

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA



**OPTIMIZACION DE LOS FILTROS PRENSA EN UNA
PLANTA DE CIANURACION POR AGITACION**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO METALURGISTA**

**PRESENTADO POR:
HERBERT EDINSON ORTEGA HIDALGO**

**ASESOR:
ING. EDGAR FORTUNATO SEGURA TUMIALÁN**

LIMA – PERU

2013

DEDICATORIA

Agradecer hoy y siempre a mis Padres por el esfuerzo realizado y el apoyo en mis estudios, de ser así no hubiese sido posible. A mis amigos y demás familiares ya que me brindaron el apoyo, la alegría y me dan la fortaleza necesaria para seguir adelante.

RESUMEN

Desde el inicio de las operaciones de esta Planta de Cianuración por Agitación, en los filtros prensa se ha usado papel filtro con el objetivo de asegurar una adecuada filtración y cosecha del precipitado. Pero debido a lo irregular de las leyes que ingresaban al proceso, las paradas de filtro prensa por corte de energía lo que generaba la caída de la pre-capa, el mal armado del filtro prensa que ocasionaba fugas de solución rica, la constante alza de precios en lo que respecta a costo de producción del oro y el incremento de ley en la solución barren fueron motivos suficientes para comenzar a buscar mejorar el sub proceso de Precipitación. Gracias a los supervisores y con el apoyo de los operadores de línea se consiguieron realizar una serie de pruebas las cuales dieron como conclusión que el cambio de fundas para dejar de usar papel filtro sería la mejor opción para optimizar el sub proceso de Precipitación.

El trabajo en equipo y el constante apoyo de los Supervisores dio como resultado optimizar el funcionamiento de los Filtros Prensa, los cuales se desempeñan eficientemente. Se redujeron los problemas de caída de pre-capa, incremento rápido de presión, alta ley de oro en el barren y se bajó el costo unitario de producción.

Al final del trabajo aún se continúa realizando un seguimiento para evaluar el correcto funcionamiento de las nuevas fundas del filtro prensa, y se está evaluando llevar esta misma tecnología hacia una planta de Cianuración por Agitación de mayor capacidad.

ABSTRACT

Since beginning operations this by agitation cyanidation plant in the filter press filter paper has been used in order to ensure proper filtration and precipitated harvest. But due to uneven laws that entered the process, press filter stops power failure which generated the fall of the pre-coat, armed evil filter press which caused leakage rich solution , the constant rise prices in relation to cost of gold production and increased law in barren solution were sufficient reasons to start looking better sub precipitation process. Thanks to supervisors and with the support of online operators managed to make a series of tests which led to conclusion that the change of covers to stop using paper filter would be the best choice to optimize sub precipitation process.

Teamwork and the continued support of Supervisors resulted optimize the performance of the filter presses, which perform efficiently. Problems were reduced pre-coat drop, rapid pressure increase, high-grade gold in the sweep and got the unit cost of production.

At the end of the work is still being tracked to assess the proper functioning of the new cases of the filter press, and is being evaluated to bring the same technology to plant agitation cyanidation for greater capacity.

INDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	11
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES	12
1.1 Objetivo	12
1.2 Estrategias	12
1.3 Facilidades otorgadas al proyectos de mejora	13
1.4 Apoyo de la máxima Jefatura	14
1.5 Reconocimiento a los equipos de Proyectos de Mejora	14
CAPITULO II: PROYECTO DE MEJORA	16
2.1 Identificación y selección del proyecto de mejora	16
2.2 Análisis de la estrategia del área y oportunidades de mejora	17
2.3 Estimación del impacto en los resultados del área y de la organización	17
2.4 Operación del Área de Precipitación	19
CAPITULO III: METODOS DE SOLUCION DE PROBLEMAS Y HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD	20
3.1 Método de solución de Problemas	20
3.2 Recolección y análisis de la información	49
3.3 Herramientas de la calidad	51
3.4 Concordancia entre el método y las Herramientas	51
CAPITULO IV: GESTION DEL PROYECTO Y TRABAJO EN EQUIPO	52
4.1 Criterios para la conformación del equipo de proyecto	52
4.2 Planificación del Proyecto	53
4.3 Gestión del tiempo	53
4.4 Gestión de la relación con personas y áreas claves de la organización	54

4.5	Documentación	54
	CAPITULO V: CAPACITACION	56
5.1	Programa de capacitación del equipo	56
5.2	Impacto en las actividades de capacitación	57
	CAPITULO VI: INNOVACION	58
6.1	Amplitud en la búsqueda de opciones y desarrollo de alternativas	58
6.2	Originalidad de la solución propuesta	59
6.3	Habilidad para implantar soluciones de bajo costo y alto impacto	59
	CAPITULO VII: RESULTADOS	61
7.1	Resultados de orientación hacia el cliente externo/interno	61
7.2	Resultados Financieros	61
7.3	Resultados de la eficiencia Organizacional	62
	CAPITULO VIII: SOSTENIBILIDAD Y MEJORA	65
8.1	Sostenibilidad y mejora	65
	CONCLUSIONES	67
	BIBLIOGRAFIA	69
	ANEXO 1	70
	Balance de Masa de la Sección Molienda	

INDICE DE FIGURAS

		Pagina
Figura 1.1.-	Parte del equipo del Circulo de mejora Continua	15
Figura 2.1.-	Mapa de procesos de Círculo de Mejora Continua, se decidió trabajar en el área de Precipitación	18
Figura 3.1.-	Mediante una lluvia de ideas se captaron los problemas más significativos en el área de Precipitación	22
Figura 3.2.-	Papel roto, se puede ver que se han colocado 2 papeles filtro juntos	25
Figura 3.3.-	Estado del papel filtro durante la cosecha de los filtros prensa	26
Figura 3.4.-	Presión de trabajo de los filtros prensa	27
Figura 3.5.-	Ley de solución barren	28
Figura 3.6.-	Tratamiento en molienda vs Flujo tratado en Precipitación	29
Figura 3.7.-	Relación de lavado	30
Figura 3.8.-	Almacenamiento de las latas de Zinc	31
Figura 3.9.-	Diagrama de Causa – Efecto	34
Figura 3.10.-	Pre-capado de los filtros prensa, se puede apreciar la capa blanca de ayuda filtrante sobre la funda	37
Figura 3.11.-	Mejora del almacenamiento de las latas de Zinc	38
Figura 3.12.-	Medidas de marco del filtro prensa N° 3	39
Figura 3.13.-	Medidas de los marcos del filtro prensa N° 4 para confección de las fundas	39
Figura 3.14.-	Cotización de fundas	40
Figura 3.15.-	Generación de RQ por fundas para los filtros prensa	42
Figura 3.16.-	Consumo de papel filtro antes y después de la mejora	43
Figura 3.17.-	Presión de operación de los Filtros prensa antes y después de la mejora	44
Figura 3.18.-	Ley de solución barren antes y después de la mejora	45

