UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA

INFORME TECNICO DE LAS OPERACIONES DE PLANTA CONCENTRADORA Y PLANTA DE FILTRADO DE RELAVES DE LA COMPAÑÍA MINERA CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C.

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

ELY ZUÑIGA ZUÑIGA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERIA METALURGISTA

AREQUIPA – PERU

UNSA - SADI
No. Doc. B2-M-18195
No Ej. 01 Fecha 15/07/02
Firma Registrador

INTRODUCCION 1

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 UBICACIÓN 2
1.2 HISTORIA 3
1.3 CONDICIONES ACTUALES DE LA UNIDAD MINERA 5
1.3.1 AMBIENTE FÍSICO Y BIOLÓGICO 5
1.3.2 AMBIENTE SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL 5
1.4 GEOLOGÍA 6
1.5 SERVICIOS AUXILIARES 8
1.5.1 RECURSO HIDRICO 8
1.5.2 ENERGIA ELECTRICA 9
1.6 EXPLOTACIÓN 9
1.7 METALURGIA 10
1.8 REACTIVOS 10

CAPITULO II

DESCRIPCION DE LA PLANTA SAN JERONIMO

2.1 CAPACIDAD INSTALADA 12
2.2 SECCIÓN DE CHANCADO 12
2.3 SECCIÓN MOLIENDA – CLASIFICACIÓN 13
2.4 SECCIÓN FLOTACIÓN 15
2.4.1 FLOTACIÓN BULK 15
2.4.2 SEPARACIÓN PLOMO/COBRE 16
2.4.3 FLOTACIÓN DE ZINC 16
2.5 ESPESAMIENTO Y FILTRADO DE CONCENTRADOS 17
2.6 FILTRADO DE RELAVES 18

CAPITULO III

PLANTA FILTRADO DE RELAVES

3.1 HISTORIA 19
3.2 DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA DE FILTRADO 21
3.2.1 PROCESAMIENTO 21
3.2.2 SECCIONES 21
3.2.1 CLASIFICACION 21
3.2.2 ESPESAMIENTO 22
3.2.2.1 ULTRASEP 22
3.2.3 FILTRADO A PRESION 26
3.3 FLOCULANTES 26
3.3.1 FLOCULACION 27
3.3.2 SEDIMENTACIÓN DE PARTÍCULAS FLOCULENTAS 28
3.3.2.1 SEDIMENTACION SIMPLE (ECUACIÓN DE NEWTON Y STOKES) 28

CAPITULO IV

FILTRO PRENSA

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA 33
4.2 FUNCIONAMIENTO Y USO 34
4.2.1 INTRODUCCIÓN 34
4.2.2 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO 34
4.3 PLACAS 35
4.3.1 PLACAS FILTRANTES RÍGIDAS O DE CÁMARA 38
4.3.2 PLACAS FILTRANTES DE MEMBRANA 38
4.4 TELAS 41
4.5 CICLOS Y/O ETAPAS DEL FILTRO PRENSA 42
4.5.1 CIERRE DEL FILTRO 42
4.5.2 ALIMENTACIÓN 42
4.5.3 PRESURIZACIÓN DE LAS MEMBRANAS 44
4.5.4 EXPULSIÓN COLECTOR 44
4.5.5 INYECCIÓN DE AIRE 44
4.5.6 DESPRESURIZACIÓN DE LAS MEMBRANAS 45

4.5.7 PRE-APERTURA 45
4.5.8 APERTURA DE LA COMPUERTA DE DESCARGA 45
4.5.9 APERTURA DEL FILTRO 45
4.5.10 CIERRE DE LA COMPUERTA 46
4.5.11 LAVADO AUTOMÁTICO DE LAS TELAS 46
4.6 SUSTITUCIÓN DE LAS TELAS FILTRANTES 48
4.7 DIAGNOSIS Y BUSQUEDA DE FALLAS 49
4.8 FALLO DE SERVICIO Y SUS CAUSAS 51
4.9 DATOS Y CARACTERISTICAS TECNICAS FILTRO DIEMME 52
4.9.1 PARÁMETROS Y LÍMITES DEL USO 52
4.9.2 TIEMPO Y ETAPAS DE UN CICLO 53
4.10 FILTRO PRENSA CIDELCO 53
4.10.1 DATOS TECNICOS 53
4.10.2 DATOS DE OPERACIÓN Y PROCESO 54
4.10.3 TIEMPO Y ETAPAS DE UN CICLO 55

CAPITULO V

PROCESO DE RECIRCULACIÓN DEL AGUA Y DISPOSICION DE RELAVES

5.1 PROCESO DE RECIRCULACION DEL AGUA 58
5.2 PROCESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES 59
5.3 BALANCE DE AGUA 61
5.4 DISPOSICION DE RELAVES 62
5.4.1 DISPOSICION CONVENCIONAL DE RELAVES 62
5.4.2 DISPOSICION DE RELAVES FILTRADOS 63
5.4.3 VENTAJAS DE LA DISPOSICION DE RELAVES FILTRADOS 65
5.4.4 CARACTERÍSTICAS NEGATIVAS DE LA DISPOSICIÓN CONVENCIONAL 65
5.4.5 COMPORTAMIENTO DE RELAVES ESPESADOS 66
5.5 TENDENCIAS 66
5.6 OPERACIONES COMPARATIVAS 67
5.9 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL RELAVE - 68

CSHM.SAC
5.10 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS 69
5.11 CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS 70
5.12 CICLO OPERATIVO DEL COMPACTADO 71

CAPITULO VI

PRUEBAS PARA DISMINUIR % DE HUMEDAD

6.1 OBJETIVO 80
6.2 ALCANCES 80
6.3 APLICACIONES 81
6.4 VARIABLES DE OPERACIÓN FILTRO PRENSA 81
6.4.1 VARIABLES DEPENDIENTES 81
6.4.2 VARIABLES INDEPENDIENTES 81
6.5 OPTIMIZACION MECANICA DE EQUIPOS 81
6.6 BALANCE DE MASA 81
6.6.1 CONCLUSIONES 89
6.6.2 RECOMENDACIONES 90
6.7 PRUEBA CON VARIACIONES EN LAS PROPORCIONES DE MALLA -400 EN KEKE FILTRADO 90
6.7.1 FILTRO CIDELCO 96
6.7.2 CONCLUSIONES 100
6.7.3 RECOMENDACIONES 100
6.8 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SOPLADO O SECADO EN FILTROCIDELCO 2000X2000 100
6.8.1 CARACTERISTICAS DEL FILTRO PILOTO ANDRIZT 100
6.8.2 DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES 101
6.8.3 % DE HUMEDAD VS % MALLA -400 105
6.8.4 % DE HUMEDAD VS % SOLIDOS 106
6.8.5 IMPACTO DEL SOPLADO EN LA DISMINUCION DE LA HUMEDAD 108
6.8.6 %DE HUMEDAD VS % MALLA -635 109
6.8.7 CONCLUSIONES 111
6.8.8 RECOMENDACIONES 111

6.9 PRUEBAS CON ETAPA DE SOPLADO FILTRO CIDELCO 111
6.9.1 OBJETIVO 111
6.9.2 DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES 115
6.9.3 CONCLUSIONES 116

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES 122
RECOMENDACIONES 122
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA 123
ANEXOS
ANEXO 01: POLÍTICA DE CATALINA HUANCA
ANEXO 02: VISIÓN, OBJETIVO, META Y LEMA
ANEXO 03: CARACTERÍSTICAS DE LA LONA FILTRANTE DIEMME
ANEXO 04: HOJA MSDS FLOCULANTE AR – 1849
ANEXO 05 FLOW SHEET PLANTA SAN GERONIMO

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como finalidad mostrar una breve descripción de las actividades que realiza la compañía Minera CATALINA HUANCA SAC, como son las siguientes:

- Chancado primario y chancado secundario
- Molienda primaria, secundaria, remolienda bulk y Clasificación
- Flotación Bulk y Zinc
- Separación Cobre – Plomo
- Filtrado de concentrados
- Planta filtrado de relaves
- Recirculación de Agua recuperada

Se dará mayor énfasis en la filtración de los relaves con el uso de tecnología de punta que permita optimizar el porcentaje de humedad del relave filtrado; reafirmando la política de seguridad, salud ocupacional, medio ambiente y responsabilidad social.

Con las mejoras que se pueda alcanzar con la reducción del % de humedad la Compañía Minera CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA SAC se está ubicando dentro de la minería peruana como una empresa social, ambientalmente responsable, comprometida con el desarrollo sostenible de las poblaciones vecinas a sus actividades mineras.

Optimizando el porcentaje de humedad del relave mejoraremos la disposición y manejo del relave filtrado, esto nos ayudara a obtener una cantidad mayor de agua para ser recirculada al proceso con lo que el consumo de agua fresca sería menor.

CAPITULO I
GENERALIDADES

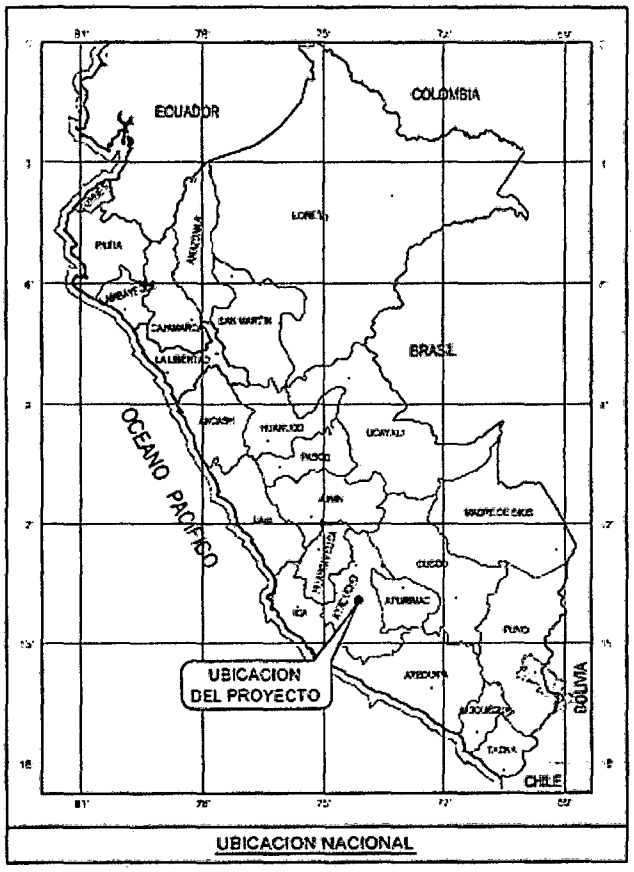
1.1 UBICACIÓN

La Compañía Minera CATALINA HUANCA Sociedad Minera S.A.C. se encuentra ubicada en el departamento de Ayacucho, provincia de Víctor Fajardo, distrito de Canaria, a una altitud de 3500 m.s.n.m.

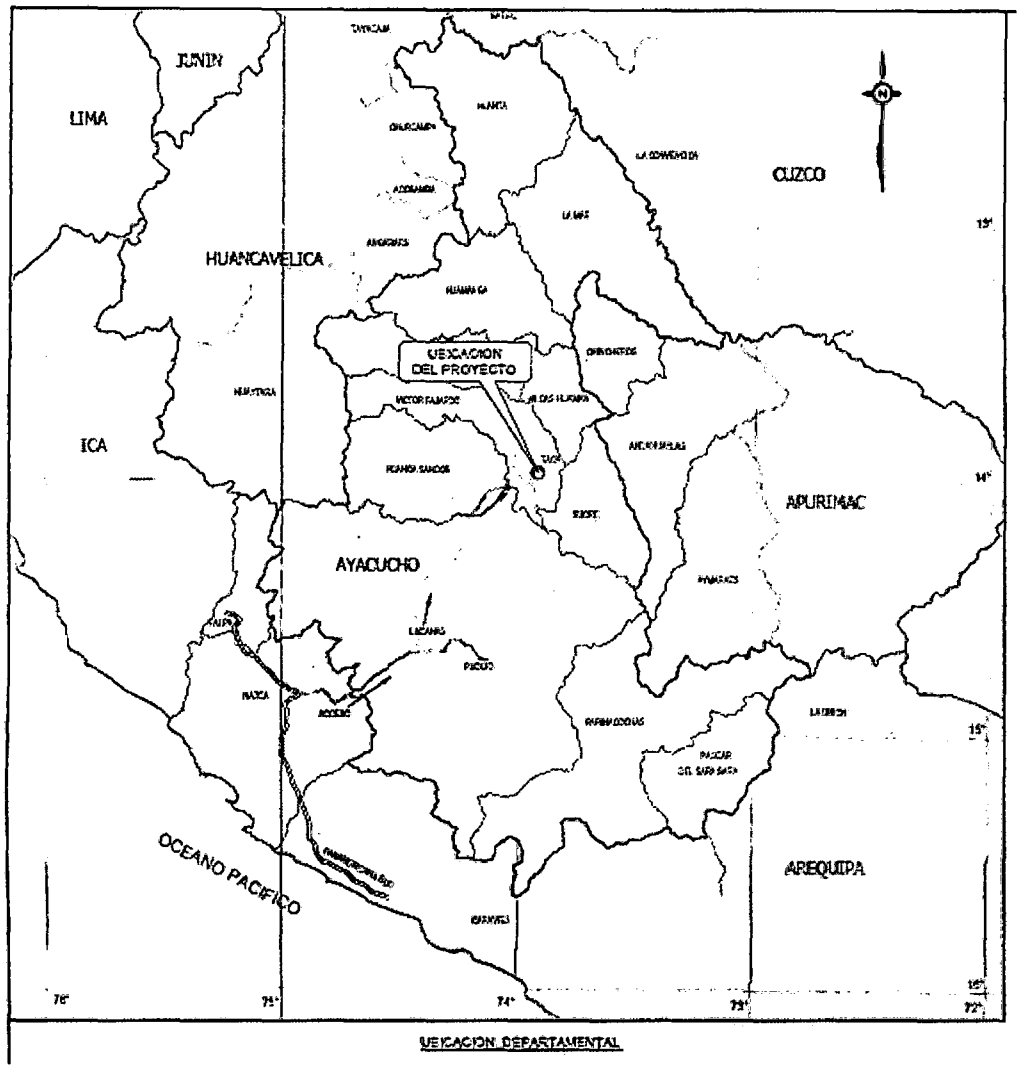
Para ingresar a esta compañía se cuenta con dos rutas de acceso:

- Lima – Nazca - Pampas Galeras – Mina. 715 Km.16 Horas.
- Lima – Pisco – Ayacucho – Cangallo – Mina. 1,022 Km. 18 Horas.

Fig. N° 01: Ubicación nacional y departamental del proyecto



Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones-Dirección de Información de Gestión



Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones-Dirección de Información de Gestión

1.2 HISTORIA

El área en la que se halla emplazada la unidad minera Catalina Huanca, presenta vestigios de trabajos efectuados desde la época de la colonia, pudiendo encontrarse, labores constituidas por cateos y medias barretas.

En 1954 se inició su explotación con la Compañía Minas Canarias S.A., produciendo Concentrados de Plomo y Zinc mediante "Pallaqueo" utilizando Maritatas y Jigs.

En 1970 se pone en funcionamiento la Planta de flotación "San Gerónimo" con una capacidad de 100 TMSPD.

En 1975 la Compañía Minas Canarias se declara en quiebra.

En 1988 se constituye la Cooperativa Minera "Minas Canaria" LTDA.

En 1991 la Cooperativa Minera "Minas Canaria" se declara en quiebra.

En 1992 la Compañía Minera "Uyuccasa" toma la conducción de la Mina.

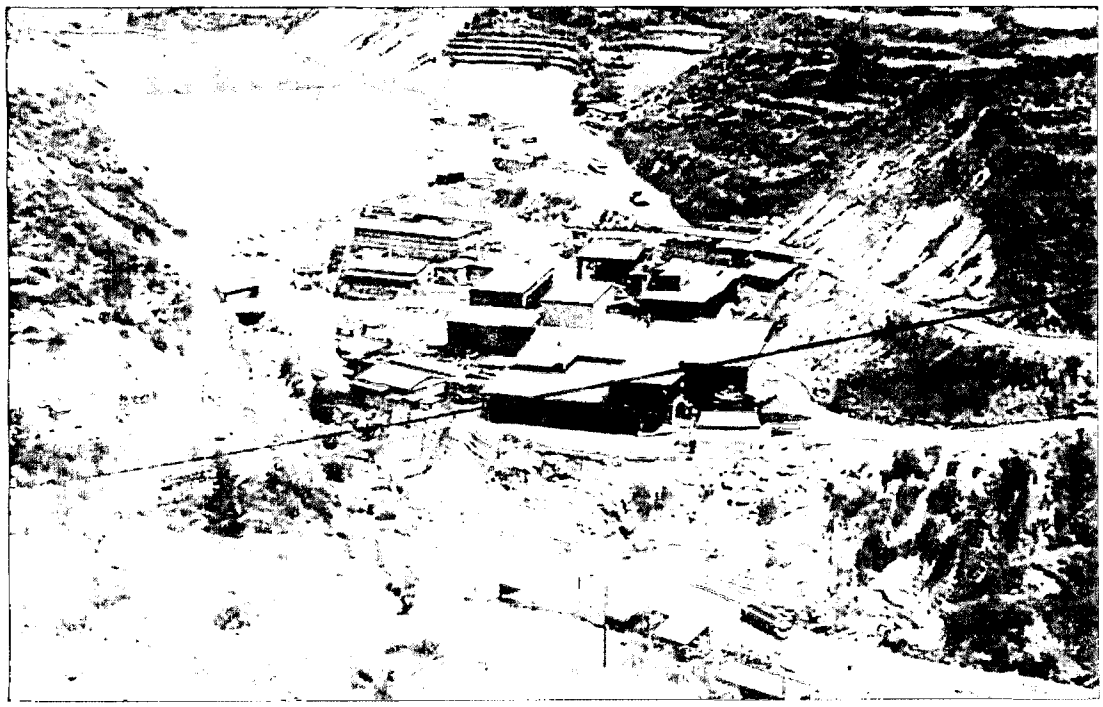
En 1999 la Compañía Minera "Uyuccasa" paraliza sus labores y en abril del año 2000 celebra contrato de Cesión con la Compañía Minera "Comice" S.R.L.

En 2000 la Cooperativa Minera Minas Canaria retoma la conducción de la Unidad.

El primero de abril del 2005 la Compañía Minera "Catalina Huanca" S.A.C. adquiere la propiedad minera.

El objetivo de Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C. es desarrollar sus actividades minero metalúrgicas dentro de los más altos estándares nacionales e internacionales de control y respeto ambiental, cuidado de sus trabajadores, y mejores estándares operacionales en un clima de buena vecindad con las comunidades de su entorno, habiendo firmado el convenio de constitución de derecho de servidumbre sobre los terrenos superficiales con la comunidad campesina de Raccaya y un acta de acuerdo previo con la comunidad de Taca.

Fig. N° 02: Vista de planta concentradora San Gerónimo



Fuente: CMCHSMSAC 2013

1.3 CONDICIONES ACTUALES DE LA UNIDAD MINERA

1.3.1 AMBIENTE FÍSICO Y BIOLÓGICO

El área de la unidad minera presenta un clima templado a moderadamente lluvioso. La temporada lluviosa se da en los meses de noviembre a marzo, decreciendo en intensidad en el mes de abril; en las partes altas como en Chumbilla, se presenta un clima más bien seco y frío.

La Unidad Minera está inmersa dentro de dos subcuencas: Subcuenca río Sacclani y Subcuenca río Mishca. Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C. realiza monitoreos trimestrales de calidad de agua.

El tipo de vegetación predominante es la vegetación arbustiva (80%), vegetación ribereña (10%), tierras agrícolas (5%), roquedales (2%) y otras áreas (3%). En cuanto a la fauna se encuentran animales silvestres como: venados, gato montés, zorros. La comunidad campesina posee una piscigranja.

1.3.2 AMBIENTE SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL

Las comunidades del área de influencia directa son, en su mayoría, pequeños centros poblados rurales (Raccaya, Uyuccasa, Chumbilla y Santa Rosa de Sacclani). Mientras que la mayoría de centros poblados urbanos se encuentran en el área de influencia indirecta (Centro poblado de Apongo y Canaria). El origen de las localidades rurales de Chumbilla (1969), y Uyuccasa (1976) estaría asociado a las demandas de proximidad espacial del trabajo minero. En el caso de las dos primeras los comuneros se asientan en zonas que les permita un rápido desplazamiento a la mina. Mientras que en 1976 se instaló un campamento minero en Uyuccasa. La creación de la comunidad de Taca data del año 1928, aunque el centro poblado de Taca se traslada a su ubicación actual debido a que el área que antes ocupaba fue declarada zona de riesgo por el posible deslizamiento de los cerros aledaños.

Los servicios de salud existentes en la zona forman parte de la Micro Red de Salud Canaria. El Centro de Salud ubicado en la capital del distrito, es la unidad central alrededor de la cual se organizan las postas médicas de Uyuccasa y Taca.

De acuerdo con los pobladores la principal actividad productiva es la agricultura. La actividad agrícola se inicia con las labores de siembra durante los meses de agosto y diciembre mientras que la cosecha se realiza durante los meses de mayo y junio. Los sembríos pueden ser de maíz, trigo, cebada, olluco, habas y arvejas. La actividad pecuaria implica la crianza de ganado vacuno, ovino y también alpacas aunque en menor número.

Fig. N° 03: Comunidad de Raccaya

Fuente: CMCHSMSAC 2014

1.4 GEOLOGÍA

En esta Unidad se explota minerales polimetálicos de plomo – zinc – plata.

Se puede apreciar que los minerales presentes son:

- ✓ Las gangas (cuarzo y siderita)
- ✓ Pirita
- ✓ Esfalerita
- ✓ Calcopirita

- ✓ Cobres grises
- ✓ Arsenopirita
- ✓ Bornita
- ✓ Galena
- ✓ Goethita (hematita)
- ✓ Oligisto
- ✓ Caliza bitumonisa gris oscura
- ✓ Dolomita – Ankerita
- ✓ Calcita
- ✓ Marmatita

De estos minerales, los que aportan Fe, son, la pirita, siderita, esfalerita, calcopirita, arsenopirita, bornita, goethita y oligisto.

Fig. N° 04: Minerales de Plomo y Zinc

Fuente: CMCHSMSAC 2014

Fuente: CMCHSMSAC 2014

Las leyes promedios que se debe alcanzar anualmente son:

Ley de cabeza de plomo: 1.7 %, ley de cabeza de Zinc 7.4 % y ley de cabeza de cobre 0.08%.

1.5 SERVICIOS AUXILIARES

1.5.1 RECURSO HIDRICO

La planta de beneficio San Jerónimo consume 5451.57 m^3/día de agua de los cuales el 14.75 % es agua fresca (804.18 m^3 /día, 9.31 lt/seg), el mismo que sirve para compensar la pérdida de agua en los concentrados de Cu, Pb, Zn, despachados a Lima con una humedad de 10%, en el relave final con una humedad de 15.5 % que se dispone en el depósito de relaves filtrados y por disposición final después de recibir el tratamiento en la planta de relave y compensar el agua perdida por evaporación en la cancha N° 7 de contingencia de derrames (527.04 m^3 /día).

El 85.25 % del agua restante utilizada en la planta concentradora constituirá agua recirculada o reciclada, recuperada después que el relave haya sido clasificado, sedimentado en los espesadores ultrasep y filtrado en el filtro prensa de la Planta de Tratamiento de Relaves.

El agua a recircular es bombeado a un tanque metálico de 22 m^3, ubicado junto a balanza, también se cuenta con 3 pozas de concreto de una capacidad de 600 m^3 cada uno, el agua va hacia planta por gravedad a la diferentes áreas.

El agua fresca es captada del Rio Rajaure y conducida hacia la zona industrial por gravedad a través de una tubería de polietileno de 4" de diámetro y una longitud de 480 m., que es almacenado en dos tanques de una capacidad total de 100 m^3. Parte del agua fresca captada es utilizada en el proceso de tratamiento de minerales, que incluye preparación de reactivos, laboratorio químico, laboratorio metalúrgico. La otra parte de agua captada afín a la operación con un caudal de 462.2 m^3 /día (5.35 lt. /s) aproximadamente es usada en la refrigeración de las bombas de vacío y es devuelta a su cauce natural ya que no sufre contaminación.

1.5.2 ENERGIA ELECTRICA

La planta concentradora "San Jerónimo", consume energía de la línea de ELECTROCENTRO, abasteciendo a las secciones de chancado, molienda, flotación, filtro de plomo y filtro de cobre, planta de filtrado de relave y el filtro de zinc. El consumo de energía por hora se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 01: Consumo de energía

CONSUMO DE ENERGIA	
Planta Concentradora	1644.426 kW.
Ultrasep	461.538 kW.
TOTAL	2105.964 kW

Fuente: CMCHSAC – 2014

1.6 EXPLOTACIÓN

El tipo de explotación es de socavón. La minería subterránea o de socavón desarrolla su actividad por debajo de la superficie a través de labores subterráneas. En términos comparativos, la maquinaria que se usa en la minería subterránea es mucho más pequeña que la que utiliza a cielo abierto, debido a las limitaciones que impone el tamaño de las galerías y demás labores.

Las labores características de este sistema de explotación son los: túneles, cavernas, bocamina o emboquille, cuartel, galerías, pozo, chimenea, etc.

1.7 METALURGIA

La metalurgia es extractiva ya que se encarga de tratar una mena de sulfuros polimetálicos para obtener un concentrado bulk de plomo y cobre que posteriormente son separados y un tercer concentrado de zinc.

1.8 REACTIVOS

Los reactivos usados en el proceso de flotación son los siguientes:

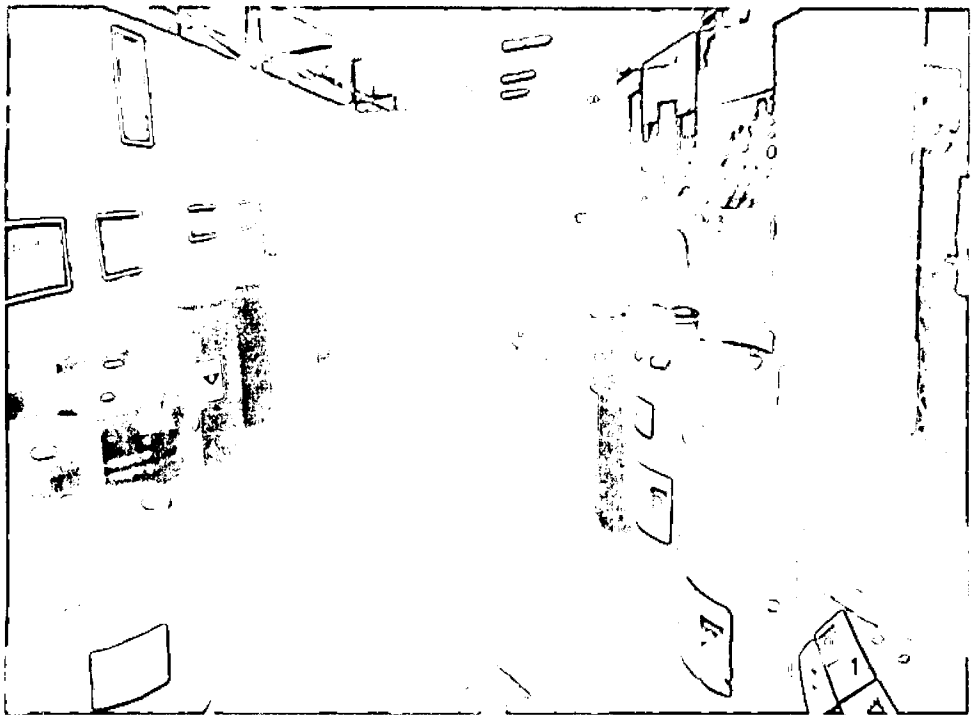
Cuadro N° 02: Consumo de reactivos

REACTIVOS	DILUCION	gr/Ton
FLOTACION BULK		
Metabisulfito de sodio	5%	47.3
Cianuro de sodio	2%	18.74
Sulfato de zinc	5%	14.72
Depresor DP-1003	4%	2.85
Xantato Z-11	10%	72
Aerophine AP-3418	3%	0
Aerofloat 208	3%	0
Mezcla A70 / MIN 160 (1:1)	PURO	60
SEPARACION Pb-Cu		
RPB	1.20%	19
FLOTACION DE ZINC		
Cal		1124
Sulfato de cobre	10%	263.3
Xantato Z-11	10%	35
A-70/MIN 160 (1:1)	PURO	28

Fuente: CMCHSMSAC 2013

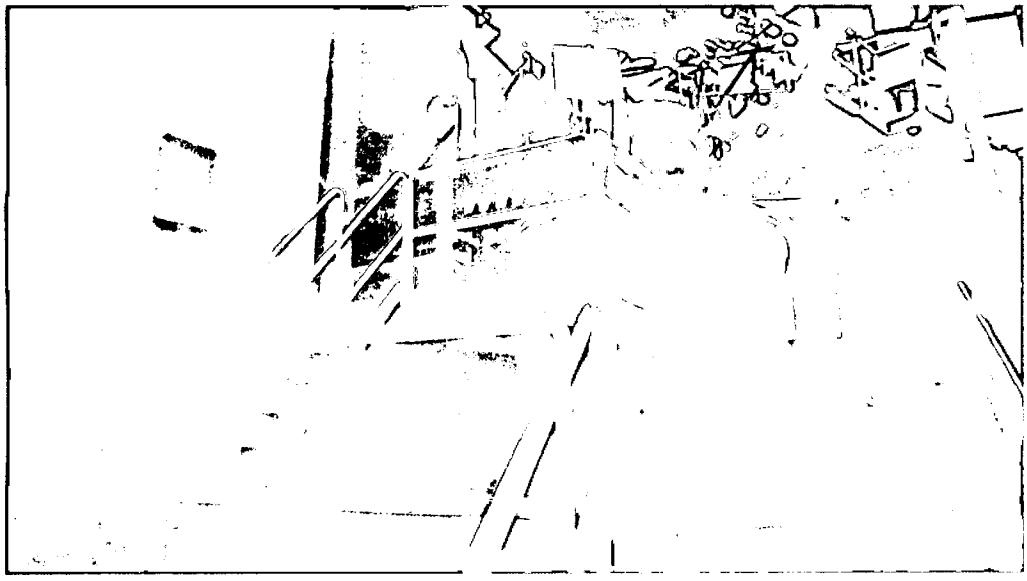
Para la sedimentación en los ultrasep se usa el floculante AR1849.

Fig. N° 05: Almacén de reactivos



Fuente: CMCHSAC – 2015

Fig. N° 06: Acondicionador de cal



Fuente: CMCHSAC – 2015

CAPITULO II
DESCRIPCION DE LA PLANTA SAN JERONIMO

2.1 CAPACIDAD INSTALADA

La planta de beneficio denominada San Jerónimo tiene una capacidad autorizada de 1900 TMS/día para la producción de concentrados de plomo, zinc y cobre , así como una infraestructura compuesta por depósitos de relaves, laboratorios, oficinas administrativas, vías de acceso entre instalaciones, campamentos y otras instalaciones.

2.2 SECCIÓN DE CHANCADO

En esta etapa el mineral es reducido desde un tamaño de 10" hasta 3/4". El mineral de tamaño menor a 10" será descargado por la parte inferior de 2 tolvas de gruesos mediante 2 alimentadores reciprocantes de vaivén de 30" x 60" hacia 2 fajas transportadoras de 30", correspondientes a cada tolva, las que a su vez alimentarán la faja N°2 de 36". Ésta contará con un electroimán, y un detector de metales y lleva el material hacia un tamiz vibratorio de dos pisos marca Terex Simplicity de 5' x 16', con abertura superior de 2 ½ " e inferior de 1" esta última es variable ya que se puede modificar de acuerdo al mineral húmedo o seco. El sobretamaño mayor a 2 ½" del piso superior será alimentado a la chancadora primaria de quijadas Comesa de 24" x 36" y el subtamaño < 2 ½", +1"> será llevado mediante la faja N°3 de 30" a la trituradora cónica HP-200. El producto de la chancadora primaria será transportado mediante la faja N° 4 de 30" en donde se unirá con el producto 3/4" de la trituradora de cono y ambos por medio de las fajas N° 5 y 6 de 30" regresarán a la faja N° 2 para alimentar a la zaranda vibratoria Simplicity haciendo así un circuito cerrado. El subtamaño (finos) menor a 1", piso inferior del tamiz vibratorio Simplicity, constituirá el producto final y será llevado mediante la faja N° 7 de 24" a la tolva de finos de 370 Ton. La distribución del material se realizará mediante un chute pantalón y una faja N° 8 de 24" que alimenta a la tolva de finos N° 2 con desviadores intermedios.

Fig. N° 07: Sección chancado

Fuente: CMCHSAC – 2014

2.3 SECCIÓN MOLIENDA – CLASIFICACIÓN

La molienda es una operación que permite la reducción del tamaño de la materia hasta tener una granulometría final deseada, mediante los diversos aparatos que trabajan por choques, aplastamiento o desgaste.

La etapa de molienda empieza en un molino primario: el molino de BARRAS (9.5´x14´), el cual recibe la carga fresca de la tolva de finos. La descarga de pulpa del *molino* de BARRAS es descargada a la bomba Warman 125, esta bombea la pulpa con una densidad de 1650 gr/l hacia un cajón distribuidor el cual alimenta a tres zarandas DERRICK de 5 pisos de alta frecuencia (0.30 micras de abertura). Esta zaranda nos permite la separación de la partículas finas de las gruesas, las partículas finas son enviadas por gravedad a flotación mientras que los gruesos son tratadas en los molinos secundarios: el molino FUNCAL (6x6), molino COMESA (7x8), molino DENVER (6x6) y el molino KURIMOTO (8x6). Las descargas de pulpa de los molinos secundarios son recepcionadas en una bomba Warman 125 y esta es bombeada al cajón distribuidor de las zarandas DERRICK que trabajan en circuito cerrado.

El producto fino clasificado en las zarandas de alta frecuencia Derrick es enviado al circuito de flotación con un tamaño de 60 % -malla 200 (74 micrones).

A la vez se cuenta con una remolienda, el relave de la DR-500 Rougher I Bulk es enviado por gravedad hacia una bomba Warman 125, que alimenta a un hidrociclón D-15, el overflow va hacia la celda WS 300 I Rougher II, mientras los gruesos alimentan al molino MARCY (8'X5.7') en circuito cerrado.

La molienda es la parte más importante de la preparación mecánica de minerales para poder ser concentrados, porque aquí, se libera completamente los sulfuros valiosos del mineral (PbS, ZnS, CuS); ya que una molienda deficiente muy gruesa o demasiada fina causa efectos negativos en el proceso como la deficiencia en la flotación si son muy gruesos significa una mala liberación, no flotaran y pasaran a relave, si son muy finos tendremos presencia de lama que también perjudican en la flotación.

En la operación de molienda se añade reactivos como son bisulfito de sodio en la alimentación al Molino de Barras y cianuro de sodio en la descarga del molino de barras.

Fig. N° 08: Sección molienda

Fuente: CMCHSAC – 2014

2.4 SECCIÓN FLOTACIÓN

En esta sección se procesará el producto final fino obtenido en el circuito de molienda, de tamaño P80 de 140 micrones, que llegará al circuito de flotación bulk en forma de pulpa con una densidad promedio de 1400 g/l. para obtener sucesivamente concentrados de plomo, cobre y zinc en los circuitos de flotación bulk, separación plomo/cobre y circuito de flotación de zinc.

Antes de iniciar la flotación bulk, se efectuará la flotación de los finos de carbón contenido en el mineral extraído que viene de algunas zonas de mina. La flotación se realizará en dos celdas circular WS 300 de 670 pies^3 cada una, con espumante Aerofroth 70 de Cyanamid (MIBC) a fin de evitar su interferencia posterior en el consumo de reactivos.

El carbón flotado, el cual contiene valores de elementos de Pb, Zn, Ag e incluso oro (6.93 % Pb, 2.42% Zn, 4.73 OZ/TM Ag, 0.198 Oz/tc Au), es enviado al muestreador de concentrado plomo a través de tuberías donde se mezcla con el concentrado de plomo.

Cuadro N°03: Composición química de carboncillo

Ítem	DESCRIPCION	% Pb	%Zn	%Fe	% Cu	Oz/tm Ag	Oz/tc Au
1	CARBONCILLO	6.93	2.42	5.22	0.23	4.73	0.198

Fuente: CMCHSAC – 2014

2.4.1 FLOTACIÓN BULK

Comprenderá las etapas de flotación de desbaste (rougher), flotación de agotamiento (scavenger), flotación de limpieza en 3 etapas y una etapa de limpieza scavenger. La flotación se llevará a cabo a pH natural 7.5, se usará bisulfito de sodio como depresor principal de mineral de zinc a razón de 100 g/t y otros depresores como cianuro de sodio y mezcla de cianuro/sulfato de zinc en pequeñas cantidades, como colector principal se usará Z-11, a 50 g/t y colectores secundarios AR-208 y AP-3418 alrededor de 5 g/t.

El acondicionamiento/flotación, rougher I se hará en un banco de 2 celdas DR-500 de 500 pies3, las colas del rougher I serán remolidas en un molino Marcy 8'x5.7' el cual trabaja con un hidrociclon y el producto de esta remolienda (oversize de los hidrociclones) se alimentará al rougher II.

El rougher II se realiza en una celda circular WS-300 I de 670 pies^3, la flotación scavenger I se da en una celda circular WS -300 II, la scavenger II se realiza en una celda WS-240 de 330 pies^3 y la flotación scavenger III en celdas DR-100 Denver de 100 pies^3 c/u. Las espumas de cada rougher, constituyen el concentrado de mineral valioso de Pb/Cu y son enriquecidas por separado una y otra vez en las etapas de flotación de limpieza, conformado por 3 celdas 30 Sub-A de 100 pies^3 c/u, 1ra. y 2da. limpieza y la limpieza final se efectúa en dicha celda, los relaves finales de la limpieza bulk son enviados a una celda No. 24 SubA, de 50 pies^3 cleaner-scavenger, en donde también ingresa como alimento las espumas del scavenger I, sus colas y las espumas del scavenger II son retornados a la celda WS 300 II.

2.4.2 SEPARACIÓN PLOMO/COBRE

Se efectúa en un banco de 7 celdas No. 18 Sub A, conformado por 2 celdas rougher, 4 celdas scavenger y 1 celdas de limpieza, la separación se realizará flotando el cobre y deprimiendo el plomo con bicromato de sodio, CMC y fosfato mono sódico en relación de 60%, 20% y 20% respectivamente.

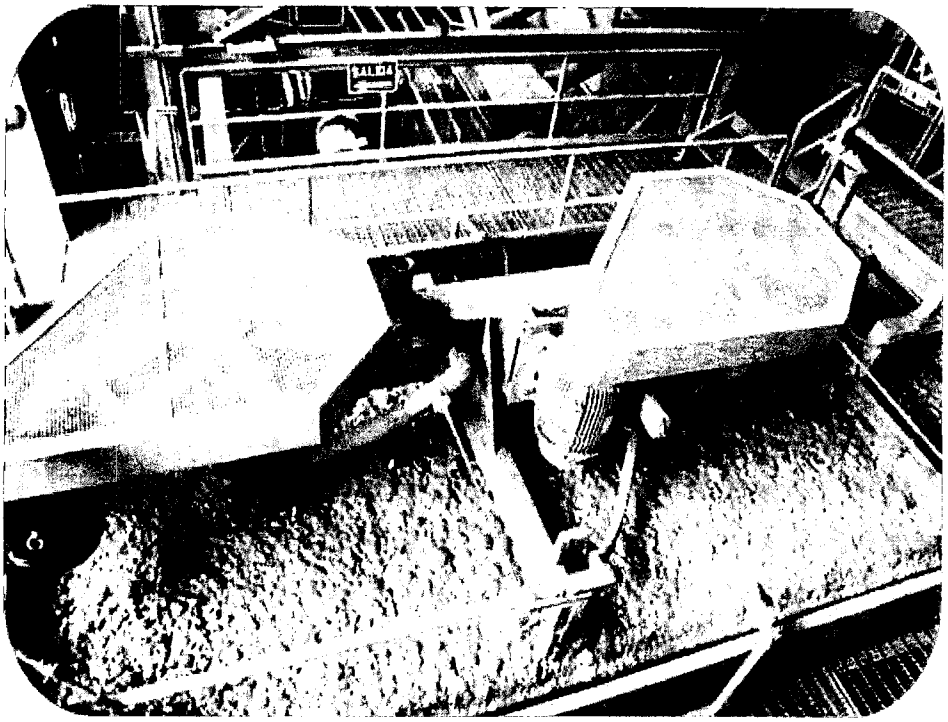
2.4.3 FLOTACIÓN DE ZINC

El relave de flotación bulk es alimentado al circuito de flotación de zinc, la pulpa es acondicionada con cal para modificar el pH a 8.5 y el mineral de zinc es activado con sulfato de cobre en dos acondicionadores de 10' x 10' a razón de 200 g/t, después de agregar 60 g/t de Z-11 y espumante Aerofroth 70 se lleva a cabo la flotación rougher en un banco de dos celdas OK-16 las espumas de esta son enviadas a la celda OK 10 n°04 las espumas de esta celda es el concentrado final es de una calidad de 55 %, el relave de esta celda pasa a tres celdas DR-500 de 500 pies^3 c/u scavengher I, las espumas de esta flotación se limpian en tres etapas, la primera etapa en una celda OK 30 , las espumas de esta pasan a una celda melliza OK 10 de 350 pies^3 c/u, la 3ra. etapa en una celda OK 10 (limpieza final), el concentrado final obtenido ensaya 52% Zn.

