Tiempos de stroke.
- Driver del cilindro (Switch de solenoide).
- Sujeción de pernos (torque).

INSPECCIÓN c/8000 HORAS O ANUALMENTE

- Sistema Hidráulico. (cambio de aceite).
- Servicio de mantenimiento.

INSPECCIÓN e/ 6 AÑOS

- Hydraulic hose. Cambio. Tomar nota de la fecha de fabricación.

b) Unidad hidráulica.

INSPECCIÓN DIARIA:

- Verificar las conexiones de aceite (fugas).
- Verificar el nivel de aceite en el tanque.
- Inspección de todos los filtros.(grado de contaminación)

INSPECCIÓN c/SOO HORAS O MENSUALMENTE

- Verificar el tanque de aceite (calidad y condensación del aceite).

- Posible cambio.

INSPECCIÓN c/2000 HORAS O TRIMESTRALMENTE

- Bomba Hidráulica (fastening)
- Driver del motor (conexionado).
- Sistema de lubricación central (dosis)

INSPECCIÓN c/4000 HORAS O SEMESTRALMENTE

- Bomba Hidráulica (presiones).
- Válvulas Hidráulicas (Funcionamiento).
- Float Switch en el tanque del aceite funcionamiento).

INSPECCIÓN c/5000 HORAS O ANUALMENTE

- Todos los filtro de aceite hidráulico. (cambio).
- Tanque de aceite Hidráulico (Cambio).
- Inspección del equipo

INSPECCIÓN c/ 6 AÑOS

- Hydraulic hose lines. Cambio. Tomar nota de la fecha de fabricación.

c) Equipo Geho

INSPECCIÓN DIARIA:

- Verificar el nivel de aceite del sistema de lubricación y cigüeñal
- Presión del aceite entre 5 a 10 bar
- Señales de operación de las luces del tablero de control PLC
- Funcionamiento de las Válvulas de 2/2 vías. Presión entre 5 a 7 bar.
- Presión de descarga
- Presión de carga
- Compresora
- Flujo de relave en correcta relación con la velocidad de la bomba
- Tuberías limpias.

INSPECCIÓN c/200 HORAS O SEMANALMENTE

- Verificar la tensión en el equipo.
- Cambio de aceite y filtros de aceite de las bombas lubricadoras.

INSPECCIÓN c/2000 HORAS O TRIMESTRALMENTE

- Verificar la tensión en el equipo.

INSPECCIÓN c/8000 HORAS O ANUALMENTE

- Cambio de aceite y filtros de aceite de las bombas lubricadoras.
- Cambio de filtro de aire.
- Cambio de las bombas diafragmas.
- Limpieza de tanque de aceite lubricador y cambio de filtro.
- Inspeccionar los sellos de los pistones de la bomba (Rings).
- Inspeccionar las líneas de los cilindros. (Estado).
- Inspeccionar las válvulas Filling loutlet (Funcionamiento).

d) Equipo espesador.

DRIVER

INSPECCIÓN DIARIA:

- Verificar el nivel del aceite de todos los equipos: Driver, Unidad Hidráulica, Bombas Galigher, etc.

INSPECCIÓN SEMANAL:

- Verificar el nivel del aceite de todos los equipos: Driver, Unidad Hidráulica, Bombas Galigher, etc.
- Verifica el Drain Condensate, que esté libre de agua y otros contaminantes.
- Limpiar el vidrio indicador.

INSPECCIÓN MENSUAL:

- Verificar driver belts for tensión
- Verificar el control del Driver.

- Replace leaking worm shaft oil seals
- Cambio de aceite a las 500 Hrs primero, después, anualmente.

INSPECCIÓN ANUAL

- Inspeccionar gears, bearing for wear. _ Replace internal oil seals, if necesasary.

MECANISMO DEL ESPESADOR

INSPECCIÓN SEMANAL:

- Verificación de la seguridad de guardas y plataforma.

INSPECCIÓN MENSUAL:

- Verificar loose bolts y nuts

INSPECCIÓN ANUAL:

- Verificar las conexiones entre los brazos y rake shaft and rate shaft to adapter shaft.
- Drain Tank y remove algae, rust or badly correded steel members.

6.9 CONSUMO DE POTENCIA SEGÚN DATO DE PLACA DE LOS EQUIPOS

TABLA N° 25: CONSUMO DE POTENCIA EN PASTE FILL PLANT

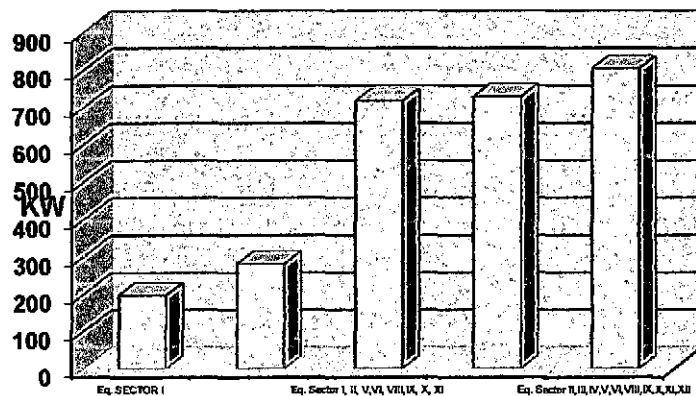
Equipos de Prueba	POTENCIA	POTENCIA (KW)	POTENCIA
	W	SUB-TOTALES	A TOTAL (KW)
1. SECTOR GEHO			
Bomba Geho #1 (x1)	186500	385,31	
Bomba de Lubricación 1	746		
Bomba de Lubricación 2	746		
Bomba Geho #2 (x1)	186500		
Bomba de Lubricación 1	746		
Bomba de Lubricación 2	746		
Bomba de Sumidero PC.	9325		
Bombas en Cajón Relave (x4)Futur	179040		
SUB-TOTAL DE CAGA	385309		

II. SECTOR ESPESADOR			
Sist. Hidráulico THICKENER	18650	264,83	
Bomba Galligher 1	111900		
Bomba Galligher 2	111900		
Bomba Sumidero Espesador	22380		
SUB-TOTAL DE CARGA	264830		
III. SECTOR THIESSEN			
Sist. De Control Thiessen	3300	107,41	
Válvula Rotativa	1119		
Motor del Sin Fin	7500		
Molino 1 (Baldor)	29840		
Molino 2 (Baldor)	29840		
Motor del Agitador	2238		
Bomba Moyno	11190		
Bomba Sumidero (Int. Planta)	22380		
SUB-TOTAL DE CARGA	107407		
IV. SECTOR MIXER			
Sist. De Control del Mixer	2200	71,41	
Motor del Mixer	42500		
Bomba de lavado del Mixer	26500		
Bomba rotatoria de lavado	210		
SUB-TOTAL DE CARGA	71410		
V. SECTOR FLOCULANTE			
Bomba Booster	2238	4,66	
Agitador	1119		
Bomba de Medición	1119		
Motor Sin Fin	186,5		
SUB-TOTAL DE CARGA	4662,5		
VI. SECTOR BOMBAS DE AGUA			
Bomba Hidrosta1	74600	149,20	
Bomba Hidrosta1 2	74600		
SUB- TOTAL DE CARGA	149200		
VII. LUMINARIAS			
Luminarias	11000	11,00	
SUB-TOTAL DE CARGA	11000		
VIII. UPS			
UPS1	1400	2,8	
UPS2	1400		
SUB-TOTAL DE CARGA	2800		
IX. CARGAS DE 110 Vac			
Cargas de 110 Vac	24800	24,8	
Sub total de carga	24800		
X. QUIPOS DE INSTRUMENTOS			
Equipos de instrumentación (+-30)	2400	2.4	
Sub total de carga	2400		

XI. SECTOR COMPRESORA			
Compresora Sullair	93250	93.25	
Sub total de carga	93250		
XII SECTOR PUTZMIESTER			
Unidad Hidráulica	270000	270	
Sub total de carga	270000		
TOTAL DE CARGA		1387.07	
Factor de simultaneidad=0.8	Total (Kw)	1109.65	
XIII. CARGAS DE EMERGENCIA			
Compresora	93250	376700	
Bomba Galligher 1	111900		
Bomba Galligher 2	111900		
Luminarias	11000		
Unidad Hidráulica Espesador	18650		
UPS 1	1400		
UPS 2	1400		
Equipos de instrumentación	2400		
Cargas de 110 Vac	24800		
TOTAL DE CARGA (kW)	376700	376.70	

MANEJO DE LAS CARGAS			
SECUENCIA	W	KW	TIEMPO
Eq. SECTOR I	197317	197.32	
Bombeo de relave a PF			
Eq. Sector II, V,VIII, IX, X, XI	280843	280.84	
Recirculación hasta 80% Sp			
Eq. Sector I, II, V,VI, VIII,IX, X, XI	717352	717.35	
Limpieza de lines concentr.- PF			
Eq. Sector II,V,VI,VIII,IX,X,XI,XII	729660	729.66	
Envio de pasta a mina			
Eq. Sector II,III,IV,V,VI,VIII,IX,X,XI,XII	804260	804.26	
Limpieza de líneas laguna, PF-Mina			

CONSUMO DE POTENCIA DE PASTE FILL PLANT



SECTORES ACTIVOS

CAPÍTULO VII

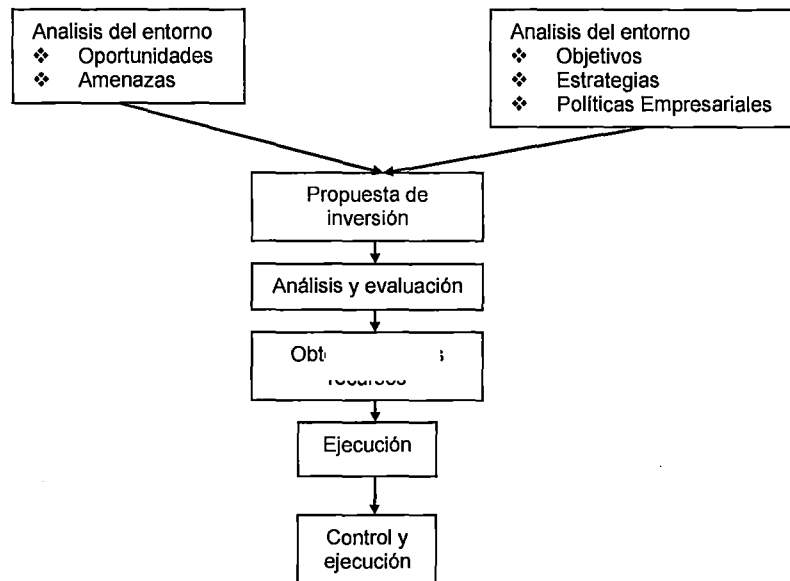
EVALUACIÓN ECONÓMICA

7.1 PROYECTO DE INVERSIÓN.

Es el conjunto de antecedentes que permite estimar las ventajas y desventajas económicas que se derivan de asignar ciertos recursos escasos (materiales y humanos) a la producción de determinados bienes y servicios, útiles al ser humano en particular y/o a la sociedad en general.