Figura 3.19.-	Tonelaje tratado y flujo procesado antes y después de la mejora	46
Figura 3.20.-	Relación de lavado antes y después de la mejora	47
Figura 3.21.-	Reporte diario en el sistema Producción Planta	50
Figura 7.1.-	Flujo horario tratado en Precipitación, antes y después de la mejora	63
Figura 7.2.-	Relación de lavado, antes y después de la mejora	64

INDICE DE TABLAS

	Pagina
Tabla 3.1.- Diagrama de afinidad	22
Tabla 3.2.- Matriz de decisiones para selección de criterios	23
Tabla 3.3.- Matriz de decisiones para selección del tema	23
Tabla 3.4.- Consumo de papel filtro	25
Tabla 3.5.- Pre-capado de los filtros prensa	27
Tabla 3.6.- Diagrama de Gantt para el desarrollo del proyecto	33
Tabla 3.7.- Planificación de la implementación de las contramedidas	36
Tabla 3.8.- Prueba de Pre-capado de los filtros prensa	37
Tabla 3.9.- Estandarización del Pre-capado de los filtros prensa	49
Tabla 6.1.- Diagrama de afinidad para agrupación de alternativas.	58
Tabla 6.2.- Comparación de alternativas propuestas.	60
Tabla 7.1.- Beneficio por disminución en horas de secado del papel	62

NOMENCLATURA

g	gramos
kg	kilogramo
h	hora
m	metro
m ²	metro cuadrado
m ³	metro cubico
PSI	libra por pulgada cuadrada
PPM	partes por millón
CFM	pie cubico por minuto
TM	tonelada métrica
\$	dólares

INTRODUCCION

La presente investigación se refiere al tema de Optimización de recursos, que se refiere al uso eficiente de todo material con que se cuente para poder realizar un trabajo de la manera que el beneficio obtenido sea el mayor posible. En el presente se busca realizar un proyecto de bajo costo y alto impacto en el proceso, el cual se logra gracias al trabajo en equipo de los Supervisores y los Operadores de Línea los cuales sirvieron de mucha ayuda al momento de realizar las distintas pruebas en el área de Precipitación en los Filtros Prensa.

En el mundo moderno, es deber de todo profesional el uso eficiente de recursos, no solo para reducir los costos de producción, sino también para disminuir el consumo de reactivos, reduciendo también los reactivos que se emanen al medio ambiente y afectando en menor escala el área de trabajo.

Para analizar el problema del consumo elevado de insumos, es necesario evaluar la situación actual mediante el uso de datos históricos. Mediante el análisis de datos después de realizados los cambios se procederá a evaluar los resultados de la investigación.

El profesional moderno debe estar enfocado en resolver los problemas que se presenten en el área de trabajo, mediante la recolección de datos históricos y experiencia de los operadores puede proceder a evaluar la situación, analizar la causa de los problemas y proponer soluciones de bajo costo y alto impacto, los cuales suelen ser atractivos para estos tiempos en que el realizar un gran gasto para un pequeño impacto no es dable.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 Objetivo

Promover la efectividad de los procesos para mejorar la productividad de la empresa.

1.2 Estrategias

Promover la generación de proyectos de mejoras en reducción de costos, generando valor para nuestros accionistas y trabajadores.

Impulsar la mejora continua de nuestros trabajadores y el desarrollo de ideas propias mediante el reconocimiento expreso de su aportación.

Desarrollar proyectos de mejora con los equipos de trabajo y los Círculos de Mejoramiento Continuo alineados al costo de los procesos.

Promover la mejora en el cumplimiento de los requisitos de los procesos y productos para asegurar la satisfacción de nuestros clientes internos y externos.

Asegurar la implementación de los planes de acción ante los incumplimientos al Sistema de Gestión de la Calidad, en base a los requisitos de la Norma ISO 9001-2008 en todos los procesos de la organización.

Mejorar la gestión del tiempo y el espacio en el lugar de trabajo para el desarrollo personal y organizacional.

El seguimiento de la efectividad de estos objetivos estratégicos se revisa trimestralmente en Gestión por Políticas.

La Alta dirección de la Planta de Cianuración por Agitación, refleja su participación mediante las siguientes acciones:

- En las revisiones trimestrales de Gestión por Políticas por parte de la Gerencia General, para el seguimiento de las metas de los indicadores de los objetivos estratégicos de la organización.
- Promoviendo el trabajo en equipo y el desarrollo de los Círculos de Mejora Continua, por intermedio de la semana de la calidad haciendo participe al personal con sus proyectos elaborados cada año.
- Participa aprobando las inscripciones de los Círculos de Mejora Continua y las propuestas de los proyectos de mejora.

1.3 Facilidades otorgadas al Proyectos de Mejora

(1) Las facilidades otorgadas a nuestro equipo de mejora por parte de la organización, son:

- Capacitación interna, para la formación de facilitadores de la gestión de la calidad.
- Reuniones de asesoría y seguimiento por parte del área de Calidad.
- La Superintendencia de Planta autoriza los cambios a realizar y aprueba los presupuestos para la adquisición de los materiales necesarios para el desarrollo de los proyectos.
- Participación en eventos internos de gestión de la calidad, así como participación en eventos organizados por instituciones externas como la Sociedad Nacional de Industrias.

- (2) Nuestro Círculo de mejora, está conformado por personal de línea y supervisión. El liderazgo participativo que aplica nuestra empresa permite la comunicación directa con la Superintendencia de Planta, Superintendencia de Calidad y la Gerencia del SIG garantizando la comunicación con la alta dirección.