El relave scavengher I es flotado en dos bancos (scavenger II y III) de dos celdas agotadoras por banco, las espumas de la flotación scavenger II retornarán a la cabeza de scavengher I junto con los relaves de la 1ra, 2da limpieza y 3ra limpieza, mientras que las espumas de la flotación scavenger III

retornarán a la cabeza de scavenger II. El relave scavenger III será el relave final y será destinado a la planta de filtrado.

Fig. N° 09: Sección flotación



Fuente: CMCHSAC – 2014

2.5 ESPESAMIENTO Y FILTRADO DE CONCENTRADOS

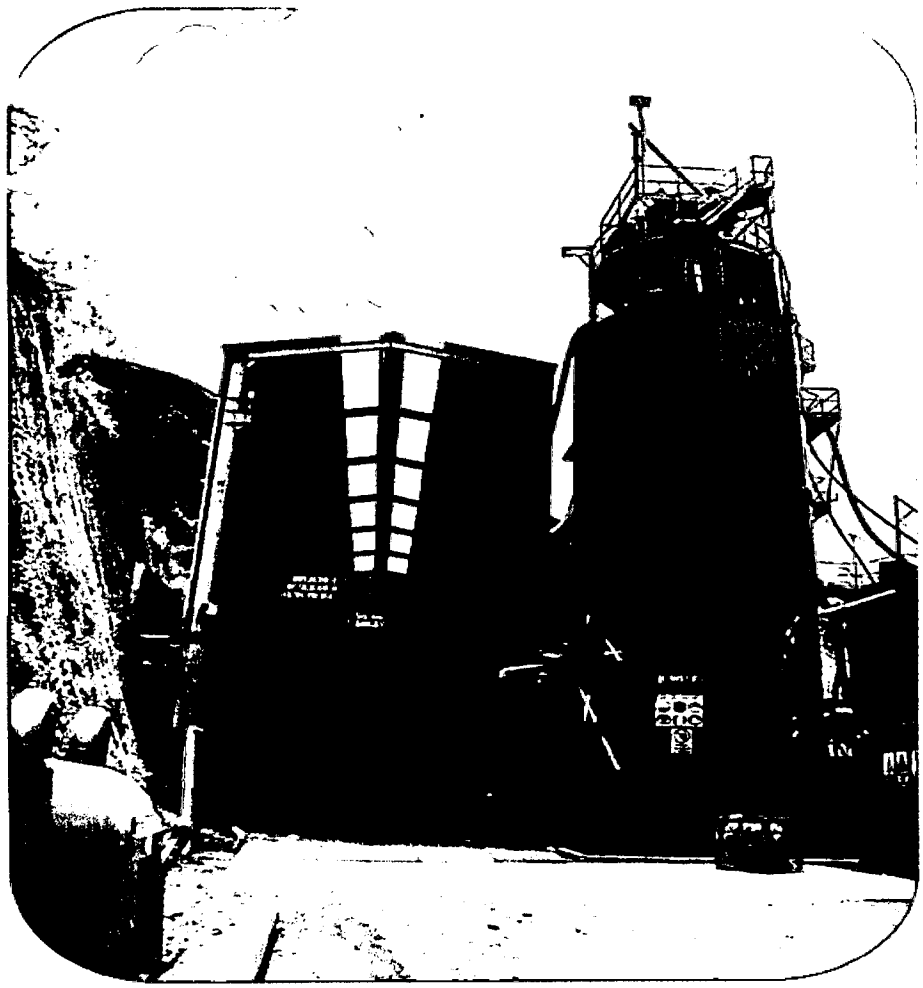
Los concentrados que se obtienen de la etapa de flotación están constituidas por espumas y mezclas de sulfuro valiosos con un elevado porcentaje de agua, por lo tanto es necesario eliminar todo el agua posible para mejorar la manipulación y transporte del concentrado, para esto se emplean sistemas de espesamiento y filtración, obteniéndose productos finales con humedades de 10% en promedio del concentrado de zinc y 8 % del concentrado de plomo. La primera etapa es el espesado al elevar la densidad promedio de 1250 g/L a 1500 g/L, la segunda etapa de filtrado es reducir el agua de la pulpa densificada a un queque de humedades aceptables las mencionadas anteriormente. El concentrado bulk incrementará su densidad en un espesador metálico de 19'x8' de 1250 gr/l a 1600 gr/l. La pulpa se filtra en un filtro prensa DIEMME 1200 X 1200 de 19 placas. El concentrado de zinc

es almacenado en un espesador de 24' x 10', la pulpa ya densificada es filtrado en un filtro de discos 10.5" x 8d.

2.6 FILTRADO DE RELAVES

El relave general de planta concentradora constituida no solo por el relave de la flotación zinc (scavenger III), sino también por los diferentes rebalses, descargas de celdas, entre otros, son enviadas a la planta de filtrado de relaves donde primero se espesan para luego ser filtrados por medio de filtro prensa obteniéndose humedades entre 15.5 %-15.0 %.

Fig. N° 10: Sección filtrado de relaves



Fuente: CMCHSAC – 2014

CAPITULO III
PLANTA FILTRADO DE RELAVES

La planta de Filtrado de Relaves, nace por:

1.- La falta de espacios para la disposición de los relaves de planta concentradora.

2.- Utilizar la disposición de relaves más segura y con mínimo impacto ambiental.

3.-La necesidad de recuperar agua recirculada para el proceso de planta concentradora.

3.1 HISTORIA

La filtración de relaves se inicia en Catalina Huanca. En mayo del 2005. Con un circuito piloto, que constaba de un espesador 10` x 24` y un filtro de discos 9`x 4 discos. (Hoy filtro de Zn).

Después de un año de pruebas piloto, en junio del 2006, entra en operación la planta de filtrado de relaves, con un espesador de alta velocidad (ULTRASEP) y 5 Filtros de Disco 6`X 8 discos. (Con la Administración de Proyectos).

En Julio del 2007, Planta de Filtrado pasa a la Administración de Operaciones. En ese mismo año se realiza una Ampliación de 2 Filtros de discos: 10.5`x 8 discos.

En setiembre del 2008, se implementa un clarificador y diciembre del mismo año el segundo ULTRASEP.

En mayo del 2009, entre en operación del Filtro Prensa 2000x2000 CIDELCO.

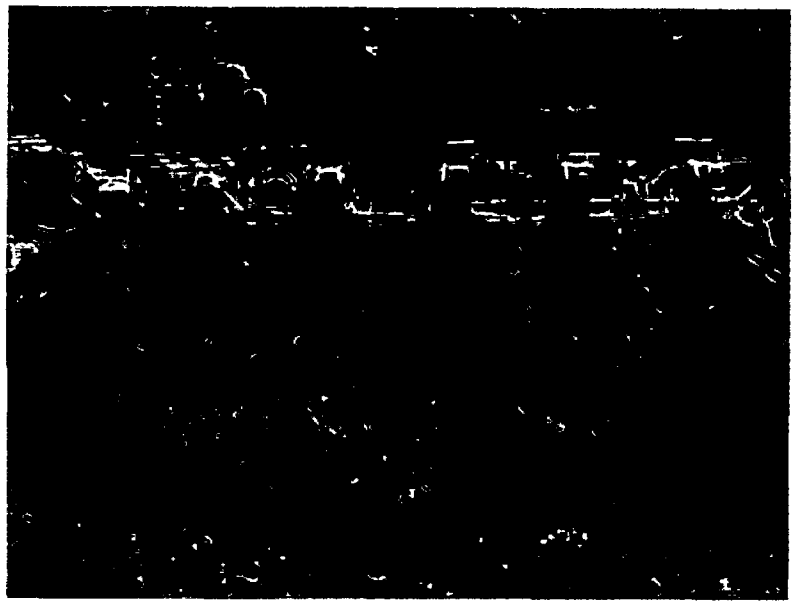
En mayo 2010 se instaló un filtro prensa DIEMME 2000X2000 con esta instalación quedo obsoleto los filtros de discos.

En cada una de estas etapas de ampliación de planta de filtrado de relaves, se fue mejorando las operaciones, cumpliendo las metas. Hasta obtener hoy en día humedades entre 15.0 - 15.5 % de relave filtrado.

El uso de canchas de contingencia fue una necesidad, obligatoria hasta antes de la operación y optimización del Filtro prensa. (CR6-CR7).

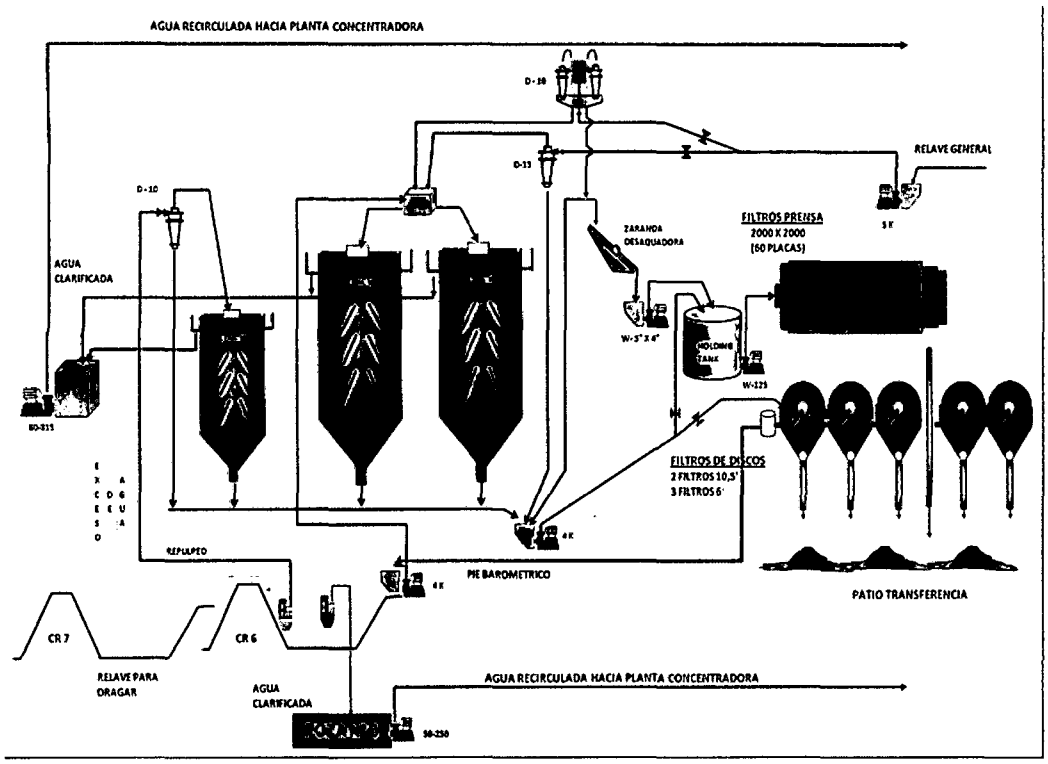
Hoy en día se filtra todo el Relave generado por planta concentradora. Teniendo las canchas CR-6 y CR-7, solo para contingencias por cortes de energía y/o fallas mecánicas prolongadas.

Fig. N° 11: Planta filtrado - 2010



Fuente: CMCHSAC – 2010

Fig. N° 12: Circuito planta filtrado - 2010



Fuente: CMCHSAC – 2010

3.2 DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA DE FILTRADO

Actualmente la Planta de Filtrado está tratando entre 1650 TMS a 1700 TMS con los Filtros Prensa DIEMME (1300 TM) y CIDELCO (350 TM), con humedades de queque filtrado de 14.2 % y 15 % respectivamente.

3.2.1 PROCESAMIENTO

Los relaves del circuito de flotación de zinc provenientes de la planta concentradora son enviados a la planta de filtración de relaves mediante un sistema de tuberías que alimenta un flujo 1500-1650 t/d de sólidos seco con un contenido de sólidos entre 24 – 26 % de sólidos en peso y una densidad de pulpa que se encuentra entre 1170 – 1190 g/L. El flujo de relaves frescos se descarga en el cajón de alimentación, desde este cajón se bombea el relave hacia los hidrociclones por medio de la bomba de transferencia de relaves Warman 150.

3.2.2 SECCIONES

En planta de filtrado de relaves, se tiene las siguientes secciones operativas:

- Alimentación, Conducción y Cicloneo.
- Espesamiento y Clarificación. (Ultraseps)
- Filtrado
    - ✓ Filtro Prensa (DIEMME y CIDELCO)
- Bombeo de agua recirculada
- Operación de Canchas de Relave.

3.2.1 CLASIFICACION

Los hidrociclones cumplen en separar la mayor cantidad de sólidos por el under y la máxima cantidad de agua por el over. De la línea principal de bombeo (bomba warman 150) se deriva a cada uno de los hidrociclones D-15 donde el under son descargados al cajón de la bomba 4k para su posterior distribución a los holding tank de los filtros prensa CIDELCO y DIEMME, que contienen del 75 – 80 % sólidos.

El over del nido de hidrociclones D-15 son enviados al cajón distribuidor para alimentar a los espesadores Ultrasep Nº1 y Nº2, con un contenido de sólidos entre 12 – 14 %.

3.2.2 ESPESAMIENTO

3.2.2.1 ULTRASEP

El separador sedimentario Ultrasep ha sido diseñado para concentrar y separar continuamente los sólidos finos de residuos minerales de la corriente de alimentación entrante.

En este separador, el influente fluye hasta el cono de alimentación Ultrasep a través del tubo de alimentación. Además, se añade un agente de floculación al cono de alimentación, donde reacciona con los sólidos de alimentación formando partículas aglomeradas más grandes. Las partículas aglomeradas se asientan fuera del cono de alimentación en la sección cónica del fondo del tanque. El agua que es separada de los sólidos fluye hacia arriba con dirección al lavadero de efluentes ubicado en el perímetro superior del tanque.

A medida que las partículas floculadas se asientan en el fondo del tanque, las partículas de mayor tamaño serán las primeras en entrar en contacto con el cono de dilución. A medida que los sólidos se consolidan y se deslizan fuera del cono, se libera agua. Esta consolidación que se produce cerca del cono de dilución crea una diferencia de densidad entre la parte exterior y la parte interior del cono de dilución. Como resultado de esta diferencia, el agua clara que hay dentro del cono de dilución fluye hacia el interior del cono de alimentación por uno de sus costados. Gracias a estas lechadas concentradas de alimentación, esta agua de dilución contribuye a una floculación eficiente.

Con el Ultrasep, la cantidad de agua de dilución que fluye hacia el cono de alimentación se autorregula. No se requiere agua de dilución adicional a la que es alimentada para una floculación eficiente. A medida que la concentración de alimentación disminuye, la diferencia entre la densidad de la parte interior y la de la parte exterior del cono de dilución también disminuye, reduciendo así el flujo de agua de dilución. Debido a los flujos de alimentación muy concentrados, la diferencia de densidad es significativa, lo que da como resultado una mayor cantidad de agua de dilución. Esta dilución que se autorregula asegura que existan condiciones de floculación casi óptimas en el cono de alimentación.

A medida que los sólidos se asientan en el tanque, éstos también pueden asentarse en el cono toroidal. Al igual que con el cono de desagüe, se produce una mayor consolidación cuando los sólidos se deslizan por la rampa y liberan agua.

El cono toroidal también sirve para conducir la lechada consolidada hacia la tobera de menor flujo ubicada centralmente. Esto evita la formación de un "rat-hole" y permite retirar el tapón de flujo de la lechada consolidada.

El separador sedimentario Ultrasep también tiene otras características como la de producir un funcionamiento superior al de otros dispositivos de separación. En primer lugar, la forma cónica del cono de alimentación contribuye a una floculación eficiente. El área transversal del cono de alimentación que está cercana a la parte superior del cono de alimentación es más pequeña, lo que aumenta la turbulencia. Esta región produce una alta energía de mezcla entre el agente de floculación y la lechada de alimentación. Después de producida la alta energía de mezcla, la lechada fluye hacia el cono de alimentación, donde el área transversal se agranda. Debido a este incremento del área transversal, la velocidad descendente disminuye, permitiendo así que las partículas floculadas entren en un suave contacto las unas con las otras sin producir ningún corte. Esta zona proporciona el tiempo necesario así como menor energía para el crecimiento de las partículas floculadas de mayor tamaño y de asentamiento más rápido.

La configuración del cono de alimentación constituye un segundo factor para el aumento de la eficiencia de asentamiento. La forma cónica del cono de alimentación crea un anillo con un área transversal menor entre la parte ancha del cono de alimentación y la pared del tanque. A medida que los efluentes y las partículas pequeñas o sub-floculadas se elevan a través de este anillo, éstos se aceleran provocando una mayor turbulencia en esta región. Dado que hay una cantidad relativamente pequeña de partículas en esta región, se requiere de una turbulencia alta para que las partículas choquen unas con otras y se aglomeren. A medida que el área transversal se agranda, la velocidad ascendente de las partículas disminuye hasta alcanzar un punto en el que la fuerza descendente de la gravedad es igual a la fuerza ascendente. En este punto, se forma una cama floculada inactiva que permite que las partículas se aglomeren más hasta

alcanzar un tamaño lo suficientemente grande como para asentarse en el fondo del separador sedimentario.

Los anillos creados entre la sección inferior del cono de dilución y la pared del tanque también permiten obtener la eficiencia de floculación anteriormente descrita.

El separador sedimentario Ultrasep posee los siguientes componentes

Pasadizo y escalera: Proporcionan acceso a la parte superior del tanque para la observación del proceso y mantenimiento del equipo.

Cono de alimentación: Reduce la energía radial del flujo entrante y proporciona zonas turbulentas y calmadas para una floculación eficiente.

Cono de dilución: Proporciona una superficie inclinada para la consolidación eficiente de los sólidos así como un canal para la dilución de flujo adicional.

Cono toroidal: También proporciona una superficie inclinada para la consolidación eficiente de los sólidos. Previene la formación de un "rat hole" a medida que la lechada consolidada es retirada.

Vertederos: Los efluentes salen del tanque al rebosar los vertederos. Los vertederos permiten que los efluentes salgan del tanque de una manera uniforme y controlada.

En los sedimentadores ultraseps se incrementa el porcentaje de sólidos en el flujo de salida, en estos tanques cónicos los sólidos sedimentan en las paredes de los conos, que con la ayuda de un floculante forma floculos con las partículas de los sólidos acelerando la velocidad de sedimentación, la descarga de los ultraseps tiene un contenido de 45 % sólidos.

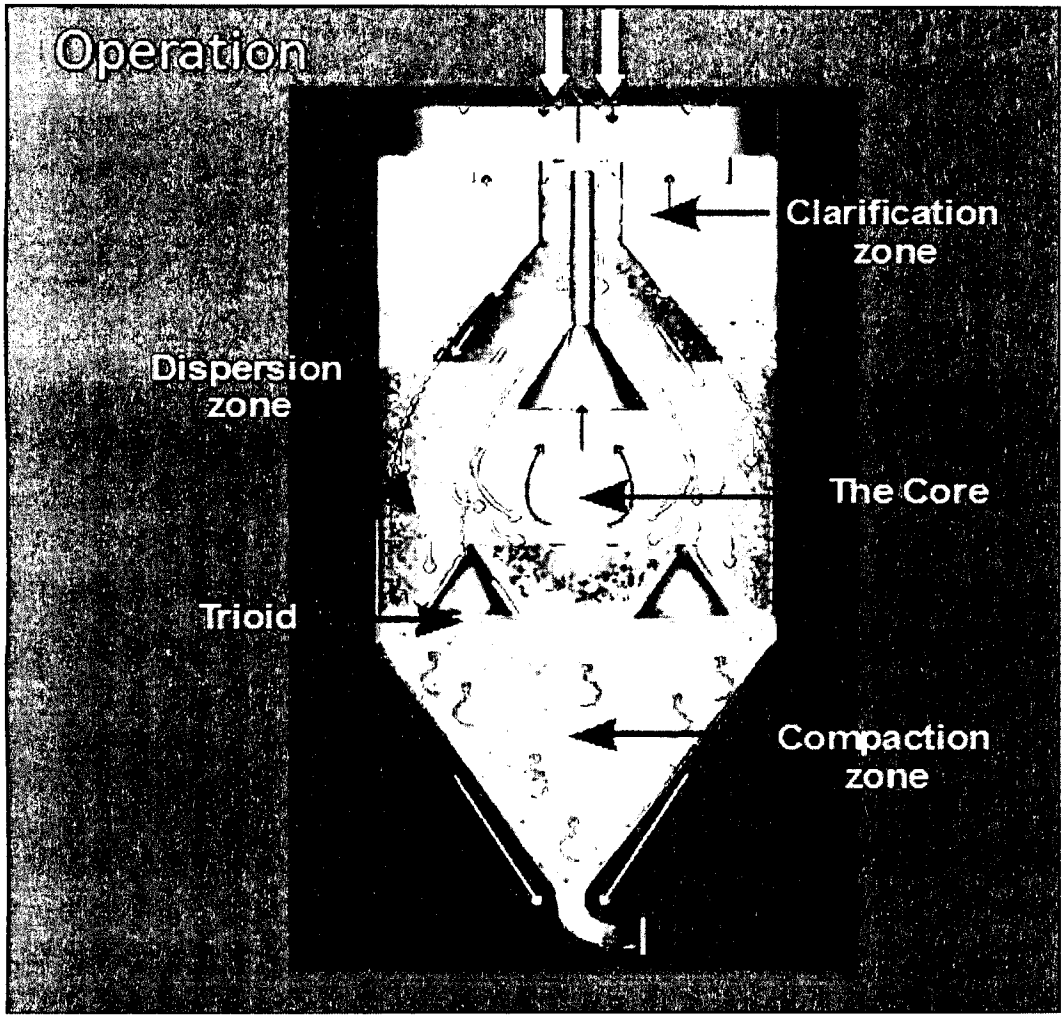
El floculante utilizado es de tipo aniónico poliacrilamida de peso molecular alto cuya propiedad es de aumentar la eficacia en el proceso de separación solido – liquido, su preparación se realiza en un tanque de 10 m^3 con un sistema de agitación a una concentración del 0.035 %, luego es pasado a otro tanque de 10 m^3 para su dosificación hacia los tanques sedimentadores.

El flujo de salida de los sedimentadores ultraseps Nº 1 y Nº 2 contiene 45 % sólidos, son descargados al cajón de la bomba 4K, para su distribución a los holding tank respectivamente. En este cajón la carga es compartida, es decir el under del nido de hidrociclones D-15 se junta con la descarga del ultrasep Nº 1

y N° 2 para su bombeo al tanque holding tank para luego alimentar al filtro prensa DIEMME o CIDELCO con un contenido de sólidos promedio del 60%.

Los reboses de agua clarificada de los sedimentadores ultraseps son recepcionados en el tanque de agua recuperada para su bombeo mediante la bomba 80-315 o 125-400 a la planta concentradora como agua recirculada para su uso en el proceso metalúrgico. De este tanque se tiene un rebose que es conducido al cajón de donde es derivado hacia la poza N° 3 o hacia la cancha N° 7.

Fig. N° 13: Vista ultrasep



Fuente: CMCHSAC – 2006

3.2.3 FILTRADO A PRESION

El relave mezclado es decir, el under del nido de hidrociclones D-15 y el under de los ultraseps, son bombeados al holding tank, donde la pulpa es homogenizada y acondicionada para ser alimentado al filtro prensa DIEMME o CIDELCO por la bomba warman 125.

El filtro de placas está formado por cámaras fijas y cámaras con membranas, cuya presión de alimentación de la pulpa es de 6.2 Bar, el presurizado de las membranas se realiza con aire presurizado a 8 Bar obteniéndose un queque con una humedad del 15 % H_2O que son descargados a las fajas transportadoras para su disposición final en el Patio de transferencia N°5.

El licor del filtro prensa CIDELC0 son bombeados por la bomba 4K al ultrasep N°01 para sedimentar los sólidos que retornaran al circuito de espesamiento de relaves, el rebose del ultrasep son descargados al tanque de agua recuperada para su envío a la Planta concentradora.

3.3 FLOCULANTES

Cuando se trata de espesar partículas muy finas y lamosas (ej.: algunos relaves, pulpas de cianuración etc.) o alternativamente, cuando la superficie del espesador este subdimensionada (tal vez por cambio de parámetros de operación o por un aumento de producción), se suele agregar a la pulpa ingresante un reactivo denominado floculante.

Los floculantes son polímeros de alto peso molecular cuya función es neutralizar las cargas del mismo signo que hace que las partículas finas se repelan. De esta manera las partículas entran en contacto y se adhieran alrededor de las partículas gruesas aglomerándose y sedimentándose.

Los floculantes deben agregarse como soluciones muy diluidas en forma gradual, por etapas, para evitar la formación de coágulos. Además es necesario usarlos en dosificaciones mínimas también por razones de costo y evitar excedentes en el agua que eventualmente puede retornar a la flotación.

Los floculantes, llamados también ayudantes de coagulación, ayudantes de floculación e incluso ayudantes de filtración, son productos destinados a favorecer cada una de estas operaciones. La acción puede ejercerse al nivel de la velocidad de reacción (floculación más rápida) o al nivel de la calidad del flóculo (flóculo más

pesado, más voluminoso y más coherente).

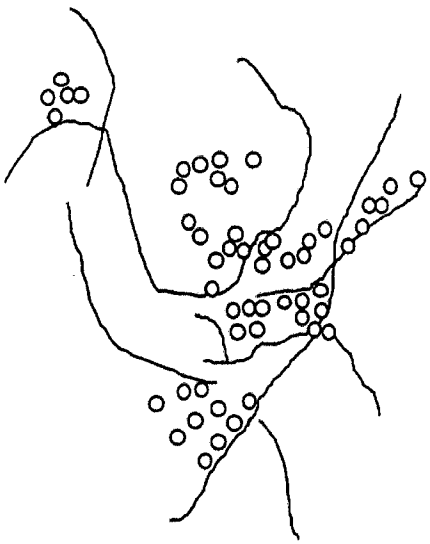
Los floculantes pueden clasificarse por su naturaleza (mineral u orgánica), su origen (sintético o natural) o el signo de su carga eléctrica (aniónico, catiónico o no iónico).

3.3.1 FLOCULACION

La floculación es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad.

Estos flóculos inicialmente pequeños, crean al juntarse aglomerados mayores que son capaces de sedimentar.

Fig. N° 14: Floculación



Floculación : El floculante tiende un puente entre las partículas coloidales aglomeradas para formar flóculos mas grandes fácilmente sedimentables.

Fuente: control de una planta de tratamiento de aguas-México 2012

Suceden que los flóculos formados por la aglomeración de varios coloides no sean lo que suficientemente grande como para sedimentar con rapidez deseada, por lo que el empleo de un floculante es necesario para reunir en forma de red, formando puentes de una superficie a otra enlazando las partículas individuales en aglomerados, tal como se está mostrando en la Figura 19.

La floculación es favorecida por el mezclado lento que permite juntar poco a poco los flóculos; un mezclado demasiado intenso los rompe y raramente se vuelven a formar en su tamaño y fuerza óptimos. La floculación no solo incrementa el tamaño de las partículas del flóculo, sino que también aumenta su peso.

La floculación puede ser mejorada por la adición de un reactivo de floculación o ayudante de floculación.

3.3.2 SEDIMENTACIÓN DE PARTÍCULAS FLOCULENTAS

Partículas floculentas son aquellas producidas por la aglomeración de partículas coloides desestabilizadas a consecuencia de la aplicación de agentes químicos. A diferencia de las partículas discretas, las características de este tipo de partículas forma, tamaño, densidad sí cambian durante la caída.

Este tipo de sedimentación se presenta en la clarificación de aguas, como proceso intermedio entre la coagulación-floculación y la filtración rápida.

La sedimentación inducida es el tipo que se presenta en una planta de tratamiento y se logra en un tanque, llamado Sedimentador o Decantador, que se coloca a continuación del floculador y que permite la separación de las partículas floculentas que se forman en los procesos de coagulación y floculación.

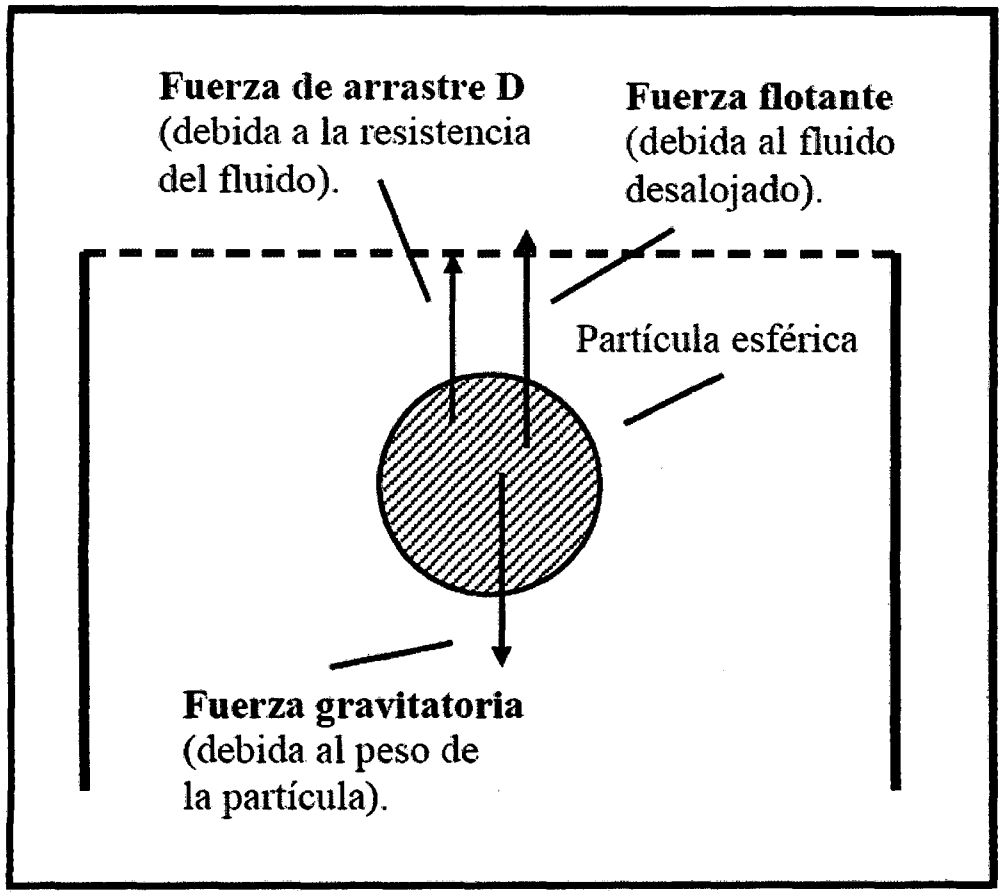
Las partículas floculentas adquieren su dimensión, forma y peso casi definitivos durante la floculación, de forma que su comportamiento en el sedimentador es muy similar al de las partículas discretas. Es por esto que los criterios para el diseño de los sedimentadores para agua coagulada se basan en la sedimentación de partículas discretas, fenómeno que trata de representar la Ley de Stokes.

3.3.2.1 SEDIMENTACION SIMPLE (ECUACIÓN DE NEWTON Y STOKES)

Si en un fluido en reposo de densidad ρ se coloca una partícula de masa m y densidad ρ_P, y la densidad de la partícula es mayor que la densidad del fluido, $\rho_p > \rho$ la partícula caerá a través del fluido por acción de la fuerza externa F_E. En condiciones normales, la fuerza externa que actúa sobre el sistema es la

fuerza de gravedad. Las fuerzas que actúan oponiéndose al movimiento de la partícula son la fuerza de flotación F_B y la fuerza de rozamiento F_D.

Fig. N° 15: Fuerzas que actúan sobre una partícula que sedimenta en un medio liquido bajo la acción de la gravedad



Fuente: procesos de separación I – UNAM

Según la figura N° 15, una partícula esférica situada en el interior de un fluido va a estar sometida a las siguientes fuerzas:

- Fuerza gravitatoria debida al peso de la partícula.
- Fuerza de Arquímedes o flotante, debida al volumen de fluido desalojado por la partícula.
- Fuerza de arrastre o resistencia que ofrece el fluido al avance de la partícula en su caída.

La ecuación del movimiento de dicha partícula será la siguiente:

$$\boxed{m \cdot g - m' \cdot g - D = m \cdot \frac{dv}{dt}} \quad \text{(Ec. 01)}$$

Siendo:

- m = Masa de la partícula esférica.
- m' = Masa del fluido desalojado.
- v = Velocidad de la partícula.
- g = Aceleración debida a la gravedad.

Cuando se alcance la velocidad límite o terminal la velocidad "**v**" se hará **constante** y por lo tanto la aceleración (**dv/dt**) será **nula**.

Si despejamos D de la expresión Ec. 01 nos queda la siguiente ecuación:

$$D = (m - m') \cdot g \quad \text{(Ec. 02)}$$

Pasamos las **masas** a **densidades** sabiendo que la masa de una esfera es:

$$m_{esfera} = \frac{\pi}{6} \cdot d^3 \cdot \rho \quad \text{; (d = diámetro)}$$

Por consiguiente tendremos que:

$$D = \frac{\pi}{6} \cdot g \cdot d^3 \cdot (\rho_s - \rho_f) \quad \textbf{(Ec. 03)}$$

Dónde:

- ρs = Densidad de la partícula sólida.
- ρf = Densidad del fluido.

Por otro lado, Stokes dedujo una expresión para la fuerza de arrastre (D) debida, fundamentalmente a la resistencia viscosa, siendo:

$$D = 3 \cdot \pi \cdot d \cdot \eta \cdot v \quad \textbf{(Ec. 04)}$$

Dónde:

- η = Viscosidad del fluido.
- *v* = Velocidad límite.

Igualando las expresiones 03 y 04:

$$3 \cdot \pi \cdot d \cdot \eta \cdot v = \frac{\pi}{6} \cdot g \cdot d^3 \cdot \left(\rho_s - \rho_f\right)$$

(Ec. 05)

Y despejando la velocidad límite (v):

$$v = \frac{g \cdot d^2 \cdot \left(\rho_s - \rho_f\right)}{18 \cdot \eta}$$

Ley de Stokes

(Ec. 06)

Sin embargo, Newton propuso que la fuerza de arrastre (D) era debida principalmente a la resistencia turbulenta:

$$D = 0.055 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot v^2 \cdot \rho_f$$

(Ec. 07)

Donde igualando esta expresión con la ecuación 03 y despejando la velocidad límite (**v**):

$$v = \sqrt{\frac{3 \cdot g \cdot d \cdot \left(\rho_s - \rho_f\right)}{\rho_f}}$$

Ley de Newton

(Ec. 08)

La Ley de Stokes es aplicable sólo a partículas inferiores a 50 µm.

La Ley de Newton se aplica a partículas superiores a 5 mm.

Las ecuaciones 06 y 08 se pueden simplificar y ponerse de la siguiente forma:

$$v = k_1 \cdot d^2 \cdot \left(\rho_s - \rho_f\right)$$

(Ec. 09)

$$v = k_2 \cdot \left[d \cdot \left(\rho_s - \rho_f \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$ (Ec. 10)

Siendo k1 y k2 constantes y denominando al término (ρs-ρf) como **densidad efectiva.**

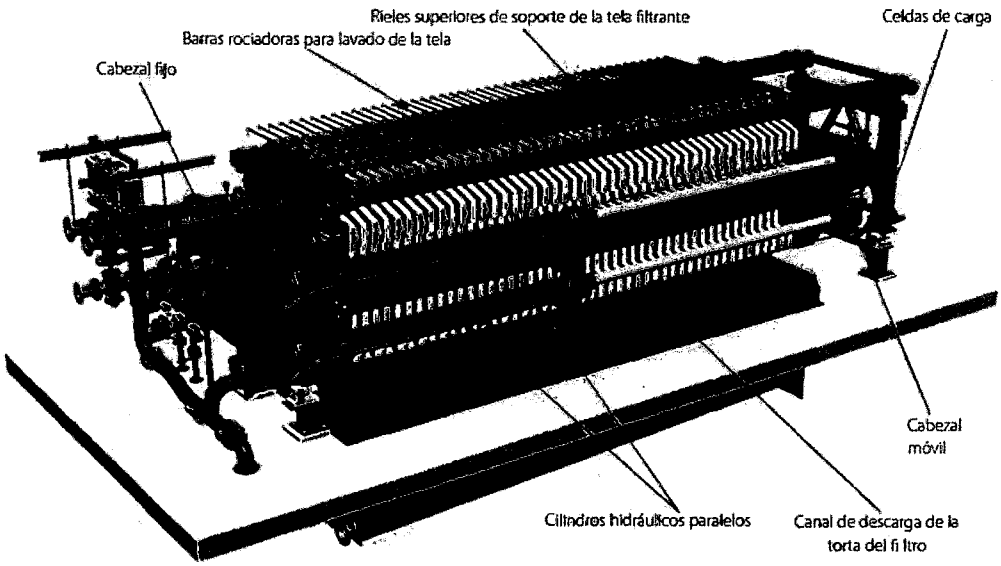
De las ecuaciones 09 y 10 se desprende lo siguiente:

- La velocidad límite de una partícula en un fluido va a depender únicamente de la densidad y de su diámetro.
- Dos partículas con la misma densidad, tendrá mayor velocidad límite aquella con diámetro mayor.
- Dos partículas con el mismo diámetro, tendrá mayor velocidad límite aquella con mayor densidad.

CAPITULO IV
FILTRO PRENSA

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA

Fig. N° 16: Filtro prensa



Fuente: técnicas de filtración S.A. TEFSA

La máquina es formada por una estructura metálica, compuesta de un cabezal fijo que contiene los cilindros y la central hidráulica, un cabezal fijo (llamado"de bastidor") y un cabezal móvil, que se desliza por debajo de la viga que sostiene el sistema de deslizamiento.

El cabezal móvil, que se desliza entre dos largueros que unen el cabezal fijo y el cabezal portacilindro, es empujado hacia adelante o tirado hacia atrás por la acción de 4 (cuatro) cilindros hidráulicos capaces de ejercer una fuerza muy elevada que puede mantener unidas unas con otras las placas de una serie, que constituyen los elementos de apoyo de las telas filtrantes. Los lodos son bombeados dentro de las cámaras y el líquido en el cual están suspendidos los lodos mismos es obligado a filtrarse a través de una serie de telas que cubren las paredes de las placas. La

conformación particular de las placas permite la alimentación de los lodos y la salida del filtrado a través de una serie de orificios practicados generalmente en el cabezal fijo.

Las cámaras formadas por las placas pueden tener espesores diferentes (generalmente de 25 a 40 mm) según las características de los lodos, composición química, densidad, coeficiente de capacidad de drenaje, tipo de telas aplicadas, tiempo del ciclo, etc.

4.2 FUNCIONAMIENTO Y USO

4.2.1 INTRODUCCIÓN

Los filtros-prensa son máquinas utilizadas para el bombeo y la posterior deshidratación de los lodos obtenidos. Con estas máquinas pueden tratarse lodos en estado líquido, es decir, mezclas de concentraciones más o menos altas de substancias orgánicas e inorgánicas con agua, que son recolectadas en los procesos de purificación.

4.2.2 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

En los filtros-prensa pueden introducirse lodos a alta presión en las cavidades (cámaras) existentes entre las placas.

Durante el ciclo de filtrado, las placas son presionadas firmemente las unas contra las otras por cilindros hidráulicos, de manera que se garantiza la estanqueidad respecto a la presión interna ejercida por los lodos. La presión de los lodos continúa hasta que el filtrado, pasando a través de las telas filtrantes, haya salido en cantidades tales que aseguren el grado de deshidratación necesario. En este momento, las placas se separan de manera que liberan el panel.

Así, el proceso descrito es un proceso discontinuo que prevé la sucesión de las etapas de:

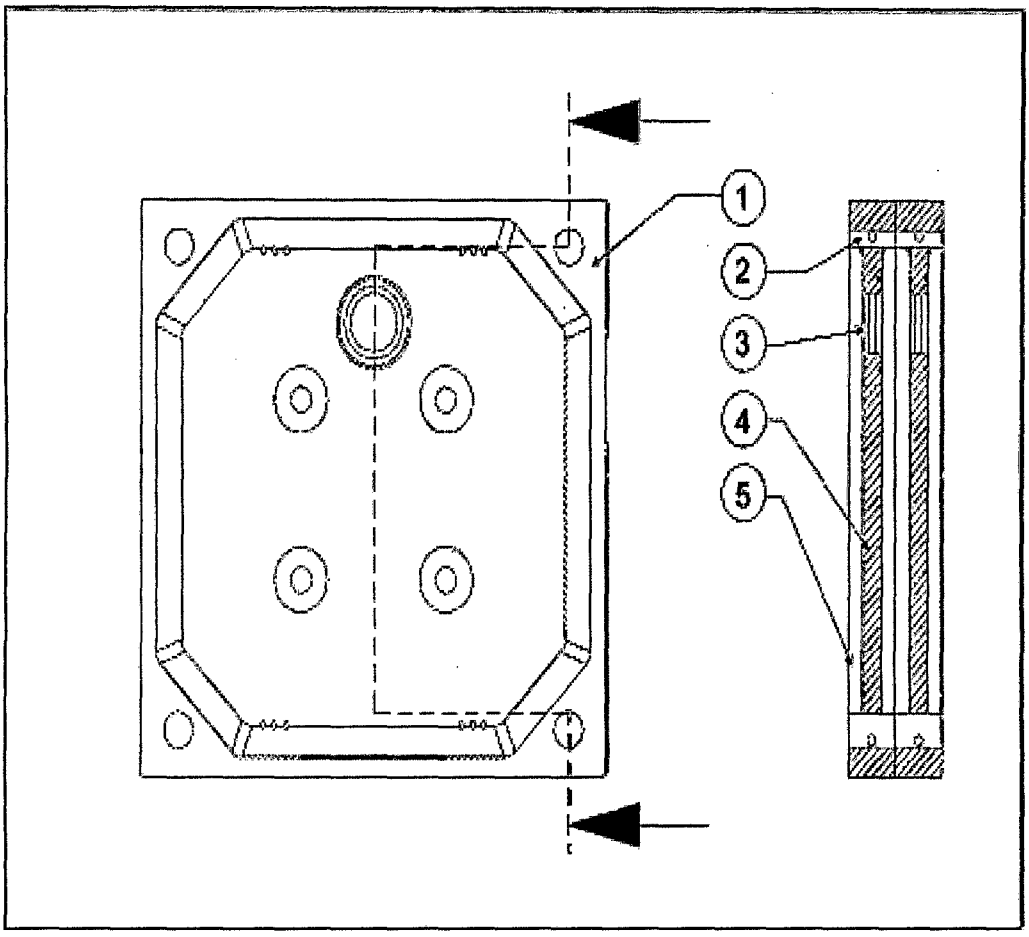
- Cierre del grupo de placas;
- Llenado de las cámaras formadas por las placas;
- Filtración y presurización;
- Abertura del grupo de placas;

- Separación del fango deshidratado (panel);
- Limpieza de las telas.