Siempre que exista necesidad humana de determinados bienes y/o servicios habrá necesidad de invertir, es decir de aplicar recursos escasos y consecuentemente de “elaborar un proyecto de inversión”.

Figura N° 13: El proceso de invertir



7.2 EVALUACIÓN DE PROYECTOS

La evaluación de proyectos consiste en identificar y cuantificar creativamente los costos y beneficios de una idea o alternativa con el objeto de crear valor.

7.2.1 OBJETIVO

El objetivo de la evaluación de proyectos es emitir opinión juicios de valor acerca de la bondad del proyecto de inversión en función de su probabilidad de alcanzar los objetivos que se han previsto.

En el caso particular de los proyectos de inversión privados, la evaluación será, fundamentalmente económico – financiera y el objetivo crear valor para el inversionista, es decir contribuir a maximizar el valor actual de su riqueza o patrimonio.

7.2.2 ¿POR QUÉ CONVIENE EVALUAR LOS PROYECTOS?

Simple, la evaluación lleva a más beneficios que costos. No solo hasta tener “suerte” o “un buen olfato” para los negocios.

El estudio formal de un proyecto es un ejercicio valioso que compensa

ampliamente el costo de llevarlo a cabo porque permite:

- Introducir, objetividad en las apreciaciones de supuesta rentabilidad; conocer la dirección y magnitud de las ganancias.
- Definir la escala optima de inversión.
- Determinar la mejor fuente de financiamiento, etc.

7.2.3 TIPOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS.

a) Evaluación social.

Es efectuada de manera global, debido a que se asume que el país es de "propiedad de un solo dueño".

Las diferencias entre una evaluación social y una privada son:

- En la evaluación social no se consideran las transferencias (impuestos, subsidios, aranceles, etc.)
- En la evaluación social se desea corregir una serie de efectos debidos a "distorsiones" presentes en el mercado. De esta manera, se trabaja con "Precios Sociales".

b) Evaluación privada.

- **EVALUACIÓN ECONÓMICA:** El objetivo es analizar si el proyecto genera rentabilidad por sus propias operaciones. Es un análisis independiente de la fuente de fondos (con independencia de la estructura de financiamiento)
- **EVALUACIÓN FINANCIERA:** Se considera explícitamente la fuente de fondos. Se toma en cuenta cualquier ganancia adicional que podría originarse por la estructura de financiamiento.

Esta ganancia es de dos tipos: ganancia por el acceso al dinero y ganancia por el escudo tributario producto del pago de los intereses de la deuda, ya que los intereses son deducidos de impuestos.

7.2.4 CRITERIOS UTILIZADOS EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS.

Los criterios utilizados para la evaluación de proyectos son los siguientes:

- Valor actual Neto (VAN)
- Tasa Interna de Retorno (TIR)

- Periodo de Recuperación de la Inversión (PAYBACK)
- Índice de Beneficio – Costo
- Valor Anual Equivalente.

a) El valor actual neto (VAN)

El VAN lleva al presente una determinada tasa de descuento. Los flujos futuros:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1 + COK)^t}$$

Donde

FC = Flujo de Caja del Proyecto

COK = Tasa de descuento o costo de oportunidad del Capital.

t = Tiempo (en años)

n = Vida útil del proyecto

b) La tasa interna de retorno (TIR)

La TIR muestra la rentabilidad promedio por periodo y se la define como aquella tasa que hace el VAN igual a cero.

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

En situaciones normales se acepta el proyecto cuando: TIR > COK

c) Casos de contradicciones entre el VAN y el TIR

La contradicción entre la TIR y el VAN surgen por 3 motivos.

- El monto de inversión puede ser distinto (problema de escala)
- La distribución de beneficios netos en el tiempo es diferente (problema de distribución de beneficios)
- La vida útil de los proyectos no es la misma (problema de horizonte)

d) Periodo de recuperación de la inversión (pay back)

El Periodo de recuperación mide el número de años requeridos para recuperar el casual invertido en el proyecto, la información que entrega es útil durante la cual los beneficios anuales son más o menos constantes. Como también cuando se esta ante situaciones riesgosas. En el caso de flujos diferentes para cada periodo. El cálculo se realiza determinando por suma acumulada el número de periodos que se requiere para recuperar la inversión. Este método fácil presenta las siguientes fallas.

- Ignora las ganancias posteriores al Periodo de Recuperación subordinando la aceptación a un factor de liquidez más que de rentabilidad.
- No considera el valor del dinero en el tiempo, una manera de solucionar lo anterior es empezar el "PAYBACK" descontado".
- La elección depende de una fecha tope arbitraria.

e) Índice beneficio sobre costo (B/C)

Para calcular este índice se deben seguir tres pasos:

- Actualizar los flujos positivos del proyecto o sea calcular el valor actual de los mismos.
- Actualizar los flujos negativos el Proyecto.

$$B/C = \frac{\sum_{j=1}^n + F(1+i)^{-j}}{\sum_{j=1}^n - F(1+i)^{-j}}$$

La tasa i que se utiliza para actualizar los flujos de caja es la tasa de costo de capital. Si el índice es superior a uno el proyecto es rentable, por lo tanto se debería aceptar desde el punto de vista económico y si es menos que uno debe rechazarse por no ser rentable.

7.3 COSTO DE PRODUCCIÓN UNITARIO DEL RELLENO HIDRÁULICO TRADICIONAL (AGRE FILL)

Para la producción de Agre Fill se utilizan como materiales la piedra chancada, arena, cemento y agua. Los costos se pueden ver en las siguientes tablas.

TABLA N° 26: COSTO POR SERVICIOS DE PRODUCCIÓN DEL AGRE FILL POR M³

Servicio	Costo S/.	%
Transporte de agregados	2.12	26.60
Transporte de arenas	2.26	28.40
Preparación	2.15	26.98
Transporte a mina	1.44	18.02
Total	7.97	100.00

TABLA N° 27: COSTO POR INSUMOS EN LA PRODUCCIÓN DEL AGRE-FILL POR M³

Insumo	Costo (US\$)	%
Cemento	10.64	98.98
Aditivos	0.11	1.02
Total	10.75	100.00

TABLA N° 28: COSTO TOTAL

ITEM	Costo (US\$)	%
Servicios	7.97	38.39
Insumos	10.75	51.78
Mano de obra	2.04	9.83
Total	20.76	100.00

7.4 COSTO DE PRODUCCIÓN UNITARIO DEL RELLENO DE ULTIMA GENERACIÓN (PASTE FILL)

Para la producción del Paste Fill se utilizara como, materiales, cemento, floculante, relave y agua.

Los costos se pueden ver en las siguientes tablas.

TABLA N° 29: COSTO POR SERVICIOS EN LA PRODUCCIÓN DE 1 M³ DE PASTE FILL

ITEM	Costo(\$)	%
Transporte relave al espesador	0.37	26.40
Costo por preparación de pasta fill	0.83	59.30
Transporte a mina	0.20	14.30
Total	1.40	100.00

TABLA N° 30: COTO POR INSUMOS EN LA PRODUCCIÓN DE 1 M³ DE PASTE FILL

ITEM	Costo(\$)	%
CEMENTO	9.47	93.50
Insumos	0.66	6.50
Total	10.13	100.00

COSTO POR MANO DE OBRA EN LA PRODUCCIÓN DE 1M³ DE PASTE FILL:
US\$ 1,3.

TABLA N° 31: COSTO TOTAL

RUBRO	COSTO	%
SERVICIOS	1.40	9.45
INSUMOS	10.13	78.75
MANO DE OBRA	1.30	11.80
TOTAL	12.83	100.00

7.5 TIEMPO DE PRODUCCIÓN DE PASTE FILL SIN USO DE HIDROCICLÓN

Este tiempo calculado es sin el uso del Hidrociclón D-20. Para rellenar un tajo estándar de 2801 m³-

- Tiempo de preparación de pasta = 48 horas
- Tiempo de transporte = 75 horas
- Tiempo utilizado = 123 horas

Lo cual para rellenar 1 m³ de tajo se utiliza.

$$= \frac{123}{2801} = 0.0439 \text{ horas}$$

7.6 TIEMPO DE PRODUCCIÓN DE PASTE FILL CON EL USO DEL HIDROCICLÓN

Este tiempo calculado es como se está trabajando actualmente con la instalación del hidrociclón D-20. Para rellenar un tajo standar. De 2801 m³.