1.4 Apoyo de la máxima Jefatura en la implementación de las propuestas de Solución

Nuestra propuesta es presentada a la Superintendencia de Planta, resaltando los beneficios a alcanzar de ejecutarse el proyecto.

La Superintendencia de Planta tiene la autonomía para dar las facilidades necesarias para la ejecución del proyecto, gestionando con la Gerencia de Operaciones la aprobación del presupuesto que se requiere para su ejecución

1.5 Reconocimiento a los equipos de Proyectos de Mejora

- (1) En la Semana de la Calidad, evento anual organizado en la Planta de Cianuración por Agitación, se reconoce a los integrantes de los círculos de mejoramiento continuo de la siguiente manera:
 - Premiación con el Minero de Oro y Minero de Plata al primer y segundo lugar respectivamente en Proyectos de Mejora.
 - Trofeo de Cristal al equipo ganador en la implementación COLPA.
 - Diplomas a los círculos por la participación en las mejoras de los procesos.
 - Reconocimiento a los facilitadores de todos los Círculos participantes. En la **Figura 1.1** se puede observar al Círculo de mejora continua con el que se trabajo.
 - Facilidades para todos los expositores y asistentes en los eventos de la Semana de la calidad

- Los proveedores de la empresa participan con sus equipos de trabajo en el concurso de los proyectos de mejora, haciendo con esto la participación total de la organización en la gestión de la calidad.
- Los dos Círculo de Mejora Continua ganadores de la Semana de la Calidad, participan en el concurso nacional de “Reconocimiento a la Gestión de Proyectos de Mejora”, organizado por la Sociedad Nacional de Industria.
- Si algunos de los Círculo de Mejora Continua logra el premio nacional, la empresa lo reconoce con presentes.

(2) En las políticas del sistema Integrado de gestión, está establecido:

- “Desarrollar el trabajo en equipo a través de los círculos de Mejoramiento Continuo y la práctica del COLPA para su aplicación en el trabajo diario”.
- “Reconocer a sus grupos de Interés, el derecho a su progreso y contribuir para que ellos mismos sean gestores de sus propio desarrollo, con calidad de vida”.



Figura 1.1.- Parte del equipo del Círculo de mejora Continua

CAPITULO II

PROYECTO DE MEJORA

2.1 Identificación y Selección del Proyecto de Mejora

El proyecto desarrollado por nuestro circulo de mejoramiento continuo, se encuentra bajo la administración del Mapa de Procesos mostrado en la **Figura 2.1**

2.2 Análisis de la Estrategia del Área y oportunidades de Mejora

(1) Las estrategias de la organización son:

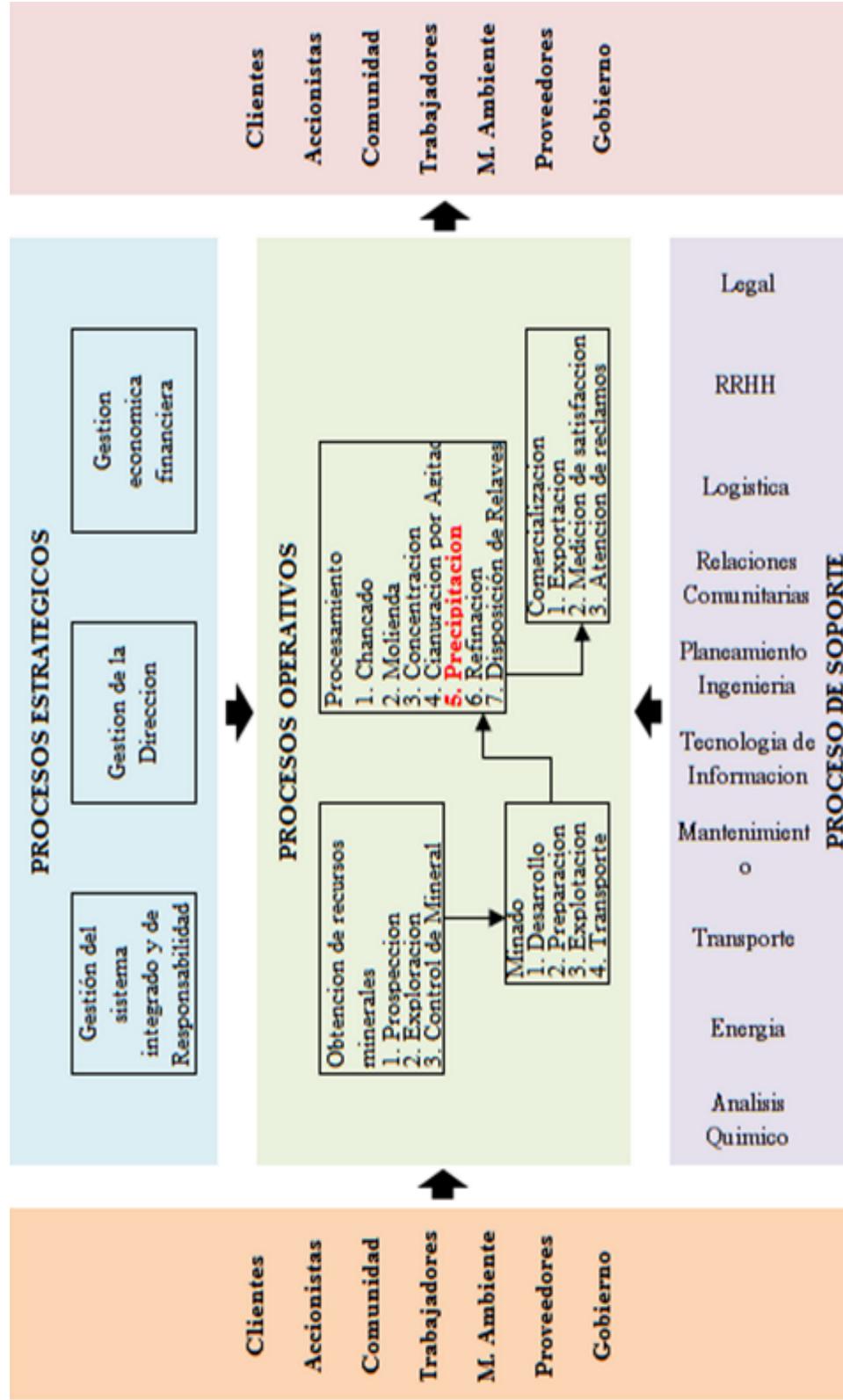
- El programa de exploraciones en las Unidades de Producción de la Planta de Cianuración por Agitación tiene como objetivo llegar a 424,682 onzas de oro en recursos minerales a fines del 2013
- Incrementar la producción de tratamiento de mineral, utilizando la máxima capacidad instalada.
- Mejorar la eficiencia en el manejo de los recursos de nuestros procesos operativos.
- Mejorar la calidad de vida del trabajador en la unidad minera para optimizar el recurso humano en las diferentes etapas del proceso productivo.
- Construir, fortalecer y mantener relaciones adecuadas con nuestro entorno que promueva la sostenibilidad de la empresa y la comunidad.