4.3 PLACAS

Las placas son los elementos rígidos cuyas caras están ahuecadas de tal manera que, uniéndolas unas con otras, se obtiene un espacio vacío llamado "cámara" con un espesor preciso, que se llenará de lodos durante la filtración.

Fig. N° 17: Placa



Fuente: manual DIEMME 2010

1) Placa moldeada con entrada de alimentación central;
2) Orificios de salida del filtrado;

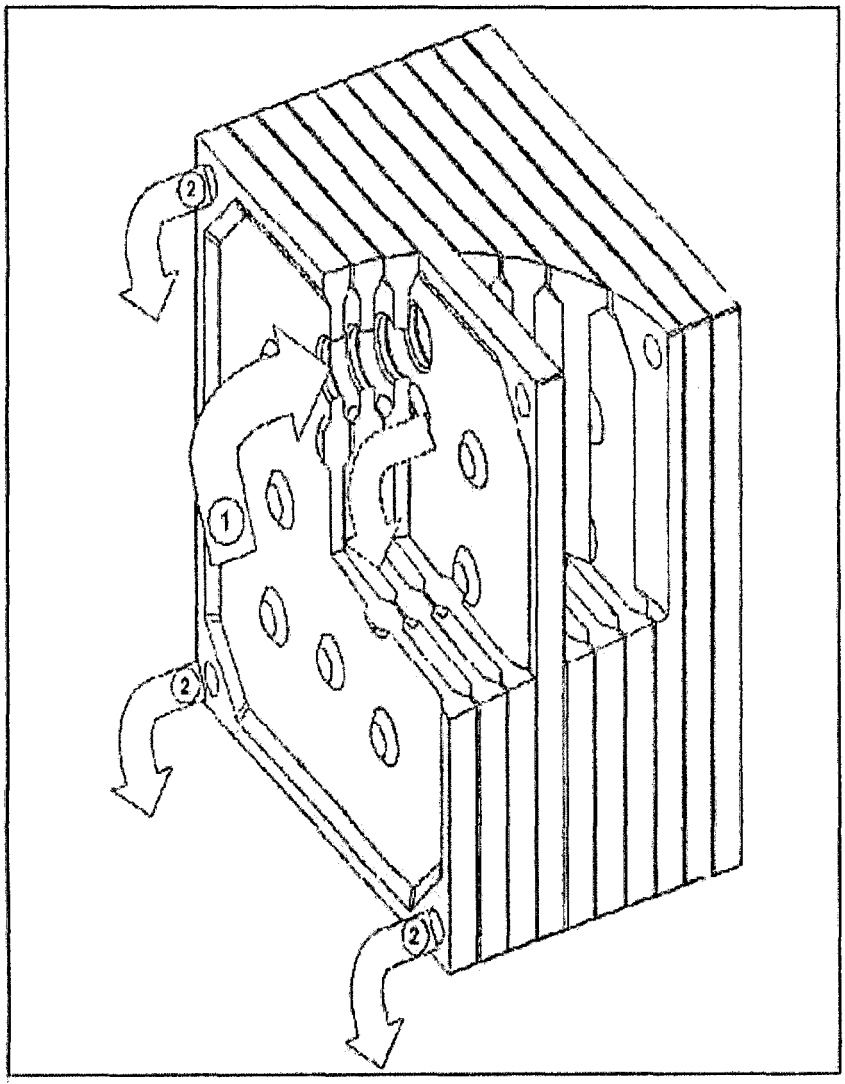
3) Orificio de alimentación de los lodos;

4) Alma de la placa;

5) Cámara.

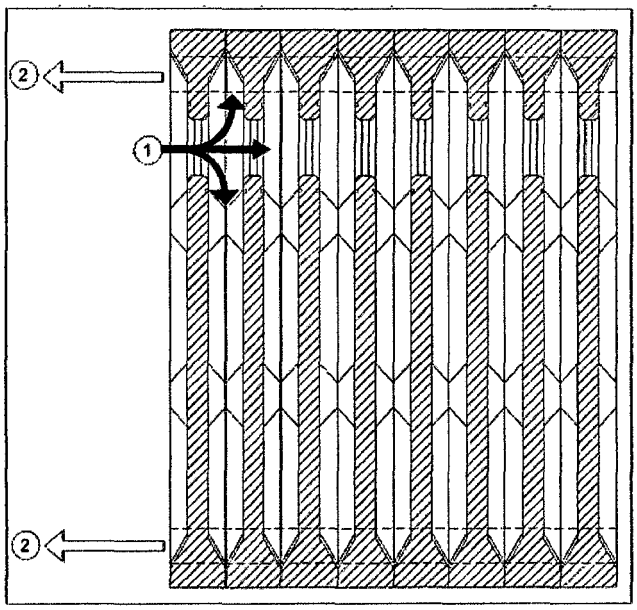
Sobre las placas se realiza una serie de orificios para el paso de los lodos y para la recuperación del líquido filtrado. Las superficies de las cámaras son corrugadas o marcadas de manera tal que el líquido filtrado puede fluir por detrás de las telas hacia los orificios de salida del filtrado.

Fig. N° 18: Esquema formación de placas para el proceso de filtrado



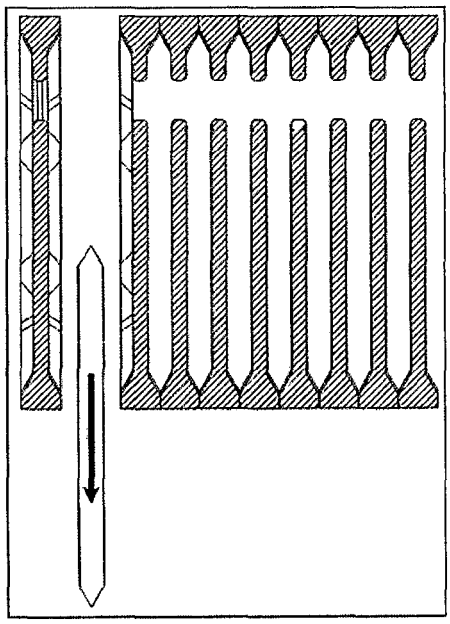
Fuente: manual DIEMME 2010

Fig. N° 19: Grupo - placas: Sección típica con panel formado (fase alimentación)"



Fuente: manual DIEMME 2010

Fig. N°20: Descarga del keke



Fuente: manual DIEMME 2014

En particular, es obligatorio atenerse a las siguientes indicaciones:

• El ciclo de filtración debe ser completado sin interrupciones;

Si se interrumpe la alimentación del filtro por periodos prolongados, el ciclo de filtración debe ser interrumpido y puede ser retomado sólo tras haber abierto el grupo de placas y hacer limpiado bien todos los elementos.

• Las cámaras de filtración deben ser llenadas de manera uniforme:

- La formación de la masa filtrada se debe producir de manera constante sobre las superficies filtrantes de los elementos filtrantes comunicados entre sí.
- La presión entre las cámaras debe ser uniforme

No se admiten presiones diferenciales entre las cámaras

• No se admite la variación de los parámetros de filtración con ciclo en marcha. Toda modificación del proceso (filtración del producto, acondicionamiento, presiones y temperaturas de trabajo, etc.) debe implicar la interrupción del ciclo de filtración en curso.

Al final del ciclo de filtración comprobar siempre que:

• El panel sea retirado completamente de las cámaras filtrantes y que los orificios de salida del filtrado estén bien limpios.

• El colector de alimentación central de cada placa esté completamente limpio.

• Las telas filtrantes no estén dañadas.

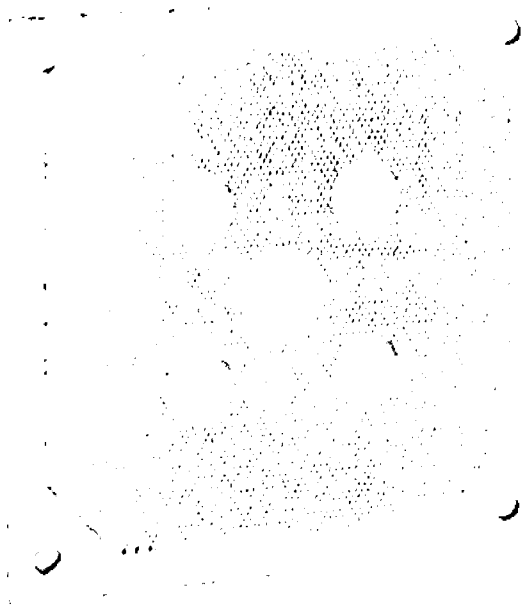
4.3.1 PLACAS FILTRANTES RÍGIDAS O DE CÁMARA

Las placas filtrantes Rígidas o de Cámara constituyen un equipo económico y eficiente para procesos de filtración con bajas exigencias en cuanto a contenidos de materia seca. Se utilizan en ejecución estanca cuando en la filtración deben evitarse absolutamente los goteos y vapores.

4.3.2 PLACAS FILTRANTES DE MEMBRANA

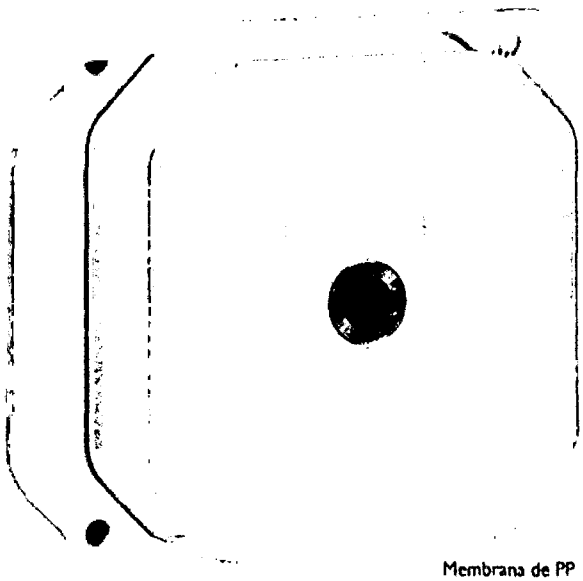
A diferencia de las placas filtrantes de cámara, las placas filtrantes de membrana tienen una superficie filtrante flexible (membrana). Mediante la aportación de un fluido de presión (p.ej. aire comprimido o agua) por detrás de las membranas flexibles, se mueven éstas en dirección a la cámara del filtro. Las tortas en la cámara del filtro resultan entonces sometidas a escurrido por toda la superficie.

Fig. N° 21: Placa rigida



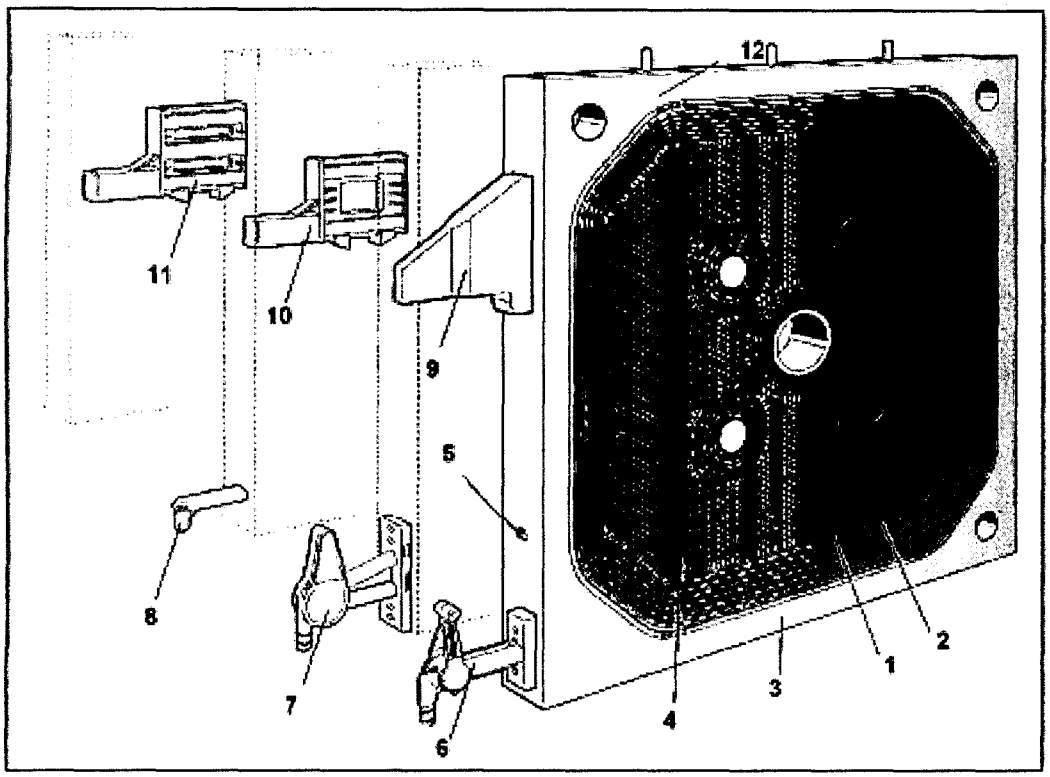
Fuente: manual DIEMME 2010

Fig. N° 22: Placa membrana



Fuente: manual DIEMME 2014

Fig. N° 23: Esquema de placa al detalle



Fuente: manual DIEMME 2010

1	Alimentación central (canal de suspensión o de producto a filtrar)	7	Grifo selector
2	Soporte distanciador	8	Salida abierta/Tubo acodado abierto
3	Borde de estanqueidad	9	Soporte de accionamiento mecánico
4	Superficie filtrante (superficie de drenaje)	10	Empuñadura de dos tornillos
5	Conexión individual para fluido de prensado	11	Empuñadura de tres tornillos
6	Grifo de salida	12	Guía de la tela

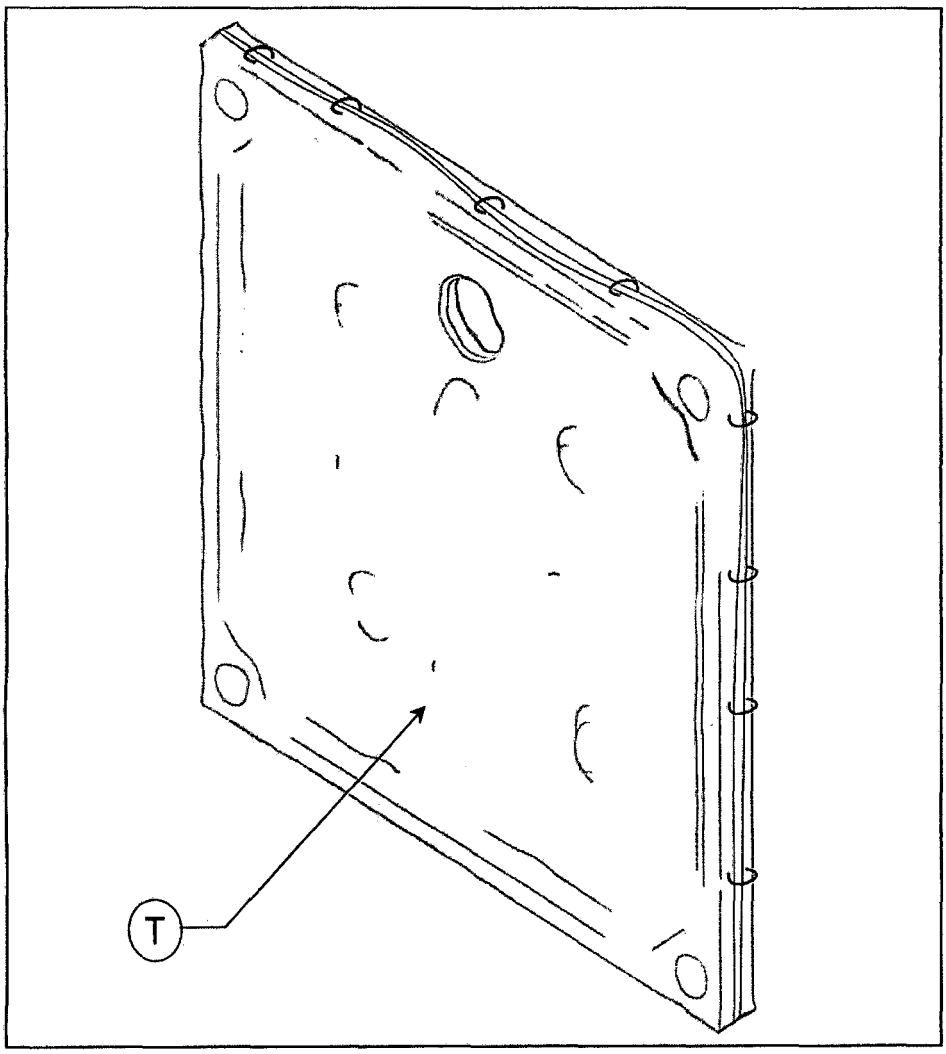
4.4 TELAS

A través de las telas (T), el líquido es separado de la parte sólida que permanece en el interior de la cámara.

Las telas están hechas de tejidos especiales, estudiados en función de las características de los lodos que se deben filtrar, de la permeabilidad, de la resistencia mecánica, de la facilidad de desprendimiento del panel, de la resistencia a la temperatura, etc.

La forma de éstas es especial, ya que deben ajustarse correctamente a la forma de la placa, y están sujetas a la misma mediante una serie de ataduras o fajas.

Fig. N° 24: Tela filtrante



Fuente: manual DIEMME 201

4.5 CICLOS Y/O ETAPAS DEL FILTRO PRENSA

4.5.1 CIERRE DEL FILTRO

La unidad hidráulica desplaza la placa móvil a través de los cilindros hidráulicos laterales, juntando las placas y manteniendo las cámaras cerradas con una presión de 250 bares.

Fig. N° 25: Filtro prensa cerrado

Fuente: CMCHSMSAC-2012

4.5.2 ALIMENTACIÓN

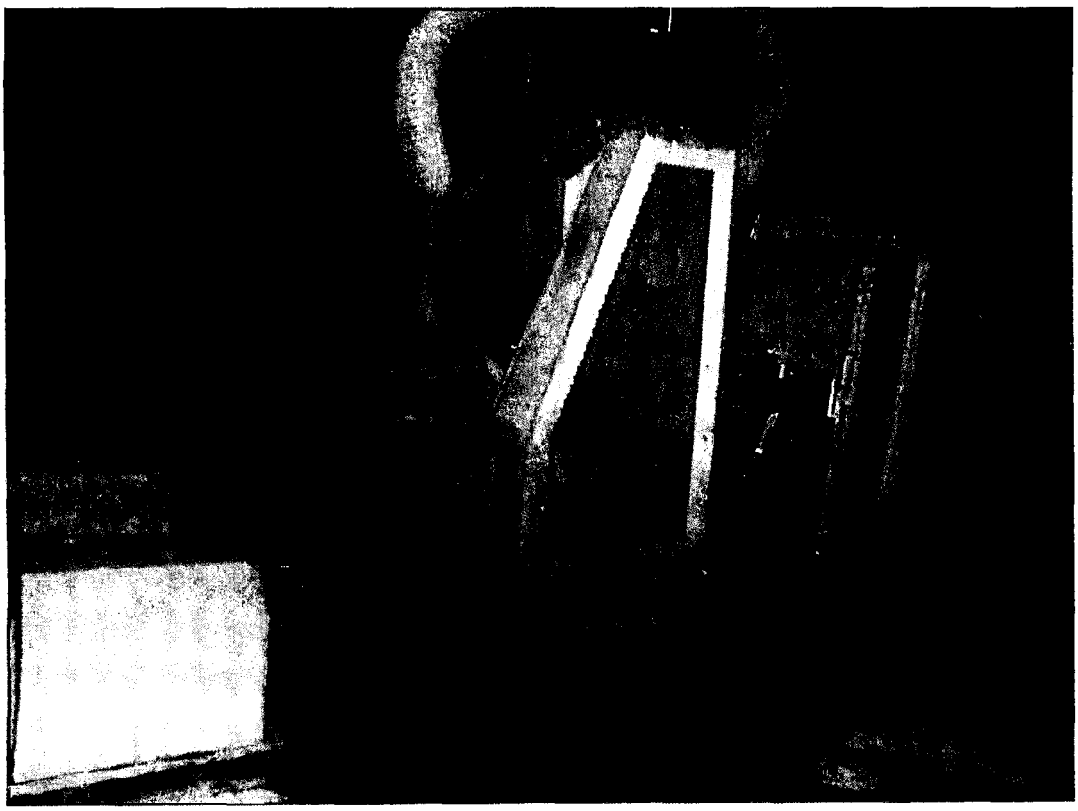
El relave del producto de la flotación en pulpa ingresa al filtro prensa impulsada por la bomba de alimentación y por la apertura de las válvulas de control de proceso.

En esta etapa, los sólidos contenidos en la pulpa son retenidos al interior de las cámaras y son comprimidos por acción de la bomba de alimentación hasta una presión de 5.5 bar. El líquido contenido en la pulpa es forzado a salir a través de

los medios filtrantes (lonas de polipropileno) siendo guiados hacia los canales internos. Cuide que las cámaras filtrantes se carguen de manera uniforme, es decir:

- La formación de la torta de filtrado debe ser constante sobre la superficie de filtrado de todos los elementos filtrantes.
- Una presión diferencial entre las cámaras no es admisible. Las deformaciones de los elementos filtrantes son frecuentemente una consecuencia de tales presiones diferenciales.
- La presión diferencial puede deteriorar o destruir los elementos filtrantes.
- El filtrado debe realizarse sin interrupciones hasta el final. Dentro de un ciclo de filtrado no está permitido cambiar de modo operativo sin haber descargado la torta.

Fig. N° 26: Bombas de alimentación de lodos



Fuente: CMCHSMSAC-2013

4.5.3 PRESURIZACIÓN DE LAS MEMBRANAS

Se introduce aire o agua a presión de 8 bares al interior de las membranas para comprimir las tortas en el interior de las cámaras así forzar al líquido a salir a través del medio filtrante. Esto se produce con la apertura de la válvula 11 y cierre de la válvula 12 (ambas válvulas son de función inversa; es decir, si una abre la otra cierra y cuyos actuadores neumáticos son de simple efecto).

Las membranas permanecerán presurizadas durante el resto de las etapas de secado.

Para asegurar una vida útil óptima de la membrana, la carga de sólidos de las cámaras filtrantes se deberá dimensionar de manera que los espesores finales de la torta no bajen de los valores mínimos indicados (3mm).

El cumplimiento de los espesores finales mínimos de la torta es forzosamente necesario, pues, de lo contrario, no es posible excluir deterioros de las membranas.

4.5.4 EXPULSIÓN COLECTOR

En los casos en los que es importante evitar que una mínima parte de los lodos todavía parcialmente líquidos se mezcle con el panel prensado, se instala (generalmente cerca del cabezal móvil) una válvula automática que introduce aire en el colector principal de los lodos, a través de la tubería articulada de la doble alimentación (si está presente) o mediante una tubería especial flexible montada bajo una válvula automática

En el extremo opuesto se abre simultáneamente una válvula servo controlada (que puede ser la misma que la utilizada para la despresurización) para permitir la expulsión de los lodos semidensificados todavía presentes en el interior del colector principal.

4.5.5 INYECCIÓN DE AIRE

En los casos en que sea necesaria una deshidratación impulsada del panel, las placas filtrantes tienen orificios cruzados especiales, que hacen que una fuerte corriente de aire pueda atravesar el espesor del panel para extraer parte de la humedad residual. El consumo de aire comprimido es más o menos alto, por lo que se usa esta aplicación solamente en casos excepcionales.

Fig. N° 27: Compresoras de aire

Fuente: CMCHSMSAC-2014

4.5.6 DESPRESURIZACIÓN DE LAS MEMBRANAS

En esta etapa se permite que el aire o agua retenida en las membranas salga al exterior dejándolas sin presión.

4.5.7 PRE-APERTURA

La unidad hidráulica ejecuta una pre-apertura de las placas para que se produzca un goteo de residuos de líquido.

4.5.8 APERTURA DE LA COMPUERTA DE DESCARGA

La unidad hidráulica acciona los dos pistones de compuerta para la apertura permitiendo la caída libre de las tortas.

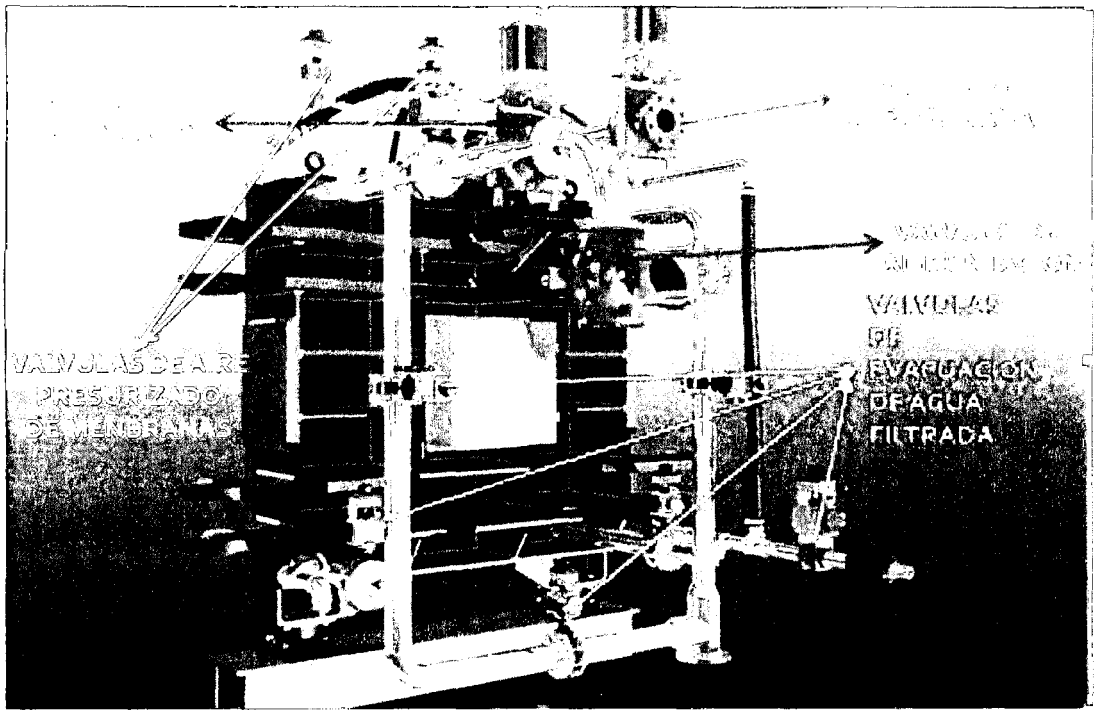
4.5.9 APERTURA DEL FILTRO

La unidad hidráulica extenderá los cilindros hidráulicos laterales, dejando la placa móvil y con ella las placas filtrantes que están unidas entre ellas, permitiendo que las tortas formadas en el interior de cada cámara caigan a la cancha de concentrado.

4.5.10 CIERRE DE LA COMPUERTA

La compuerta es cerrada para evitar que el agua en la etapa de lavado de lonas caiga en la cancha de concentrado.

Fig. N° 28: Esquema de filtro prensa



Fuente: manual CIDELCO

4.5.11 LAVADO AUTOMÁTICO DE LAS TELAS

Así se denomina la etapa automática de lavado de las telas filtrantes. Esta etapa se desarrolla periódicamente para mantener íntegras las características de permeabilidad de las telas.

Esta etapa requiere la preparación de un equipo especial que se monta longitudinalmente sobre el filtro, y de una bomba para alta presión (generalmente a 50 bares).

Es conveniente lavar las telas filtrantes, de manera automática o manual, en el caso que:

- Se note una prolongación de la duración de los ciclos de filtración; no ocasionado por problemas de proceso o a tipos de trabajo particulares;
- Se active una alarma de desalineación del cabezal móvil;
- Se obtengan resultados de trabajo insuficientes;
- Se alcance la presión de compactación en tiempos demasiado breves

Cuando se realiza un lavado de las telas, se sugiere controlar la presencia eventual de lodos entre la tela y la superficie de la placa.

Estos lodos son especialmente engañosos, ya que no se ven durante la separación de los paneles, pero una acumulación eventual de los mismos puede causar la desalineación del grupo de placas durante la compactación, con riesgos de sobrecargas y posibles desviaciones.

A) Colector de alimentación

Antes de iniciar una nueva filtración, comprobar que el orificio colector esté completamente libre. Una limpieza inapropiada puede perjudicar la calidad de las filtraciones siguientes y provocar daños permanentes al grupo de placas, debido al llenado no uniforme de las cámaras de filtración.

B) Intervalos de lavado

Es difícil establecer a priori cuándo hay que limpiar las telas, ya que la acumulación de suciedad y la obstrucción dependen de múltiples factores, en particular:

- La composición del lodo;
- El tipo de telas. Generalmente, las telas muy resistentes duran más tiempo, pero tienen una superficie más bien tosca que tiende a retener la suciedad. Las telas más finas, con el riesgo de que duren menos, generalmente tienen una superficie más lisa y el lodo se engancha menos.

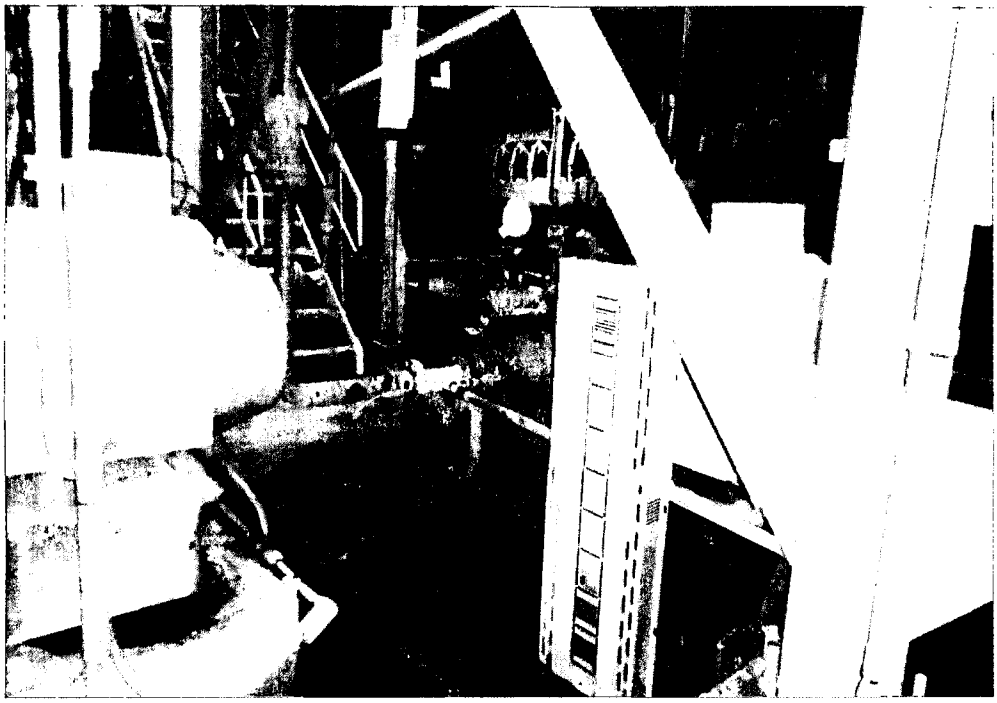
El dispositivo de lavado automático robotizado de alta presión evidencia todos estos inconvenientes haciendo que la operación sea automática, uniforme, rápida y sobre todo evita riesgos para el personal encargado, ya que la

operación se puede controlar a una determinada distancia, interviniendo sólo en las fases preparatorias y conclusivas, o en caso de emergencia.

C) Bomba de alta presión para agua de lavado de telas

El agua por utilizar debe estar libre de impurezas (arena, barro, arcilla) que pudieran en poco tiempo tapar las boquillas y perjudicar la eficiencia del lavado. La bomba está precedida por un filtro en Y, sobre el cual puede ser instalado un presostato, que garantiza la presencia de un desnivel de presión mínimo en aspiración.

Fig. N°29: Bomba de alta presión



Fuente: CMCHSMSAC-2014

4.6 SUSTITUCIÓN DE LAS TELAS FILTRANTES

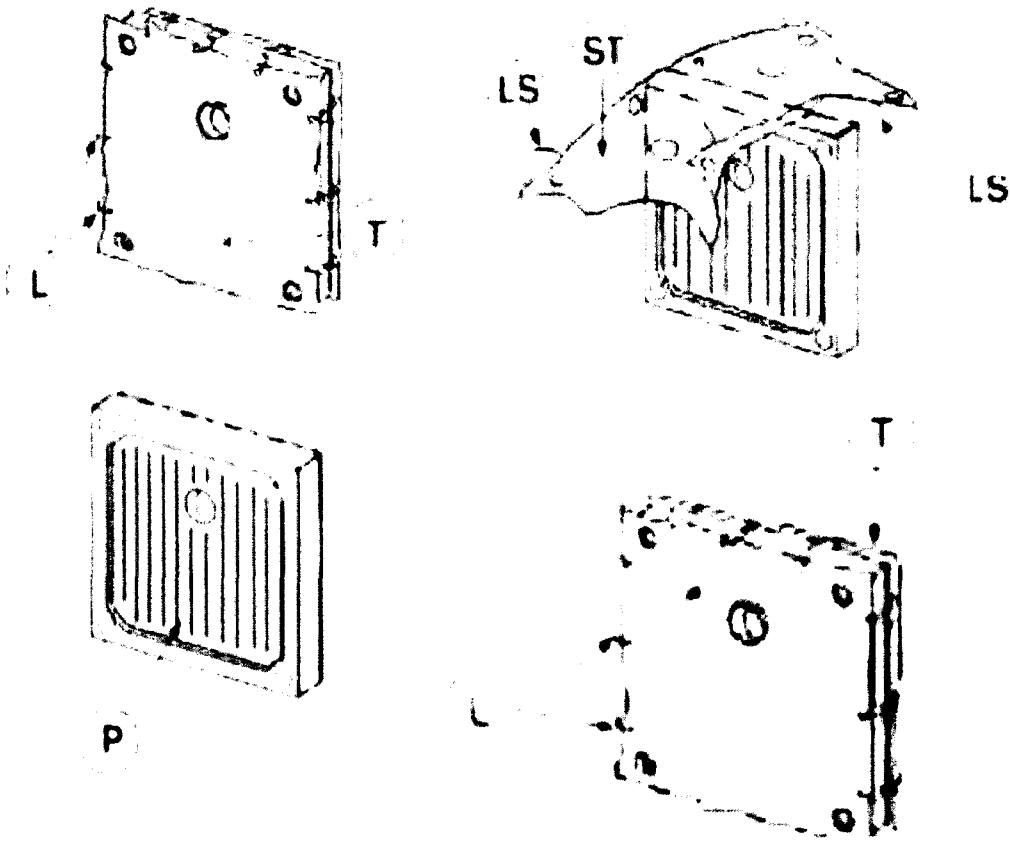
Cuando, después de tirones, atascamientos o desgaste del soporte filtrante se presenta la necesidad de sustituir las telas y las subtelas. Está terminantemente prohibido realizar la operación de sustitución de las telas y de las subtelas con las placas aún montadas en el filtro. Estas operaciones se deben realizar con las placas desmontadas de su lugar de funcionamiento habitual, y depositadas en el suelo o sobre una plataforma estable y de dimensiones considerables, de manera que se

garantice la maniobrabilidad descrita sin correr el riesgo de que el operario o la misma placa se desequilibren o caigan.

Para realizar la operación de sustitución de las telas es necesario seguir las indicaciones proporcionadas a continuación para evitar montajes erróneos que puedan perjudicar el funcionamiento correcto de la máquina.

- Quitar los lazos (L) de fijación de la tela (T) que deben substituirse;
- Quitar la tela (T) que debe substituirse.
- Colocar la tela, fijar con cintas de tal manera que quede tensa

Fig. N° 30: Cambio de telas filtrantes



Fuente: manual DIEMME 2010

4.7 DIAGNOSIS Y BUSQUEDA DE FALLAS

Los inconvenientes, causas y soluciones se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 04: Inconvenientes, causas y soluciones

Inconvenientes	Causa	Soluciones
Proceso de filtración ineficaz.	Telas filtrantes obstruidas	Efectuar un ciclo de lavado de las telas filtrantes.
	Telas filtrantes dañadas	Sustituir las telas filtrantes dañadas.
La presión disminuye rápidamente	Posibles pérdidas en las juntas de estanqueidad.	Controlar el desgaste de las juntas de estanqueidad y, si fuera necesario, sustituir las juntas dañadas.
El filtro no cierra el grupo de placas a 300 bar	Desalineación del cabezal móvil	Telas o placas sucias. Realizar un ciclo de lavado y realizar una limpieza profunda de las placas y del colector de alimentación
	Defecto de funcionamiento de la central oleodinámica	Realizar un control completo de la central hidráulica, del nivel de aceite y de los filtros
Ciclos de filtración muy prolongados (no imputables al proceso)	Telas filtrantes obstruidas	Realizar un ciclo de lavado de las telas filtrantes
	Defecto de funcionamiento de la bomba de alimentación	Realizar un control completo de la bomba de alimentación de lodos.

Fuente: manual DIEMME 2010

Biblioteca Cs. Ingenierías - Hemeroteca - Universidad Nac. San Agustín

4.8 FALLO DE SERVICIO Y SUS CAUSAS

A continuación se presenta una lista de posibles fallos de servicio y sus causas.

FALLO	CAUSA
Espesor irregular de la torta	⊏Llenado excesivo o insuficiente de las cámaras ⊏Presión de filtrado incorrecta ⊏Presiones diferenciales entre las cámaras ⊏El medio de escurrido no puede escapar ⊏Canales de alimentación obstruidos ⊏Salidas de filtrado obstruidas ⊏Salidas de filtrado obstruidas por la tela ⊏Telas de filtrado parcialmente ciegas ⊏Telas de diferente calidad ⊏Variaciones en la composición de la suspensión
Escurrido deficiente de las tortas de filtrado	⊏Fallo en la instalación de escurrido ⊏Presión de escurrido demasiado baja ⊏Tiempo de escurrido demasiado corto ⊏Torta de espesor excesivo
Defectos frecuentes de las telas filtrantes	⊏Tela de material inapropiado ⊏Resistencia insuficiente de la tela ⊏Ataque químico ⊏Abrasión causada por sólidos en el filtrado
Fugas en algunas cámaras	⊏Bordes de estanqueidad sucios ⊏Arrugas de la tela en el borde de estanqueidad ⊏Telas de filtrado parcialmente nuevas ⊏Deterioros en el borde de estanqueidad de los elementos filtrantes o de la tela filtrante ⊏Presión de cierre de la prensa errónea
Fugas en todas las camaras	⊏Deficientes propiedades de estanqueidad de las telas ⊏Error geométrico del filtro-prensa ⊏Fuerza de cierre demasiado baja ⊏Restablecimiento de presión insuficiente por el grupo hidráulico
Bordes de estanqueidad	⊏Relleno excesivo de las cámaras ⊏Fuerza de cierre excesiva ⊏Fuerza de cierre no correspondiente a la presión de servicio/temperatura de servicio ⊏Temperatura excesiva ⊏Ensuciamiento de los bordes de estanqueidad ⊏Apoyo deficiente de la placa frontal/terminal

Fuente: manual DIEMME 2014

4.9 DATOS Y CARACTERISTICAS TECNICAS FILTRO DIEMME

4.9.1 PARÁMETROS Y LÍMITES DEL USO

Cuadro N°05: Parámetro y límites de uso

Datos tecnicos	
Dimensión de las placas	2000x2000
Material de placas	POLIPROPILENE
Material de membrana	EDPM
Grueso de la torta antes de exprimir	26 mm
Área de filtración	3,6 m^2
Presión máxima de filtración	7 bar
Caudal máxima de filtración	60 m^3/h
Medio del lavado de la torta	Agua
Temperatura del lavado de la torta	60 °C
Presión de funcionamiento durante el lavado de la torta	6 BAR
Medio de exprimidura de la torta	Agua
Presión de exprimidura de la torta	15 bar
Temperatura de exprimidura de la torta	60 °C
Lavado tela alta presión	Si
Material de las Lonas	Polipropileno CM-361
Cámaras	99 cámaras
Placas con Membrana	50 Placas
Placa tipo Cámara	49 Placas
Medias Placas de Cabeza	01 Placa
Medias Placas de Cola	01 Placa

Fuente: CMCHSMSAC- 2014

DIMENSIONES DEL FILTRO

Largo : 25,201 mm.