- Tiempo de Preparación de Pasta Fill = 8 horas
- Tiempo de Transporte = 75 horas
- Tiempo Total = 83 horas

Lo cual para rellenar 1 m³ de tajo cubierto se utiliza.

$$= \frac{83}{2801} = 0.0296 \text{ horas}$$

7.7 AHORRO POR EL CONSUMO DE ENERGÍA EN LA PRODUCCIÓN DE PASTE-FILL

6.7.1 COSTO CALCULADO POR CONSUMO DE ENERGÍA SIN UTILIZAR EL HIDROCICLÓN D-20

Tenemos como datos:

- El consumo de energía en la producción de Paste – Fille es = $450 \frac{Kw}{hora}$
- El tiempo utilizado es = $0,0439 \frac{Horas}{m^3}$
- El costo de energía = $0,042 \frac{\$}{Kw}$
- Por lo tanto el costo unitario será

$$- 450 \frac{Kw}{Hora} \times 0,0439 \frac{Horas}{m^3} \times 0,042 \frac{\$}{Kw} = 0,83 \frac{\$}{m^3}$$

7.7.2. COSTO CALCULADO POR CONSUMO DE ENERGÍA COMO SE TRABAJA ACTUALMENTE

Esto después de la instalación del hidrociclón D-20 tenemos como datos:

- El consumo de energía en la producción del Paste – Fill es = $450 \frac{Kw}{Hora}$
- El tiempo utilizado es = $0.0296 \frac{Horas}{m^3}$
- El costo de Energía = $0.042 \frac{\$}{Kw}$
- Por lo tanto el costo unitario será:

$$450 \frac{Kw}{Hora} \times 0.0296 \frac{Horas}{m^3} \times 0.042 \frac{\$}{Kw} = 0,56 \frac{\$}{m^3}$$

- Por lo tanto el ahorro por coso unitario es:

$$0.83 \frac{\$}{m^3} - 0,56 \frac{\$}{m^3} = 0,27 \frac{\$}{m^3}$$

- Y para un relleno de un tajeo estándar de 2801 m³ el ahorro es de:

$$0.27 \frac{\$}{m^3} \times 2801 m^3 = 756.27 \$$$

7.8 EVALUACIÓN DE GANANCIAS

7.8.1 AHORRO POR PRODUCCIÓN DE PASTE FILL

- Costo de Producción del AGRE-FILL = 20.76 \$/m³
- Costo de Producción del AGRE-FILL = 12.83 \$/m³
- Ahorro: = 7.93 \$/m³

Si se trabajo por mes 4 tajeos y un tajeo estándar es de 2801 m³ entonces el ahorro mensual será:

$$7.93 \frac{\$}{m^3} \times 2801 \frac{m^3}{tajeo} \times 4 \frac{tajeos}{mes} = 88847.72 \frac{\$}{m^3}$$

El ahorro por un año de trabajo será:

$$88847.72 \frac{\$}{mes} \times \frac{12 mes}{1 año} = 1\,066\,172.64 \frac{\$}{año}$$

7.8.2 AHORRO POR PRODUCCIÓN DE PASTE-FILL CON EL USO DEL HIDROCICLÓN D-20.

Al utilizar el hidrociclón D-20 indudablemente. Se mejora bastante sobre todo se baja el tiempo de preparación del Paste – Fill y con esta se puede incrementar el número de tajeos rellenados como se ahorra por 1 tajeos a estándar de 2801 m³ rellenado 756.27 \$/tajeo y ahora al mes se puede rellenar 5 tajeos entonces el ahorro mensual será:

$$756.27 \frac{\$}{tajeos} \times 5 \frac{tajeos}{mes} = 3781.35 \frac{\$}{mes}$$

Entonces el ahorro al año será:

$$3781.35 \frac{\$}{mes} \times \frac{12 tajeos}{año} = 45\,376.20 \frac{\$}{mes}$$

7.8.3 AHORRO TOTAL POR PRODUCCIÓN DE PASTE-FILL

El ahorro total por producción anual pro el relleno hidráulico de los tajeos de la mina utilizando el Paste-Fill con clasificación de los relaves en hidrociclón D-20 será.

- Ahorro en costo por producción = 1 066 172.64 \$
- Ahorro por Clasificación optima = 4 376.20 \$
- Ahorro Anual = 1 111 548.84 \$

7.9 TIEMPO DE PAGO DE LA INVERSIÓN

El costo de total de inversión para la instalación de la planta de Pasta – Fill fue de \$ 4 500 000 dólares americanos.

Por lo tanto el tiempo de pago de la deuda son considerar intereses y otros será

aproximadamente de:

$$t = \frac{4500000}{1111548.84}$$

$$t = 4 \text{ años}$$

CONCLUSIONES

Se llegaron a las siguientes conclusiones:

- 1) El capital de inversión por la instalación de Paste-Fill fue de \$4 500 000 dólares americanos.
- 2) El ahorro anual, por rellenar los tajeos en la mina con Paste Fill, es de \$ 1 111 548.84 dólares americanos. Por lo tanto el tiempo de pago de la inversión sin considerar intereses está en el orden de 3.5 a 4 años.
- 3) Con el uso del hidrociclón D-20 con un Vortex de 5½ pulgadas de diámetro. Y con un apex de 2½ pulgadas de diámetro y con una Presión en la alimentación de la pulpa al hidrociclón de 12 PSJ se consiguió una granulometria óptima del relave clasificado.
- 4) Por lo tanto la preparación del Paste-Fill mejoro de 72% de porcentaje de sólidos a 80% de porcentajes de sólidos.
- 5) Con el incremento del porcentaje de sólidos el tiempo de preparación de Paste-Fill de 48 horas recirculación a solamente 8 horas.
- 6) Con la granulometría anterior se requería para producir 1 m³ de Paste-Fill 0.0439 horas. Y con la granulometría actual se requiere para producir 1 m³ de Paste-Fill 0.0296 horas.

7) Por lo tanto el costo para producir 1 m³ de Paste-Fill era anteriormente de \$ 0,83 dólares americanos y actualmente es del orden de \$0,56 dólares americanos siendo el ahorro de \$0.27 americanos en consecuencia para un tajeo estándar de 2801 m³ el ahorro es de \$756.72 dólares americanos.

8) El mejorar la granulometría de Paste-Fill también influye en:

- La mejora de la resistencia del Paste – Fill
- Bajar el tiempo de fraguado.
- Bajar el consumo de cemento

RECOMENDACIONES

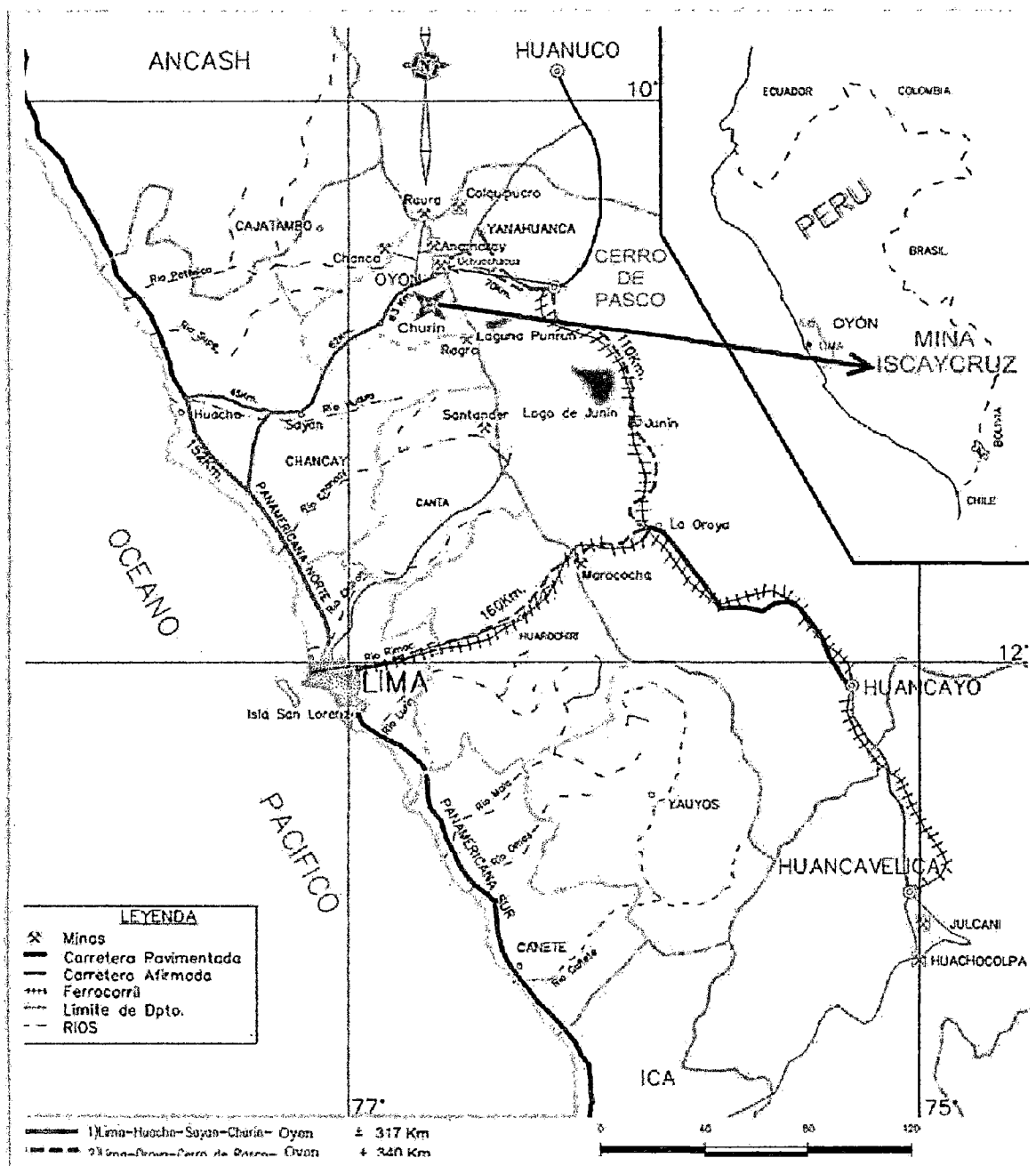
Se recomienda lo siguiente:

- 1) Realizar más estudios con simulación en el Hidrociclón D-20. para seguir mejorando los parámetros de operación y de esta manera seguir bajando los costos de producción.
- 2) A los estudiantes y profesionales de Ingeniería Metalúrgica y seguir realizando estudios de investigación orientado a encontrar tecnologías adecuadas a la realidad de nuestra industria minera-metalúrgica con el objetivo de incrementar la productividad de las empresas.
- 3) A las diferentes empresas mineras seguir el ejemplo de la compañía minera Yauliyaco S.A.A. en la unidad minera ISCAYCRUZ. Emn realizar el esfuerzo financiero en invertir en la instalación de una Planta de Paste-Fill que es indispensable para rellenar los tajeos de las minas originadas a consecuencia de la explotación subterránea de los minerales.
- 4) Al Gobierno Central, en dar facilidades y seguridad jurídica a las diferentes empresas y consorcios que quieran invertir en el sector minero – metalúrgico del país. Por que con inversión económica proveniente del extranjero es la única manera de generar riquezas para el país y también generar nuevos puestos de trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

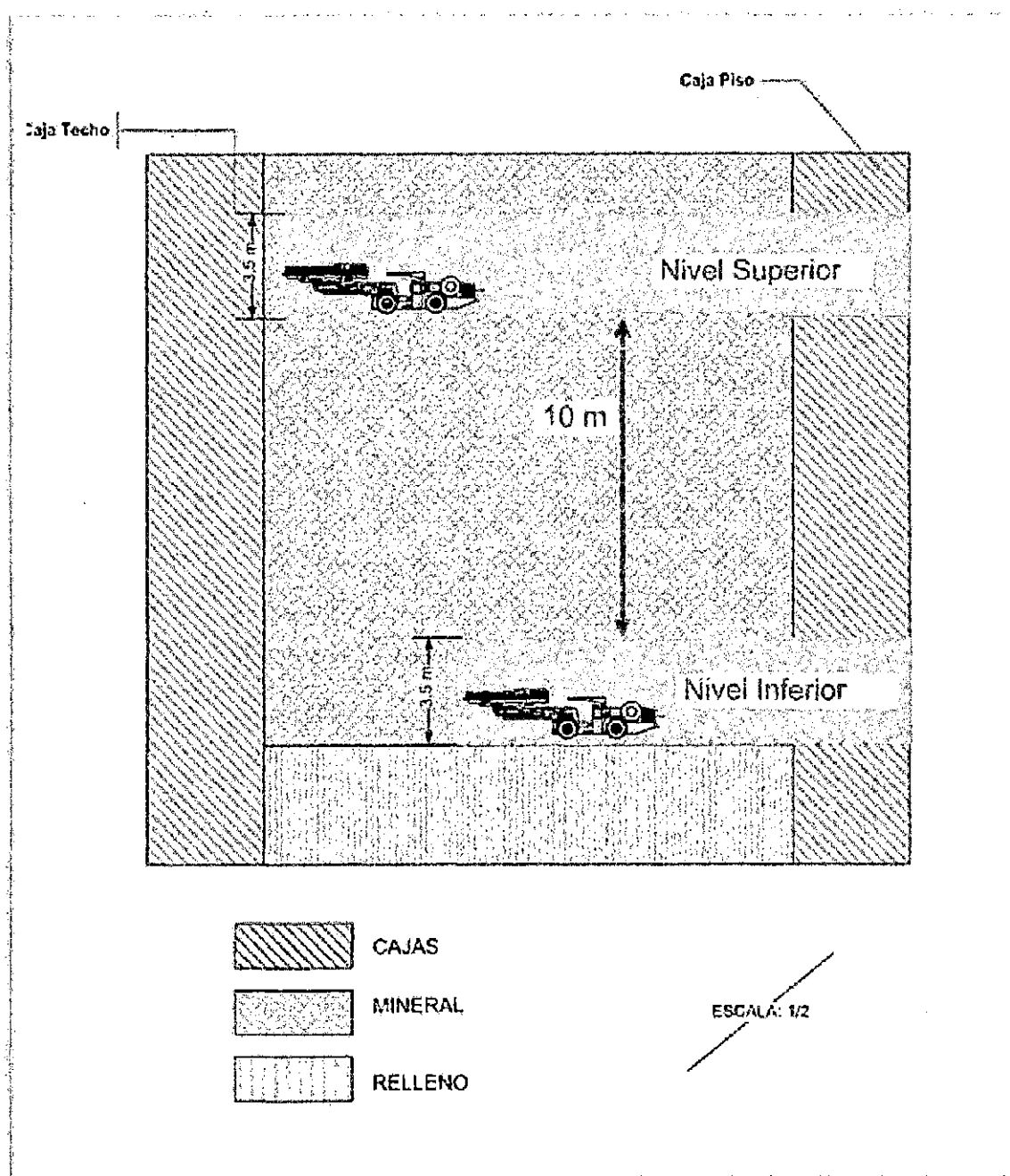
1. Astucuri Venancio. *Fundamentos de la Flotación de Minerales*. Editorial Gráfica. Lima, Perú. 1994.
2. Currie, Jhon. *Introducción al procesamiento de minerales*. Editorial Mc Graw-Hill. New York, USA. 1971.
3. Doheim, M. "Rapid Stimulation for Correct Cut Point in Hydrocyclones" en *International Journal of Mineral Processing*, Vol 19. 1985, pp. 149-159.
4. Errol, Kely y David Spottinswood. *Introducción al Procesamiento de Minerales*. Editorial LIMUSA. México D.F., México 2009.
5. Monredon, K. T. y R. K. Rajamani. *Fluid flow model of the hydrocyclone: an investigation of device dimensions*. Salt lake city, Utah USA, 1991.
6. Quiroz, Ivan. *Procesamiento de minerales*. Editorial Gráfica Perú. Lima, Perú, 1986.
7. RAMÍREZ, Elmer. *Controladores lógicos programables*. CONCYTEC. Lima, Perú, 1987.
8. Ingeniería básica de relleno cementada mina andaychagua por: centromin S.A. 1986
9. The shear of rock and rock joints por: Barton 1976.
10. Análisis del estado tecnológico de los métodos de subterránea en las minas de Perú por Ingemmet / Kfw 1989.
11. Excavación subterráneas en roca por: Hoeh, e. Brown, e.t. 1980.

ANEXOS



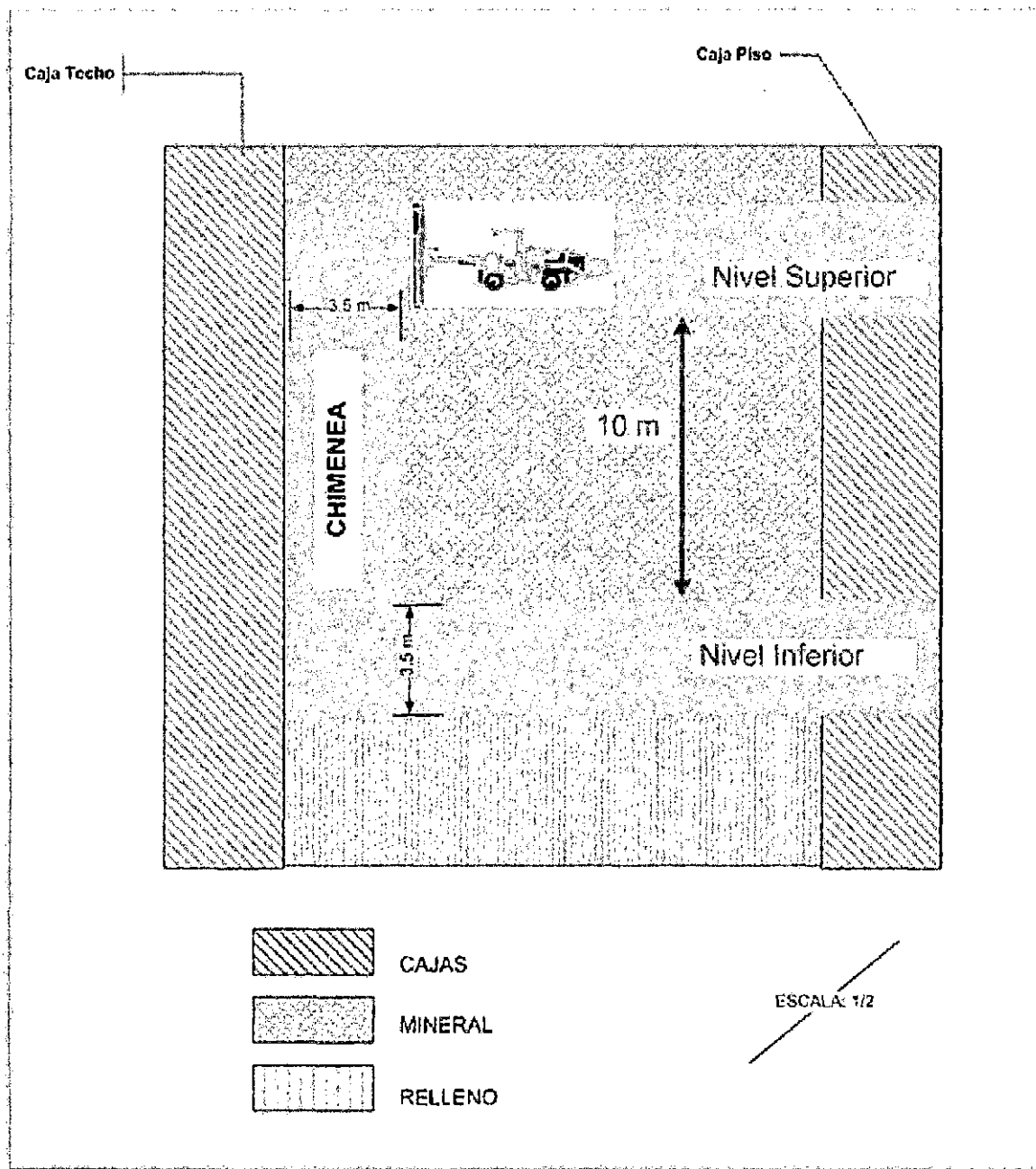
UNSCH		
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL		
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS		
PLANO DE UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD		
DIBUJO: Córdor Alarcón w.	ESCALA: 1/25000	PLANO N. 1
DPTO: Ingeniería y planeamiento	FECHA: 2014	