- (2) Nuestro proyecto se enmarca en la estrategia: *“Mejorar la eficiencia en el manejo de los recursos de nuestros procesos operativos”*.
- (3) Los puntos del proyecto que están relacionados a las estrategias de la organización son:
 - Desarrollar para ello en el año 2012 el proyecto de mejora: *“Optimización de los Filtros Prensa de la Planta de Cianuración por Agitación”*
 - Implementar para el año 2013 el proyecto de inversión: *“Mejorar el control de los parámetros de operación y dosificación de reactivos en Precipitación”*; para ello la alta dirección nos aprobó un presupuesto de US\$ 27 182. La implementación de este proyecto nos ayudará a sostener y mejorar los resultados alcanzados

2.3 Estimación del impacto en los Resultados del Área y de la Organización

- (1) Con el desarrollo de este proyecto de Mejora, se ha logrado un impacto positivo en los resultados económicos de la empresa, el cual ha sido determinado mediante la evaluación económica del proyecto, es decir mediante el cálculo del VAN, TIR y tiempo de recupero. Asimismo este proyecto ha generado beneficios adicionales importantes, como son impactos positivos al medio ambiente.
- (2) El proyecto seleccionado, minimiza costos operativos en Precipitación reduciendo el consumo de papel filtro, así como entregar productos de mejor calidad a nuestros clientes.

Figura 2.1- Mapa de procesos de Circulo de mejora continua, se decidió trabajar en el área de Precipitación



2.4 Operación del Área de Precipitación

La solución rica después de salir de los Filtros clarificadores es bombeada hacia la torre de vacío, en donde se extrae mediante succión el oxígeno el cual interfiere con una correcta etapa de precipitación. La solución libre pasa por una tubería donde se le suministra Polvo de Zinc y Acetato de Plomo para luego pasar a un mezclador en línea y dirigirse hacia los filtros prensa. En los filtros prensa se retiene el Precipitado en el medio filtrante y la solución barren es bombeada hacia el Espesador 4. Este proceso puede ser observado como tal en el Anexo 1.

CAPITULO III

METODOS DE SOLUCION DE PROBLEMAS Y HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD

3.1 Método de Solución de Problemas

El Círculo de Mejora Continua, empleó la metodología de los 7 pasos para la solución del problema, metodología que nos permite utilizar una serie de herramientas de la gestión de la calidad, siendo este el procedimiento básico que permite resolver problemas de manera científica, racional, eficiente y efectiva. El proyecto fue desarrollado hasta el paso N° 7:

Paso 1: Selección de Tema

Nuestro proyecto tiene como punto de partida la política de nuestro Sistema Integrado de Gestión: *“Practicando el mejoramiento continuo con trabajo en equipo y capacitando permanentemente sobre nuestros procesos”*, asimismo la estrategia establecida por nuestra área: *“Desarrollar proyectos de mejora y eliminación de defectos para incrementar nuestras recuperaciones y reducir nuestros costos operativos”*

Mediante la herramienta de la lluvia de ideas (**Figura 3.1**), los integrantes del círculo, listaron los posibles problemas que nos llevan a un consumo elevado de papel filtro en la operación de Precipitación en la Planta de Cianuración por Agitación, los cuales se detallan:

1. Filtro Prensa trabaja con presiones altas
2. Fundas de filtros prensa en mal estado
3. Cortes de filtro prensa por presión alta
4. Ley de solución barren alto
5. Presiones altas de filtro prensa por mala dosificación de reactivos, Zinc humectado por mal almacenamiento
6. Relación Zinc / Oro alta
7. Exceso de dosificación de zinc porque no se mide oxígeno disuelto
8. Papel roto de durante las cosechas de los filtros prensa
9. Mala permeabilidad en el filtrado de los filtros prensa
10. No se dosifica adecuadamente el zinc
11. No se controla dosificación de ayuda filtrante (body feed)
12. No se pre-capas adecuadamente filtro prensa
13. Paradas frecuentes de precipitación por presión alta

Estas ideas fueron agrupadas haciendo uso de la herramienta de la calidad denominada diagrama de afinidad, obteniéndose dos grupos de ideas (**Tabla 3.1**) con las cuales se busca reducir el consumo de papel en los filtros prensa:

- Mejorar la operación de los filtros prensa en la Planta de Cianuración
- Instrumentar los controles en el proceso de Precipitación.

Con estas dos ideas generales y haciendo uso de la herramienta de calidad denominada Matriz de decisiones (**Tabla 3.2**), se dieron pesos a los criterios: Inversión, beneficio económico y tiempo de ejecución con los cuales, luego de realizar la votación (**Tabla 3.3**), fue seleccionado el tema: **Mejorar la operación de los filtros prensa en la Planta de Cianuración por Agitación.**