Ancho : 3,220 mm.

Altura : 3,840 mm.

Peso aprox. : 55,000 Kg.

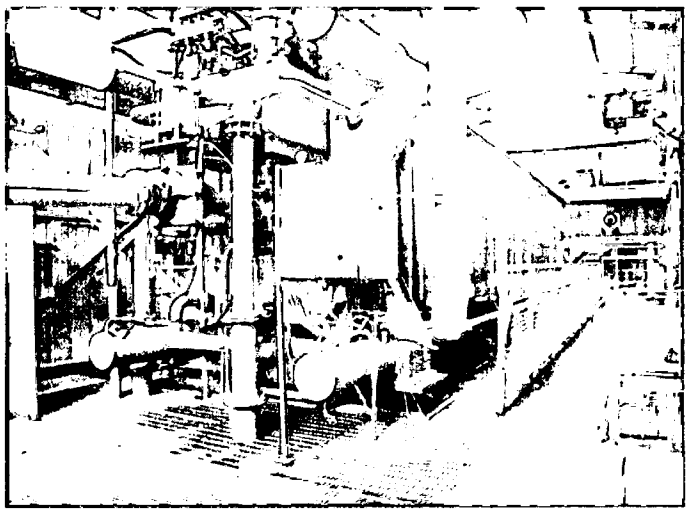
4.9.2 TIEMPO Y ETAPAS DE UN CICLO

Cuadro N° 06: etapas de un ciclo

	ETAPAS DE UN CICLO	Tiempo / seg
1	Cierre con los cilindros hidráulicos(cierre de filtro)	90
2	Presurizado de filtro - 250 bar.	35
3	Alimentación 4 min. (bombeo)	240
4	Compactación	660
5	Presurización de las membranas -9 bares.	300
6	Limpieza de canal de alimentación.	30
7	Despresurización de membranas.	50
8	Despresurizado de filtro - goteo	40
9	Abrir compuerta	20
10	Abrir filtro para descarga	150
11	Cerrar compuerta	20
13	Cerrar filtro	150
	Duración total del ciclo / minutos	29.75

Fuente: CMCHSMSAC- 2014

Fig. N° 31: Filtro prensa DIEMME



FUENTE: CMCHSMSAC- 2014

4.10 FILTRO PRENSA CIDELCO

4.10.1 DATOS TECNICOS

Cuadro N° 07: datos filtro prensa CIDELCO

DATOS GENERALES	
Tipo	: Placas Mixtas (membranas y rígidas)
Modelo	: FPC-CLMX-60/2000/32/7098
Operación	: Estacionaria
DIMENSIONES DEL FILTRO	
Largo	: 13,806 mm.
Ancho	: 3,220 mm.
Altura	: 3,480 mm.
Peso aprox.	: 48,000 Kg.
PAQUETE DE PLACAS:	
Marca	: LENSER (Alemania)
Tamaño	: 2000 x 2000 mm.
Material de las Lonas	: Polipropileno P-530CC
Cámaras	: 60 Cámaras
Placas con Membrana	: 30 Placas
Placa tipo Cámara	: 29 Placas
Medias Placas de Cabeza	: 01 Placa
Medias Placas de Cola	: 01 Placa

FUENTE: CMCHSMSAC- 2014

4.10.2 DATOS DE OPERACIÓN Y PROCESO

Cuadro N° 08: Datos de operación

Datos de operación	
Tipo de producto	: Relave de Flotación en Pulpa
Sólido seco a Producir	: 600 TMSD
PH	: 9 - 10
Temperatura de Trabajo	: 5 °C a 28 °C
Densidad ideal de la Pulpa	: 1.500 Kg/L a 1.900 Kg/L
% de sólidos en el Pulpa	: 69%
Número de cámaras	: 60
Espesor Inicial de la torta	: 40 mm.
Espesor de torta después de aplicar el Inflado de Membranas	: 32 mm.
Duración de 1 Ciclo de Filtración	: 20.6 min/ciclo
Cantidad de ciclos / día	: 60
Presión de Trabajo	: 8.0 bar
Presión de aire de Secado	: 5.0 bar
Presión de Alimentación	: 5.5 bar

FUENTE: CMCHSMSAC- 2014

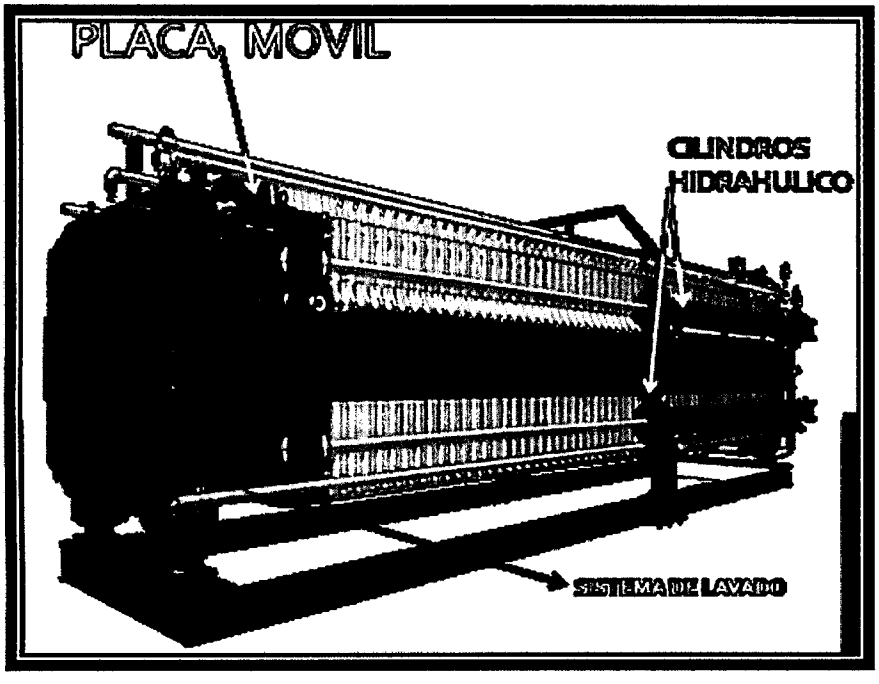
4.10.3 TIEMPO Y ETAPAS DE UN CICLO

Cuadro N° 09: Etapas y tiempo de un ciclo

Etapa de un ciclo	Tiempo - seg.
1.- Cierre con los cilindros hidráulicos	90
2.- Presurizado de filtro	70
3.- Alimentación	605
4.- Presurizado de membrana	155
5.- Limpieza de canal	35
6.- Despresurizado de membrana	35
7.- Despresurizado de filtro	25
8.- Abrir compuerta	21
9.- Descarga	94
10.- Cerrar compuerta	18
11.- Cierre del filtro	90
Tiempo totaldel ciclo en minutos	20.6

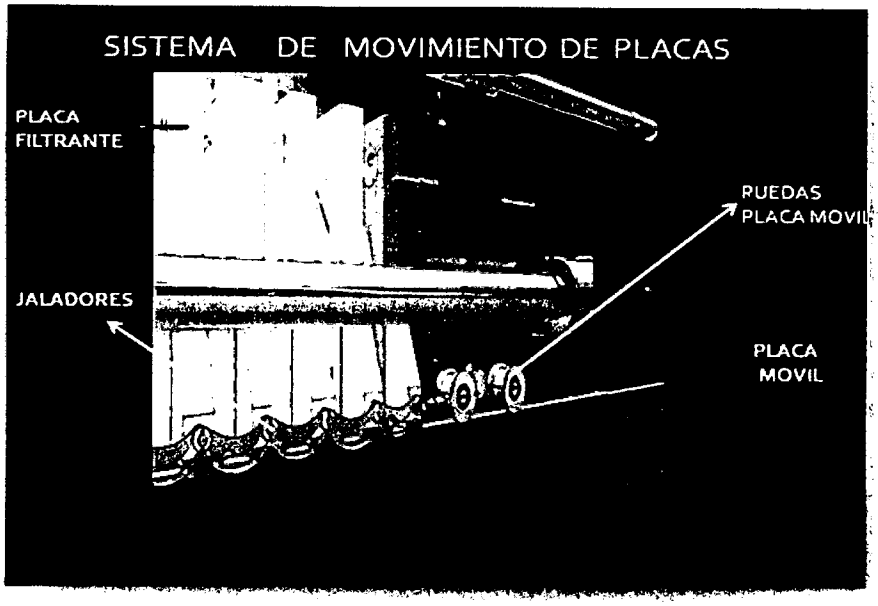
Fuente: CMCHSAC – 2014

Fig. N° 32: Esquema filtro prensa CIDELCO



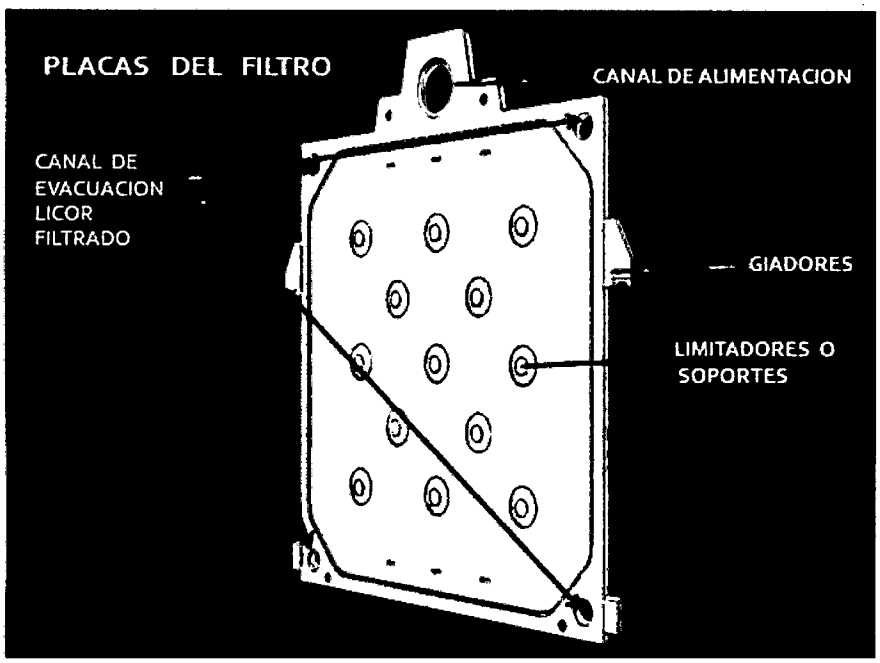
Fuente: manual CIDELCO-2010

Fig. N° 33: Sistema de movimiento de placas



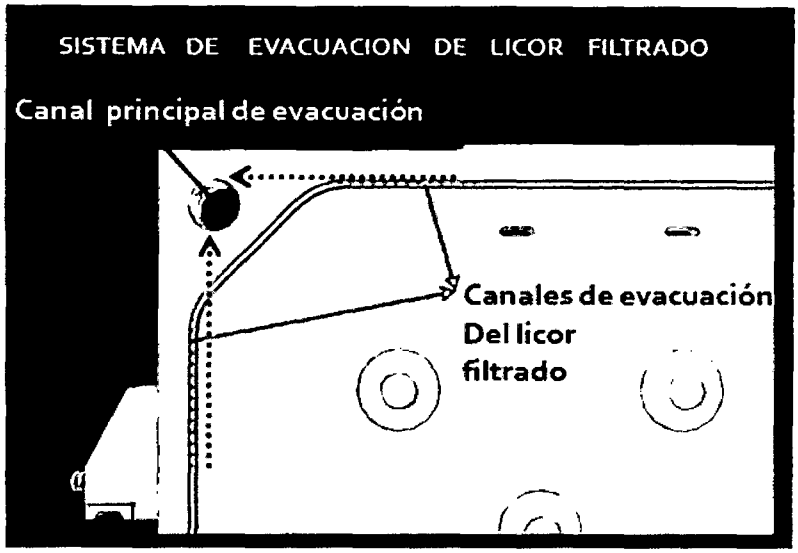
Fuente: manual CIDELCO-2010

Fig. N° 34: Esquema de placa



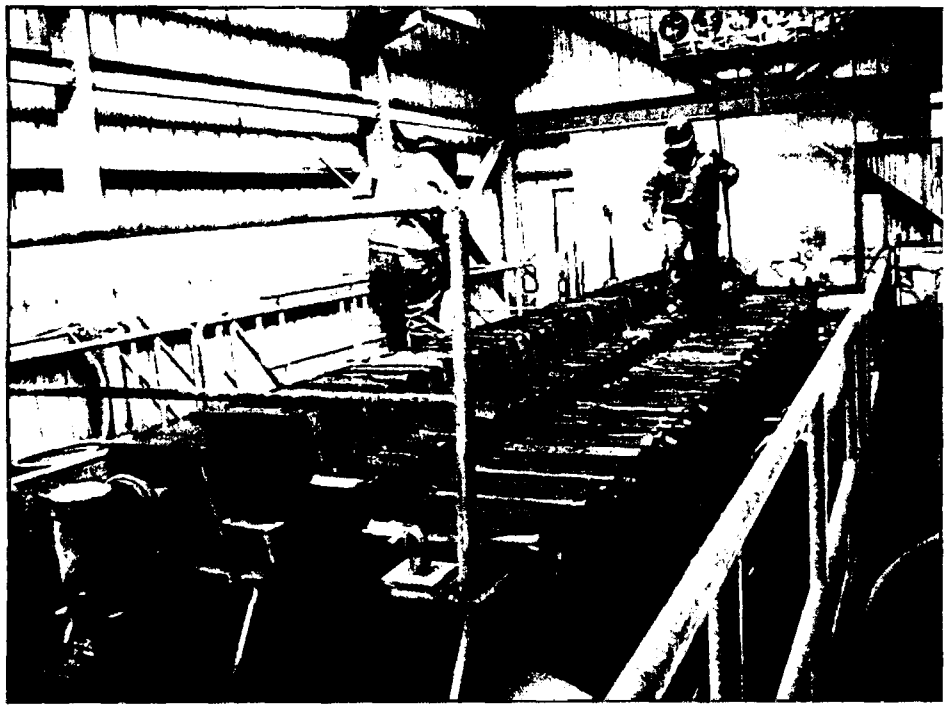
Fuente: manual CIDELCO-2010

Fig. N° 35: Sistema de evacuación de licor filtrado



Fuente: manual CIDELCO-2010

Fig. N° 36: Filtro CIDELCO



Fuente: manual CIDELCO-2010

CAPITULO V

PROCESO DE RECIRCULACIÓN DEL AGUA Y DISPOSICION DE RELAVES

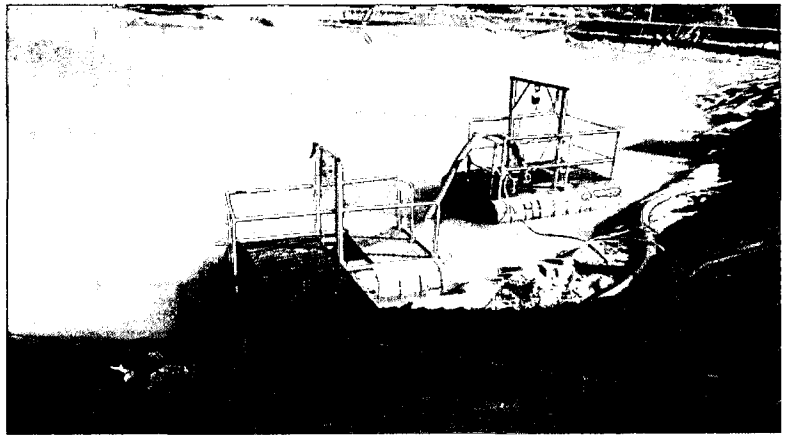
5.1 PROCESO DE RECIRCULACION DEL AGUA

El agua fresca sirve para compensar las pérdidas de agua en el concentrado, por evaporación. El agua, como parte del relave, va hacia la planta de filtrado de relaves, ubicada aguas debajo de la planta de beneficio, con el objetivo de ser recuperada.

El agua recuperada de los Ultrasep se bombea con bombas Hidrostal 80-315 hacia una poza de concreto armado de 600 m^3 de capacidad (tanque de agua recirculada para proceso) en la zona de Balanza, el agua retorna por gravedad desde la poza hacia la planta de beneficio para ser re-usada en el proceso metalúrgico.

El exceso de agua de los Ultraseps que no fue bombada por las bombas 80-315 es enviado al depósito de Relaves N° 7, aquí y a través de una bomba sumergible FLYGT 2340 el agua es recuperada hacia la Poza N° 3 de 90 m^3 de capacidad.

Fig. N° 37: Cancha N° 07



Fuente: CMCHSMSAC – 2014

Desde la poza N° 3 se impulsa el agua a través de una bomba Hidrostal 50-250 y 124-400 hacia el tanque de concreto de 600 m^3 de capacidad en la zona de balanza (tanque de agua recirculada para proceso). Desde allí, el agua retorna por gravedad a la planta de beneficio,

Se debe mencionar que las aguas recuperadas del patio de transferencia también son enviadas al depósito de relaves N° 7 para su decantación y posterior reciclado.

5.2 PROCESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

CATALINA HUANCA ha implementado la planta de tratamiento de aguas residuales industriales con una capacidad de 15 m^3/h. Esta planta opera de forma intermitente y cuando el requerimiento de agua clara, para el lavado de las lonas de los filtro prensa, lo requiera. Asimismo, la planta opera cuando los requerimientos de agua tratada sean requeridos por la planta de beneficio, así se podrá disminuir o evitar el uso de agua fresca. En caso excepcional y cuando las operaciones lo requieran, las aguas de operación podrán ser tratadas y vertidas al río Mishca (CATALINA HUANCA cuenta con la autorización de vertimiento respectiva), por ejemplo cuando hay un exceso de agua en el depósito de relaves N° 7 por lluvias de temporada.

Cuadro N° 10: Parámetros de entrada

Parámetros de diseño - Entrada	
Naturaleza del fluido	Licor de filtrado
Gravedad específica	1,01
Sólidos	80 ppm
pH	6,5 – 8
Caudal a tratar	15 m3/h
Velocidad de flujo	8 m3/h-m2

Fuente: CMCHSMSAC – 2014

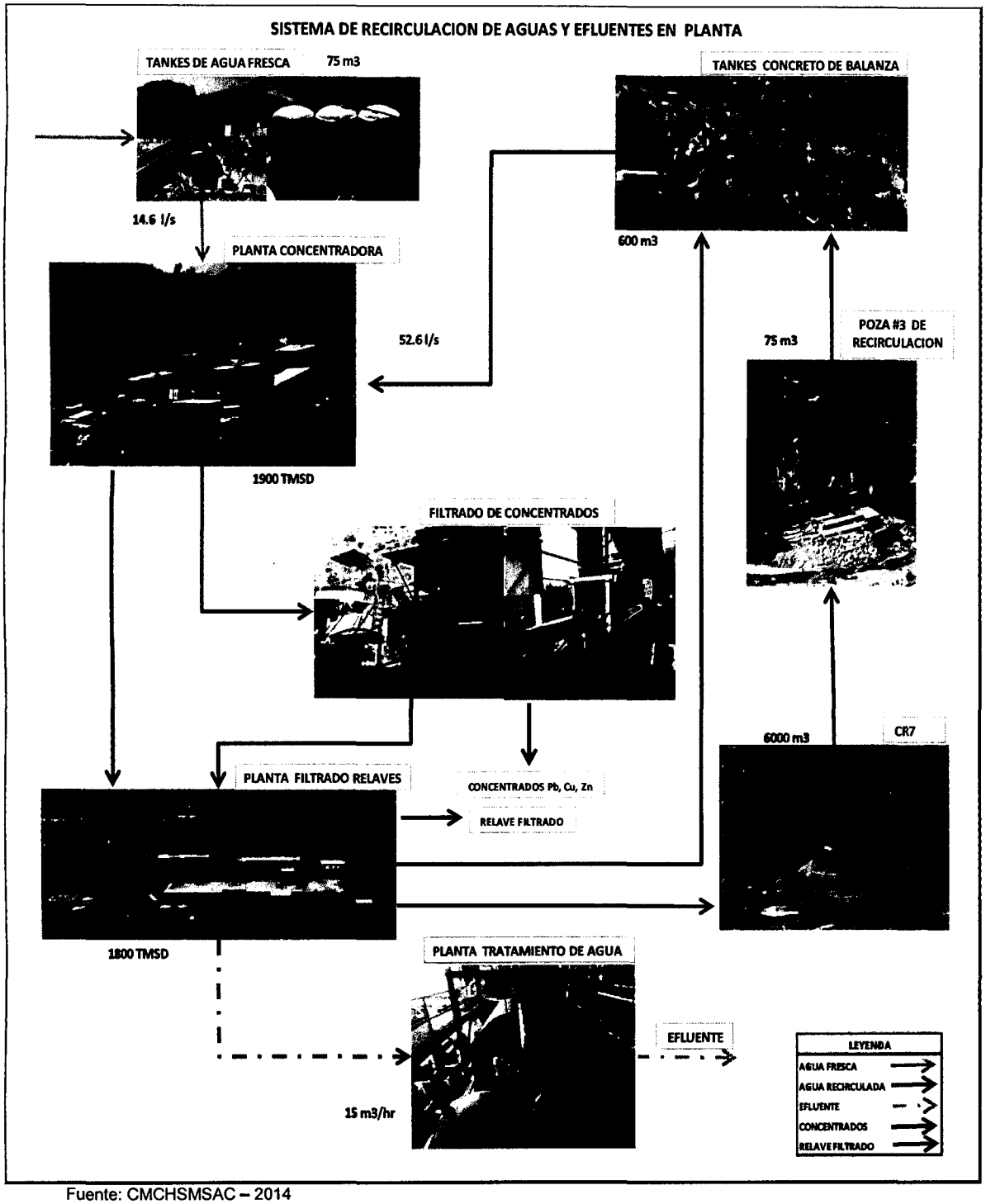
Cuadro N° 11: Parámetros de salida

Parámetros de diseño - Salida	
Naturaleza del fluido	Agua filtrada
Gravedad específica	1,01
Sólidos	1 - 5 ppm
PH	7 – 8,4
Caudal a verter o recircular	15 m3/h
Velocidad de flujo	8 m3/h-m2

Fuente: CMCHSMSAC – 2014

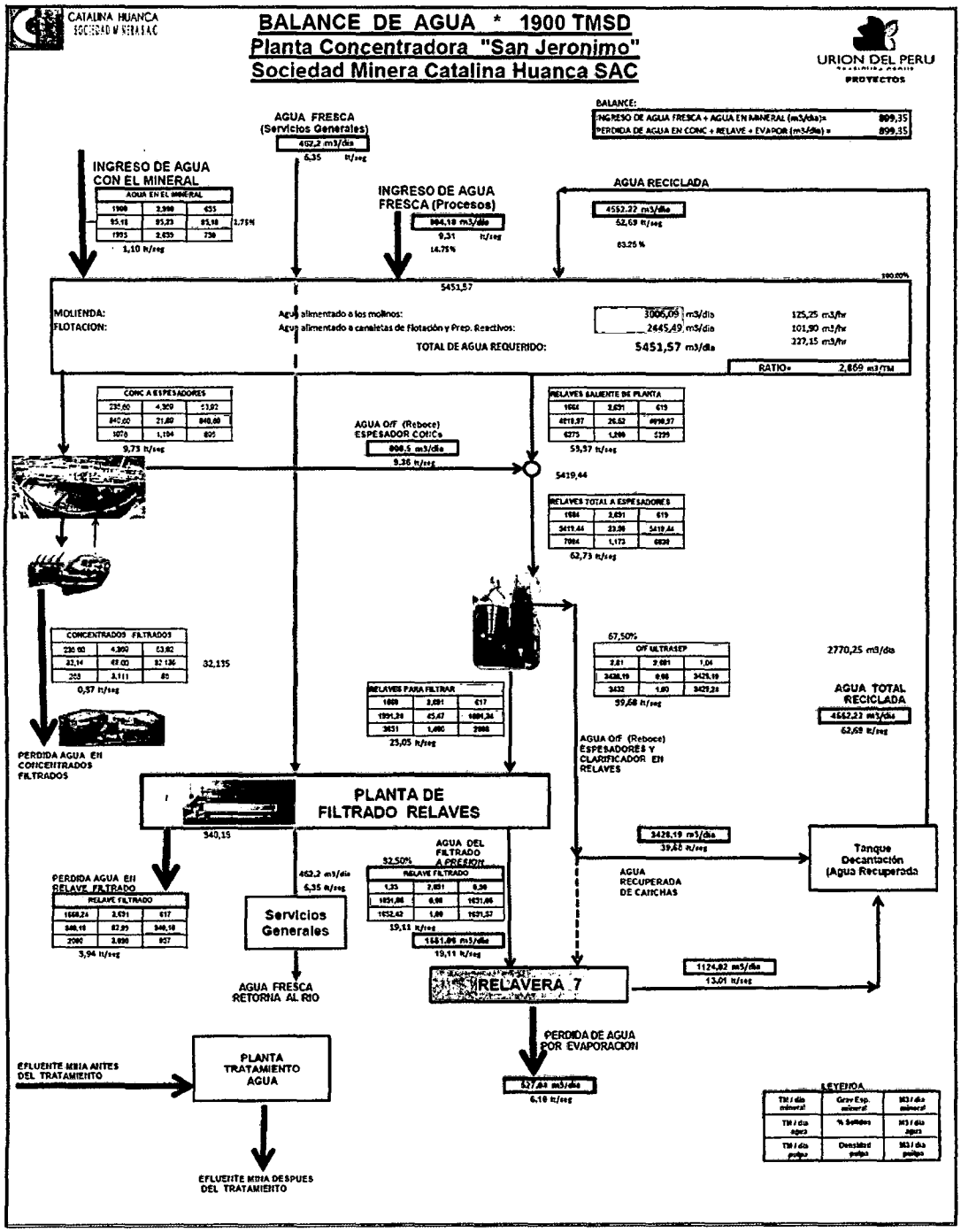
Asimismo, se cumplen los Límites Máximos Permisibles para la descarga de Efluentes líquidos de las actividades minero metalúrgicas según D.S. N° 010-2010-MINAM, clasifican como Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales.

Fig. N° 38: Sistema de recirculación de aguas y efluentes en planta



Fuente: CMCHSMSAC – 2014

5.3 BALANCE DE AGUA



Fuente: CMCHSMSAC – 2014

5.4 DISPOSICION DE RELAVES

Hasta hace algunas décadas atrás era común deshacerse de los relaves derivados de las operaciones minero-metalúrgicas, arrojándolos en los lechos de ríos, lagunas, quebradas, valles o mar más próximo.

Cuando en las cercanías de alguna faena minera no se disponía de estos sectores naturales tan "convenientes" algunas empresas solían acumular los relaves en áreas de contención, que amurallaban con terraplenes levantados con los mismos relaves. Una vez que se agotaba el yacimiento, estos depósitos quedaban abandonados.

Afortunadamente en los tiempos actuales, debido a la regulación legal; tanto técnica como ambiental se hace más difícil liberarse de los desechos mineros con solo hacerlos desparecer a la vista. Los gobiernos están reaccionando de tal modo que parte considerable de las reglamentaciones al respecto se refieren específicamente a la industria minera, dado que las grandes cantidades de desechos que produce son altamente visibles. Las comunidades también hacen oír su voz con fuerza y claridad sobre los problemas de protección al medio ambiente.

Históricamente, la disposición de relaves favorecía en sus orígenes a la deposición en ríos, lagos o riachuelos y, más tarde en las presas superficiales, por razones relacionadas con la evolución técnica de las prácticas. Más que ningún otro factor, la reciente preocupación por la post-clausura relacionada con el ARD ha estimulado el interés por métodos alternativos, tales como el relleno subterráneo y la disposición submarina, mientras que por otro lado, métodos como la disposición de relaves deshidratados tienen ventajas significativas de estabilidad física para el Perú.

5.4.1 DISPOSICION CONVENCIONAL DE RELAVES

Disposición hidráulica de los relaves, tal como se generan en el proceso de beneficio, en un deposito cuyo objetivo es confinar la pulpa, permitir que los sólidos sedimenten y recircular el agua.

Las instalaciones consisten en un espacio confinado de manera natural por elevaciones topográficas y/o con obras artificiales de contención.

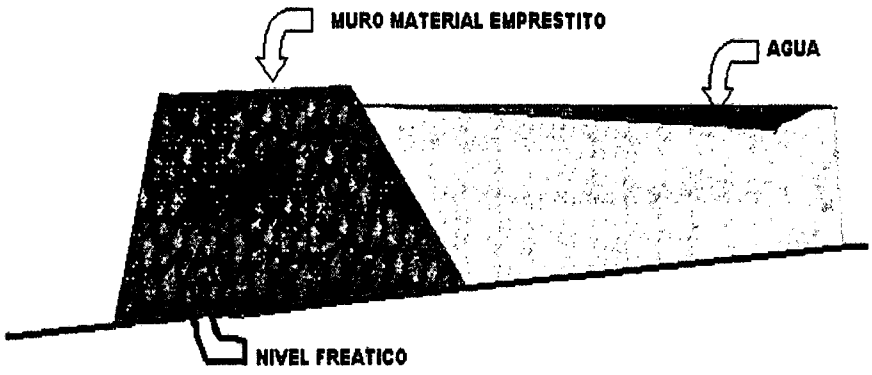
Las obras de contención se pueden construir con material del mismo relave o con materiales de préstamo .Los relaves se depositan completos en la cubeta sin necesidad de clasificación, pero también deben disponer, de un sistema de evacuación de las aguas claras de la laguna que se forma. Tal

vez, la diferencia fundamental entre un embalse destinado a la acumulación de agua y uno destinado a relaves es que mientras el embalse para agua se construye de una vez con su capacidad definitiva, el embalse para relaves se puede ejecutar por etapas a medida que se avanza con el depósito de los relaves, a fin de no anticipar inversiones y reducir a un mínimo su valor presente.

Fig. N° 39: Disposición convencional de relaves

Fuente: diseño de presas de relave

Fig. N° 40: Muro construido con material de empréstito



Fuente: diseño de presas de relave

5.4.2 DISPOSICION DE RELAVES FILTRADOS

Es posible eliminar agua de la pulpa de relaves en la concentradora utilizando equipos tales como: filtros de vacío, de presión, filtros de tambor, filtros de faja y/o centrífugas. El contenido de agua de los relaves puede ser

reducido lo suficiente como para permitir su transporte y ubicación por camiones o fajas transportadoras, usualmente hasta 20-25% por peso (para gravedad específica del mineral cercano a 2.8).

Aunque los costos de capital y operación del equipo pueden ser altos y las limitaciones en confiabilidad requieren un sistema de disposición de relaves de respaldo, el método ofrece ventajas únicas para las minas ubicadas en los valles estrechos y montañas empinadas del Perú. Adicionalmente, las operaciones de oro pueden lograr un incremento en la recuperación de la solución y con ello incrementar la extracción de oro y reducir al mismo tiempo y en forma significativa la contaminación por cianuro. Las pérdidas de agua por evaporación que de otra manera ocurren a partir de los depósitos convencionales, pueden ser reducidas en climas extremadamente áridos y en otros casos donde la disponibilidad de agua para la concentradora es limitada. En efecto, la infiltración y evaporación bajo condiciones operativas es reducida sustancialmente o eliminada porque sin deposición hidráulica no habrá agua de decantación embalsada en la superficie del depósito. El agua recuperada de los filtros es fácilmente recirculada al proceso de concentración o cianuración.

De otro lado, el secado por aire puede reducir el contenido de agua aún más hasta un 5-15%. Mientras esto puede producir condiciones ideales para la descarga final de relaves en pilas altas (muy semejantes a los echaderos de desmonte en la construcción de una mina) también hace que el material sea extremadamente suelto. Si es que los relaves se saturan por infiltración u otros medios, pueden producirse grandes deslizamientos aún en ausencia de movimiento sísmico. Este mecanismo, denominado «licuefacción estática o espontánea», ha sido explicado por Eckersley (1990), y descrito en depósitos finales de cenizas y relaves de caolín por Bishop (1973). Estos problemas, sin embargo, pueden ser tratados apropiadamente si se colocan los relaves deshidratados en pilas horizontales y se compactan mecánicamente para incrementar su densidad «in-situ». Si esto se hace correctamente, la compactación puede garantizar la estabilidad física de los relaves bajo todas las condiciones, sísmica, hidrólogica o de otra manera eliminando virtualmente el riesgo potencial de fallas por deslizamiento. Esto hace que la eliminación de agua sea una técnica con potencial significativo, donde la economía y las condiciones de operación lo permitan. Los relaves deshidratados, debidamente compactados, pueden solucionar muchos de

los problemas de disposición de relaves en el Perú causados por terrenos muy inclinados, por clima húmedo, o por ambos.

Fig. N° 41: Disposición de relave filtrado

Fuente: diseño de presas de relave

5.4.3 VENTAJAS DE LA DISPOSICION DE RELAVES FILTRADOS

- Recuperación eficiente del agua
- Recuperación eficiente de productos químicos
- Mínimos requerimientos de contención
- Infiltración insignificante
- Posible rehabilitación progresiva
- Masa de relaves estable
- Gestión simple del agua
- Alto costo operativo pero bajo costo de rehabilitación

5.4.4 CARACTERÍSTICAS NEGATIVAS DE LA DISPOSICIÓN CONVENCIONAL

Las características críticas más principales de la disposición "convencional" son la presencia de las presas altamente vulnerables, la presencia de un depósito extremadamente flojo de tizones, y de una charca sobrepuesta que promueva la filtración hacia abajo y en el ambiente circundante no permiten

que los tizones se consoliden por la sequedad. La razón para que una presa "convencional" de tizones sea desastrosa ambientalmente no es tanto la presa misma sino el hecho de que la presa conserva una masa de extremadamente y la cantidad de agua, o líquido del proceso. Si la presa falla, debido a los temblores de la tierra, por la construcción pobre, o falta de inspección y mantenimientos inadecuados, el contenido licueface totalmente como los tizones y el líquido de proceso atraviesa la abertura. En este estado líquido puede fluir muchas millas río abajo.

Además se tiene:

- ❖ La necesidad de diseñar y construir grandes presas.
- ❖ Los riesgos de generación de aguas ácidas y lixiviación de metales.
- ❖ Las pérdidas de agua por infiltración y evaporación.

5.4.5 COMPORTAMIENTO DE RELAVES ESPESADOS

Como lo describió Robinsky (1979), el procedimiento de descarga espesada se basa en la eliminación de mayor cantidad de agua de los lodos de relaves, mediante espesamiento hasta por lo menos 50 - 60% de sólidos (% peso). Tales lodos pueden alcanzar una inclinación de 3 - 6 grados cuando son depositados a partir de una tubería. Esta forma de disposición tiene el potencial de reducir la extensión de la construcción de la represa requerida para depósitos superficiales convencionales, con el correspondiente ahorro en costos de construcción de la presa, aunque esto pueda ser contrarrestado en alguna medida por el costo de espesamiento y bombeo de los lodos de relave. Se requiere un lugar amplio y plano para utilizar la deposición mediante descarga espesada, y es por ello inadecuado para las áreas montañosas del Perú.

5.5 TENDENCIAS

La aplicación de relaves espesados-filtrados en la disposición de relaves se ha incrementado debido a:

- Menor disponibilidad de agua en el área del proyecto.
- Menor disponibilidad de áreas para uso como depósito de relaves.
- Son tecnologías de menor impacto al medioambiente (manejo de agua en el depósito de relaves es reducido).
- Avance en la tecnología de filtrados y espesadores (mayores ratios de filtrado y mayor tonelaje de espesamiento a menor costo).

• En muchos casos, CAPEX es menor que los depósitos de relaves convencionales porque se requiere presas de menores dimensiones.

• En casos específicos, los depósitos de relaves filtrados son los del menor costo total.

Fig. N° 42: Disposición de relave – Catalina Huanca

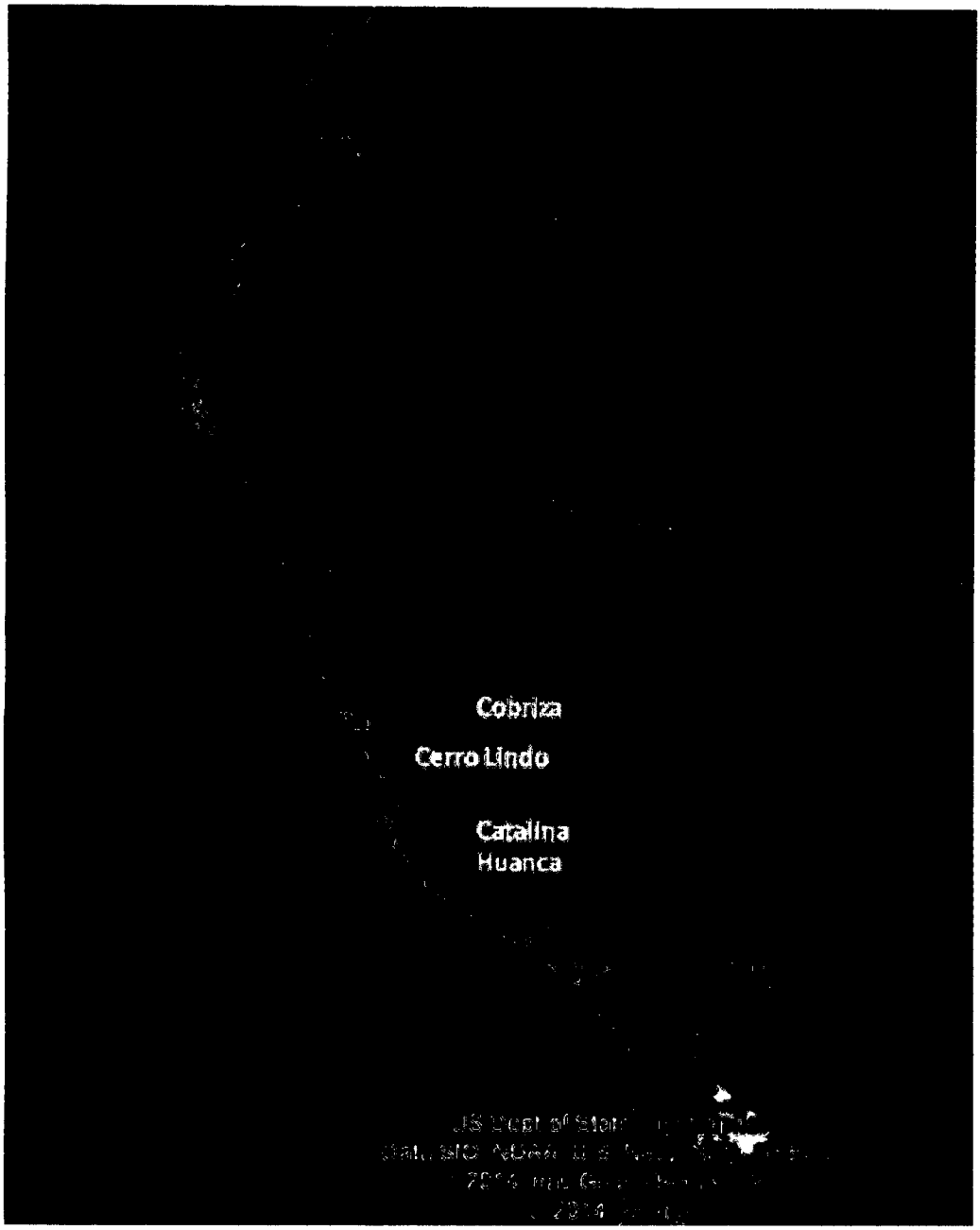
Fuente: CMCHSMSAC – 2014

5.6 OPERACIONES COMPARATIVAS

El proceso de Filtrado y compactado de los Relaves en el Perú, se efectúan en la actualidad en tres (03) unidades mineras: Cerro Lindo – (Milpo); Cobriza (Doe Run) y Catalina Huanca (Trafigura).

Cada una de ellas, presentan ciertas particularidades debido a las composiciones químicas y físicas de los relaves, la influencia climática y la disponibilidad de áreas.

Fig. N° 43: Ubicación Cobriza, Cerro Lindo y Catalina Huanca



Fuente: US Dept of State Geographer

5.9 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL RELAVE - CSHM.SAC

En las muestras se ha podido identificar los minerales laminares: Montmorillonita, Caolinita y Muscovita.

La evaluación semicuantitativa se ha realizado sobre el total de los minerales identificados en la muestra (minerales arcillosos y no arcillosos).

Cuadro N° 12: Mineralografia de relaves

Muestra CONC RELAVE		
Nombre del mineral	Fórmula general	Resultado Aproximado (%)
Cuarzo	SiO2	32
Siderita	FeCO3	18
Ankerita	Ca(Fe,Mg)(CO3)2	16
Rodocrosita	MnCO3	7
Calcita	CaCO3	6
Mica (Muscovita)	KAl2(Si3Al)O10(OH,F)2	5
Caolinita	Al2Si2O5(OH)4	4
Pirita	FeS2	3
Montmorillonita	(Na,Ca)0,3(Al,Mg)2Si4O10(OH)2·n(H2O)	3
Hematita	Fe2O3	2
Esfalerita	(Zn,Fe)S	< L. D.
Galena	PbS	< L. D.