Mapa de ubicación de la Mina Iscaycruz en la provincia de Oyón, departamento de Lima



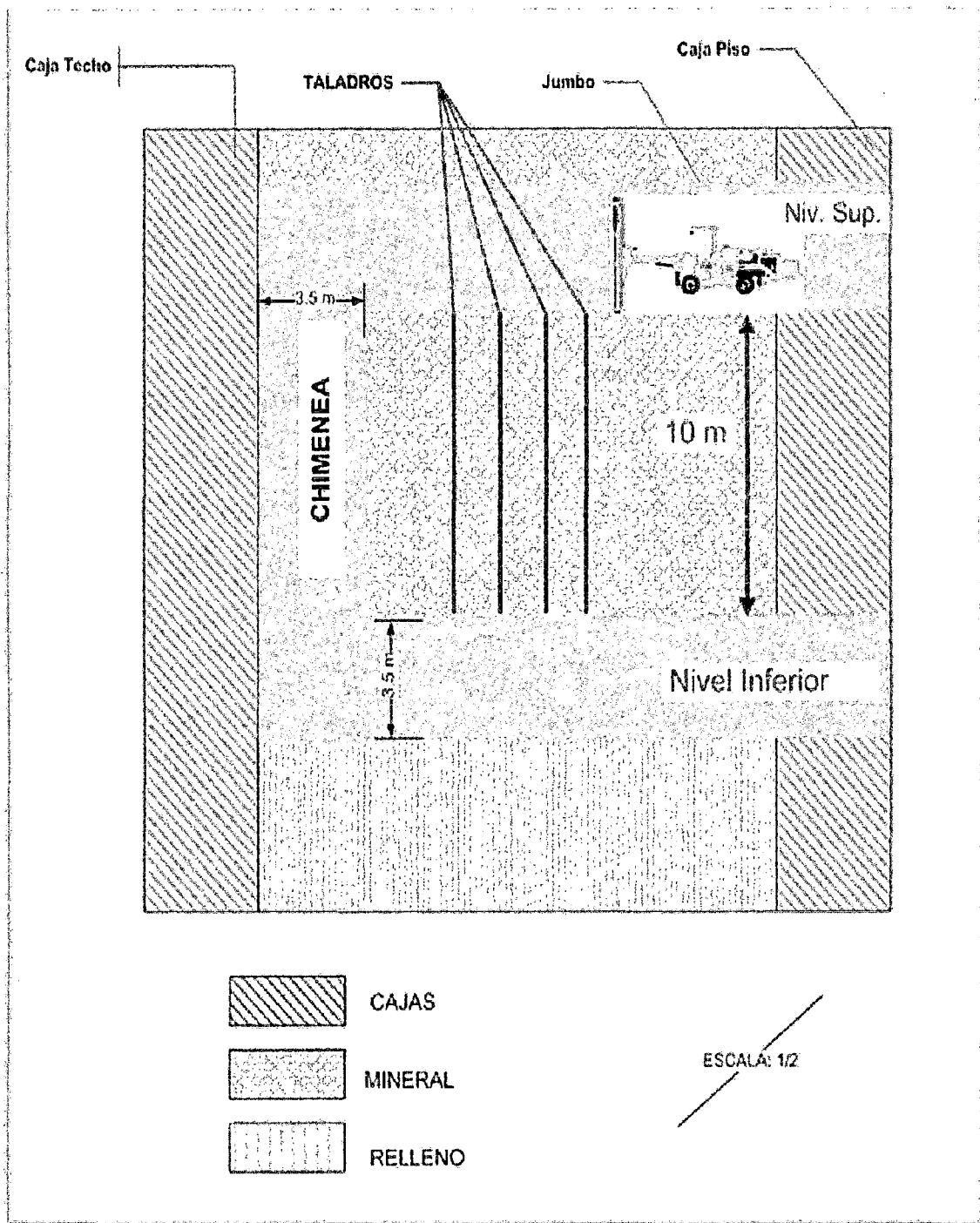
UNSCH		
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS GEOLOGIA Y CIVIL		
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS		
CICLO DE MINADO		
DIBUJO: CONDOR ALARCON W.	ESCALA: S/E	DIAGRAMA: 1
DEPART. PLANEAMIENTO	FECHA: 2014	

Diagrama 1: Preperación de crucero.



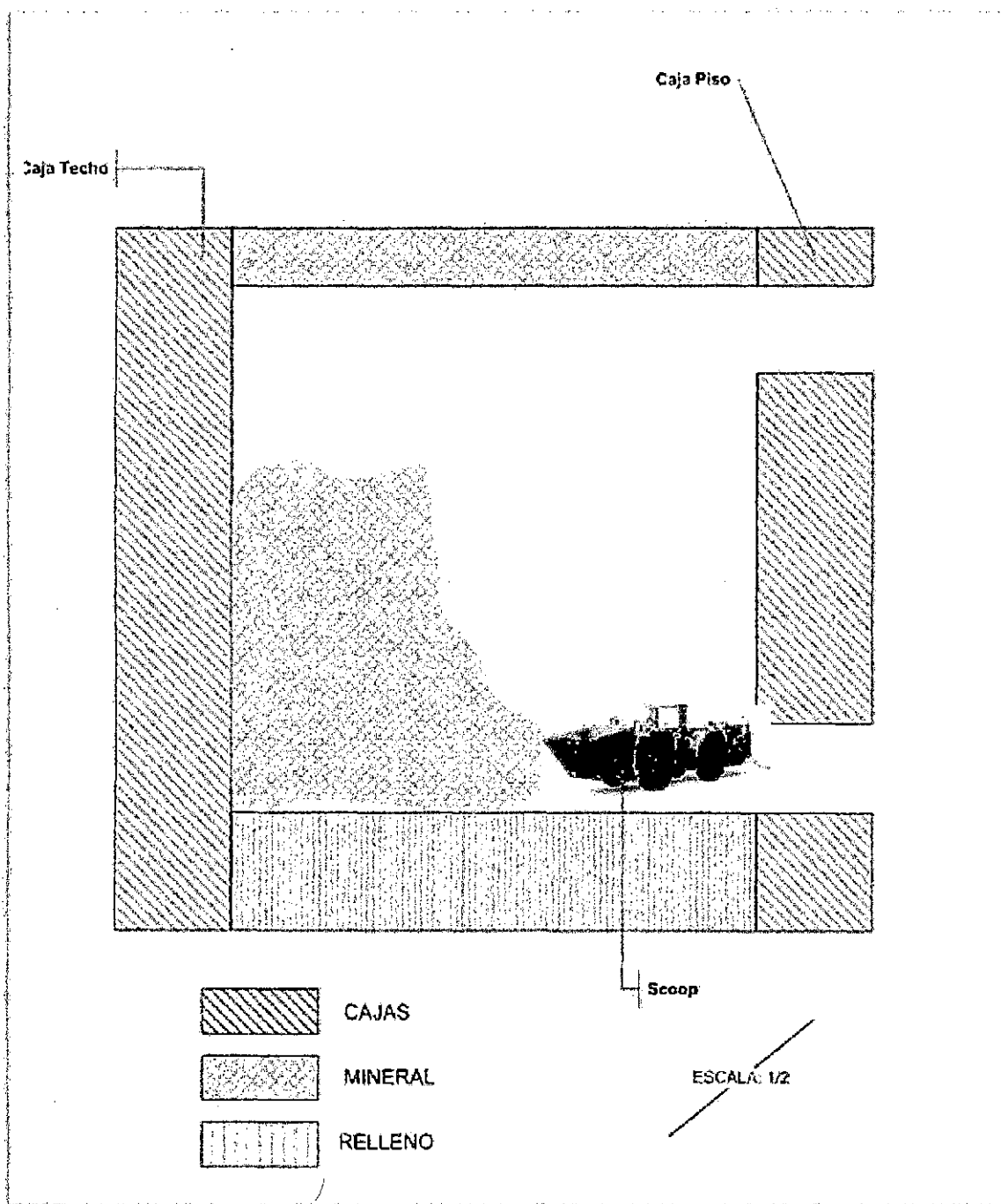
UNSCH FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS GEOLOGIA Y CIVIL ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS		
CICLO DE MINADO		
DIBUJO: CONDOR ALARCON W.	ESCALA: S/E	DIAGRAMA: 2
DEPART. PLANEAMIENTO	FECHA: 2014	