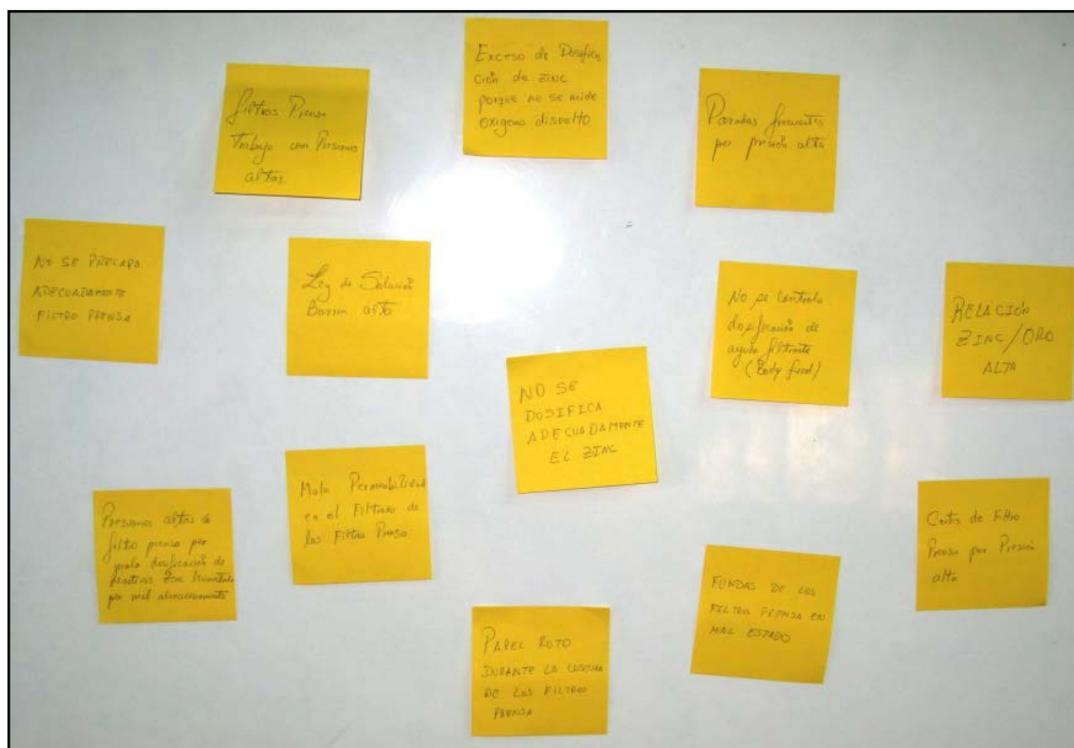


Figura 3.1.- Mediante una lluvia de ideas se captaron los problemas más significativos en el área de Precipitación

Tabla 3.1.- Diagrama de afinidad

Mejorar la operación de los filtros prensa en Planta de Cianuración	Instrumentar los controles en el proceso de precipitación de Planta de Cianuración
filtros prensa trabajan con presiones altas	relación Zn/Au alta
fundas de filtros prensa en mal estado	exceso de dosificación de zinc por qué no se mide el oxígeno disuelto
cortes de filtros prensa por presión alta	no se dosifica adecuadamente el zinc
ley de solución de barren alto	no se controla dosificación de ayuda filtrante
presiones altas de filtro prensa por mala dosificación de reactivos de zinc humectado por mal almacenamiento	
papel roto durante las cosechas de filtros prensa	
mala permeabilidad en el filtrado de los filtros prensa	
no se pre-capa adecuadamente el filtro prensa	
paradas frecuentes de precipitación por presión alta	

Tabla 3.2.- Matriz de decisiones para selección de criterios

Matriz de decisiones B= Bajo M= Medio A= Alto

Integrantes	Inversión	Beneficio Económico	Tiempo de ejecución	Total
	B=5 , M=3, A=1	B=1 , M=3, A=5	B=1 , M=3, A=5	
Juan Díaz F	5	5	3	13
Segundo Colorado V	5	5	3	13
Ricardo Bardales	5	5	1	11
Jesus Londoña Soria	5	5	3	13
Alfonzo Noriega G	5	3	3	11
Guillermo Gabriel V	5	5	3	13
Edward Peralta	5	5	5	15
Jesus Londoña S	5	5	3	13
Andres Paredes C	5	5	3	13
Denis Carrera P	5	5	1	11
Pedro Lozano M	5	4	1	10
Ruben Zavaleta	5	3	3	11
Jorge Garcia C	5	5	3	13
Total	65	60	35	160
Fracción	0.41	0.38	0.22	1.00

Tabla 3.3.- Matriz de decisiones para selección del tema

Proyectos	Puntaje del 1 al 5			Total	Puesto
	Inversión f=0.39	Beneficio Económico f=0.37	Tiempo de ejecución f=0.24		
	A=1 , B= 5	B=1 , A= 5	A=1 , B= 5		
Mejorar la operación de los filtros prensa de Planta de Cianuración	5,5,4,4,5,5,5, 4,5,4,5,5,5 =57	5,5,5,5,4,4,5, 5,5,4,5,5,5 =62	4,3,3,3,3,4,3, 4,3,3,3,3,3 =42	56.17	1
Instrumentar los controles en el proceso de precipitación de Planta de Cianuración	3,2,3,3,2,3,3, 2,3,3,3,3,3 =36	3,3,3,4,3,4,3, 3,3,2,3,3,3 =40	3,3,3,3,3,3,3, 2,3,2,3,3,3 =39	38.54	2

Teniendo en cuenta la política de reducción de costos, y de acuerdo a la secuencia lógica de formalizar el título de un proyecto según la metodología de los 7 pasos, el título del proyecto a desarrollar por el Círculo de Mejora Continúa:

“OPTIMIZACION DE LOS FILTROS PRENSA DE LA PLANTA DE CIANURACIÓN POR AGITACIÓN”

Paso 2: Comprender la situación y establecer objetivos

Sub paso 2.1 Definir características a evaluar o controlar

La característica de control seleccionada con la cual mediremos la efectividad de nuestro proyecto es: **Metros de papel filtro por mes** (Consumo de Papel Filtro).

Sobre ella se evaluarán las variables que influirán en el logro del objetivo.

Sub paso 2.2 Comprender la situación

Se detalla la información necesaria que nos permita conocer el estado actual de la operación de los filtros prensa.

- **Consumo de Papel Filtro**

El consumo de Papel Filtro por mes se detalla en la **Tabla 3.4**.

El consumo de papel filtro se ve incrementado debido a que se ha tenido oportunidades en las cuales se ha colocado 02 papeles por marco por problemas de rotura del papel durante la operación, tal como se muestra en la **Figura 3.2** y **Figura 3.3**.