Fuente: informe BISA

Cuadro N° 13: Características Físicas y Químicas del Relave

Composición Quimica del Relave	Cobriza	Cerro Lindo	Catalina Huanca
Mayor	Pirrotita	Pirita	Cuarzo
Moderado	Pirita (Fe), Calcio	Baritina	Ankerita, Siderita
Menor	Magnesio, Arsenico, Hematitas	Cuarzo; mica, clorita, plagioclástica, feldespáitca, potasio, feldespatico	Caolinita, Hematita, Montmorillonita, Pirita, Rodocrosita, Esfalerita, Galena.
Traza	Sulfosales de CuAs	Piratita	Limonitas

Fuente: datos técnicos de minas Cobriza, Cerro Lindo y CMCHSMSAC – 2014

5.10 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.

La conceptualización de disposición final de los relaves, es de relaves filtrados compactados en las pequeñas áreas disponibles, logrando ganar mayor

capacidad de almacenamiento y vida útil de los tranques, mientras una disposición convencional aloja a una (densidad) entre 1300 - 1600 por Tn/m3, bajo esta modalidad logra entre 2100 y 2350 por Tn/m3 algo más de un 50% de mayor capacidad; es una alternativa segura que posee un alto costo inicial pero resulta mejor para la etapa de abandono (cierre de minas), evitando el contenido de H_2O en la masa o pulpa y el latente peligro que implica estas en los tranques o depósitos ante eventuales sismos que generen un fenómeno de licuefacción o rebalse, Ayacucho está considerado como zona sísmica.

Cuadro N° 14: Características físicas relave

Caracteristicas	Unidad	Cobriza	Cerro Lindo	Catalina Huanca
Densidad Relave Filtrado	gr / cc	2,260	3,050	2,217
Gravedad Especifica	gr / cc	2.9	4.25	3.09
% Sólidos alim. Espesador	%	13	30	24 - 25
% Sólidos Underflow (espesador)	%	52	80 - 82	80
% Sólidos filtrados	%	85	87 - 88	86 - 87
Densidad mínima de compactación	ton/m3	90% proctor estandar	95% del proctor Estandar 2.96	95% del proctor Modificado 2.38
Humedad de Compactación	%	10.32	6 -7	8 -10
Espesor máx. de capa compactación	m	0.35	0.35	0.35
Malla # - 200	%	75	56 -58	60 -70

Fuente: datos técnicos de minas Cobriza, Cerro Lindo y CMCHSMSAC – 2014

5.11 CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS

Uno de los principales problemas que asume las operaciones de CHSM SAC son el manejo de Optimo Contenido de Humedad (OCH) para los relaves filtrados a ser compactados al variar esta entre el 8 – 10% de humedad Geotécnica (difiere entre la humedad metalúrgica x las división entre Peso seco Ws y Peso húmedo Wh para cada una de las modalidades).

La mayor precipitación vs la evaporación obliga solo a compactar en los meses de Mayo – Diciembre de cada año.

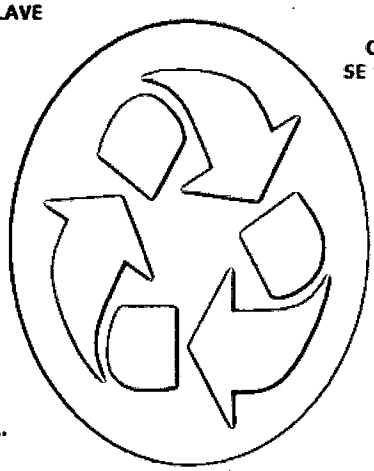
Cuadro N° 15: Características operativas

Data Operacional del Depósito de Relaves Filtrados	Unidad	Cobriza	Cerro Lindo	Catalina Huanca
Ubicación	Dpto.	Huancavelica	Ica	Ayacucho
Altitud	msnm	2,800	1,820	3,500
Producción	Tpd	5,000	15,000	1,800
Mineral		Cu	Zn - Pb - Cu	Zn - Pb - Cu
Transporte	medio	Tuberias HDPE	Camiones	Camiones
Tipo de Filtro		Filtracion in situ	Faja	Prensa
% solidos (Sc)	%	76 -77	87 -88	86 - 87
Clasificación	SUCS	ML	ML	ML
% Finos	%	80 -90	56 - 58	65 - 75
Gravedad especifica		3.3	4.0 - 4.2	3.09
Compactación		Si	Si	Si
Mezcla		No	No	Si
OCH	%	10.32		8 -10.5
Precipitación media anual (Pma)	mm	581	200	627 *
Evaporación media anual	mm	1100	1,500	454

* Balance Hidrico de la microcuenca de Sacclani - Fajardo / Ayacucho

Fuente: datos técnicos de minas Cobriza, Cerro Lindo y CMCHSMSAC – 2014

5.12 CICLO OPERATIVO DEL COMPACTADO



FILTRADO de RELAVES
PLANTA DE FILTROS DE RELAVE

CARGUIO y TRANSPORTE de RELAVES
CAMIONES VOLQUETES 8X4
SE BUSCA OPTIMIZAR CON 10X4

ESCARIFICACION de CAPA APROBADA
EN DIRECCION DE DERECHA A IZQUIERDA DEL DEPOSITO.

ALMACENAMIENTO y MEZCLADO
ALMACENAMIENTO DE MATERIALES, OREO Y SECADO DE RELAVES, MEZCLA DE RELAVE - MATERIAL DE PRESTAMO (3:1)

ENSAYOS o PRUEBAS de DENSIDAD
01 PRUEBA DE CONO CADA 1,000 m2. DE CAPA COMPACTADA.

TRANSPORTE de MEZCLA
TRANSPORTE DE MEZCLA 3:1 (RELAVE:PRESTAMO) CAMIONES VOLQUETES 6X4

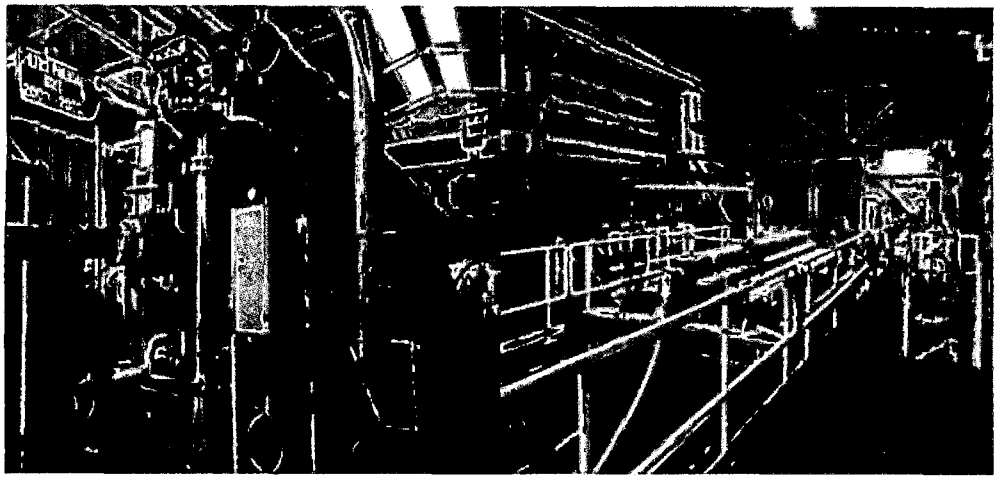
PLATAFORMA COMPACTADO
ESCARIFICADO DE PLATAFORMA
TENDIDO Y CONFORMADO DE MEZCLA
COMPACTADO DE PLATAFORMA
CAPAS DE 0.30 - 0.35 M.

Fuente: CMCHSMSAC – 2014

El proceso de secado de relaves, se inicia en una Planta de Filtrado de Relaves, la cual mediante el uso de dos (02) Filtros Prensa se ha logrado obtener una

humedad metalúrgica de 14.5%, esperando optimizar la misma en los sucesivos meses a 12.5%, producto con 65% de finos que pasan la malla -400.

Fig. N° 44: Filtro prensa DIEMME y CIDELCO



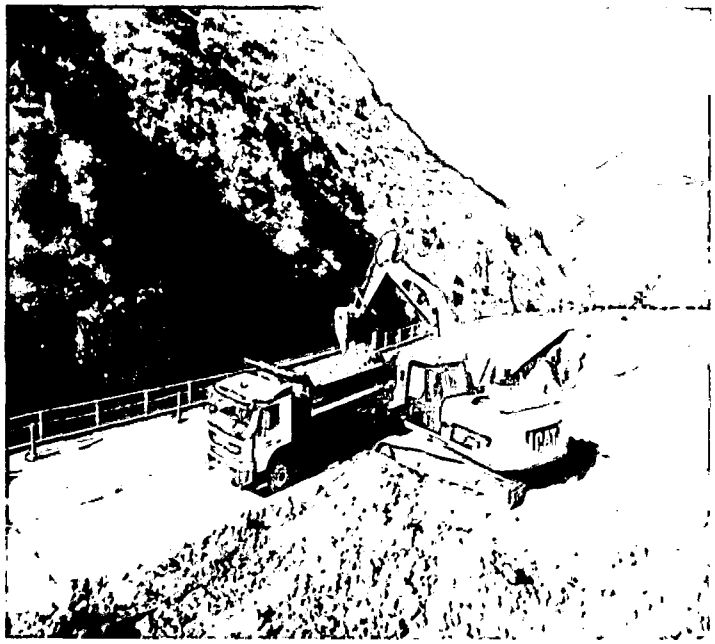
Fuente: CMCHSMSAC – 2014

Fig. N° 45: Cancha 05

Fuente: CMCHSMSAC – 2014

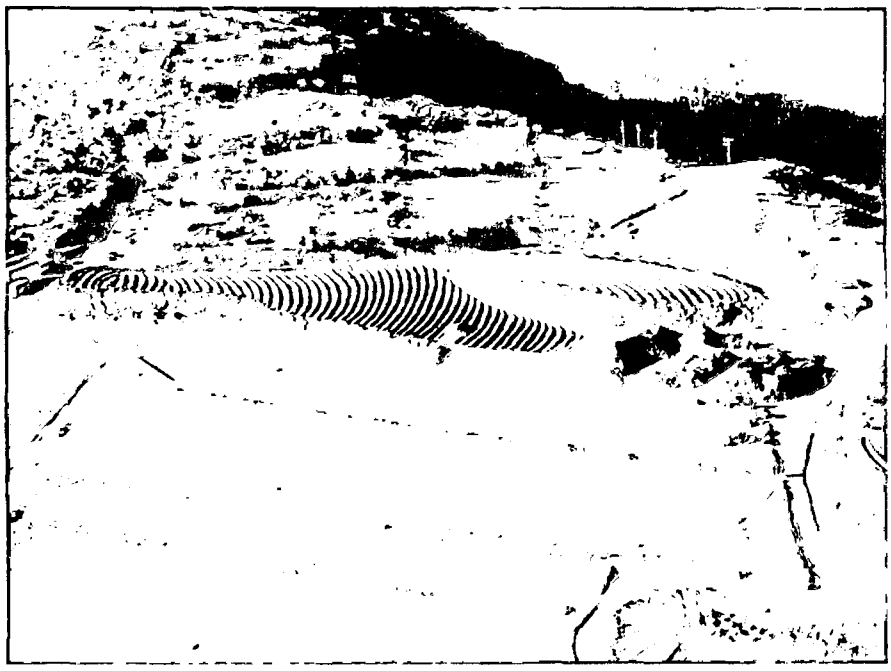
Proceso de Filtrado, Carguío y Transporte de Relaves con volquetes 8x4.

Fig. N° 46: Carguío de relave – Catalina Huanca

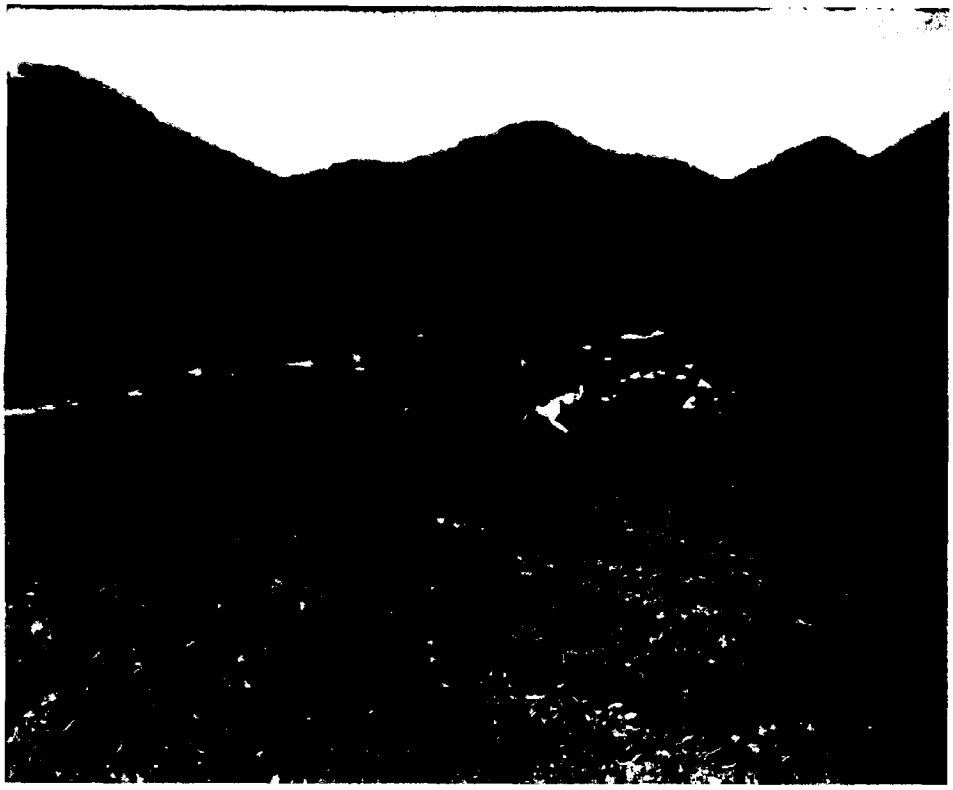


Fuente: CMCHSMSAC – 2014

Fig. N° 47: Proceso de secado y oreo de relaves en forma mecánica – Catalina Huanca



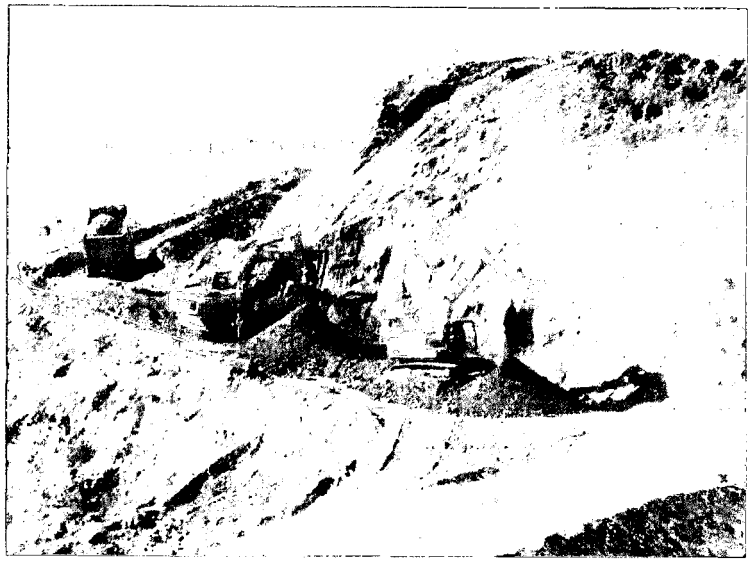
Fuente: CMCHSMSAC – 2014



Fuente: CMCHSMSAC – 2014

Fig. N° 48: Proceso de mezclado de relaves con material de préstamo (OCH 8 – 10%)

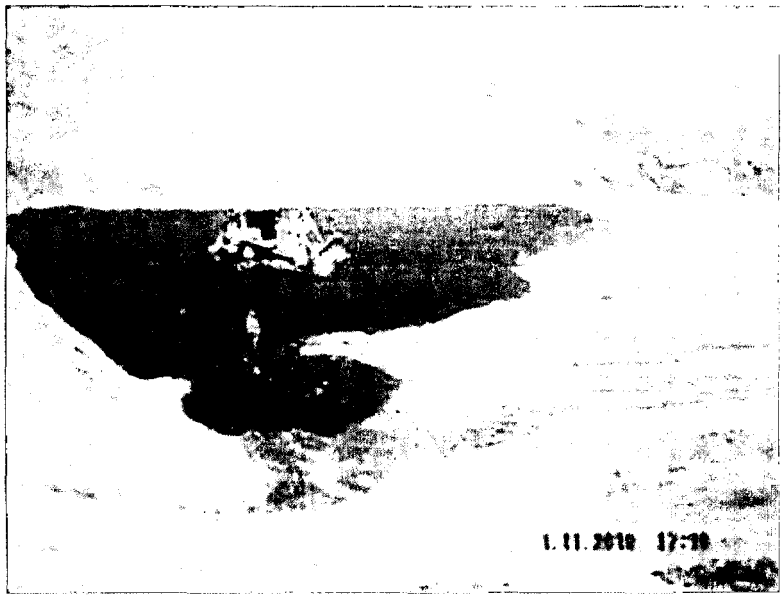
Fuente: CMCHSMSAC – 2014



Fuente: CMCHSMSAC – 2014

Proceso de tendido y Conformado de la Mezcla de relaves en las plataformas de disposición final, capas que van de (01)0.30 – (02)0.35 m; a fin de llevar un control cada 1.00 m.

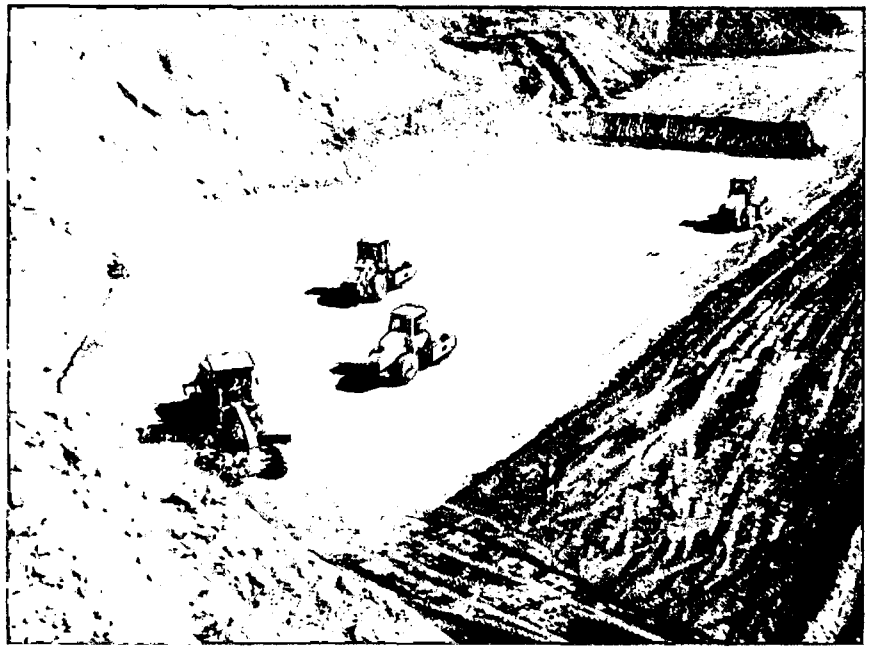
Fig. N° 49: Proceso de tendido y conformado de mezclas



Fuente: CMCHSMSAC – 2014

Proceso de Compactado de relaves con rodillos lisos de 12 Tn, logrando llegar al 95% del ensayo del Proctor modificado, y una densidad seca compactada de 2.26Tn/m3

Fig. N° 50: Proceso de compactado de relaves



Fuente: CMCHSMSAC – 2014

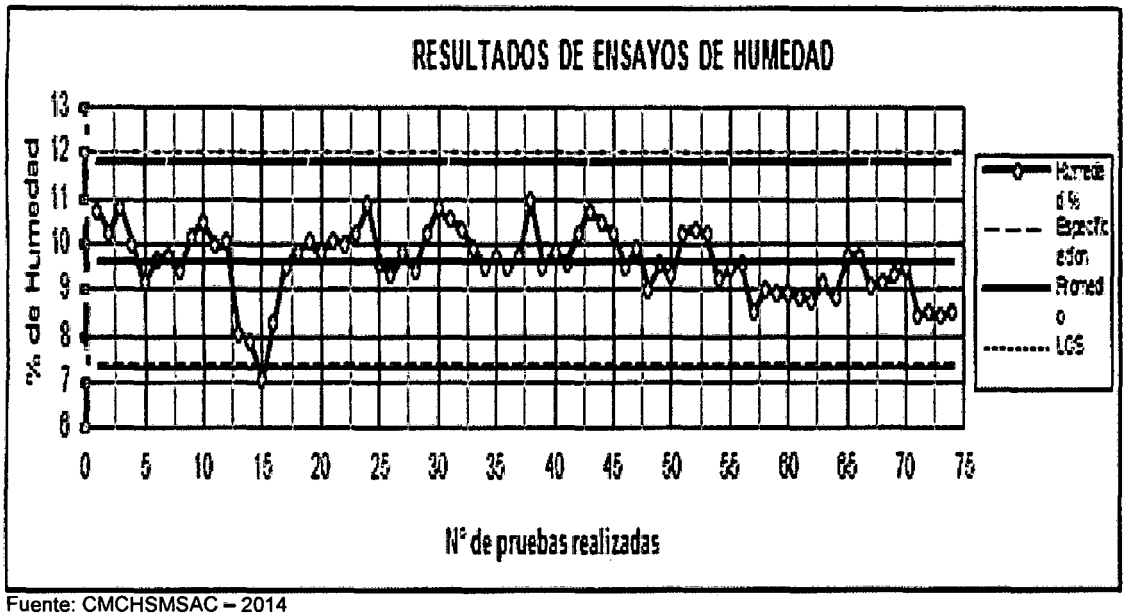
Fig. N° 51: Proceso de ensayos de suelos (Proctor Modificado) de comprobaciones, a fin de asegurar la calidad de la obra.

Fuente: CMCHSMSAC – 2014

Fig. N° 52: Proceso de escarificado de la plataforma compactada, a fin de generar adherencia con la nueva capa a disponer y compactar.

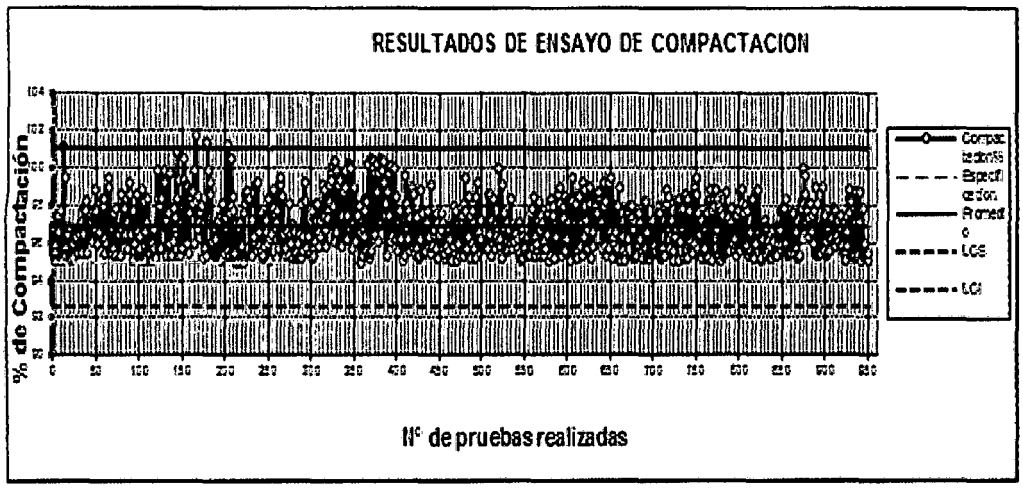
Fuente: CMCHSMSAC – 2014

Fig. N° 53: Resultados de ensayos de humedad



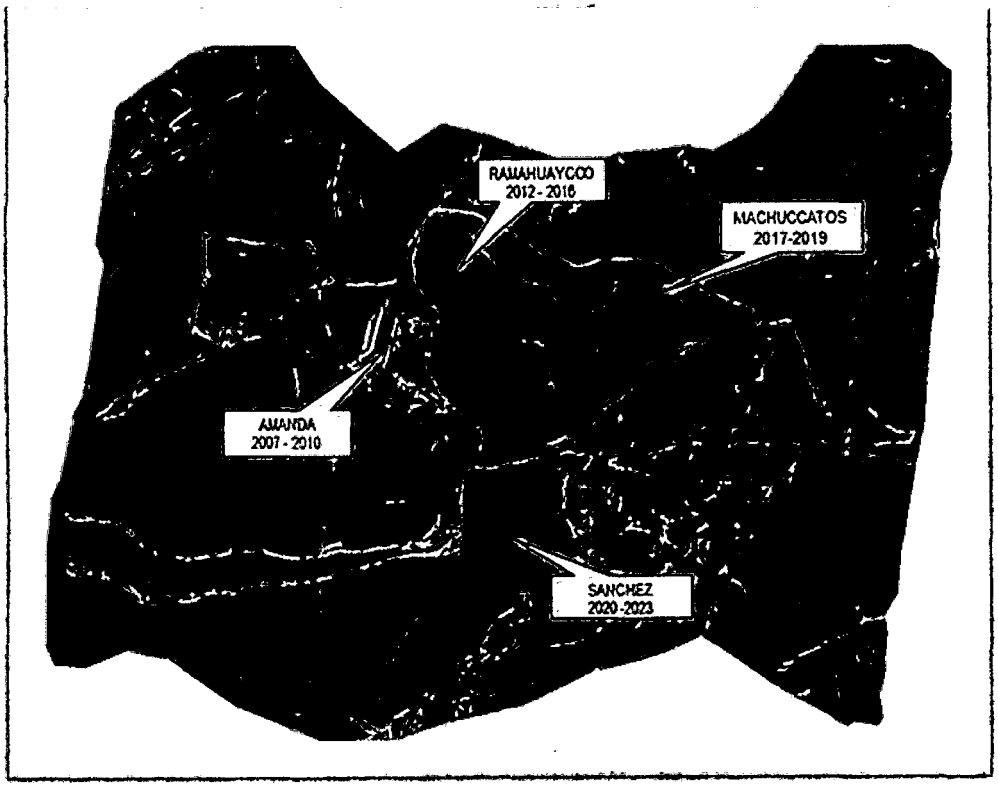
Fuente: CMCHSMSAC – 2014

Fig. N° 54: Resultados de ensayos de Compactación



Fuente: CMCHSMSAC – 2014

Fig. N° 55: Vista panorámica de la secuencia y ubicación de los sectores de disposición de relaves filtrados compactados en la unidad minera CATALINA HUANCA SOC. MINERA SAC



Fuente: CMCHSMSAC – 2014

Fig. N° 56: Vista panorámica de las operaciones actuales del compactado de relaves en la etapa de Ramahuaycco.

Fuente: CMCHSMSAC – 2014

CAPITULO VI

PRUEBAS PARA DISMINUIR % DE HUMEDAD

6.1 OBJETIVO

Presentar la optimización que se ha venido logrando con las humedades del keke filtrado de los relaves de Planta Concentradora.

6.2 ALCANCES

- Catalina Huanca Sociedad Minera SAC. viene filtrando relaves desde el año 2005, siendo pionera en el campo de la filtración de relaves.
- Las condiciones topográficas en Catalina Huanca, no se prestan para desarrollar relaveras convencionales, razón que nos llevó a desarrollar relaveras de relave filtrado compactado. Implementándose para este fin, la Planta de filtrado de realves.
- Desde el año 2005 con la primera planta piloto, hasta la actualidad con la Planta de filtrado de relaves, Catalina Huanca estuvo aplicando diferentes tecnologías y equipos de filtrado con la finalidad de obtener humedades geotécnicas que cumplan los requerimientos en la disposición y compactación final de los relaves filtrados.
- La filtración de relaves se inicia en la Unidad con la aplicación de filtros de discos al vacío, hidrociclones, espesadores convencionales, espesadores cónicos Ultraseps, y actualmente Filtros Prensa.
- Las diferentes tecnologías empleadas en el tiempo, dieron valores diferentes de humedades del keke filtrado, llegando a optimizarse en cada caso. La humedad del keke filtrado, para los filtros de discos fue desde 22% al 18%, y con los filtros prensa desde 15% a 13.5 %.
- En nuestra experiencia con la filtración de relaves, hemos identificado, estudiado y analizado el impacto de las diferentes variables de la filtración de relaves, más allá de la tecnología de filtración empleada y que serán críticas en todos los procesos de filtración de relaves. Como son: (1) granulometría de la pulpa a filtrar, (2) saturación de lonas, (3) floculante residual de la sedimentación, (4) características mineralógicas, etc.
- Actualmente operamos una Planta de Filtrado de Relaves, completamente automatizada para una capacidad de 1800 TMSD, empleando 02 equipos de filtros prensa: (1) Cidelco 2000x2000 y (1) Diemme GHT 2000x2000 de última generación.

6.3 APLICACIONES

Los resultados de esta optimización, pueden ser aplicables en las nuevas operaciones de filtrado de relaves de otras unidades mineras en el Perú. Además se podrán escalar para la mejora en la filtración de concentrados.

6.4 VARIABLES DE OPERACIÓN FILTRO PRENSA

6.4.1 VARIABLES DEPENDIENTES

- Porcentaje de humedad

6.4.2 VARIABLES INDEPENDIENTES

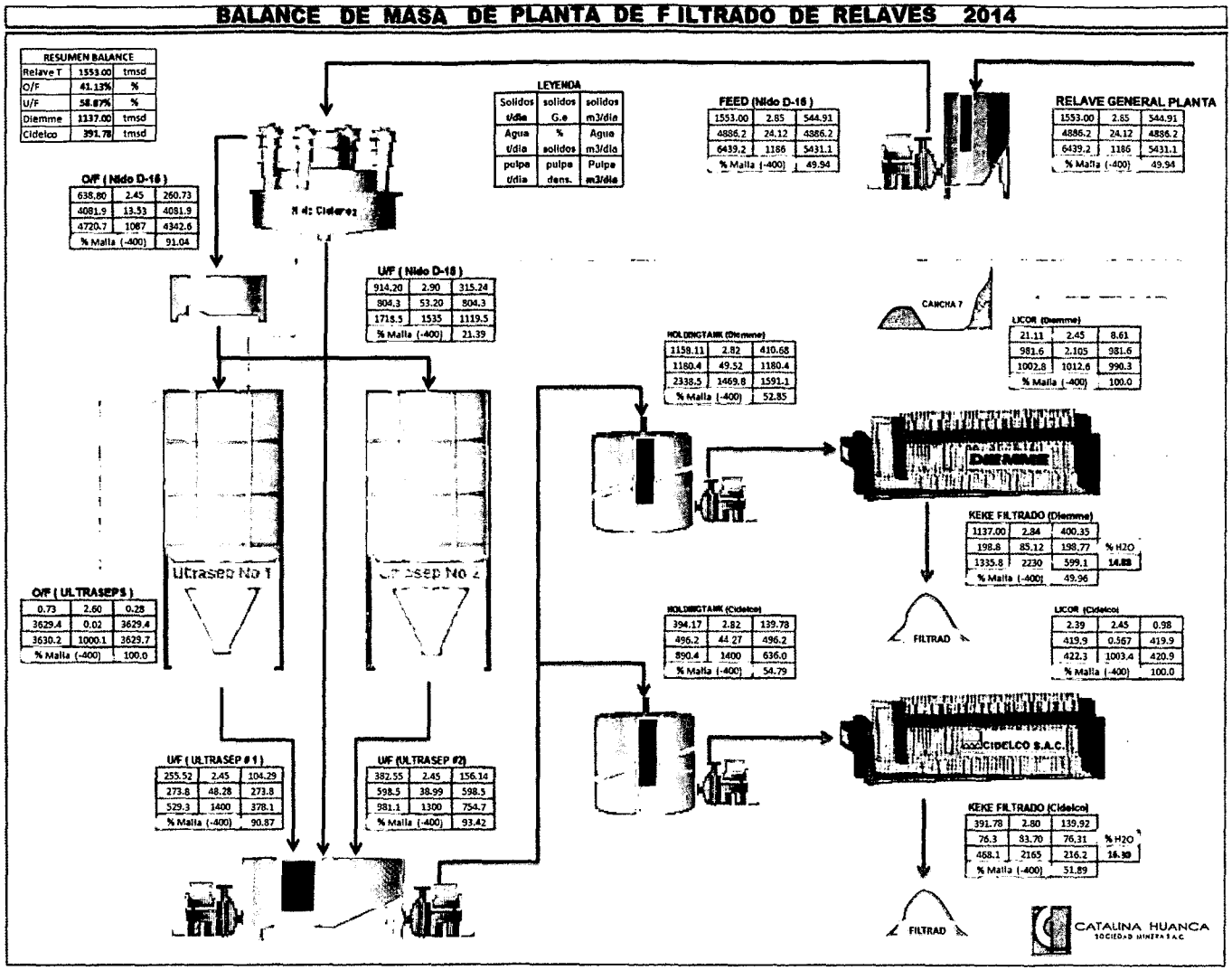
- Tiempo de presurizado
- Densidad de pulpas
- Tamaño de partícula expresada en malla (-400)

6.5 OPTIMIZACION MECANICA DE EQUIPOS

Para tener data antes de la optimización se tomaron muestras del proceso de filtrado de relaves sin modificar ningún parámetro.

El flow sheet mostrado a continuación es con el que se opera actualmente, de acuerdo a las pruebas a realizar este se ira modificando según los requerimientos.

6.6 BALANCE DE MASA



Fuente: CMCHSMSAC – 2014

Los datos que se muestran fueron tomados del circuito actual.

Cuadro N°13: Datos operativos

		FEED NIDO D-15		O/F (NIDO D-15)		U/F (NIDO D-15)		U/F (ULTRASEP #1)		U/F (ULTRASEP #2)		HOLDINTANG DIEMME		HOLDINTANG CIDELCO	
MALLA	u	% Peso	% Passing	% Peso	% Passing	% Peso	% Passing	% Peso	% Passing	% Peso	% Passing	% Peso	% Passing	% Peso	% Passing
70	210	1.70	98.30	0.74	99.26	9.42	90.58	0.14	99.86	0.06	99.94	1.64	98.36	1.32	98.68
100	150	7.24	91.06	0.67	98.59	12.80	77.78	0.46	99.40	0.08	99.86	7.63	90.73	7.69	91.00
140	105	11.15	79.91	0.69	97.90	15.09	62.69	0.71	98.69	0.14	99.71	10.26	80.47	8.67	82.33
200	74	11.70	68.21	0.94	96.96	18.72	43.98	1.08	97.62	0.37	99.34	12.30	68.17	10.14	72.19
270	53	11.59	56.62	2.70	94.26	13.40	30.58	3.15	94.47	1.74	97.60	12.47	55.70	10.65	61.54
325	45	2.90	53.71	2.09	92.17	1.52	29.06	1.40	93.07	1.13	96.47	1.65	54.04	1.65	59.89
400	37	4.06	49.65	3.26	88.91	2.40	26.65	2.31	90.76	2.24	94.23	2.82	51.23	2.63	57.26
-400	<37	49.65	0.00	88.91	0.00	26.65	0.00	90.76	0.00	94.23	0.00	51.23	0.00	57.26	0.00
		100.00		100.00		100.00		100.00		100.00		100.00		100.00	

1C	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	9D	10D	11D	12D
16.27%	15.10%	15.12%	15.25%	15.18%	15.09%	14.90%	15.30%	15.13%	15.12%	15.25%	15.24%	15.43%
% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso
1.61	1.78	1.55	1.32	1.93	1.71	3.59	3.29	2.36	1.98	1.97	1.88	3.80
6.31	7.94	6.61	6.69	6.68	7.41	8.28	8.95	8.56	9.42	7.19	7.49	7.90
9.76	11.89	10.25	9.92	10.16	10.98	11.71	11.97	11.27	10.59	10.96	11.42	10.29
10.28	12.45	11.64	10.58	10.25	11.50	12.45	12.30	12.01	13.18	12.15	12.99	10.51
10.47	12.13	11.76	11.04	11.75	11.03	12.01	12.51	12.01	11.12	12.97	13.37	11.44
2.79	2.49	3.10	1.58	0.33	1.83	1.82	2.35	1.74	1.93	2.42	2.72	2.10
3.87	4.29	4.15	2.97	5.53	3.08	3.59	3.91	3.22	3.37	6.00	3.93	4.13
54.92	47.02	50.94	55.89	53.37	52.45	46.55	44.71	48.85	48.41	46.34	46.20	49.84

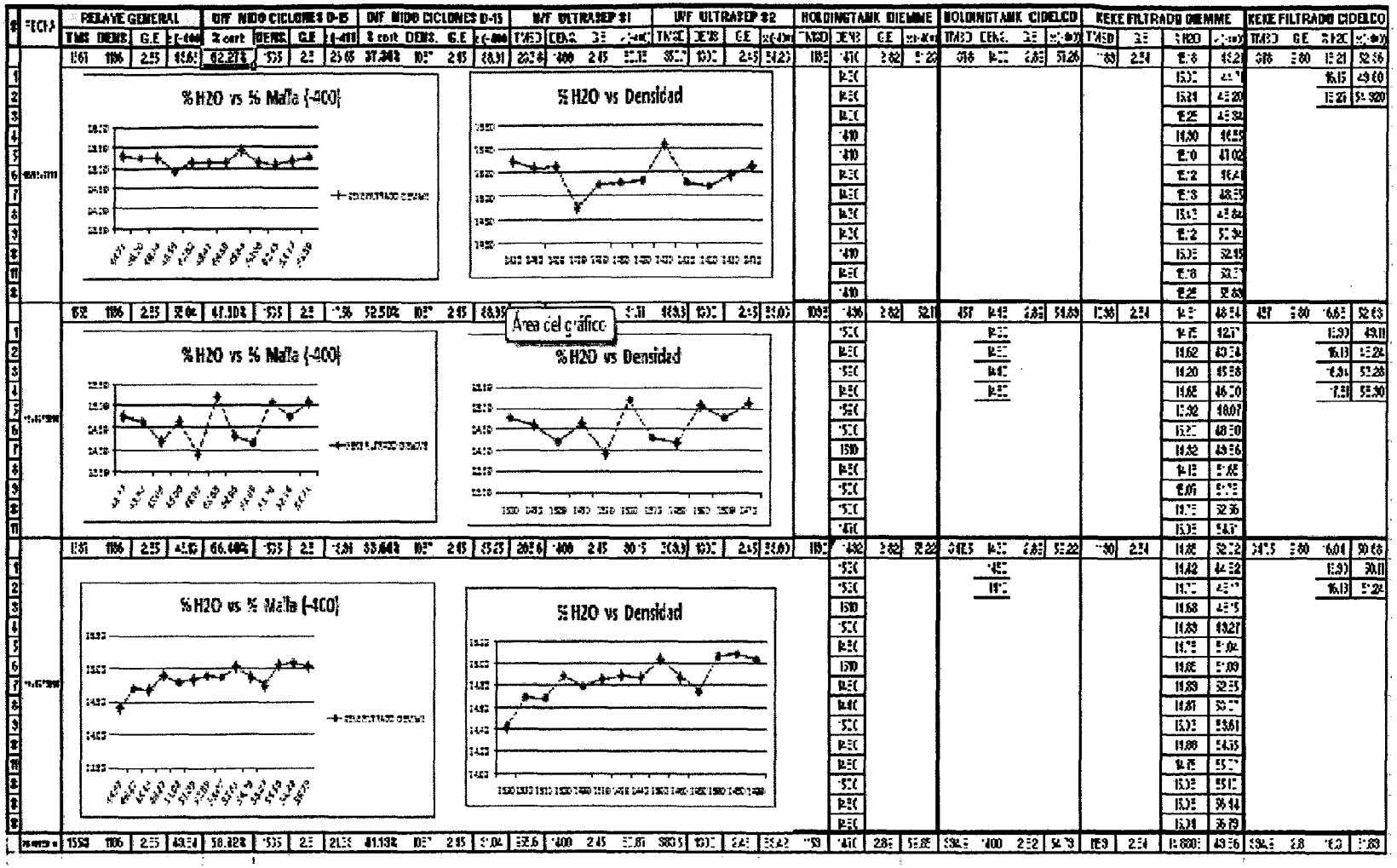
		FEED NIDO D-15		O/F (NIDO D-15)		U/F (NIDO D-15)		U/F (ULTRASEP #1)		U/F (ULTRASEP #2)		HOLDINTANG DIEMME		HOLDINTANG CIDELCO	
MALLA	u	% Peso	% Passing	% Peso	% Passing	% Peso	% Passing	% Peso	% Passing	% Peso	% Passing	% Peso	% Passing	% Peso	% Passing
70	210	1.76	98.24	0.21	99.79	4.63	95.37	0.33	99.67	0.14	99.86	3.01	96.99	2.95	97.05
100	150	6.20	92.04	1.58	98.21	13.03	82.34	0.51	99.16	0.16	99.69	6.94	90.06	7.76	89.30
140	105	9.66	82.38	0.76	97.45	19.45	62.89	0.67	98.49	0.11	99.58	10.27	79.79	10.68	78.61
200	74	10.98	71.43	1.31	96.14	20.30	42.58	0.87	97.62	0.42	99.16	10.68	69.10	10.87	67.74
270	53	10.79	60.64	3.83	92.31	18.29	24.29	2.34	95.28	2.32	96.84	10.55	58.55	9.91	57.84
325	45	3.04	57.60	1.84	90.78	3.87	20.42	1.57	93.70	1.32	95.52	2.94	55.62	0.40	57.44
400	37	2.56	55.04	1.82	88.95	2.86	17.56	2.00	91.71	2.50	93.03	3.51	52.11	2.85	54.59
-400	<37	55.04	0.00	88.95	0.00	17.56	0.00	91.71	0.00	93.03	0.00	52.11	0.00	54.59	0.00
		100.00		100.00		100.00		100.00		100.00		100.00		100.00	