Diagrama 2: Preperación de chimenea



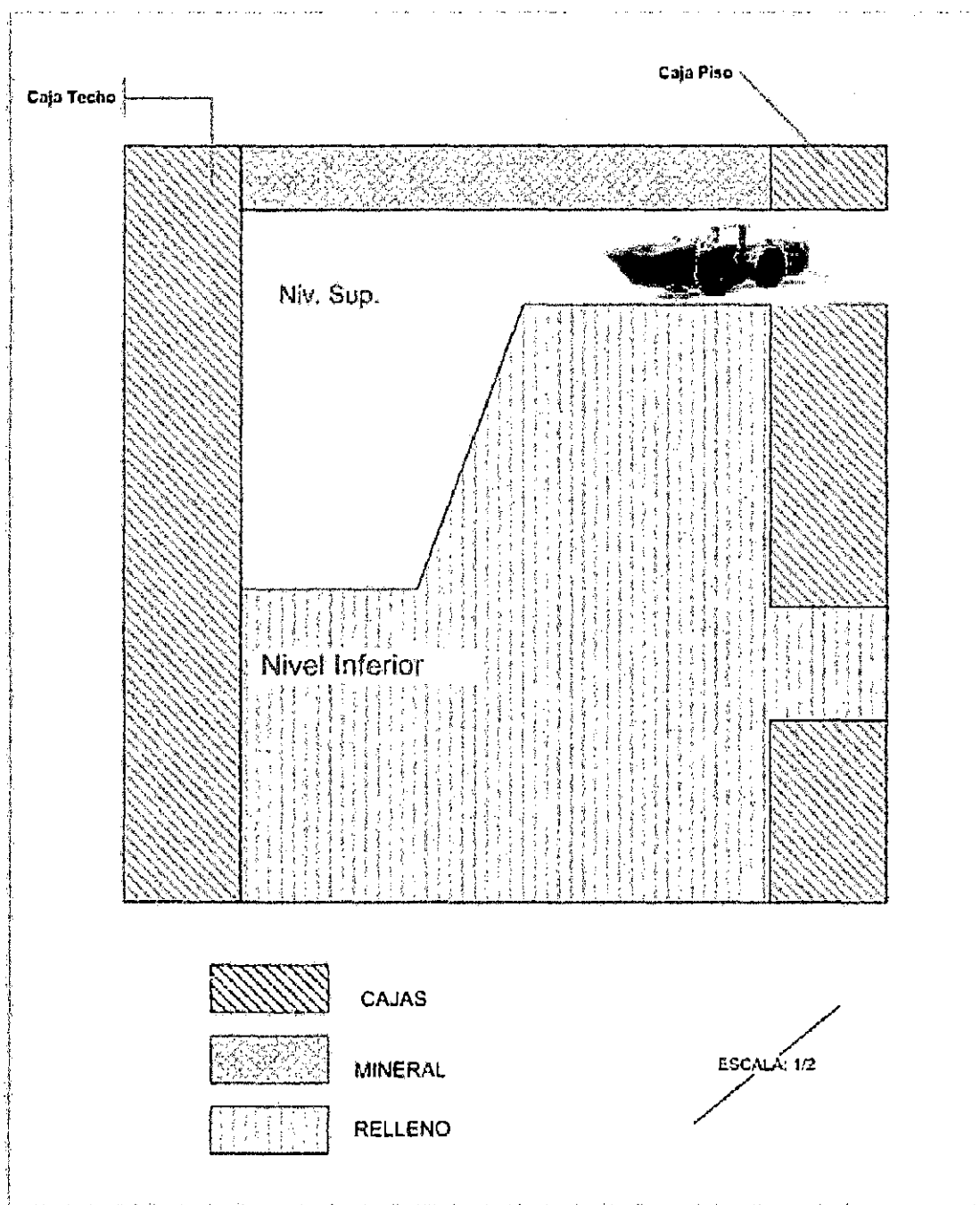
UNSCH FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS GEOLOGIA Y CIVIL ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS CICLO DE MINADO		
DIBUJO: CONDOR ALARCON W.	ESCALA: S/E	DIAGRAMA: 3
DEPART. PLANEAMIENTO	FECHA: 2014	

Diagrama 3: Perforación y voladura



UNSCH		
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS GEOLOGIA Y CIVIL		
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS		
CICLO DE MINADO		
DIBUJO: CONDOR ALARCON W.	ESCALA: S/E	DIAGRAMA: 4
DEPART. PLANEAMIENTO	FECHA: 2014	

Diagrama 4: Limpieza de mineral



UNSCH		
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS GEOLOGIA Y CIVIL		
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS		
CICLO DE MINADO		
DIBUJO: CONDOR ALARCON W.	ESCALA: S/E	DIAGRAMA: 5
DEPART. PLANEAMIENTO	FECHA: 2014	

DIAGRAMA 5: RELLENO

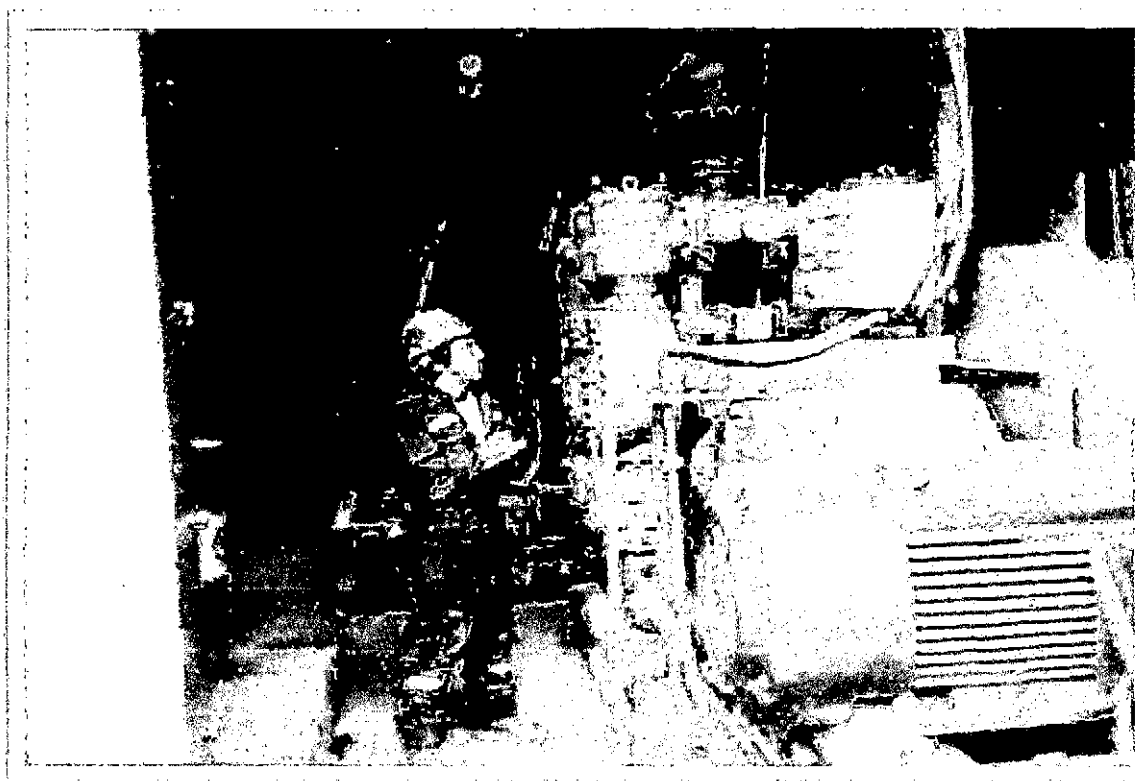


Foto 1: Bomba GEHO 1

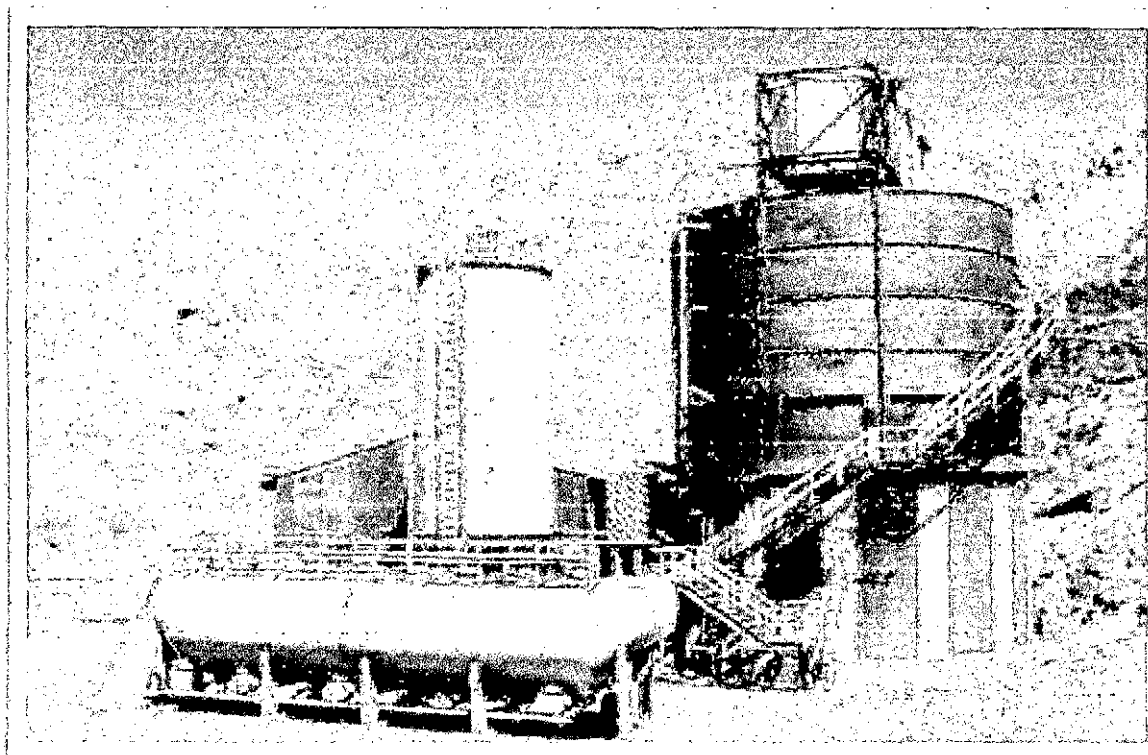


Foto 2: Planta de la pasta (Espesador)