Tabla 3.4.- Consumo de papel filtro

Año	Mes	Consumo papel filtro		
		Metros	Pu (us\$/m)	Costo (us\$)
2011	Agosto	900	1.95	1755
	Septiembre	516	1.98	1021.68
	Octubre	420	1.98	831.6
	Noviembre	250	1.98	495
	Diciembre	400	1.98	792
2012	Enero	290	1.98	574.2
	Febrero	400	1.98	792
	Marzo	280	1.98	554.4
	Abril	556	1.98	1100.88
	Mayo	550	1.98	1089
	Junio	450	1.98	891
	Julio	340	2.04	693.6
Promedio		446.00	1.98	882.53



Figura 3.2.- Papel roto, se puede ver que se han colocado 2 papeles filtro juntos



Figura 3.3.- Estado del papel filtro durante la cosecha de los filtros prensa

Los filtros prensa N° 3 y N° 4 de Planta de Cianuración operan con 35 marcos los cuales tienen 0.60 m^2 por lado (1.2 m^2 por marco) de área filtrante.

- **Presión de operación del Filtro Prensa**

La presión de operación de los filtros prensa, tiene tendencia a incrementarse en el primer semestre del año 2012, tal como se aprecia en la **Figura 3.4**. Una de las causas de la esta subida de la presión de operación es que las fundas de los filtros prensa se encuentran tupidas, afectando la permeabilidad de estas.

La alta presión de operación influye directamente en el tiempo de operación de los filtros prensa debido a que operativamente no deben sobrepasar los 60 PSI para no afectar la estructura del marco y la placa, asimismo también influye en la ley de barren, en el consumo de ayuda filtrante, en el consumo de Zinc y en la relación de lavado en el circuito de lavado en contracorriente.

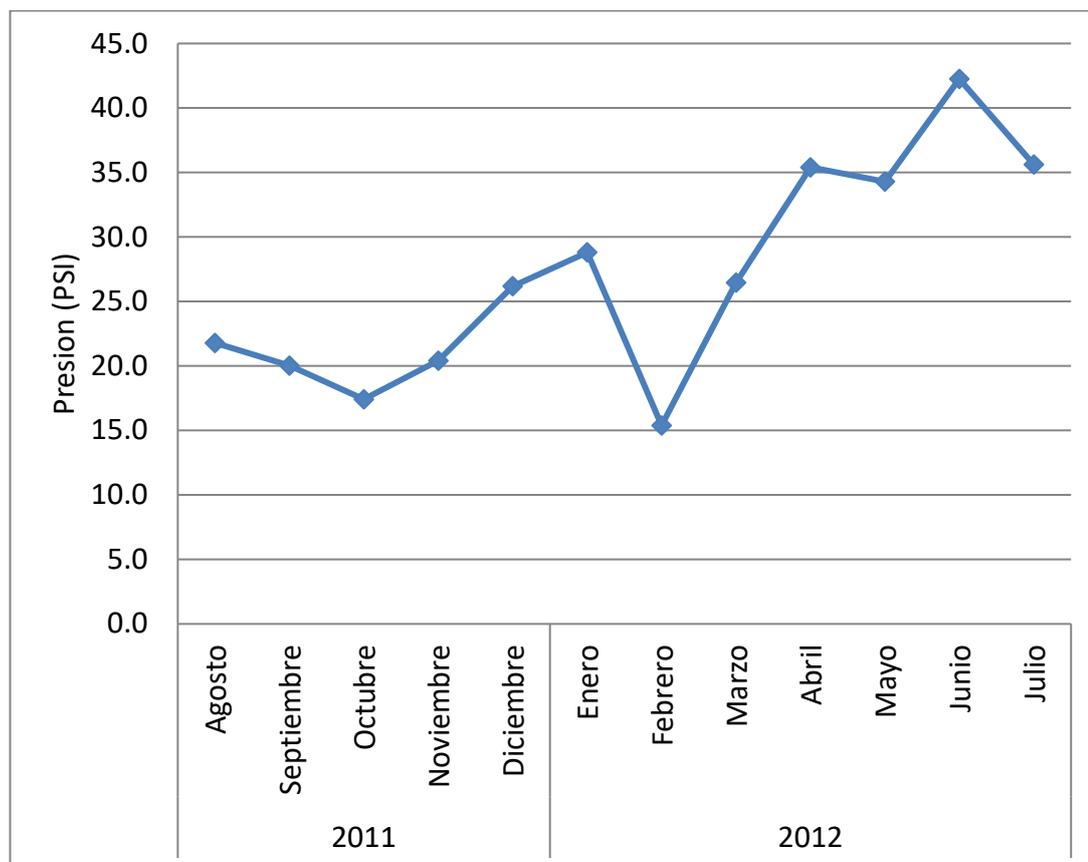


Figura 3.4.- Presión de trabajo de los filtros prensa

- **Pre-capado de los Filtros Prensa**

La pre-capa de los filtros prensa se realiza con 10 kilos de ayuda filtrante (Celite) Diactiv 12 para los 42 m² que tiene cada filtro como área filtrante, dando como resultado que la pre-capa se está realizando a concentración de 238 g/m² como se aprecia en la **Tabla 3.5**

Tabla 3.5.- Pre-capado de los filtros prensa

Filtro Prensa	Area filtrante por marco, m2	Nº Marcos por filtro	Area filtrante Total, m2	Ayuda Filtrante para precapado			gramos/m2
				Marca	Grado	Peso, gramos	
FP03 y FP04	1.2	35	42.0	Celite	Grado 12	10000	238.10

- **Ley Solución Barren**

La ley de la solución barren está directamente relacionada a la recuperación en precipitación y por tanto a la recuperación total de Planta. Según la tabla de aseguramiento de la calidad (TAC), está establecido que la ley de la solución barren debe ser menor a 0.050 ppm y para asegurar esto, las condiciones de operación de los filtros prensa, entre otros factores, debe ser óptima. Por lo anterior, tener presiones altas de operación, papeles rotos y fundas tupidas van a influir directamente en tener valores altos de la ley de solución barren.

En la **Figura 3.5** observamos que si bien es cierto estamos debajo del límite establecido como máximo (0.050 ppm), hay una tendencia a subir en los últimos meses.