		1C	2C	3C	4C	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	9D	10D	11D
		17.61%	16.94%	16.18%	15.90%	14.20%	14.32%	13.92%	14.46%	15.09%	14.75%	14.62%	14.65%	15.07%	14.76%	15.20%
MALLA	u	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso
70	210	2.64	2.31	2.20	2.34	6.15	6.28	10.76	6.87	3.67	3.54	3.15	2.82	2.79	2.15	2.58
100	150	5.89	7.09	7.84	7.82	9.08	7.89	7.85	6.67	5.64	8.89	9.38	9.17	7.97	7.64	8.79
140	105	8.39	10.10	11.09	11.12	11.96	10.31	9.73	9.21	9.03	12.64	12.94	12.17	11.08	10.89	11.61
200	74	8.82	10.37	11.44	11.52	11.75	10.53	9.70	9.86	10.25	13.30	13.10	12.19	10.88	10.71	11.85
270	53	9.20	10.38	11.36	11.18	9.84	9.65	9.08	9.80	10.51	12.06	11.99	11.74	10.40	10.92	11.13
325	45	2.64	2.76	3.14	3.22	2.72	2.41	2.28	2.62	2.63	3.27	2.87	2.39	2.07	1.90	2.67
400	37	3.62	3.71	3.68	3.69	2.83	3.06	2.54	3.42	3.57	3.52	3.24	3.51	3.04	3.23	2.76
-400	<37	58.90	53.28	49.24	49.11	45.68	49.86	48.07	51.65	54.71	42.77	43.34	46.06	51.76	52.56	48.60
		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

		FEED NIDO D-15		O/F (NIDO D-15)		U/F (NIDO D-15)		U/F (ULTRASEP #1)		U/F (ULTRASEP #2)		HOLDINTANG DIEMME		HOLDINTANG CIDELCO	
MALLA	u	% Peso	% Passing	% Peso	% Passing	% Peso	% Passing	% Peso	% Passing	% Peso	% Passing	% Peso	% Passing	% Peso	% Passing
70	210	2.81	97.19	0.11	99.89	3.02	96.98	0.18	99.82	0.05	99.95	1.43	98.57	2.95	97.05
100	150	7.70	89.48	0.30	99.59	10.78	86.19	0.41	99.41	0.11	99.84	6.04	92.53	7.76	89.30
140	105	11.58	77.90	0.22	99.37	17.13	69.06	0.56	98.85	0.14	99.70	9.20	83.33	10.68	78.61
200	74	13.10	64.80	0.41	98.96	19.70	49.36	0.79	98.07	0.31	99.39	10.53	72.80	10.87	67.74
270	53	12.63	52.17	1.66	97.30	19.70	29.67	2.62	95.45	1.86	97.54	10.95	61.85	9.91	57.84
325	45	3.82	48.35	0.94	96.35	4.68	25.09	1.82	93.62	1.65	95.89	2.98	58.87	0.77	57.07
400	37	3.21	45.13	1.10	95.25	5.12	19.97	3.47	90.15	2.89	93.00	3.64	55.22	2.85	54.21
-400	<37	45.13	0.00	95.25	0.00	19.97	0.00	90.15	0.00	93.00	0.00	55.22	0.00	54.21	0.00

		1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	9D	10D	11D	12D	13D	14D
		14.75%	14.88%	14.87%	14.79%	14.89%	15.09%	15.04%	14.89%	15.09%	15.06%	14.85%	14.68%	14.70%	14.42%
MALLA	u	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso	% Peso
70	210	1.83	1.92	1.58	1.28	1.35	1.30	1.60	1.94	1.91	1.85	2.03	2.42	2.64	2.50
100	150	7.23	6.97	5.86	5.68	6.27	6.31	6.03	7.15	7.18	6.75	7.50	8.62	8.90	9.27
140	105	9.58	9.44	8.98	9.61	10.26	9.17	8.99	10.10	9.68	9.55	10.67	11.36	12.18	12.63
200	74	10.20	10.12	10.93	12.33	12.76	10.61	9.86	10.65	10.62	10.05	11.14	11.97	12.36	12.94
270	53	9.58	10.31	12.05	12.63	12.29	10.57	10.32	10.97	10.53	10.23	11.25	11.32	11.69	11.75
325	45	2.53	2.92	3.48	3.43	4.24	3.34	3.10	3.05	2.92	3.02	2.91	2.66	2.90	2.91
400	37	3.57	3.57	4.00	3.91	3.57	2.77	3.32	3.28	3.55	3.45	3.31	3.01	3.26	3.39
-400	<37	56.97	54.75	53.97	51.04	45.27	56.44	56.79	52.85	53.61	53.10	51.09	48.15	46.17	44.92
		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

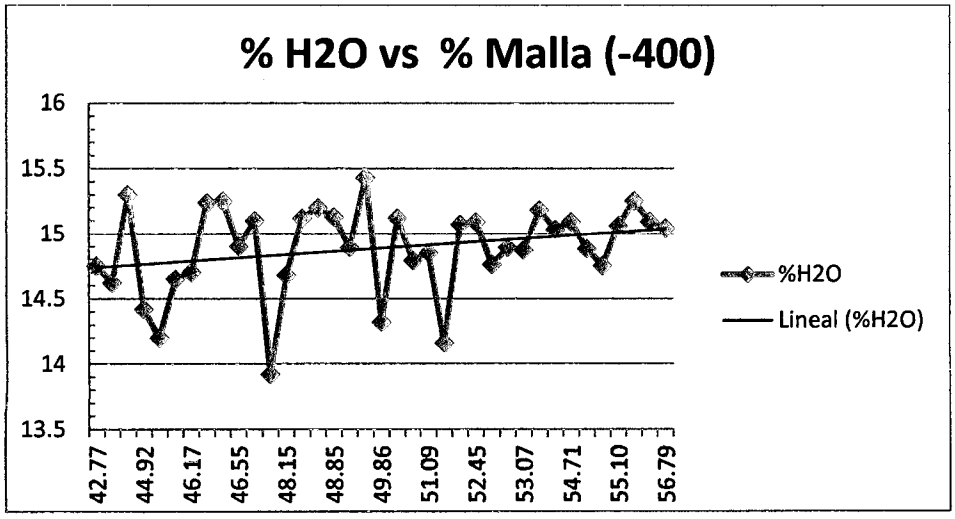
Gráfico N° 03: % H2O VS % malla -400 - % H2O VS densidad



Cuadro N° 14: Datos ordenados (% malla -400) del circuito actual

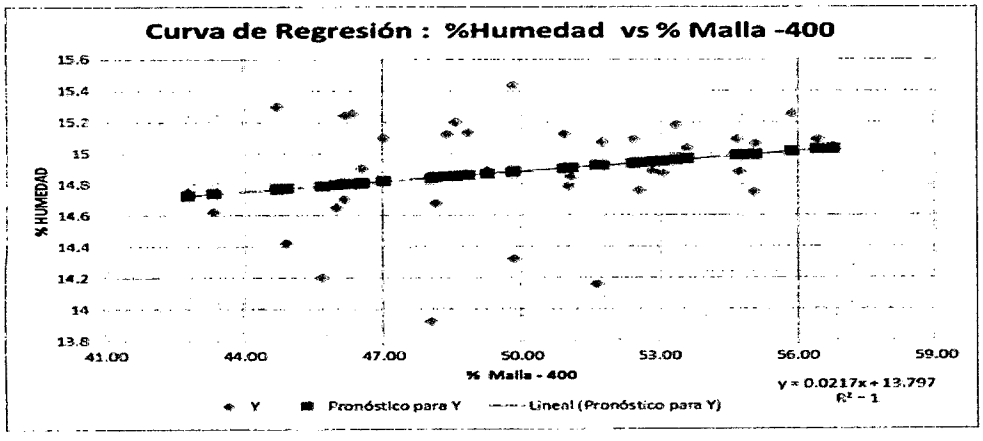
Data Ordenada Diemme						Data Ordenada Diemme					
Dens	%sol	%H2O	-400	%sol	%H2O	Dens	%sol	%H2O	-400	%sol	%H2O
1500	51.4493	14.75	42.77	44.1	15.25	1430	46.4123	15.12	50.94	50.76	14.65
1490	50.7587	14.62	43.34	44.88	14.9	1490	50.7587	14.79	51.04	50.76	14.79
1430	46.4123	15.3	44.71	44.88	15.1	1510	52.1307	14.85	51.09	50.76	14.89
1530	53.4669	14.42	44.92	44.88	15.09	1480	48.6301	14.16	51.65	50.76	15.04
1520	52.8032	14.2	45.68	44.88	15.25	1500	51.4493	15.07	51.76	51.45	14.75
1490	50.7587	14.65	46	45.65	15.13	1410	44.8813	15.09	52.45	51.45	15.2
1530	53.4669	14.7	46.17	45.65	15.18	1500	51.4493	14.76	52.56	51.45	14.89
1460	48.6301	15.24	46.2	46.41	15.3	1490	50.7587	14.89	52.85	51.45	15.07
1400	44.0994	15.25	46.34	46.41	15.12	1440	47.1618	14.87	53.07	51.45	14.76
1410	44.8813	14.9	46.55	46.41	15.43	1420	45.6522	15.18	53.37	51.45	15.03
1410	44.8813	15.1	47.02	46.41	15.12	1500	51.4493	15.03	53.61	51.45	15.08
1520	52.8032	13.92	48.07	47.16	14.87	1470	49.3493	15.09	54.71	52.13	14.68
1510	52.1307	14.68	48.15	48.63	15.24	1460	48.6301	14.88	54.75	52.13	14.32
1430	46.4123	15.12	48.41	48.63	14.16	1480	50.0588	14.75	55.07	52.13	14.85
1500	51.4493	15.2	48.6	48.63	14.88	1500	51.4493	15.06	55.1	52.8	14.2
1420	45.6522	15.13	48.85	48.63	15.09	1410	44.8813	15.25	55.69	52.8	13.92
1500	51.4493	14.89	49.27	49.35	15.09	1480	48.6301	15.09	56.44	53.47	14.42
1430	46.4123	15.43	49.84	50.06	14.75	1490	50.7587	15.04	56.79	53.47	14.7
1510	52.1307	14.32	49.86	50.76	14.62						

Grafico N° 04: % H2O VS % malla (-400)



- Datos ordenado según él % de malla (–400) vs el impacto en el % de Humedad.
- Se identifica una curva dispersa con una ligera tendencia lineal.
- Donde aparentemente el incremento del % malla -400, genera un incremento en la Humedad.

Grafico N° 05: % H2O VS % malla (-400)-regresión lineal



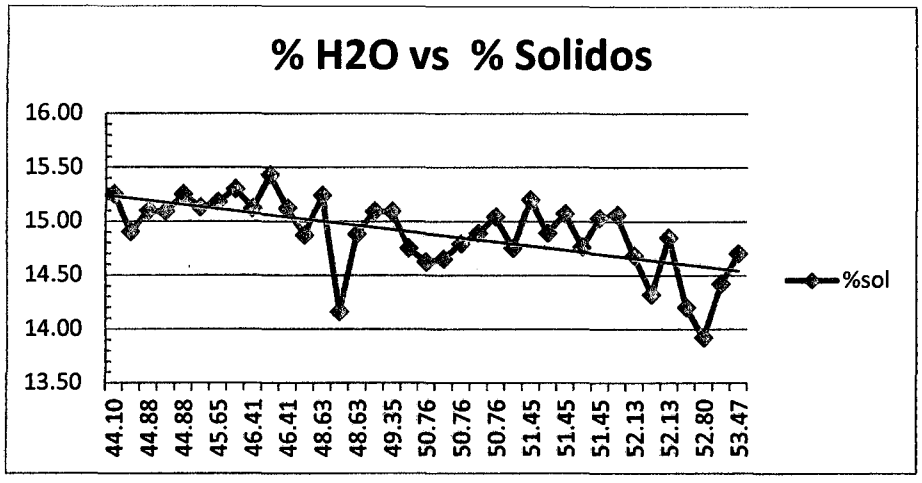
De las gráficas y los datos obtenidos podemos decir que:

- Los muestreos realizados en la operación, identificaron la relación del %Malla (-400) en el % de Humedad. Donde aparentemente el incremento del % malla -400, genera un incremento en la Humedad.

➢ La ecuación de esta curva nos indica que con 47% de malla -400, estamos en el promedio actual de 14.8% de humedad en el Filtro Diemme. (Muy cercano a la realidad).

➢ No se logró ampliar los extremos de la curva con los datos de la operación actual.

Grafico N°06: % H2O VS % de solidos

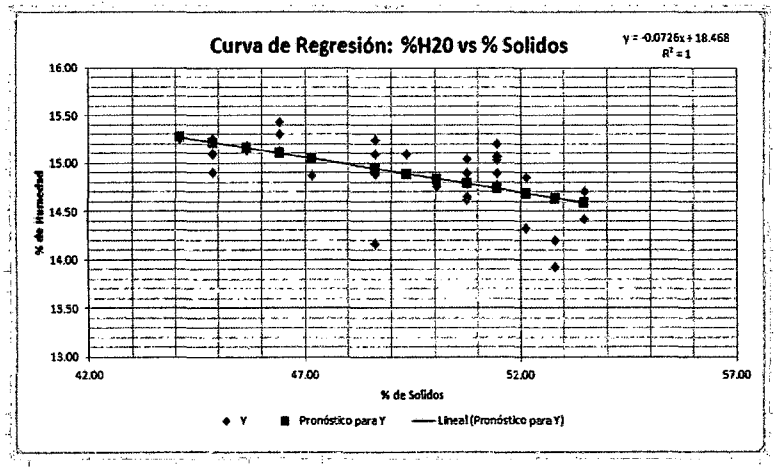


➢ Datos ordenados según él % de Solidos vs el impacto en el % de Humedad.

➢ Se identifica una curva dispersa con una ligera tendencia lineal.

➢ Donde aparentemente el incremento del % Solidos, genera una disminución en la Humedad.

Gráfico N°07: % H_2O VS % de solidos regresión lineal



Esta data será comparada con las que se obtendrán luego se realizar las distintas pruebas.

De las gráficas y los datos obtenidos podemos decir que:

- Los muestreos realizados en la operación, identificaron la relación del % Sólidos en la pulpa a filtrar con él % de Humedad.
- Donde aparentemente el incremento del % Solidos, genera una disminución en la Humedad.
- La ecuación de esta curva nos indica que con 50% de solidos (1480 gr/lt) estamos en el promedio actual de 14.8% de humedad en el Filtro diemme. (muy cercano a la realidad.)
- No se logró ampliarlos extremos de la curva con los datos de la operación actual

6.6.1 CONCLUSIONES

- El impacto de malla -400 en la % humedad, genera una ligera tendencia lineal con el aumento y disminución de la Malla (-400).
- Sin embargo no expresa del todo un comportamiento lineal. Se ha comprobado en la práctica que al extremo derecho de la curva (% humedad vs % malla -400), se genera mayores humedades. (ejemplo Cidelco: muestra 1C, con 17.61% humedad y 58.90% (-400)). Sin embargo se requiere generar data al extremo izquierdo de la curva y verificar el impacto efectivo de la malla (-400).
- El análisis día a día del % Humedad vs Malla -400, muestra una tendencia Variable con el incremento y/o disminución de la malla -400, debido a los cambios en la mineralogía del mineral cabeza (arcillas: monthoni, etc). Esto nos lleva a pensar que una malla más pequeña como la 625 (20 micras), explicaría mejor el comportamiento del % de humedad vs granulometría.
- El % de sólidos en la alimentación a los filtros, también muestra una tendencia lineal en la curva % Humedad vs % solidos.
- Según la curva corregida, deberíamos estar en nuestro promedio de humedad con un % de solidos de 50% (1480 gr/lt) (se cumple en el Diemme) y con 68 % solidos (1700 g/lt), se debería obtener una Humedad de 13.5%, no se ha comprobado este resultado debido a que la configuración actual del circuito no permite generar % solidos mayores a 50%.

6.6.2 RECOMENDACIONES

- Generar pruebas con variaciones de porcentaje malla (-400), a fin de comprobar los extremos las tendencias de curvas obtenidas.
- Evaluar el comportamiento del % humedad vs Malla 625 (20 micras).
- Modificar el circuito de filtrado a fin de obtener mayores % sólidos en la alimentación a los filtros prensa.

6.7 PRUEBA CON VARIACIONES EN LAS PROPORCIONES DE MALLA -400 EN KEKE FILTRADO.

Siguiendo las recomendaciones de las muestras anteriores procederemos a realizar pruebas con variaciones del % malla -400.

Los objetivos de esta prueba son:

- Ampliar el estudio de las variables críticas: %sólidos y % malla (-400).
- Identificar los parámetros óptimos de operación en base al estudio de las variables críticas.

Las pruebas se realizaron con el filtro prensa Diemme y Cidelco.

Se configura el circuito de planta de filtrado para generar mayores % de sólidos, en la pulpa que ingresa al holding tank de los Filtros. Se proporciona la alimentación del U/F del nido de ciclones y el U/F del Ultrasep N° 2. Lográndose solo densidades hasta de 1700 gr/lt. No sostenible, solo se logró controlar para el muestreo.

Se proporciona la alimentación de la mezcla de pulpa del U/F del nido de ciclones y del U/F de ultrasep.

Flow sheet propuesto para las pruebas a realizar es el siguiente.

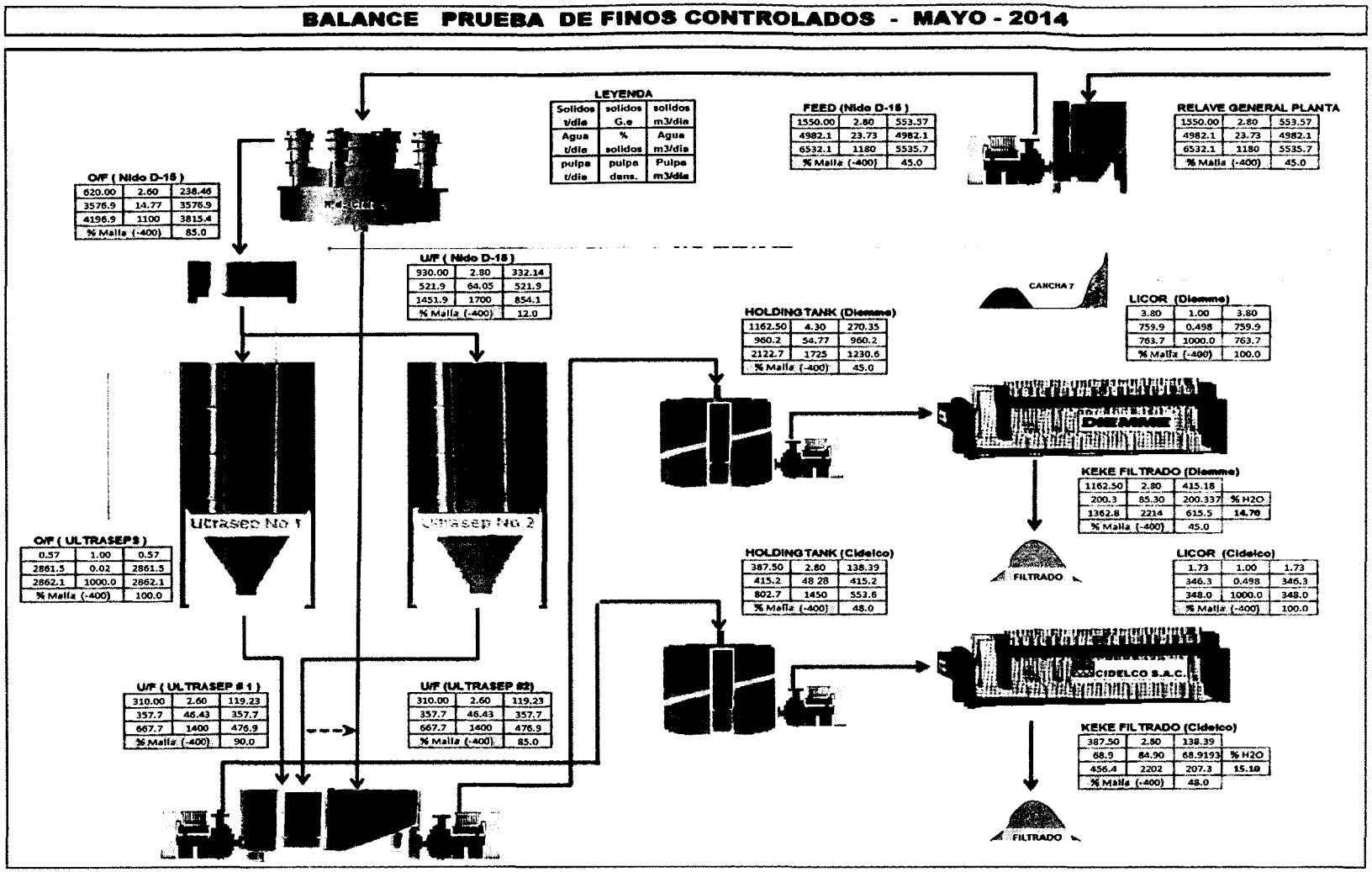
Primero se realizara pruebas variando el % de malla -400, para conseguir estos datos se procederá de la siguiente forma:

a) Se alimentara solo el under flow del nido de ciclones D-15 al holding tank del filtro Diemme.

b) Se procederá a abrir poco a poco la descarga del ultrasep N°1, esta carga se mezclara con el flujo del under flow del nido de ciclones D-15 para ser alimentado al holding tank del filtro Diemme.

c) Al final el 100% de la carga alimentada al holding tank será el under flow de los ultraseps, mientras que el under flow del nido de hidrociclones D-15 serán enviadas al holding tank del filtro Cidelco.

Fig. N° 57: Flow sheet propuesto



Fuente: CMCHSMSAC – 2014

Cuadro N° 16: Datos ordenados por el % de humedad

% solidos	%H2O	400 #	Prom %H2O	Prom %Sol	Prom %400	
59.53%	13.73	41.86	14.95	57.43	47.52	14.87
64.59%	14.01	50.55	14.95	57.43	47.52	15.06
57.10%	14.28	46.98	14.95	57.43	47.52	14.97
58.33%	14.28	54.8	14.95	57.43	47.52	15.18
59.53%	14.38	29.35	14.95	57.43	47.52	14.73
57.72%	14.39	40.11	14.95	57.43	47.52	14.84
61.28%	14.4	45.76	14.95	57.43	47.52	14.94
64.59%	14.4	44.43	14.95	57.43	47.52	14.92
57.72%	14.43	48.34	14.95	57.43	47.52	15
60.12%	14.43	47.05	14.95	57.43	47.52	14.97
64.59%	14.46	43	14.95	57.43	47.52	14.89
58.33%	14.6	52.67	14.95	57.43	47.52	15.11
59.53%	14.63	48.25	14.95	57.43	47.52	15
55.84%	14.65	49.23	14.95	57.43	47.52	15.02
62.41%	14.67	42.57	14.95	57.43	47.52	14.88
57.72%	14.68	38.59	14.95	57.43	47.52	14.82
60.70%	14.69	47.3	14.95	57.43	47.52	14.98
61.85%	14.7	36.78	14.95	57.43	47.52	14.79
58.33%	14.71	52.57	14.95	57.43	47.52	15.11
61.85%	14.72	43.29	14.95	57.43	47.52	14.9
59.53%	14.73	41.18	14.95	57.43	47.52	14.86
61.28%	14.73	53.09	14.95	57.43	47.52	15.13
57.10%	14.75	46.5	14.95	57.43	47.52	14.96
58.94%	14.75	34.1	14.95	57.43	47.52	14.77
56.48%	14.76	38.61	14.95	57.43	47.52	14.82
55.84%	14.78	46.87	14.95	57.43	47.52	14.97
60.12%	14.83	47.66	14.95	57.43	47.52	14.99
59.53%	14.85	51.06	14.95	57.43	47.52	15.07
57.72%	14.88	49.66	14.95	57.43	47.52	15.03
59.53%	14.9	56.43	14.95	57.43	47.52	15.23
53.22%	14.91	46.53	14.95	57.43	47.52	14.96
57.72%	14.93	43.78	14.95	57.43	47.52	14.9
58.33%	14.96	53.12	14.95	57.43	47.52	15.13
55.84%	14.97	47.54	14.95	57.43	47.52	14.98
58.33%	14.97	52.58	14.95	57.43	47.52	15.11
58.33%	14.98	52.98	14.95	57.43	47.52	15.12
51.85%	15.07	42.9	14.95	57.43	47.52	14.89
60.70%	15.07	51.04	14.95	57.43	47.52	15.07
57.10%	15.09	38.39	14.95	57.43	47.52	14.82
52.54%	15.1	49.49	14.95	57.43	47.52	15.03
53.22%	15.1	47.59	14.95	57.43	47.52	14.98
60.12%	15.11	50.54	14.95	57.43	47.52	15.06
60.70%	15.12	51.65	14.95	57.43	47.52	15.09
53.22%	15.15	46.95	14.95	57.43	47.52	14.97
57.10%	15.17	50.7	14.95	57.43	47.52	15.06
53.22%	15.18	47.12	14.95	57.43	47.52	14.97
55.84%	15.2	54.06	14.95	57.43	47.52	15.15
61.85%	15.2	34.78	14.95	57.43	47.52	14.77
52.54%	15.23	55.27	14.95	57.43	47.52	15.19
53.89%	15.28	53.7	14.95	57.43	47.52	15.14
58.33%	15.34	40.21	14.95	57.43	47.52	14.84
58.33%	15.35	35.74	14.95	57.43	47.52	14.78
52.54%	15.5	47.76	14.95	57.43	47.52	14.99
53.22%	15.51	48.7	14.95	57.43	47.52	15.01
53.22%	15.52	45.39	14.95	57.43	47.52	14.94
47.53%	15.55	54.11	14.95	57.43	47.52	15.16
55.84%	15.58	56.11	14.95	57.43	47.52	15.22
55.20%	15.68	62.23	14.95	57.43	47.52	15.43
52.54%	15.69	31.71	14.95	57.43	47.52	14.75
55.20%	15.69	58.99	14.95	57.43	47.52	15.31
53.22%	15.73	54.41	14.95	57.43	47.52	15.16
53.89%	15.87	60.69	14.95	57.43	47.52	15.37
55.84%	15.92	58.25	14.95	57.43	47.52	15.29

Prom	57.43%	14.95	47.52
Debajo Prom	59.33%	14.60	45.59
Sobre Prm	55.47%	15.32	49.51

Grafico N° 08: % humedad VS % malla -400

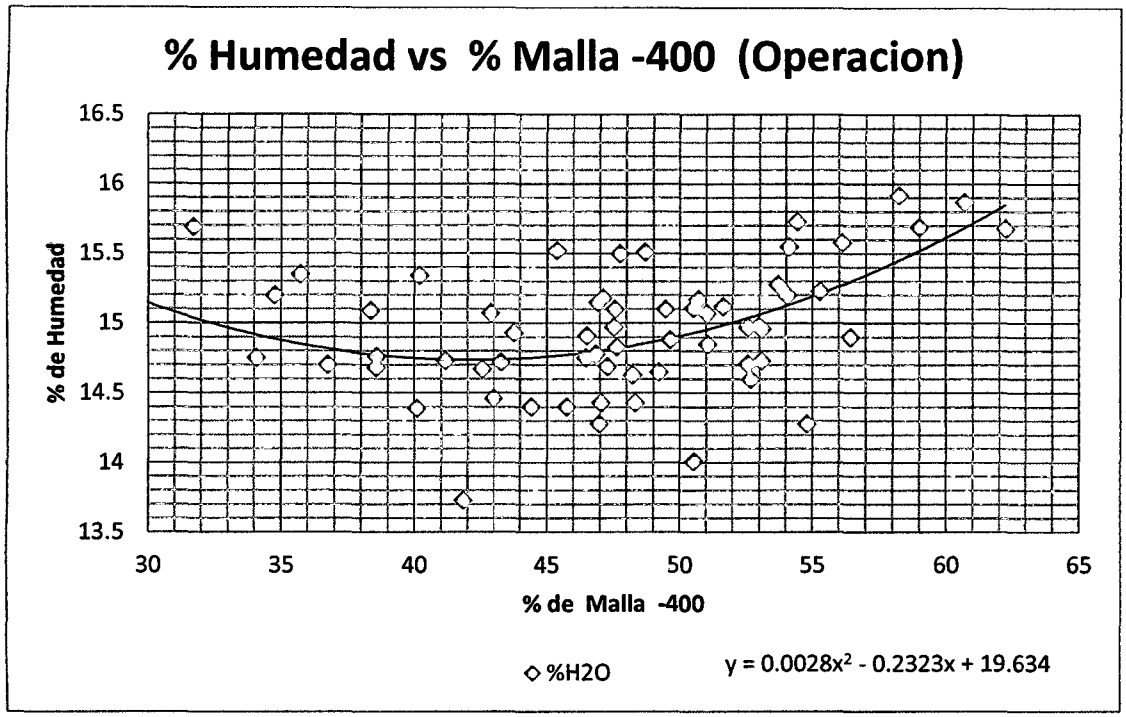
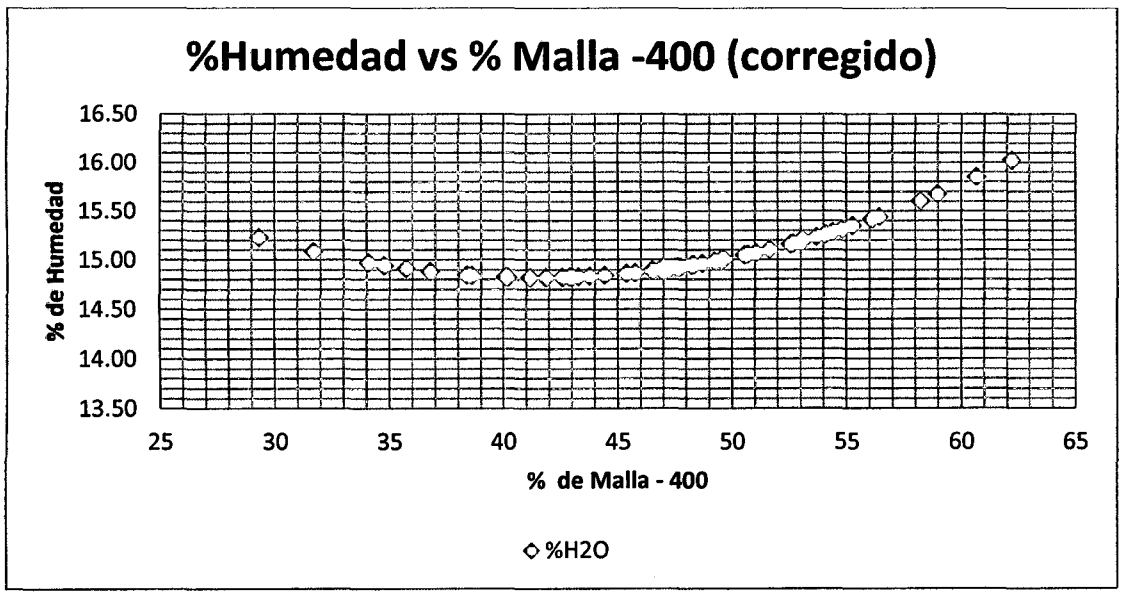


Grafico N° 09: %humedad VS % malla -400 - corregido



Cuadro N° 15: Datos obtenidos

DATA TOTAL

	DENS.	% SOL	% H2O	% (-400)	Corre % H2O	Corre % H2O
1	1420	46.01%	18.25	18.16	18.31	17.16
2	1380	42.83%	18.05	23.39	17.49	17.26
3	1380	42.83%	18.04	23.92	17.42	17.26
4	1360	41.18%	18.46	24.78	17.30	17.31
5	1220	28.05%	16.01	28.35	16.87	17.71
6	1460	49.01%	17.19	30.60	16.64	17.07
7	1440	47.53%	16.91	31.85	16.52	17.12
8	1410	45.23%	16.14	36.88	16.15	17.19
9	1360	41.18%	15.76	44.67	15.87	17.31
10	1350	40.33%	15.81	44.21	15.87	17.34
11	1340	39.47%	15.73	43.06	15.90	17.36
12	1360	41.18%	15.79	42.59	15.91	17.31
13	1370	42.01%	15.64	43.03	15.90	17.29
14	1360	41.18%	15.88	44.33	15.87	17.31
15	1360	41.18%	15.72	45.83	15.86	17.31
16	1230	29.09%	14.39	43.26	15.89	17.68
17	1250	31.11%	14.58	44.89	15.87	17.62
18	1250	31.11%	14.49	49.2	15.87	17.62
19	1180	23.73%	14.64	49.97	15.89	17.84
20	1210	27.00%	15.07	57.02	16.17	17.74
21	1200	25.93%	15.45	54.17	16.02	17.78
22	1320	37.71%	22.40	95.63	23.02	17.42
23	1320	37.71%	19.42	92.79	22.21	17.42
24	1310	36.81%	21.96	92.46	22.12	17.44
25	1200	25.93%	18.51	87.90	20.94	17.78
26	1210	27.00%	17.89	69.11	17.36	17.74
27	1120	16.67%	20.23	82.35	19.66	18.06
28	1210	27.00%	23.64	92.47	22.13	17.74
29	1240	30.11%	22.12	95.67	23.03	17.65
30	1250	31.11%	20.11	82.15	19.61	17.62
31	1270	33.07%	20.22	78.51	18.88	17.56
32	1280	34.03%	18.98	72.67	17.87	17.53
33	1350	40.33%	18.89	71.68	17.72	17.34
34	1300	35.90%	16.82	45.46	15.86	17.47
35	1300	35.90%	14.21	45.26	15.86	17.47
36	1250	31.11%	15.52	48.44	15.86	17.62
37	1250	31.11%	16.91	55.68	16.09	17.62
38	1300	35.90%	18.71	67.31	17.12	17.47

Grafico N° 10: % H2O VS % malla -400

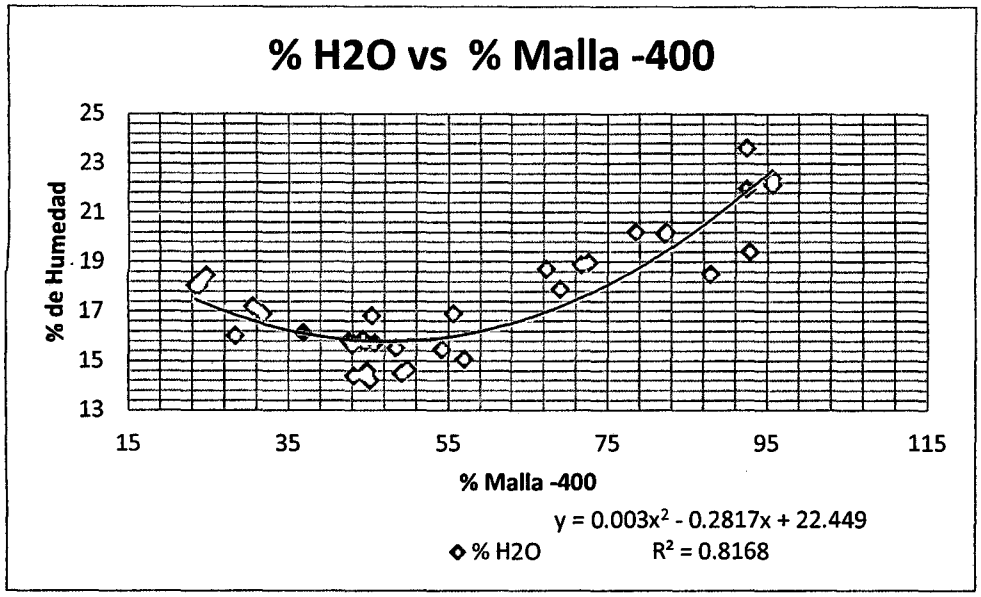
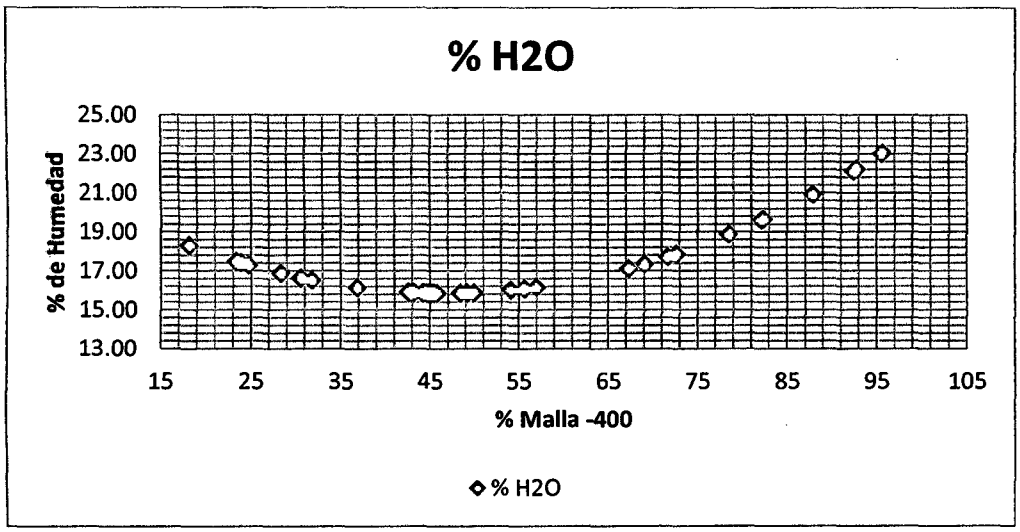


Grafico N° 11: % H2O VS % malla -400



➢ Los Muestreos realizados en la operación, con variaciones del % de malla (-400) en la alimentación del filtro. Confirmaron la relación entre % Malla (-400) vs % humedad.

➢ Se observa la particularidad de la curva formando una parábola donde a menores % de malla -400, se produce un incremento del % de humedad que luego desciende y se incrementa conforme aumenta el % de malla (-400).

➢ No se logró obtener en operación % Malla (-400), menores, el incremento de gruesos produce problemas de sedimentación de tuberías y llenado deficiente de cámaras en el filtro.

La mejor performance se da en la concavidad de la parábola en rangos de 40 % a 45% de malla (-400).