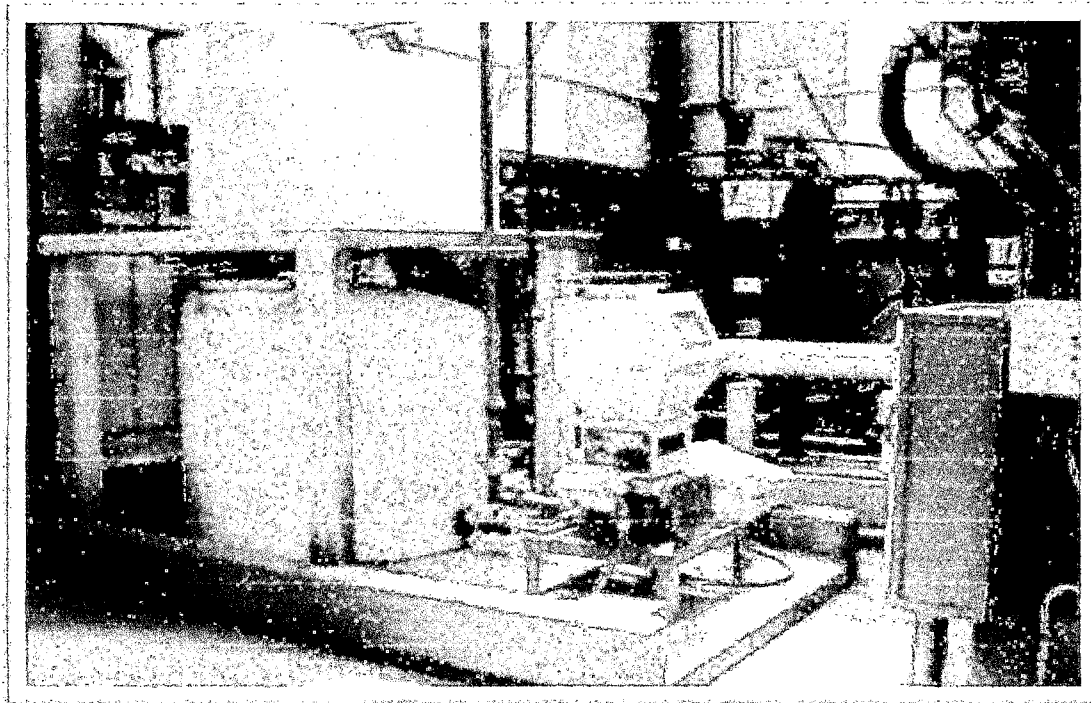


Foto 3: Planta de Floculante

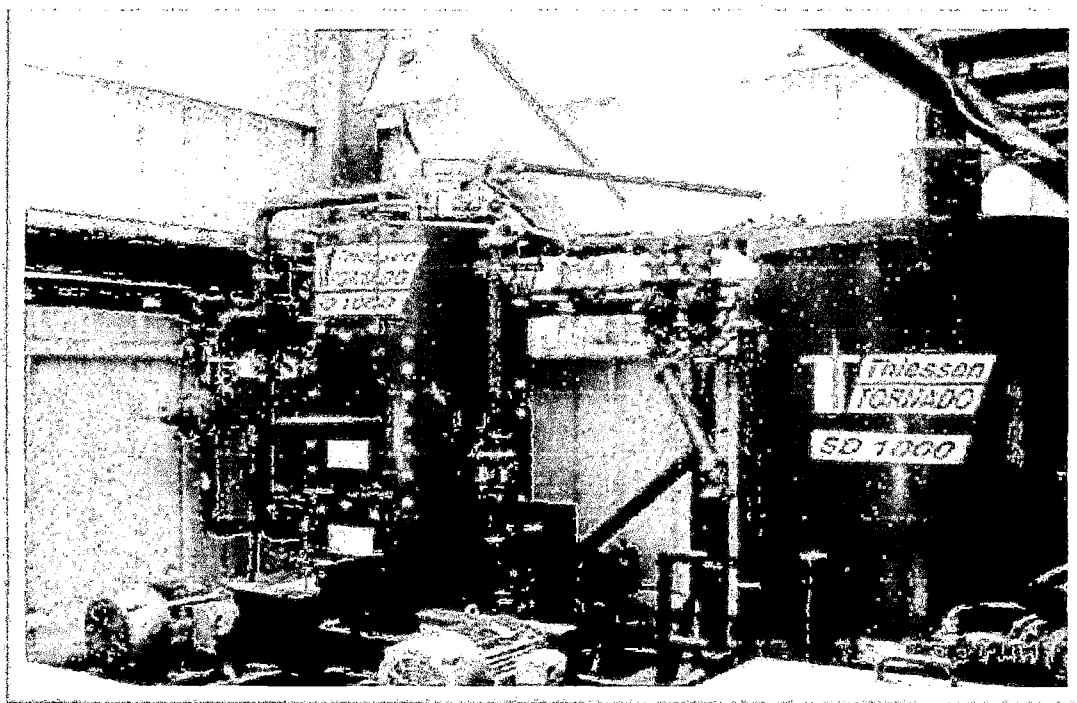


Foto 4: Mezclador de agua y cemento

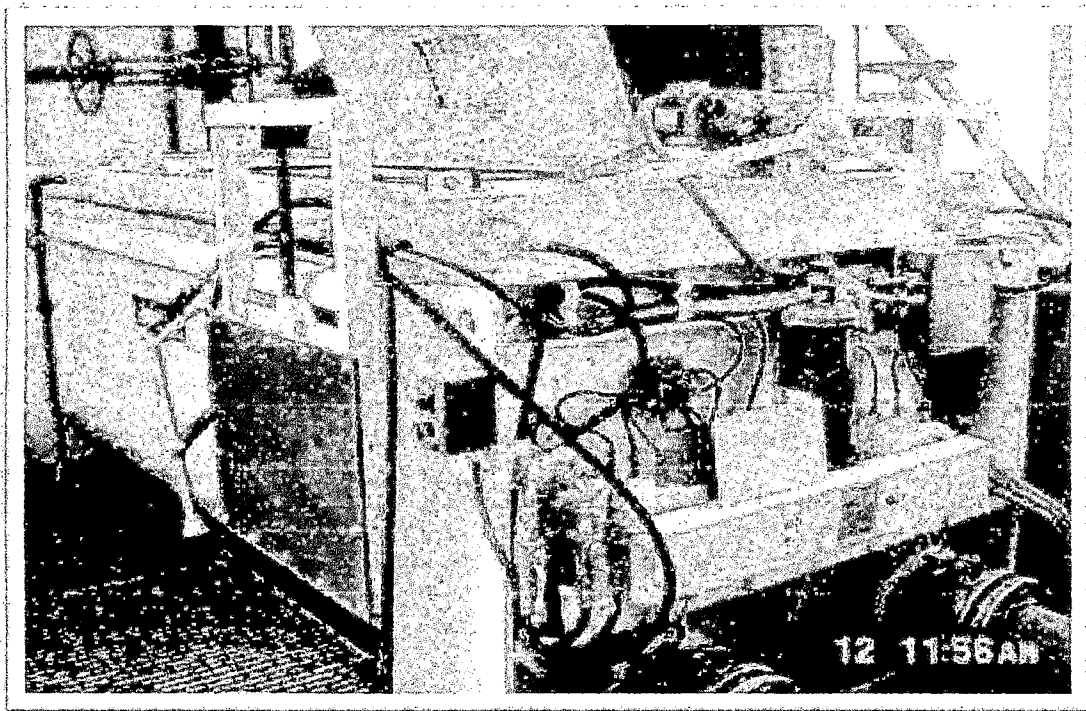


Foto 5: Mezclador de relave y cemento

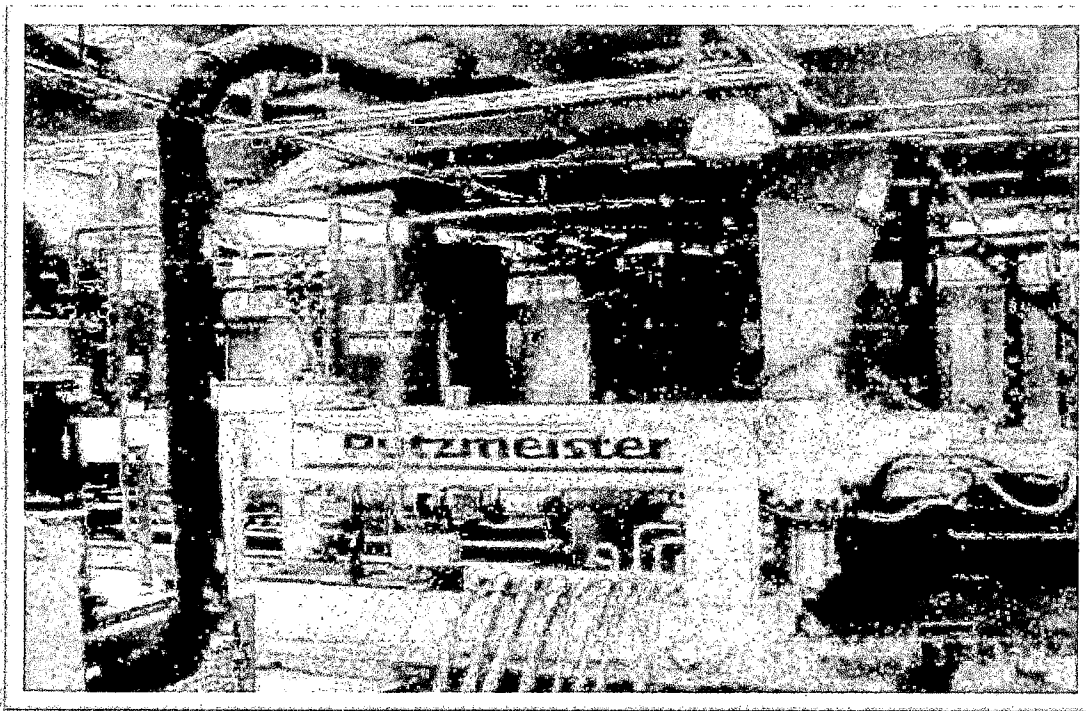


Foto 6: Bomba de pasta

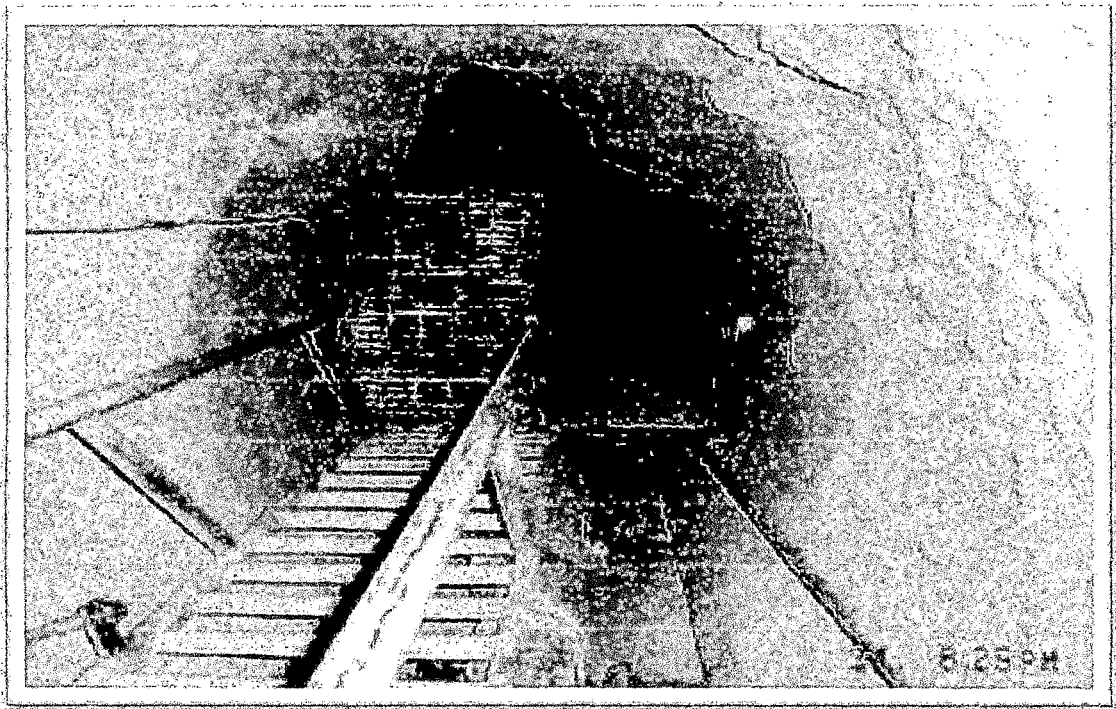


Foto 7: Sistema de conducción de pasta