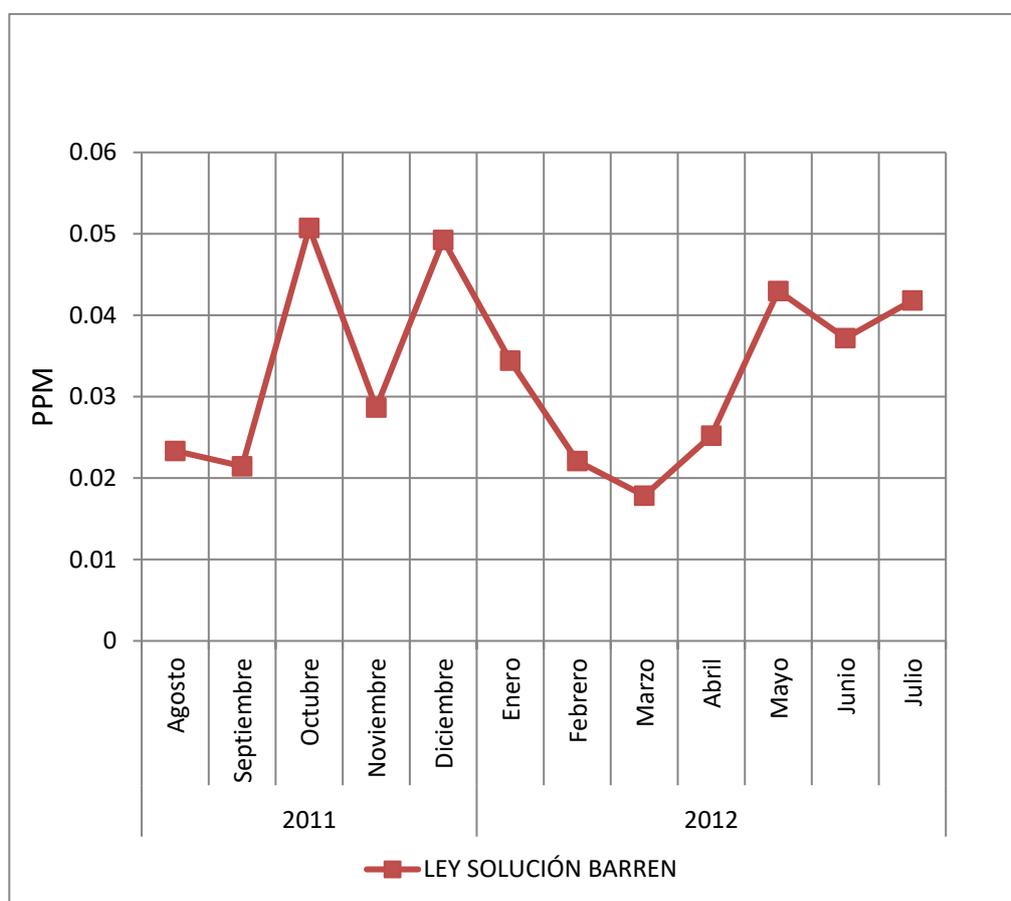


Figura 3.5.- Ley de solución barren

- **Flujo tratado en Precipitación**

Para no afectar el lavado en contracorriente, se debe asegurar que el flujo tratado en Precipitación sea como mínimo 3 veces (en peso) el tratamiento de mineral en molienda.

En la **Figura 3.6** vemos como el tratamiento en molienda ha ido incrementándose, lo cual se logra también con un proyecto del Circulo de Mejora Continua desarrollado en el año 2011, sin embargo el flujo tratado en precipitación tiende a disminuir.

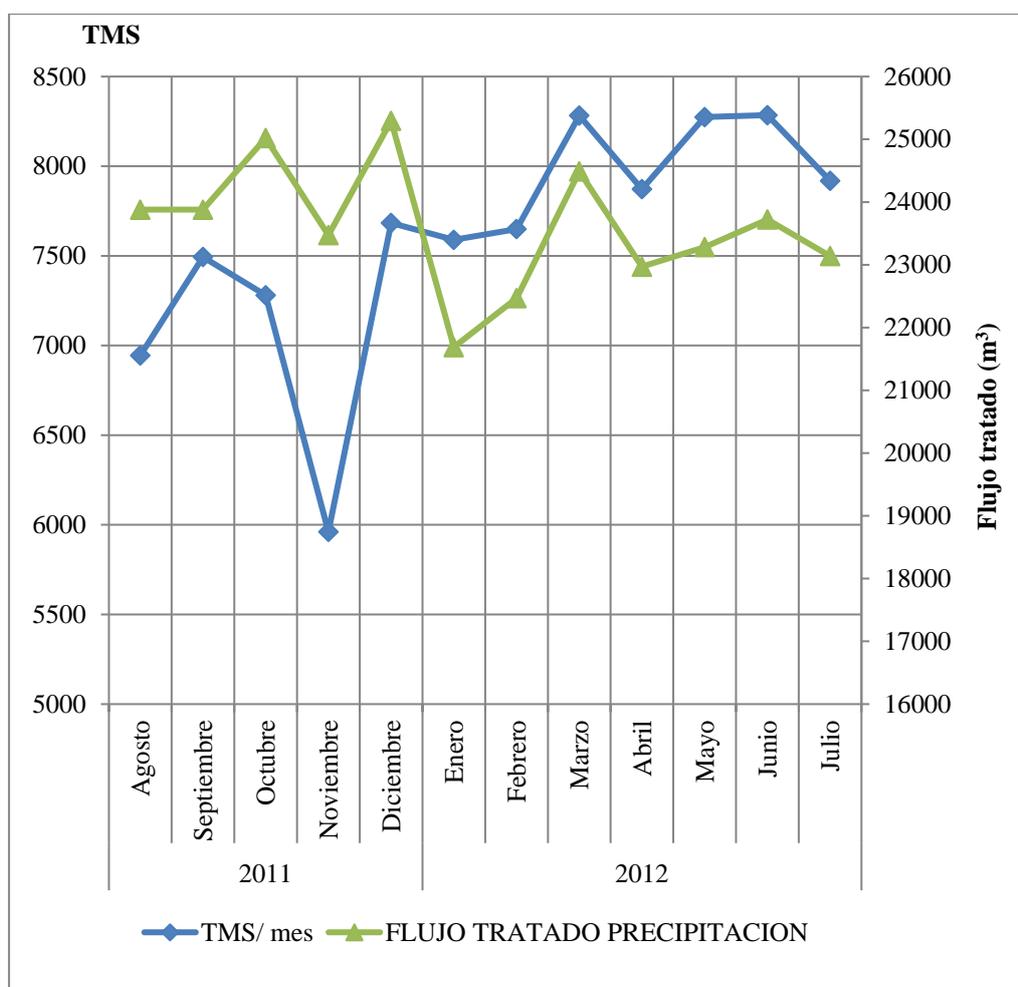


Figura 3.6.- Tratamiento en molienda vs Flujo tratado en Precipitación

Lo anterior se refleja en la disminución de la relación de lavado, tal como se observa en la **Figura 3.7**.