6.7.1 FILTRO CIDELCO

Cuadro N° 16: Datos obtenidos CIDELCO

KEKE FILTRADO CIDELCO			
TMSD	G.E	% H2O	% (-400)
401.94	2.8	14.21	45.26
	2.8	15.52	48.44
	2.8	16.82	45.46
	2.8	16.91	55.68
389.5	2.8	17.89	69.11
	2.8	18.51	87.9
	2.8	18.71	67.31
	2.8	18.89	71.68
378	2.8	18.98	72.67
	2.8	19.42	92.79
	2.8	20.11	82.15
	2.8	20.22	78.51
458	2.8	20.23	82.35
	2.8	21.96	92.46
	2.8	22.12	95.67
	2.8	22.4	95.63
	2.8	23.64	92.47

Grafico N° 12: % H2O VS % malla -400

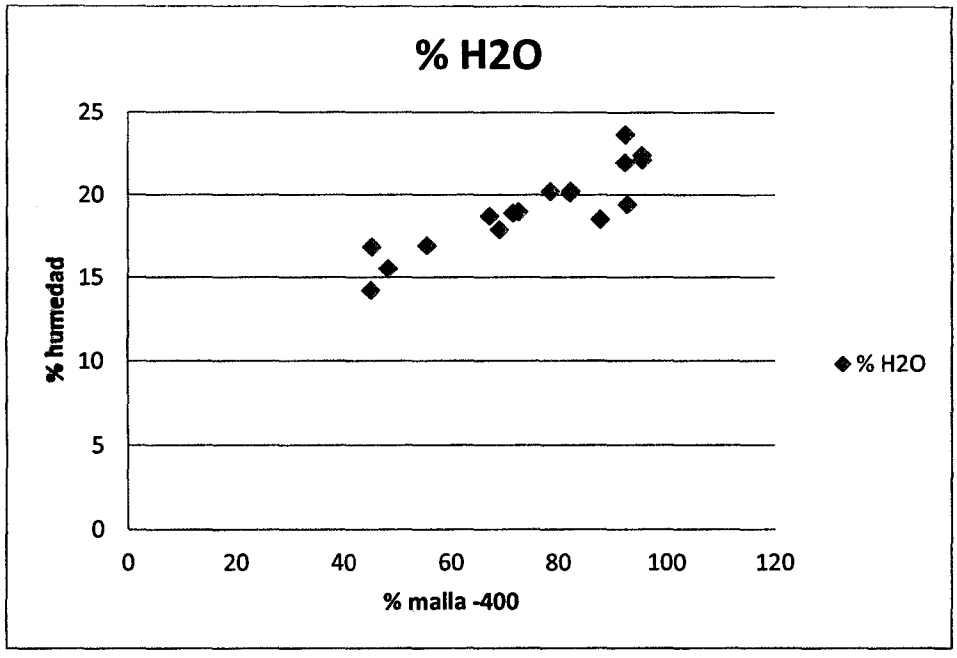


Grafico N° 13: % humedad VS % solidos

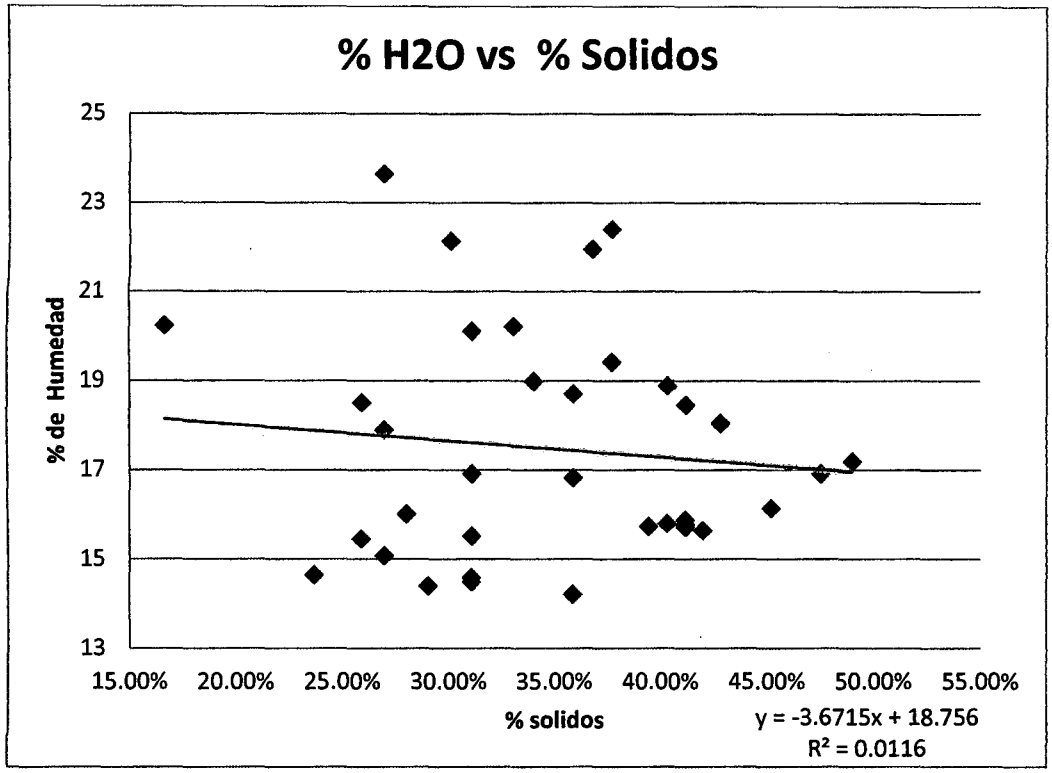


Grafico N° 14: % humedad VS % solidos (corregido)

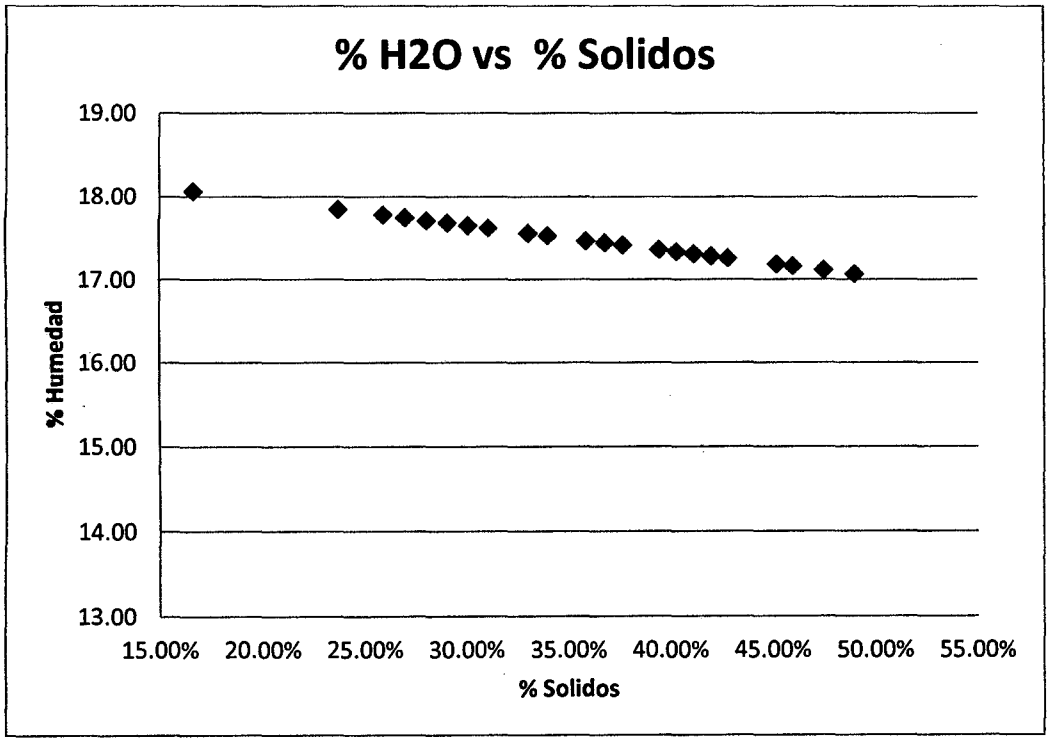


Grafico N° 15: % humedad VS % solidos

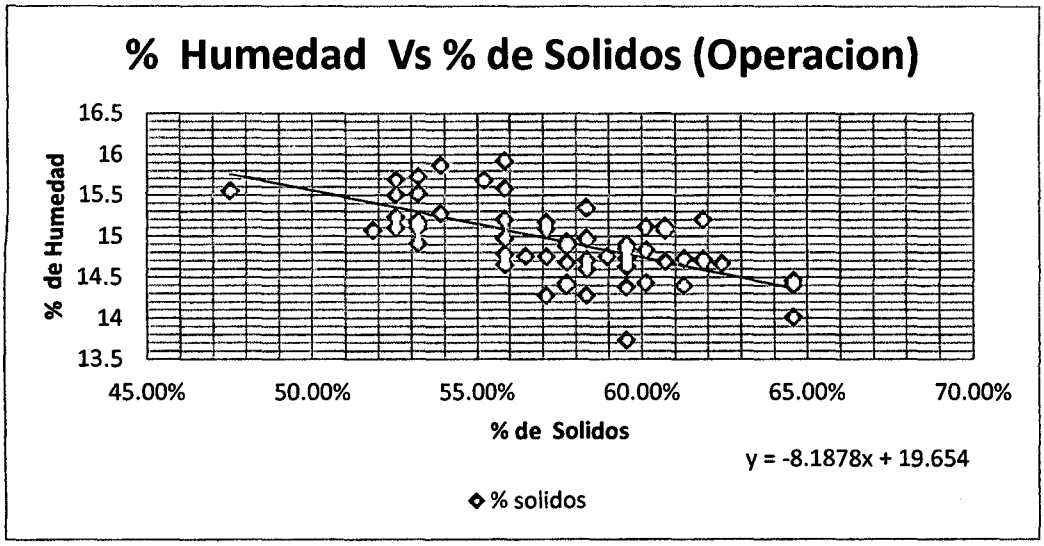
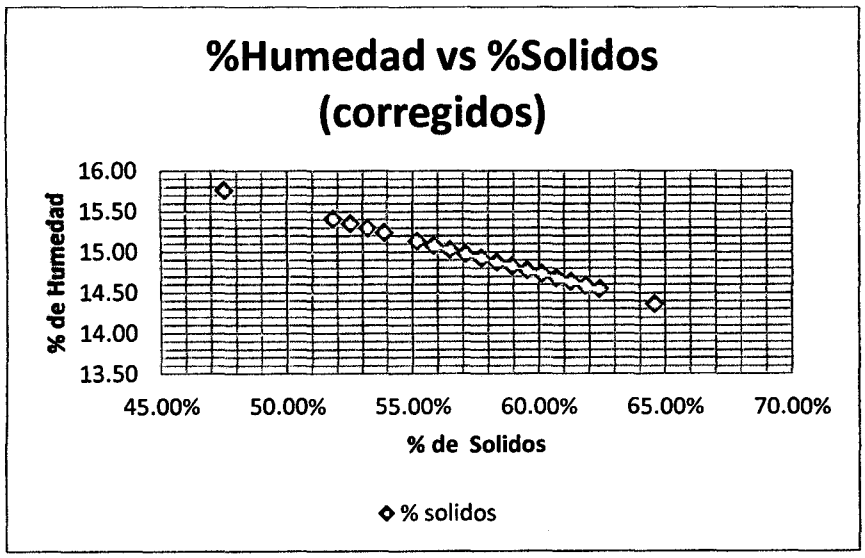


Grafico N° 15: % humedad VS % solidos corregido



- Los Muestreos realizados en la operación, con variaciones del % de sólidos en la alimentación del filtro. Confirmaron la relación entre % sólidos vs % humedad.
- No se logró obtener en operación % de sólidos mayores de 65% (1700 gr/lt de densidad).
- La mejor performance empieza a darse desde % de sólidos mayores a 60%

Grafico N° 16: relación malla -400 y % solidos

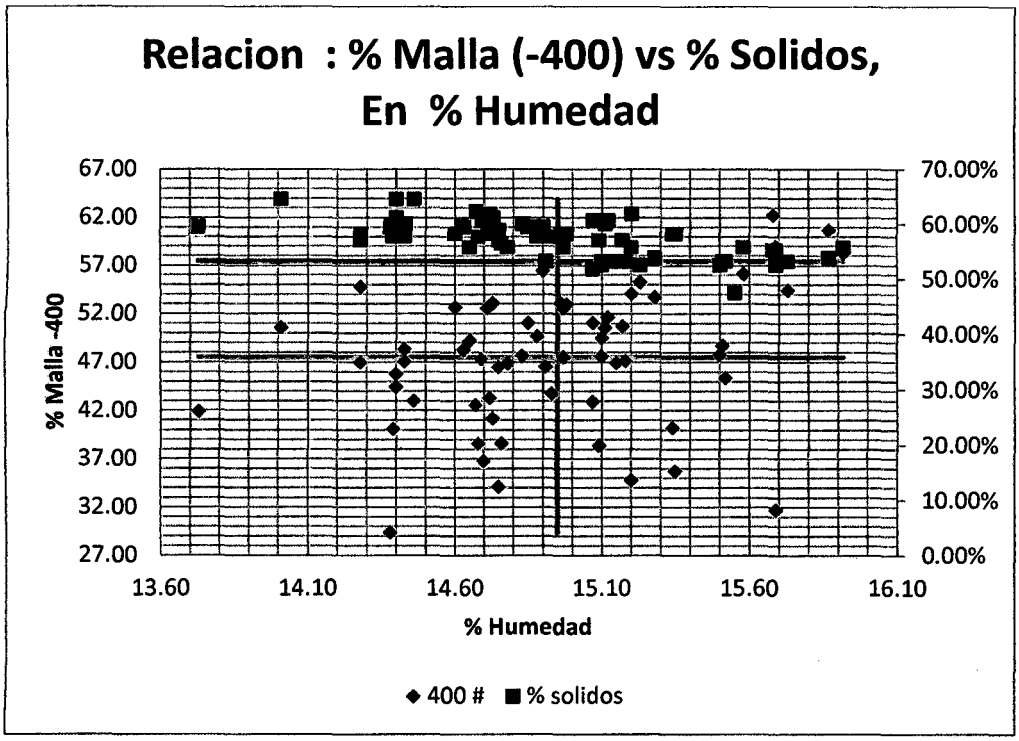
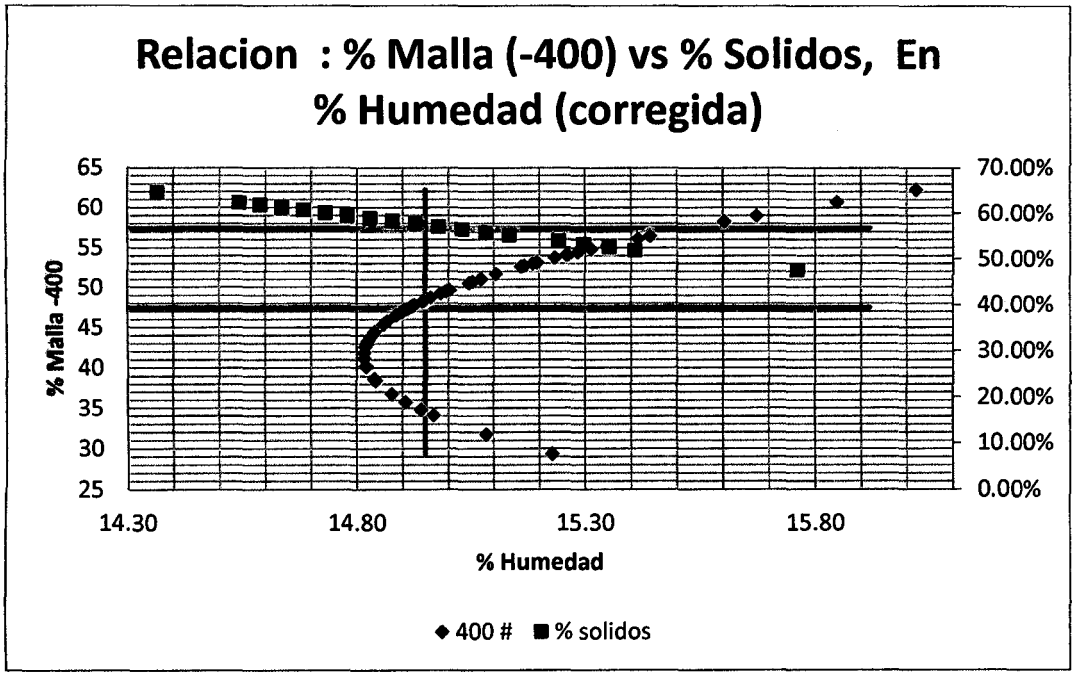


Grafico N° 17: relación malla -400 y % sólidos en % de humedad corregida



➢ La relación entre las variables % de sólidos y % malla (-400), y el impacto en la humedad.

Los gráficos confirman que debemos combinar las variables en % de sólidos mayores a 60% de sólidos y entre 40% a 45% de malla (-400) en la alimentación a los filtros prensa.

6.7.2 CONCLUSIONES:

• Se confirma el impacto de las Variables % sólidos y % de malla (-400) en la humedad del keke filtrado.

• Se logró comprender la tendencia del % humedad con las variables críticas en las condiciones actuales de la planta de filtrado.

• Los parámetros de operación óptimos para mejorar la humedad de relave en las condiciones actuales están rangos de % sólidos mayores a 60% y % de malla (-400) entre 40% a 45%.

6.7.3 RECOMENDACIONES:

• Realizar pruebas a nivel piloto, para confirmar las tendencias de las curvas y evaluar el impacto del soplado en las variables críticas.

• Realizar pruebas piloto con muestras escalonadas en % de sólidos y % de malla (-400), con diferenciación entre la implementación de la etapa de soplado.

Evaluar a nivel piloto el impacto de la malla 625 (20 micras).

6.8 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SOPLADO O SECADO EN FILTRO CIDELCO 2000X2000.

Antes de implementar la etapa de soplado en el filtro CIDELCO se realizara pruebas piloto en el filtro prensa ANDRITZ. Cuyos objetivos son los siguientes:

- Realizar pruebas en un filtro piloto, para ampliar el rango de las variables % sólidos y % malla – 400.
- Evaluar el impacto de la etapa de soplado en el % sólidos y % malla – 400.
- Evaluar el impacto de la malla -625 (20 micras).

6.8.1 CARACTERISTICAS: FILTRO PILOTO ANDRIZT

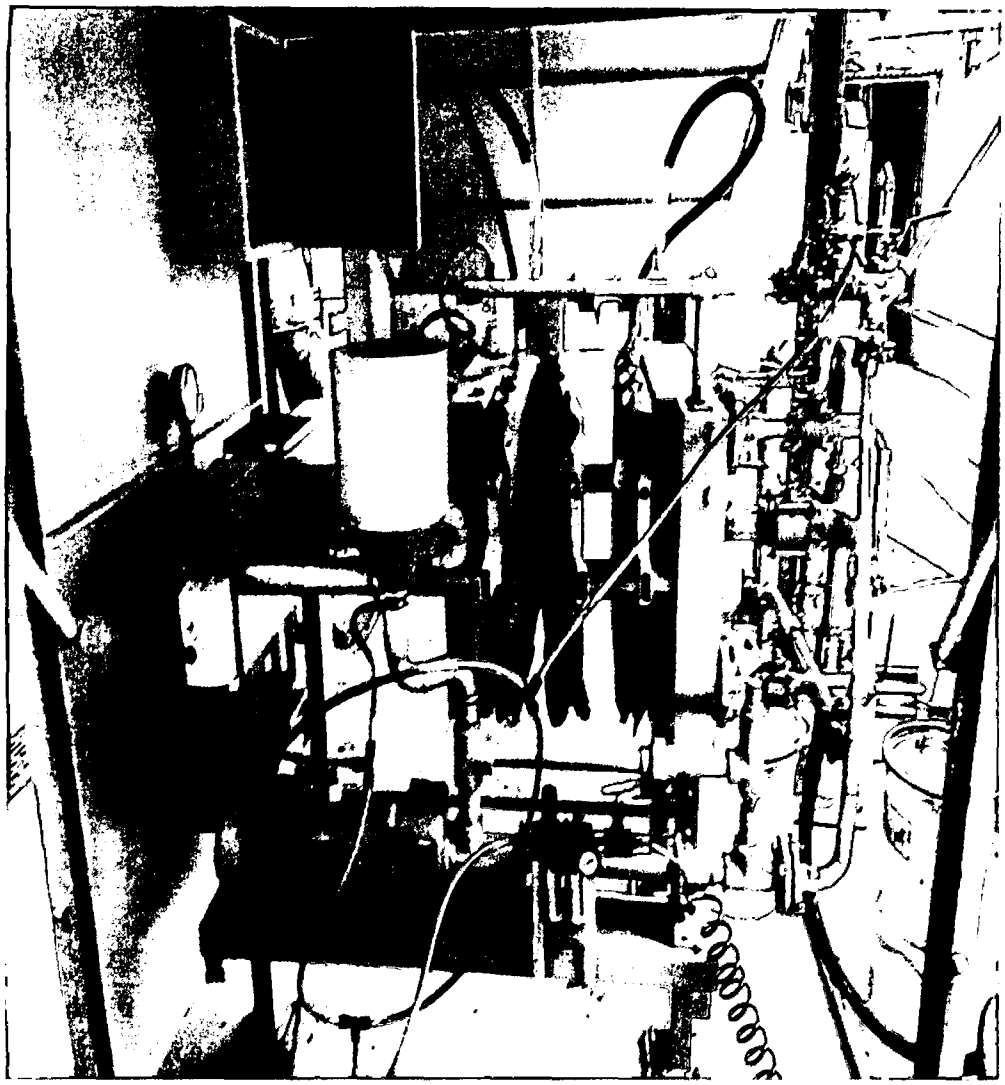
➢ Placa 40 cm x 40 cm.

➢ Alimentación con bomba neumática.

➢ Sistema de presurizado de membranas.

- Espesor de cámara 40 mm.
- Sistema de secado o soplado de keke.
- Cantidad de placas 3 (1 rígida y 2 membranas).
- Volumen de cámara 6.4 litros (total 12.8 lts).

Fig. N° 58: Filtro prensa piloto



Fuente: CMCHSMSAC – 2014

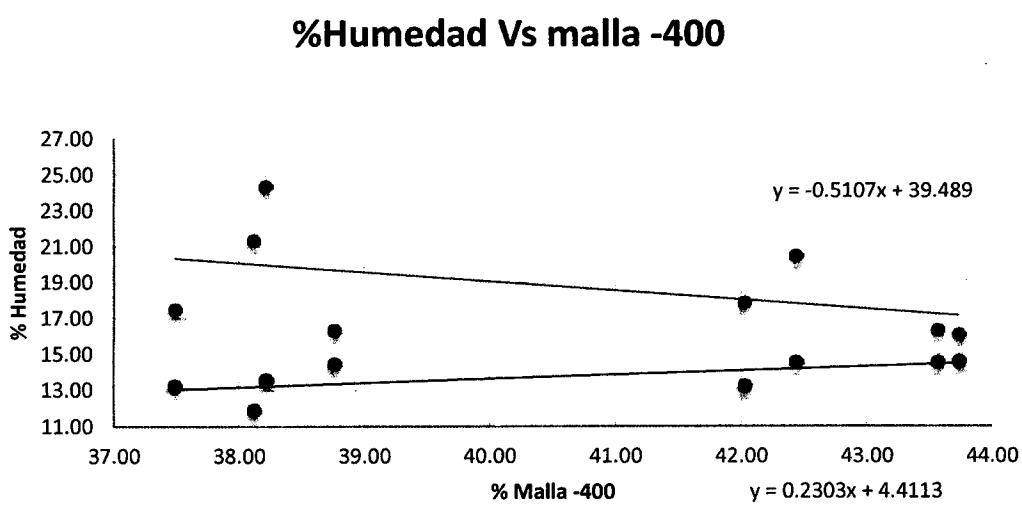
6.8.2 DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES

- Se desarrollaron pruebas de calibración de filtro.
- Pruebas con muestra del holding tank del filtro DIEMME.
- Pruebas con soplado o secado.
- Pruebas con llenado parcial de cámara.
- Pruebas con muestras de diferentes % de malla -400 con y sin soplado

Cuadro N° 17: Datos obtenidos con el filtro prensa piloto

11/06/2014	Prueba #1	Prueba #2	Prueba #3	Prueba #4	Prueba #5	Prueba #6	Prueba #7	Prueba #8
Tipo de muestra	Holdingtank Diemme	Holdingtank Diemme	Holdingtank Diemme	Holdingtank Diemme	Holdingtank Diemme	Holdingtank Diemme	Holdingtank Diemme	Holdingtank Diemme
Densidad (gr/lt)	1600.00	1600.00	1600.00	1600.00	1600.00	1600.00	1600.00	1600.00
%Solidos	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
Presion de alimentacion (bar)	5.80	3.50	3.5-4.0	3.5-4.0	3.50	4.80	5.60	4.0-4.8
Tiempo de alimentacion	3 min	3 min	2.5 min	1.5min	2.5min	3 min	3 min	3 min
Presion de presurizado M (bar)	6.0 - 5.5	7.3 -7.5	7.00	7.1 -7.0	7.40	7.60	7.20	7.00
Tiempo de presurizado M	1 min	1 min	30 seg	30 seg	30 seg	30 seg	30 seg	1 min
Presion de secado (soplado)	6.0 - 6.1	7.7 - 6.5	7.0 - 6.0	5.00	7.2 -7.0	7.2 - 6.4	7.20	7.4 -7.3
Tiempo de secado	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Agua de alimentacion (ml)	10040.00	7180.00	5480.00	2220.00	5190.00	5080.00	10510.00	8550.00
Agua de presurizado (ml)	300.00	340.00	130.00	160.00	140.00	90.00	90.00	1930.00
Agua de secado (ml)	350.00	520.00	830.00	360.00	390.00	460.00	240.00	280.00
% Humedad del secado	**1.88**	**4.27**	**9.46**	**10.81**	**4.64**	**5.94**	**1.50**	**1.76**
Peso de keke humedo (Kg)	18.62	12.17	8.77	3.33	8.41	7.74	16.00	15.91
Espesor de keke (mm)	33.00	33.00	20.00	15.00	19.00	19.00	25.00	27.00
Espesor de camara (mm)	40.00	40.00	40.00	30.00	30.00	40.00	40.00	40.00
Volumen total camara (2) (l)	12.80	12.80	12.80	12.80	9.60	9.60	12.80	12.80
Eficiencia del llenado C.	82.50	82.50	50.00	37.50	47.50	47.50	62.50	67.50
Peso de keke seco (Kg)	15.93	10.56	7.73	2.88	7.30	6.61	13.67	13.59
% Humedad de keke	**14.44**	**13.21**	**11.88**	**13.55**	**13.23**	**14.54**	**14.59**	**14.56**
% malla (-400)	38.76	37.49	38.12	38.22	42.03	42.44	43.74	43.57
% malla (-625)	32.24	30.64	31.46	31.17	34.58	34.61	35.75	36.24
% humedad calculada sin soplado	**16.32**	**17.48**	**21.34**	**24.36**	**17.87**	**20.48**	**16.09**	**16.32**

Grafico N° 18: Comparación de datos con soplado y sin soplado



En el grafico podemos notar que al incluir la etapa de soplado al filtro prensa piloto obtendremos una notable disminución del % de humedad sin importar el % de malla (-400).

Cuadro N° 18: datos obtenidos filtro prensa piloto

12/06/2014	Prueba #1	Prueba #2	Prueba #3	Prueba #4	Prueba #5	Prueba #6	Prueba #7	Prueba #8	Prueba #9	Prueba #10	Prueba #11	Prueba #12	Prueba #13	Prueba #14	Prueba #15	Prueba #16
Tipo de muestra	Malla 15 y 20	Malla 15 y 20	Malla 25	Malla 25	Malla 30 y 35	Malla 30 y 35	Malla 40	Malla 40	Malla 45	Malla 45	Malla 50	Malla 60	Holdingtank Diemme	Holdingtank Diemme	Holdingtank Diemme	Malla 55
Densidad (gr/lt)	1580.00	1580.00	1620.00	1620.00	1590.00	1590.00	1610.00	1610.00	1570.00	1570.00	1635.00	1560.00	1600.00	1585.00	1575.00	1590.00
%Solidos	57.10	57.10	59.53	59.53	57.72	57.72	58.94	58.94	56.48	56.48	60.41	55.84	58.33	57.41	56.79	57.72
Presion de alimentacion (bar)	4.0 - 6.0	4.0 - 5.0	4.0 - 4.5	3.5 - 4.5	3.5 - 4.0	3.50	3.50	3.5 - 3.8	3.5-4.0	3.0 - 3.8	3.5 - 4.0	3.0 - 5.0	4.0 - 4.5	5.00	7.00	6.2 - 6.5
Tiempo de alimentacion	3 min	3 min	3 min	1.5min	3 min	1.04 min	3 min	3 min	3 min	3 min	3 min	3 min	3 min	3 min	3 min	3 min
Presion de presurizado M (bar)	7.0 - 7.2	7.40	7.40	7.0 - 7.4	6.5 - 6.9	7.00	7.3 - 7.1	7.0 - 7.2	7.00	7.0 - 7.4	7.3 -7.6	7.4 - 7.2	7.00	7.0 - 6.7	7.30	7.00
Tiempo de presurizado M	1 min	1 min	1 min	1 min	1 min	1 min	1 min	1 min	1 min	1 min	1 min	1 min	1 min	1 min	1 min	1 min
Presion de secado (soplado)	7.5 - 5.5	7.20	7.0 - 7.2	0.00	7.3 - 6.7	0.00	7.10	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tiempo de secado	2.00	7.25	7.09	0.00	3.1 min	0.00	2 min	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Agua de alimentacion (ml)	10260.00	10560.00	8840.00	8700.00	10420.00	4740.00	10890.00	11130.00	10080.00	9820.00	6660.00	6900.00	8090.00	7830.00	8300.00	7620.00
Agua de presurizado (ml)	300.00	380.00	390.00	620.00	380.00	2780.00	500.00	620.00	400.00	600.00	1700.00	2350.00	2170.00	2030.00	2040.00	1980.00
Agua de secado (ml)	1880.00	260.00	1000.00	0.00	1490.00	0.00	1300.00	0.00	1360.00	0.00	500.00	230.00	240.00	290.00	360.00	240.00
% Humedad del secado	11.92	1.47	5.64	0.00	8.32	0.00	7.11	0.00	7.59	0.00	3.14	1.62	1.52	1.83	2.34	1.29
Peso de keke humedo (Kg)	15.77	17.63	17.72	18.09	17.91	13.16	18.28	19.21	17.91	18.54	15.90	14.22	15.77	15.84	15.41	18.54
Espesor de keke (mm)	38.00	37.00	38.00	29.00	39.00	20.00	37.00	37.00	37.00	35.00	30.00	23.00	27.00	24.00	2.00	25.00
Espesor de camara (mm)	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Volumen total camara (2) (l)	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80
Eficiencia del llenado C.	95.00	92.50	95.00	72.50	97.50	50.00	92.50	92.50	92.50	87.50	75.00	57.50	67.50	60.00	5.00	62.50
Peso de keke seco (Kg)	13.99	14.62	15.59	15.03	16.11	11.02	16.33	16.20	15.88	15.47	13.58	12.10	13.55	13.76	13.36	15.62
% Humedad de keke	11.28	17.07	12.02	16.92	10.00	16.24	10.66	15.68	11.32	16.58	14.61	14.91	14.06	13.13	13.27	15.74
% malla (-400)	22.51	17.93	25.26	27.78	29.70	30.42	34.48	28.43	32.16	31.31	53.46	57.90	47.73	46.80	48.91	46.91
% malla (-625)	17.67	13.45	20.31	23.09	24.14	25.13	30.99	24.71	27.24	27.83	46.94	52.73	44.40	44.62	45.28	43.16
% humedad calculada sin soplado	23.20	18.54	17.66	16.92	18.32	16.24	17.77	15.68	18.91	16.58	17.75	16.53	15.58	14.96	15.61	17.03

Cuadro N° 19: Resumen de datos, Influencia del secado en la humedad

	1	2	3	4	5	6	7	9	8
%Solidos	57.1	59.53	57.72	56.48	58.94	58.33	58.33	57.72	60.41
% Humedad de keke	11.28	12.02	10	11.32	10.66	14.59	14.56	15.74	14.61
% malla (-400)	22.51	25.26	29.7	32.16	34.48	43.74	43.57	46.91	53.46
% malla (-625)	17.67	20.31	24.14	27.24	30.99	35.75	35.75	43.16	46.94
% Humedad de secado	11.92	5.64	8.32	7.59	7.11	1.5	1.76	1.29	3.14
	9.593805	8.78393	7.47635	6.75188	6.06864	3.34157	3.391635	2.408005	0.47903

Grafico N° 19: impacto del soplado en la humedad

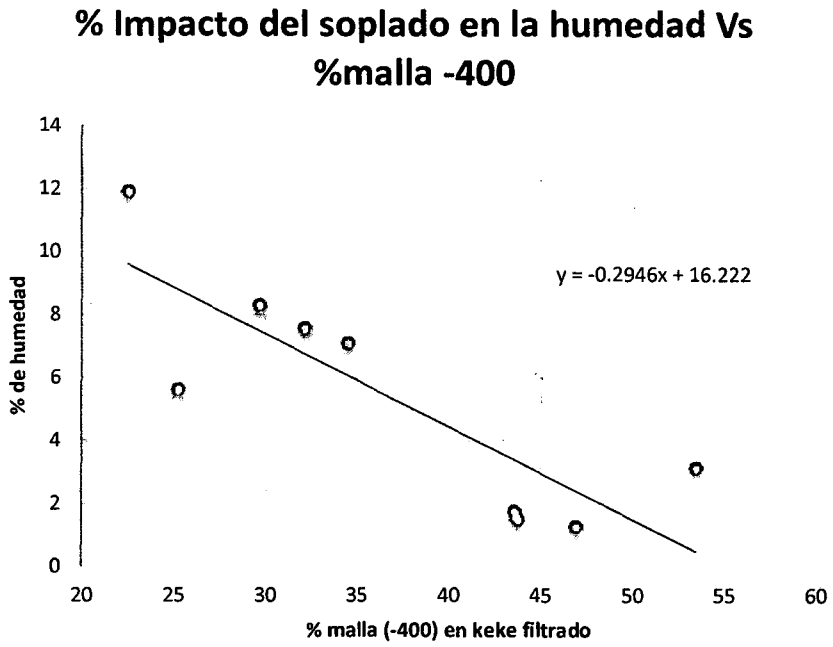
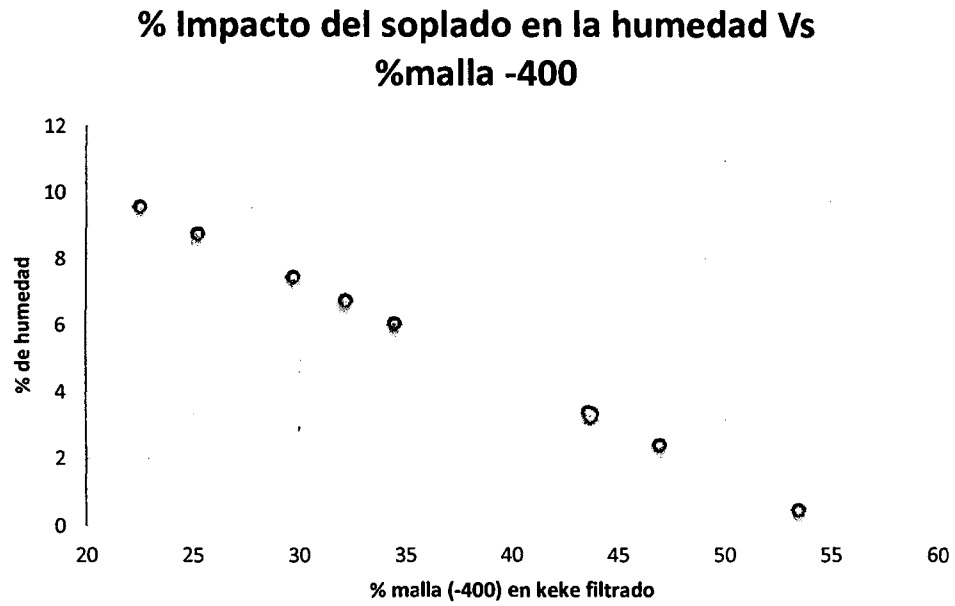


Grafico N° 20: impacto del soplado en la humedad VS malla -400 corregido



6.8.3 % DE HUMEDAD VS % MALLA -400

- Las pruebas realizadas con muestras de % de malla -400, en forma escalonada, confirman la curva obtenida a nivel industrial del impacto de las mallas finas en la humedad del keke filtrado.
- De igual forma la mayor eficiencia está entre 40% a 45% malla -400 en el keke filtrado.
- Sin embargo esta curva es alterada por el uso de la etapa de soplado, en los % de mallas gruesas, siendo más eficiente el filtrado y reduciendo el % de humedad hasta (dato: 11.28 %).
- La mayor eficiencia esta entre 30% a 35% malla -400, en el keke filtrado.
- De igual forma con % de mallas -400, mayores la humedad empieza de nuevo a subir. Por el efecto mencionado anteriormente.

Cuadro N° 20: Resumen malla escalonada con soplado

	1	2	3	4	5	8	9
%Solidos	57.1	59.53	57.72	56.48	58.94	60.41	57.72
% Humedad de keke	11.28	12.02	10	11.32	10.66	14.61	15.74
% malla (-400)	22.51	25.26	29.7	32.16	34.48	53.46	53.46
% malla (-635)	17.67	20.31	24.14	27.24	30.99	46.94	46.94
% Humedad sin soplado	23.2	17.66	18.32	18.91	17.77	17.03	17.75
	20.09	19.75	19.21	18.91	18.62	16.3	17.1

Grafico N° 21: % humedad VS malla -400 con soplado

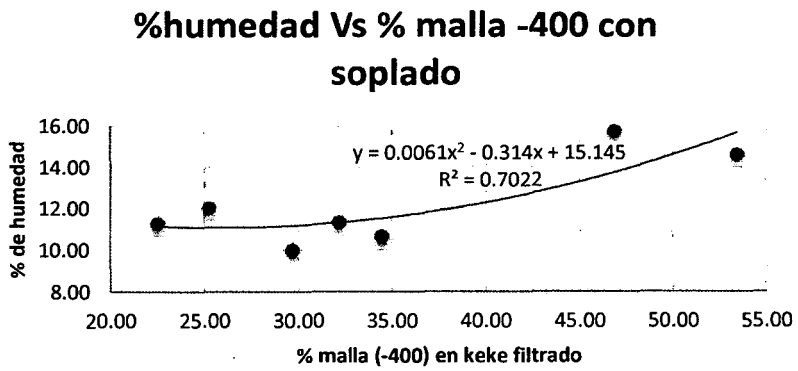
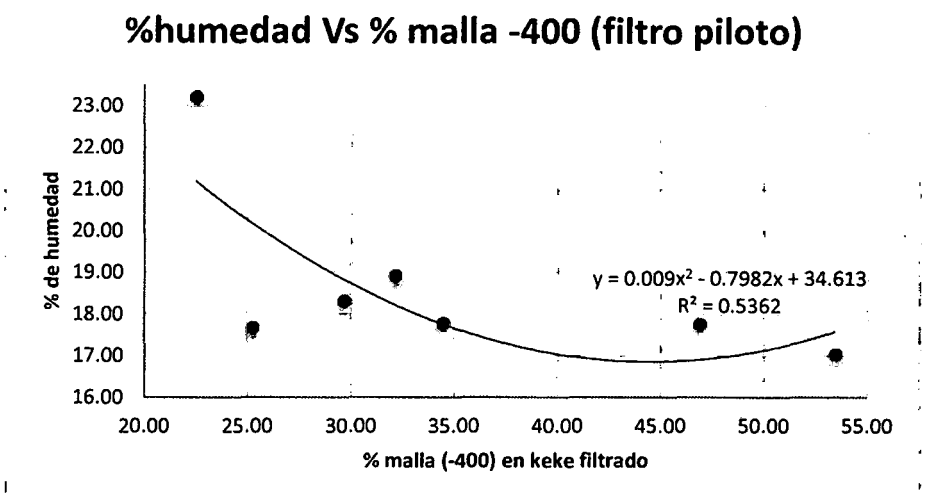


Grafico N° 22: % humedad VS malla -400 sin soplado



6.8.4 % DE HUMEDAD VS % SOLIDOS

Cuadro N° 21: Datos de densidad

TIPO DE MUESTRA (variación de densidades)	PRUEBA Nº 1	PRUEBA Nº 2	PRUEBA Nº 3	PRUEBA Nº 4	PRUEBA Nº 5
Densidad (g/L)	1500	1600	1700	1800	1900
% Sólidos	51.86	58.34	64.06	69.14	73.69
Presión de alimentación (bar)	5	5	5	5	5
Tiempo de alimentación (min)	3	3	3	3	3
Presión de presurizado (bar)	7	7	7	7	7
Tiempo de presurizado (min)	1	1	1	1	1
Presión de soplado-secado (bar)	7	7	7	7	7
Tiempo de secado (min)	2	2	2	2	2
Agua de alimentación (L)	7.19	9.24	8.24	6.98	5.04
Agua de presurizado (ml)	1570	1130	880	670	660
Agua de secado (ml)	390	350	370	250	250
% de Humedad del secado	2.34	1.96	1.96	1.27	1.28
Peso de keke (kg)	16.7	17.83	18.89	19.61	19.6
Espesor de keke (mm)	33	34	34	35	35
Espesor de cámara (mm)	40	40	40	40	40
Volumen total de cámaras (L)	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8
Volumen de pulpa (L)					
% Humedad de keke	12.34	12.61	13.8	12.7	12.11
% Malla (-635)	40.93	41.8	43.1	46.26	45.41
Humedad Calculada sin soplado	14.68	14.57	15.76	13.97	13.39
OBSERVACIONES: La prueba se llevó en función a las densidades.					

➢ Las pruebas realizadas con muestras de diferente % de Solidos, en forma escalonada, confirman la curva obtenida a nivel industrial del impacto del % solidos vs la Humedad del keke filtrado.

➢ De igual forma la mayor eficiencia esta desde % solidos mayores 60% en el keke filtrado.