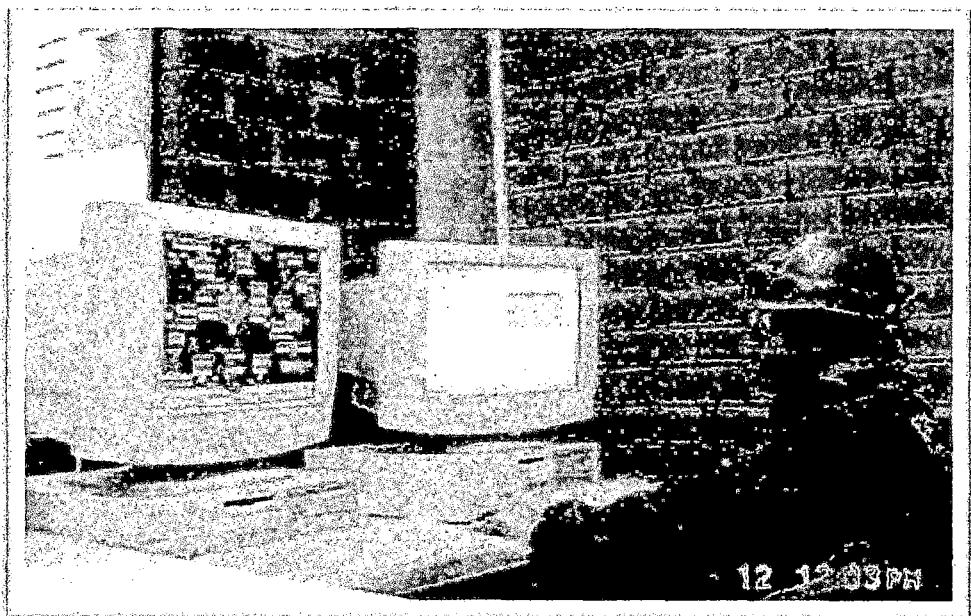
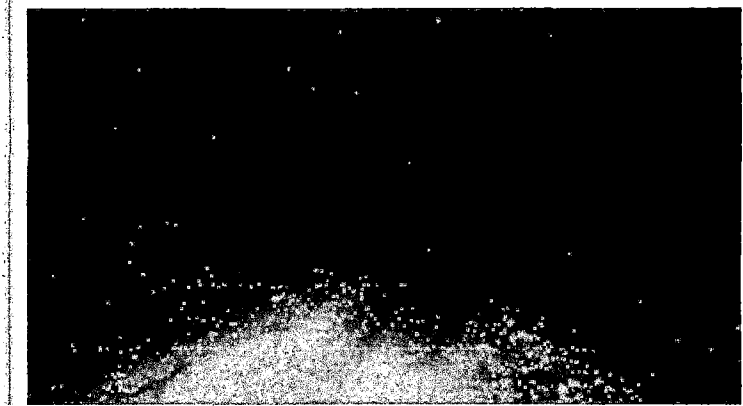
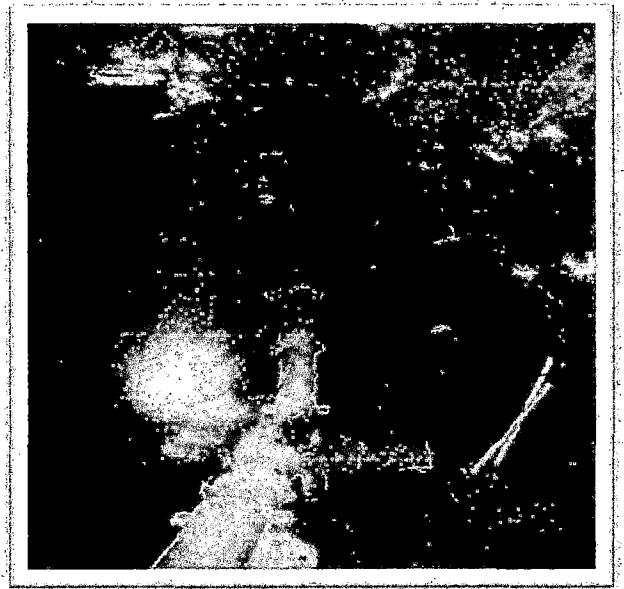
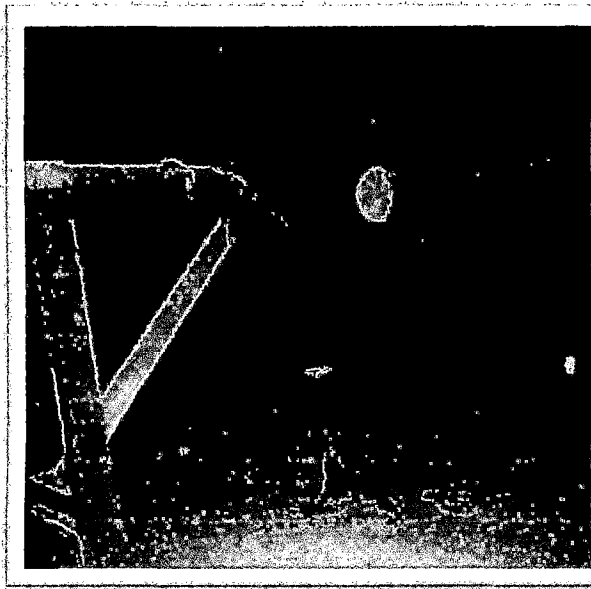
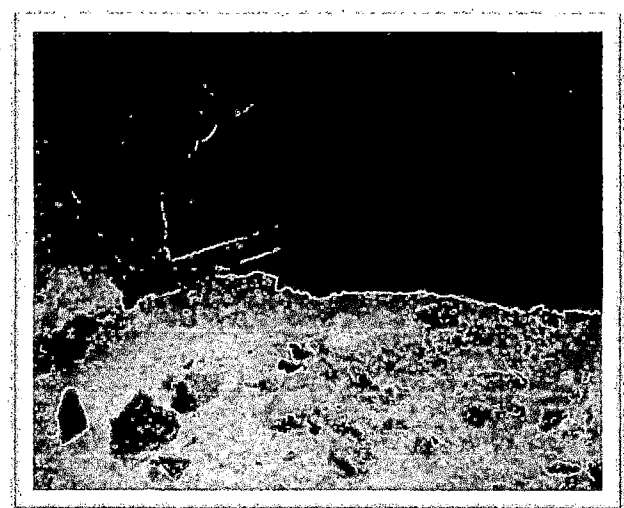
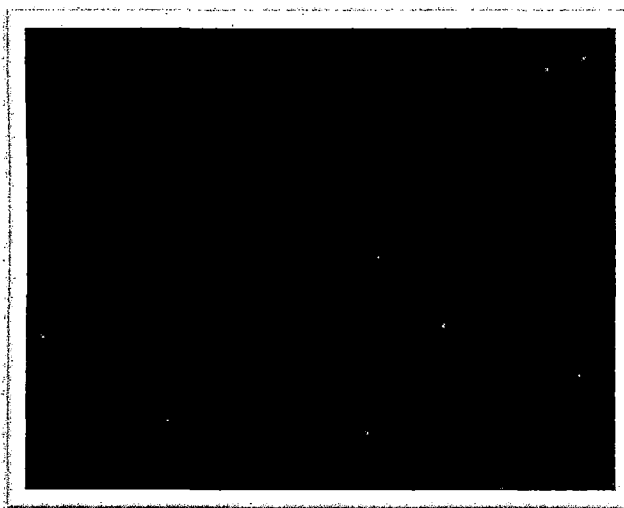


Foto 8: Sala de control



Fotos 9, 10 y 11: Distribución subterránea



Fotos 12 y 13: Preparación de tajeo