Cuadro N° 22: % de humedad con relación al % de sólidos

	1	2	3	4	5
Densidad de pulpa	1500.00	1600.00	1700.00	1800.00	1900.00
% solidos	51.86	58.34	64.06	69.14	73.69
% humedad con soplado	12.34	12.61	13.80	12.70	12.11
	12.34	13.10	13.33	12.84	12.99
Promedio	12.34	12.86	13.57	12.77	12.55
% humedad sin soplado	14.68	14.57	15.76	13.97	13.39
	14.68	14.91	14.79	14.21	14.12
Promedio	14.68	14.74	15.27	14.09	13.75

Gráfico N° 23: % humedad VS % de solidos con soplado

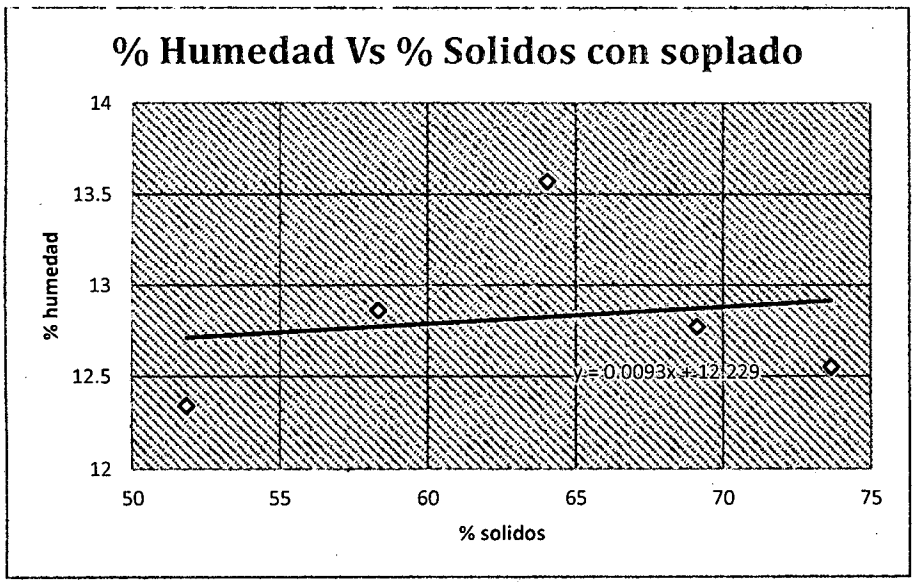
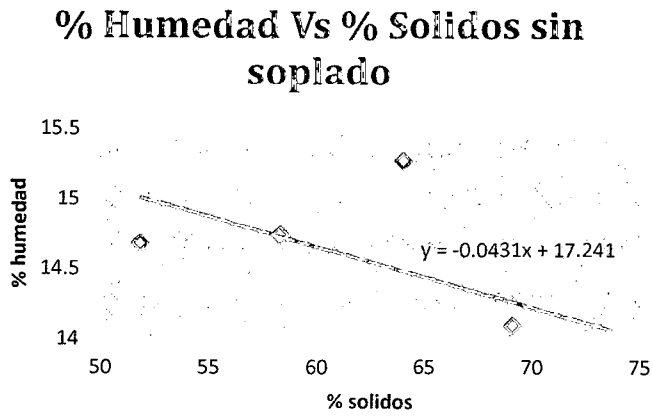


Gráfico N° 24: % humedad VS % de solidos sin soplado



- Se confirma la curva obtenida a nivel industrial del impacto del % de sólidos en la humedad del keke filtrado.
- Sin soplado la humedad más baja >14.5 % se encuentra cuando él % de solidos es > 62%.
- Con soplado la humedad disminuye a un promedio de 12.8 % y se mantiene independiente a la densidad.
- Sin embargo esta curva es alterada con el uso de la etapa de soplado, en donde las humedades del keke filtrado disminuyen y se mantienen lineales, sin producirse variaciones fuertes en la humedad del keke.

6.8.5 IMPACTO DEL SOPLADO EN LA DISMINUCION DE LA HUMEDAD

- De las pruebas realizadas en las mismas condiciones se observa una relación directa del impacto del soplado con la granulometría (malla -400).
- Una línea recta que tiende a cero con el incremento del % de malla (-400).
- Con malla gruesas el soplado ayuda mejor en la reducción de la humedad en el keke por la menor permeabilidad en la compactación del keke.
- En % altos malla (-400) el soplado baja debido a la mayor permeabilidad en la compactación del keke.

➢ En la práctica con % de malla entre 43% a 46%, el % de reducción de humedad estuvo entre 1.5 % y 1.29% y caería a menos de 0.5% en mallas mayores a 55% (-400).

➢ Un llenado de cámara bajo producto de una baja presión de alimentación produce distorsión de los datos ya que el soplado cumple con la función de eliminar el agua que no se eliminó en las etapas anteriores.

➢ Reduciendo el % de llenado de cámara al 50% mejoran las humedades con el soplado (dato: 11.88%), sin embrago se pierde eficiencia de producción en el filtro.

➢ La buena compactación en la alimentación y presurizado de membrana, reduce el impacto del soplado en la humedad del keke.

6.8.6 %DE HUMEDAD VS % MALLA -625

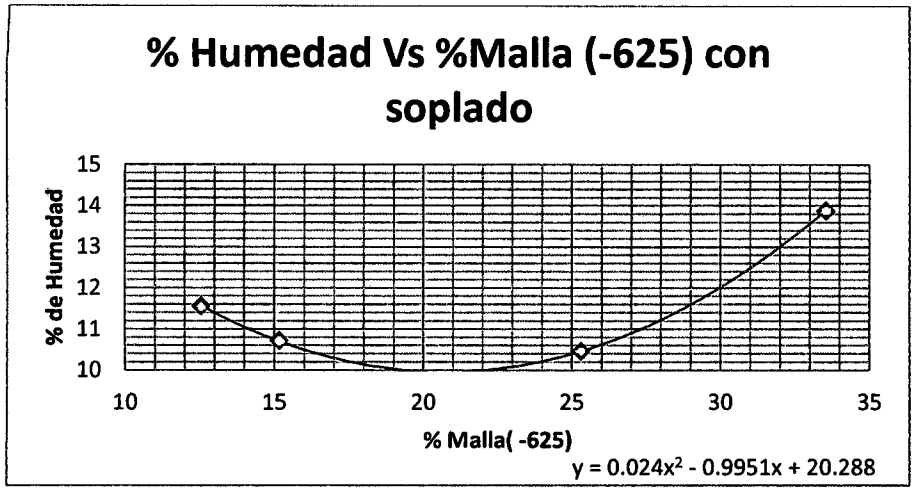
Cuadro N° 23: Datos obtenidos malla -625 %

TIPO DE MUESTRA	PRUEBA Nº 1	PRUEBA Nº 2	PRUEBA Nº 3	PRUEBA Nº 4
Densiad (g/L)	1800	1720	1760	1720
% Sólidos	69.14	65.12	67.18	65.12
Presión de alimentación (bar)	5	5	5	5
Tiempo de alimentación (min)	3	3	3	3
Presión de presurizado (bar)	7	7	7	7
Tiempo de presurizado (min)	1	1	1	1
Presión de soplado-secado (bar)	7	7	7	7
Tiempo de secado (min)	2	2	2	2
Agua de alimentación (L)	5.32	6.41	7.01	7.53
Agua de presurizado (ml)	330	360	300	330
Agua de secado (ml)	1840	1750	1370	350
% de Humedad del secado	11.29	10.64	7.87	1.78
Peso de keke (kg)	16.3	16.44	17.40	19.66
Espesor de keke (mm)	36	36	35	34
Espesor de cámara (mm)	40	40	40	40
Volumen total de cámaras (L)	12.8	12.8	12.8	12.8
Volumen de pulpa (L)				
% Humedad de keke	11.56	10.72	10.46	13.89
% Malla (-625)	12.57	15.18	25.32	33.54
Humedad Calculada sin soplado	22.85	21.36	18.33	15.67
OBSERVACIONES: La prueba se llevó en función al % de sólidos finos (malla -625)				

➢ Las humedades disminuyen hasta 10% en rangos de 20% a 25%. Describen la misma curva con los incrementos de % de malla fina.

➢ Las curvas se desplaza hacia abajo en el eje de humedades.

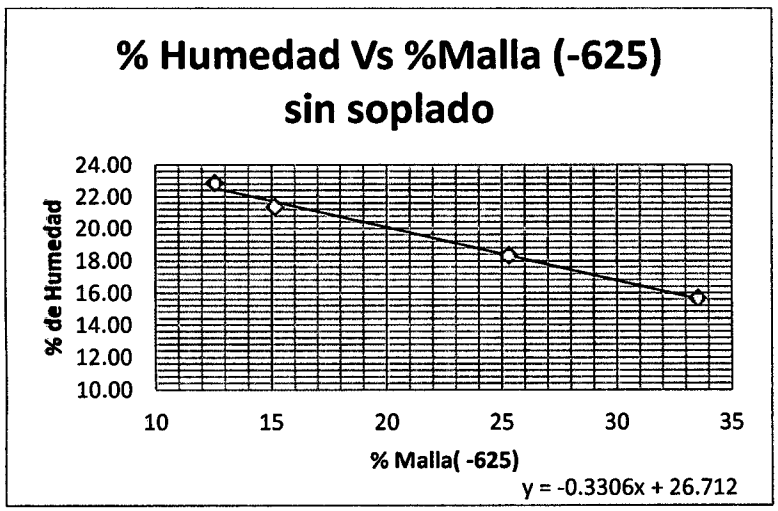
Gráfico N° 25: % humedad VS malla -625 con soplado



➢ Las humedades disminuyen hasta 10% en rangos de 20% a 25%. Describen la misma curva con los incrementos de % de malla Fina.

➢ Las curva se desplaza hacia abajo en el eje de humedades.

Gráfico N° 26: % humedad VS malla -625 sin soplado



- Las humedades son altas por la malla gruesa.
- Se genera mayor agua intersticial
- Los filtros prensa no son eficientes en el compactado, por la carga gruesa y agua intersticial.

6.8.7 CONCLUSIONES

- Las pruebas piloto reconfirman el impacto del % de sólidos y la malla (-400) en el % de la humedad del keke.
- Las pruebas con el uso de soplado logro reducir la humedad (10.5% a 11.5) y corregir las curvas de % de humedad vs % malla -400 en % de mallas entre (15% y 30%) respectivamente.
- Las pruebas con el uso de soplado logro reducir la humedad (12.5% a 12.8%), en la curva % de solidos vs % humedad. Entre 51% a 73% de sólidos, haciendo constante la curva.
- El impacto del soplado es mayor en % de mallas -400, menores, empezando a bajar su impacto con el incremento de mallas finas.

6.8.8 RECOMENDACIONES

- Realizar pruebas a nivel industrial con filtro Cidelco.

6.9 PRUEBAS CON ETAPA DE SOPLADO FILTRO CIDELCO

6.9.1 OBJETIVO

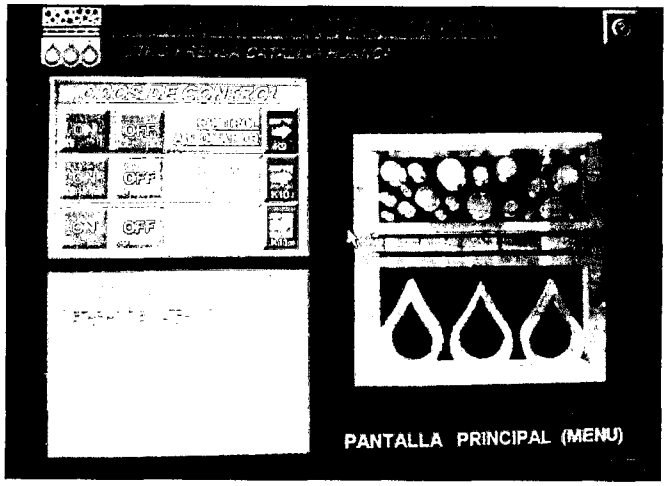
Reducir la humedad de keke Filtrado de 15.5 % a 14.5%, e igualar el performance al filtro Diemme.

Ejecución Instalación del sistema por parte de proveedor CIDELCO.

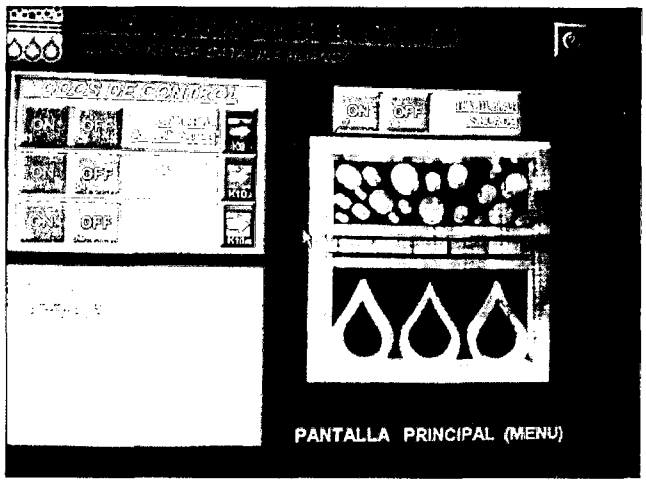
Requerimientos:

- Tanque pulmón de 10 m^3,
- Válvulas y conexiones a compresoras
- Programación de equipo. (Filtro CIDELCO)

Fig. N° 59: Programación CIDELCO



Fuente: CMCHSMSAC – 2014



Fuente: CMCHSMSAC – 2014

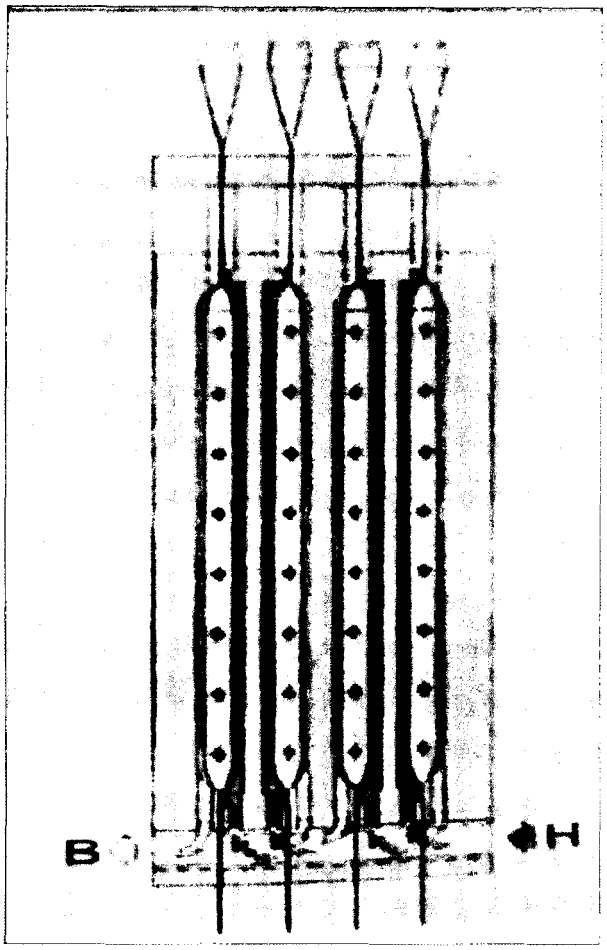
La deshidratación con aire consiste en suministrar aire comprimido por el lado de la membrana de la torta del filtro que expulsa el agua de la torta hasta la descarga de filtrado que se encuentra al lado de la misma. Normalmente, se mantiene la membrana inflada para mantener un óptimo equilibrio de la torta.

Esto reduce el consumo de aire y garantiza unos niveles mínimos de humedad en la torta. El tiempo de la inyección de aire dependerá del material a deshidratar aunque normalmente suele ser entre 1 y 4 minutos, esto se determinara según las pruebas que se llevara a cabo.

H. aire comprimido

B. Filtrado

Fig. N° 60: Etapa deshidratación con aire



Fuente: CMCHSMSAC – 2014

"La deshidratación por inyección de aire significa que el agua de la torta se sustituye por aire."

Después de la etapa de presurizado se apertura la válvula 01 que permite el ingreso de aire, a una presión de 5.5 a 6 bar al interior de las cámaras, con la finalidad de arrastrar las partículas de agua por diferencia de presiones a través

del medio filtrante al exterior, está conformado por las siguientes etapa de secado.

a) SECADO DIAGONAL 1

El aire ingresa por las válvulas 01, 02 y 03 (abiertas) ubicadas en el lado izquierdo de la placa válvula del filtro y saldrá por el lado derecho de dicha placa a través de las válvulas 05 y 06 (abiertas), válvula 04 cerrada.

El aire atravesara las tortas a lo largo y a lo ancho antes de salir del filtro prensa.

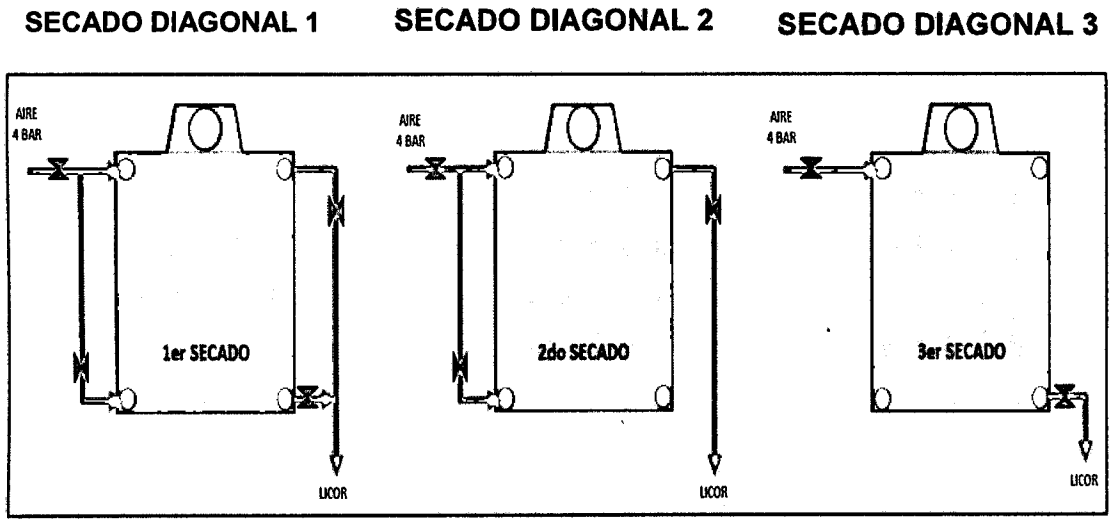
b) SECADO DIAGONAL 2

Las válvulas 01, 2 y 03 quedan abiertas para permitir el ingreso del aire a las cámaras. La válvula 06 también permanece abierta, esto forzara al aire a salir por la parte superior derecha de la placa válvula del filtro. Las válvulas 04 y 05 cerradas.

c) SECADO DIAGONAL 3

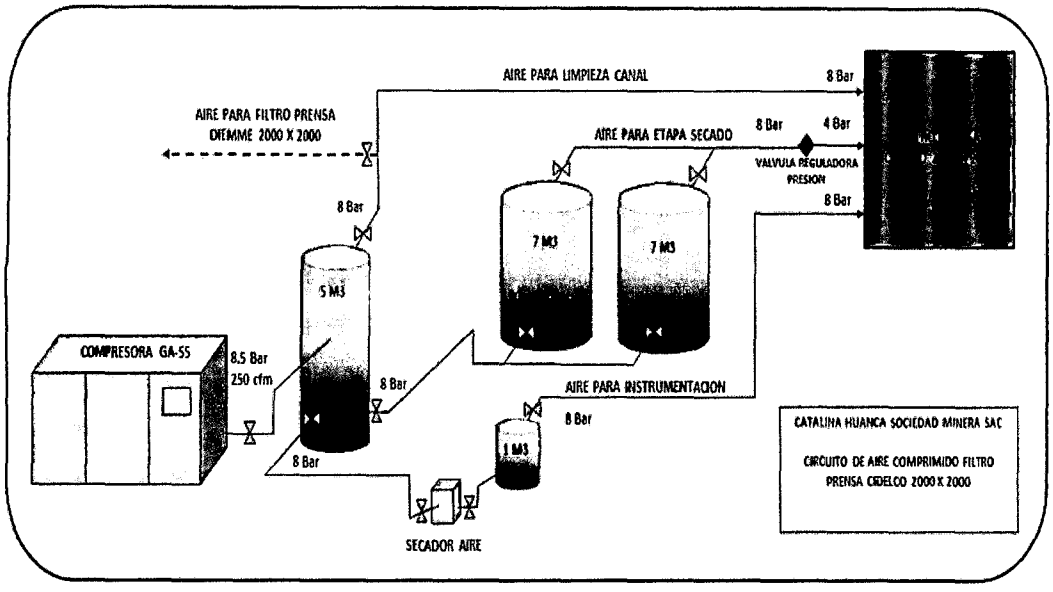
La válvula 01 abierta y la válvula 05 abierta, forzaran al aire a atravesar las tortas de un extremo al otro en forma diagonal. Las válvulas 02, 03, 04, y 06 cerradas.

Fig. N° 61: SISTEMA DE SECADO – FILTRO DIEMME



Fuente: CMCHSMSAC – 2014

Fig. N° 62: Circuito de aire



Fuente: CMCHSMSAC – 2014

6.9.2 DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES

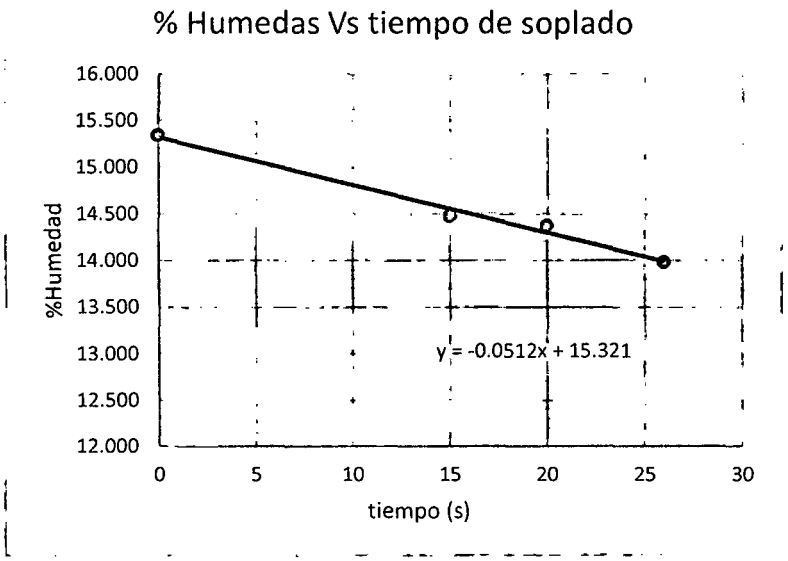
Se realizara pruebas con las siguientes variantes:

- Primero realizaremos pruebas sin etapa de soplado para comparar los resultados y se mantendrá constante el tiempo de presurizado en 120 segundos.
- Luego iremos incrementado el tiempo de soplado a 15 segundos, 20 segundos y 26 segundos.
- Luego de analizar los resultados procederemos a variar el tiempo de presurizado comenzado de 50, 80, 100, 120, 150, 180 segundos, manteniendo constante el tiempo de soplado.

Cuadro N° 24: Resumen de datos

Item	%Humedad	Promedio	Densidad	T presurizado	t soplado (s)
1-C	13.941	13.978	1570	120	26
2-C	14.087		1570	120	26
3-C	13.907		1570	120	26
4-C	14.342	14.371	1570	120	20
5-C	14.423		1570	120	20
6-C	14.348		1570	120	20
7-C	14.51	14.473	1570	120	15
8-C	14.411		1570	120	15
9-C	14.499		1570	120	15
10-C	14.938	15.337	1550	120	0
11-C	15.371		1550	120	0
12-C	15.703		1550	120	0

Grafico N° 27: % humedad VS tiempo de soplado



6.9.3 CONCLUSIONES

- De las pruebas realizadas manteniendo el tiempo de presurizado constante se observa que a medida que se incrementa el tiempo de soplado el % de humedad disminuye de 15.337% a 13.978 %.
- Podemos concluir que conforme aumenta el tiempo de soplado el % de humedad disminuye.

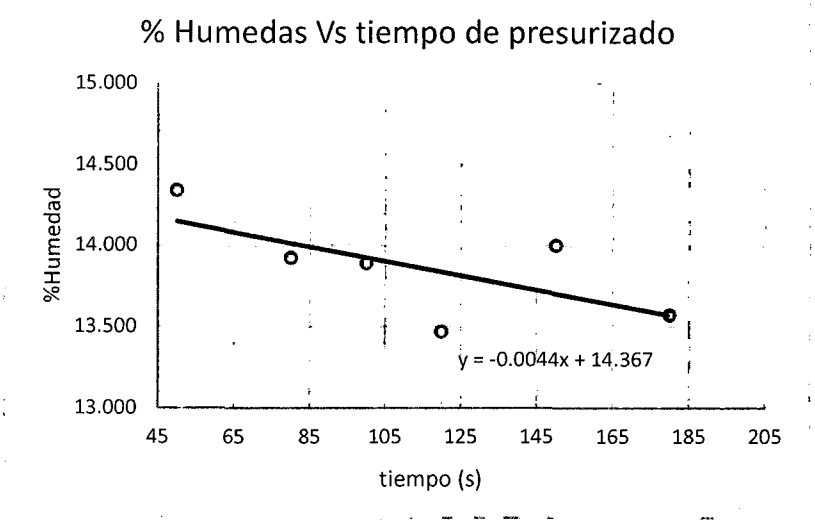
NOTA

- Se quiso aumentar el tiempo de soplado a 30 segundos pero se tuvo fuga de aire por las placas así como rotura de lonas, por lo que se sugiere comprar una válvula reguladora de presión.

Cuadro N° 25: Resumen de datos tiempo de soplado 26 segundos

ítem	densidad	t soplado (s)	t. presurizado (s)	% Humedad	promedio
1	1560	26	50	14.32	14.336
2	1560	26	50	14.28	
3	1560	26	50	14.41	
4	1550	26	80	13.31	13.922
5	1560	26	80	14.03	
6	1560	26	80	14.43	
7	1550	26	100	13.85	13.889
8	1550	26	100	14.2	
9	1550	26	100	13.62	
10	1460	26	120	13.06	13.469
11	1550	26	120	13.89	
12	1550	26	120	13.46	
13	1560	26	150	14.43	13.999
14	1560	26	150	14.16	
15	1550	26	150	13.41	
16	1570	26	180	13.83	13.571
17	1570	26	180	13.62	
18	1570	26	180	13.26	

Grafico N° 28: % humedad VS tiempo de presurizado



Se puede concluir que:

- Conforme aumenta el tiempo de presurizado el % de humedad disminuye. Se observa además que a un tiempo de presurizado (150 seg.) aumenta el porcentaje de humedad para luego volver a bajar a 180 seg. Tiempo de presurizado.
- No incrementamos más el tiempo de presurizado ya que el equipo pierde eficiencia de tratamiento alargando el tiempo del ciclo.
- Además de obtuvo mejores resultados con un tiempo de presurizado de 120 segundos con lo cual los parámetros quedan establecidos a:
  - Tiempo de soplado 26 segundos.
  - Tiempo de presurizado 10 segundos.

En el mes de enero se realizaron diversas pruebas en la planta de filtrado de relaves con el objetivo de reducir el porcentaje de humedad en escala industrial.

Las pruebas que se realizaron en FILTRO CIDELCO fueron:

1. Encontrar la presión de alimentación a las cámaras en forma gradual: En este escenario se buscó la velocidad apropiada para cada rampa en el filtro CIDELCO, variando con los rpm de la bomba de alimentación que está relacionado con el tiempo de alimentación en cada rampa cuidando de esta manera no incrementar el tiempo de ciclo que se viene trabajando.

- La densidad de pulpa de incremento entre 1550-1600 g/l.

En el filtro CIDELCO se modificó la velocidad de alimentación en las rampas:

- En la rampa N° 01 y N° 02 se alimenta a una velocidad de bomba entre 1000-1300 rpm respectivamente, en las siguientes rampas la velocidad de la bomba esta entre 1300-1700 rpm.

La etapa de soplado se incrementó el tiempo de soplado:

- Secado diagonal 1 esta con un tiempo de 80 seg.
- Secado diagonal 2 esta con un tiempo de 5 seg.
- Secado diagonal 3 esta con un tiempo de 110 seg.

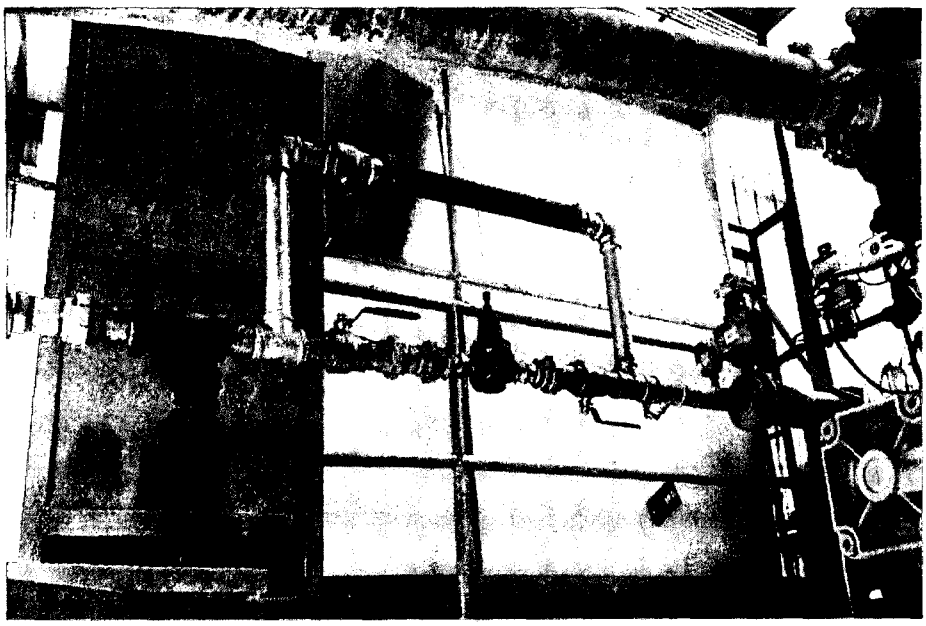
Estos tiempos son variables de acuerdo al caudal del licor si ya cantidad de agua es alta se aumentara el tiempo de soplado.

Con estos cambios se está obteniendo un % de humedad de: 13.5 %.

Al inicio de las pruebas con soplado teníamos un tiempo total de 20 segundos.

Al instalar la válvula reguladora de presión se logró alimentar adecuadamente el aire (a 4bares).

Fig. N° 63: Válvula reguladora de presión



Fuente: CMCHSMSAC – 2014

Fig. N° 64: Pulmones de aire

Fuente: CMCHSMSAC – 2014

Se independizo los pulmones para no ocasionar problemas en la operación del filtro DIEMME, manteniendo así una presión de 9-9.5 bar.

Las válvulas HV 107 y HV 109 que permiten evacuar el agua (licor) del filtrado de relaves. La válvula HV 109 se abrirá desde la etapa de alimentación, mientras que la válvula HV 107 recién se abría en la etapa de estrujadura.

Esto debido a una secuencia de lógica de programación, que se corrige, abriéndose ambas válvulas desde la etapa de alimentación.

Fig. N° 65: Filtro DIEMME-válvulas de salida de agua

Fuente: CMCHSMSAC – 2014

Anteriormente se tenía dos rampas:

- ✓ Primera rampa, se alimenta a 1000 rpm por un tiempo de 4 min.
- ✓ Segunda rampa 17000 rpm por un tiempo de 9 min (este tiempo es variable).

A fin de mantener un llenado uniforme de las cámaras, se adiciono una rampa más para la alimentación de la pulpa al filtro prensa, tal como se detalla:

- ✓ Primera rampa, se alimenta a 957 rpm por un tiempo de 2 min.
- ✓ La segunda rampa, se alimenta a 1202 rpm por un tiempo de 2 min.
- ✓ Tiempo total de alimentación 4 min.

En la tercera rampa que es la de compactación se da a 1696 rpm por un tiempo de 11 min.

La compactación se realiza por ambos lados (placa fija y placa móvil).

Los tiempos en las etapas de alimentación, compactación y presurizado son variables de acuerdo al caudal del licor.

Con estos cambios se está obteniendo un % de humedad de 14.13 %.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La densidad de pulpa en el holding tank de los filtros prensa se debe mantener entre 1500 a 1600 g/lt, esto nos permitirá tener un tiempo de llenado menor.
- La variable que más impacta es el % de malla -400.
- Se confirma que el yacimiento presenta en su mineralogía arcillas identificadas como: Montmorillonita (3%)((Na,Ca)0.3(Al,Mg)2Si4O10(OH)2.n(H2O)) que contiene agua en su composición química; Caolinita (4%) y Moscovita (5%),que generan también % de finos de mallas -400 altos en el proceso.
- Hay una relación proporcional entre el % de malla (-400) y el % de Humedad del keke filtrado, cuya curva tiende a una parábola. Esto se explica que en % bajos de ultra finos y % altos de ultra finos (Mallas -400) la humedad es alta por la saturación de finos en el keke filtrado y por la falta de los mismos
- La humedad de compactación de los relaves filtrados es determinada por sus características geotécnicas y mineralógicas.

RECOMENDACIONES

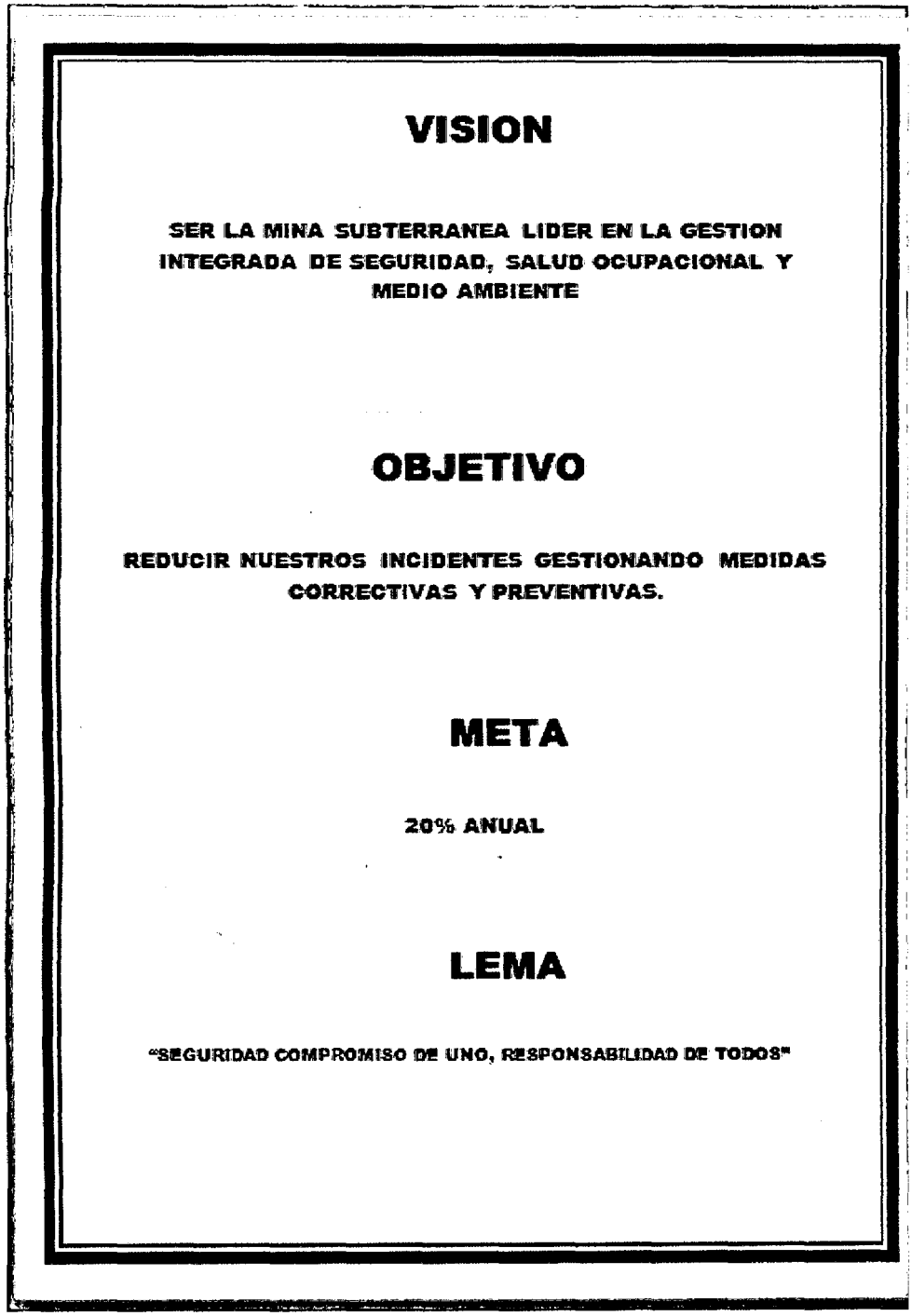
El presente trabajo dejo como recomendaciones de implementación a Catalina Huanca Sociedad Minera SAC, para el logro de sus objetivos finales lo siguiente:

- Implementar capacidad de espesamiento, para lograr obtener % de solidos mayores a 60%.
- Implementación de una etapa adicional de soplado a los filtros prensa existentes en Catalina Huanca.
- El transporte de relaves filtrados mediante camiones desde la planta de filtrado hasta el depósito de relaves no debe experimentar licuación inducida por el movimiento del camión y causar derrame de relaves durante su transporte por razones de seguridad y medioambientales.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. IVAN QUIROZ N.: "Operaciones unitarias en procesamiento de minerales Lima" cap.9 - 1982
2. BJARNE EKBER: "Filtración Capilar", Outomec Oy – Finlandia - 1996
3. JUHANI HAARTTI: "Ceramec,Tecnologia filtrado".Outokumpu – Finlanda -1998
4. TAGGART A.: Handbook of Minerales Dressing - 1954
5. CORINA RUPIRE: Informe De Reactivos Kemira - 2014
6. FERNANDO CONCHA ARCIL, PH.D. : Manual De Filtración Y Separación
7. JOSÉ LUIS LARA: Experiencias De Operación De Depósitos De Relaves Espesados Y Filtrados
8. ING. NELSON A. RAMÍREZ MORANDÉ: Guía Técnica De Operación Y Control De Depósitos De Relave
9. D.S. 040-2014-MEM Reglamento Para La Protección Ambiental En Las Actividades Mineras –PERU, 2014
10. BISA: Informe De Laboratorio Metalográfico BISA – PERU, 2014
11. DIEMME: Manual Filtro Prensa DIEMME – ITALIA, 2010
12. CIDELCO: Manual Filtro Prensa CIDELCO - 2009

ANEXO 02: Visión, objetivo, meta y lema



Anexo 03: Características de la lona filtrante DIEMME

Specifica Tessuto
Technical Specification

Nr. 40117
Rev. 1

ARTICOLO TIPO **N 4501 CQ Poliammide**
ARTICLE

Finissaggio Finish **Termofissato Calandrato**

Ordito Warp

Tipo di Filato: Poliammide Monofilo
Yarn Type

Carico di Rottura **3360** N/5cm min.
Breaking Load

Allungamento **24** %
Elongation **Uni 8639**

Trama Weft

Tipo di Filato: Poliammide multibava
Yarn Type

Carico di Rottura **2170** N/5cm min.
Breaking Load

Allungamento **33** %
Elongation **Uni 8639**

Peso Tessuto Weight Fabric

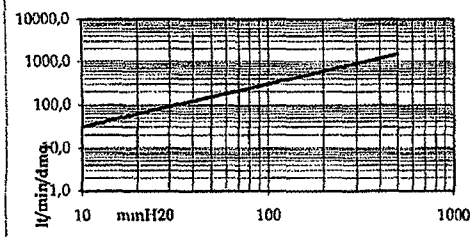
Medio Average	**295**	g/m²
Min	**280**	
Max	**310**	**Uni 5114**

Armatura Raso da 5
Weave

Spessore Thickness mm

Permeabilità in Aria Air Permeability

Medio Average	**60**	lt/min/dm²
Min	**45**	at 196 Pa
Max	**75**	**Uni 8727**



Rientro Termico in Aria
Hot Air Shrinkage

Ordito Warp	Max
Trama Weft	Max

Area di Utilizzo End Uses / Note

Tessuto per filtrazione Liquidi

Fluid filtration fabric

Resistenza Chimica della Fibra

Fiber Chemical Resistance

Acidi Forti Strong Acids	O
Acidi deboli Weak Acids	OO
Alcali Forti Strong Alkalis	OOO
Alcali Deboli Weak Alcalis	OOOO
Solventi Solvents	OOOO
Ossidanti Oxidizing	OO
Idrolisi Hydrolysis	OO

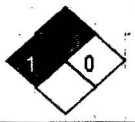
Leggenda Legend

Eccelente Excellent	OOOO
Buona Good	OOO
Bassa Fair	OO
Insufficiente Poor	O

ANEXO 04: Hoja MSDS Floculante

	CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA SAC SISTEMA DE GESTION INTEGRADO "SEGURIDAD COMPROMISO DE UNO; RESPONSABILIDAD DE TODOS" **REGISTRO: RESUMEN HOJAS MSDS**	Codigo: LOG-R-005 Versión: 00 Fecha:10-08-13 Página 1 de 1	

	Nombre	Formula
017	**FLOCULANTE AR 1849**	**S/F**



Criterio de Seguridad	Color	Valor	Característica
Inflamabilidad	Rojo	0	Inflamable
Toxicidad	Azul	1	Venenoso
Reactividad	Amarillo	0	Estable
Q : Producto Quimico	Blanco		

Peso Molecular	No disponible
Punto de Ebullición	No disponible
Punto de Fusión	No disponible
Densidad aparente	0.675 g/cm3

INFLAMABILIDAD

Temperatura de auto-inflamacion : No determinado
En caso de incendio:Utilizar agua pulverizada, espuma, dioxido de carbono y agentes extintores secos.

Equipo de protección personal

PROTECCION RESPIRATORIA: Respirador de 2 vias con cartuchos para vapores organicos
PROTECCION PARA LOS OJOS: Usar lentes de seguridad
PROTECCION PARA LAS MANOS:Guantes de goma o neoprene.
PROTECCION PARA LOS PIES: Zapatos o Botas de seguridad

Toxicidad

INHALACION:Irritacion leve.
CONTACTO CON LA PIEL:Irritacion leve.
CONTACTO CON LOS OJOS: Irritacion leve.
CONTACTO DE INGENSTION: Moderadamente toxico.
LIMITES DE EXPOSICION OCUPACIONAL:

Consideraciones ante emergencias

INHALACION: Trasladarse al aire libre. Desobstruir vias respiratoria. Si la afectada no se encuentra bien acudir al medico.
CONTACTO CON LOS OJOS: Lavar por prolongado tiempo con mucha agua y pedir ayuda medica.
CONTACTO CON LA PIEL: Lavaser con agua y jabon. Deshacerse de la contaminada.
INGESTION: En caso de malestar acudir al medico.

Reactividad

Estabilidad: Estable a condiciones normales.
Condiciones a evitar: Las temperaturas extremas.

Documentación Asociada