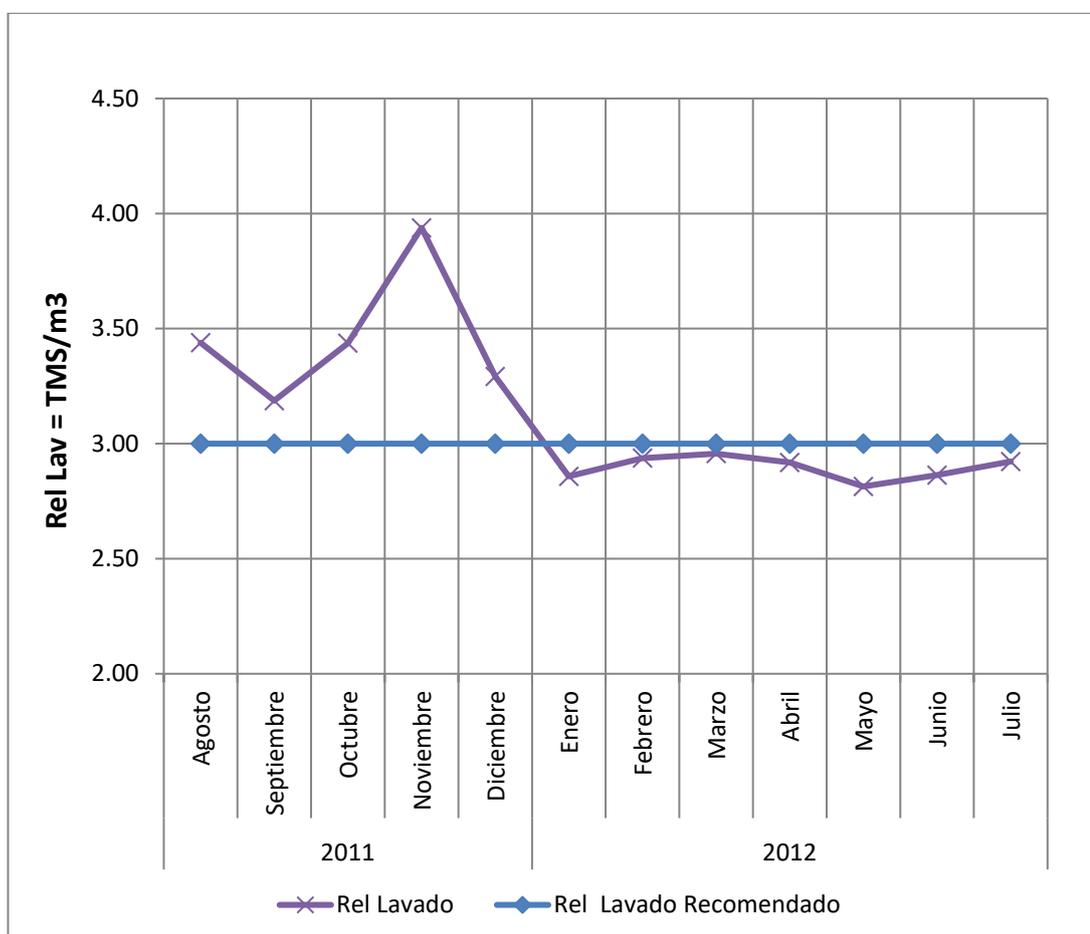


Figura 3.7.- Relación de lavado

- **Almacenamiento de latas de polvo de zinc**

El Zinc en polvo es utilizado para la precipitación del oro en el proceso conocido como Merrill Crowe, requiriéndose que este reactivo no se humecte para evitar su oxidación y garantizar la reacción adecuada con el compuesto aurocianuro.

El almacenamiento de las latas conteniendo el polvo de zinc no es el adecuado ya que se encuentra en presencia de humedad y aire. Esto afecta su calidad,

obligando a tener una mayor dosificación al proceso de Precipitación y por tanto una mayor carga a los filtros prensa, afectando el correcto desempeño de los Filtros Prensa e incrementando el precipitado de Zinc lo que causara más adelante el incremento de insumos al momento de fundir el Precipitado.



Figura 3.8.- Almacenamiento de las latas de Zinc

Sub paso 2.3 Decidir metas y plazos

Utilizando la siguiente metodología, determinamos el objetivo del proyecto:

- **Que** : Reducir el consumo de papel filtro
- **Cuánto** : De 446 a 50 metros/mes
- **Cuándo** : hasta diciembre del 2012

De la revisión y análisis de la data anteriormente descrita, planteamos las siguientes restricciones que debemos considerar para cumplir el objetivo de reducir el consumo de papel filtro:

- Mantener la solución barren en valores menores a 0.050 ppm

Es el valor establecido como máximo por la tabla de aseguramiento de la Calidad (TAC)

- Incrementar el flujo tratado en precipitación en valores mayores a 35 m³/h

La relación de lavado recomendada es 3, por tanto para un tratamiento en molienda de 11.67 TMS/h, el flujo de tratamiento en precipitación debe ser 35 m³/h.

- Disminuir la presión de operación de los filtros prensa

La presión máxima de operación en los filtros prensa es de 60 psi. Una elevada presión de trabajo obliga a reiteradas paradas de precipitación y cambios de filtros prensa por tanto mayor consumo de papel filtro.

Paso 3: Planear Actividades.

Para desarrollar este paso nos apoyamos en un diagrama de Gantt (Tabla 3.6), en el cual se sintetiza el desarrollo del proyecto relacionado a la metodología de los 7 pasos.

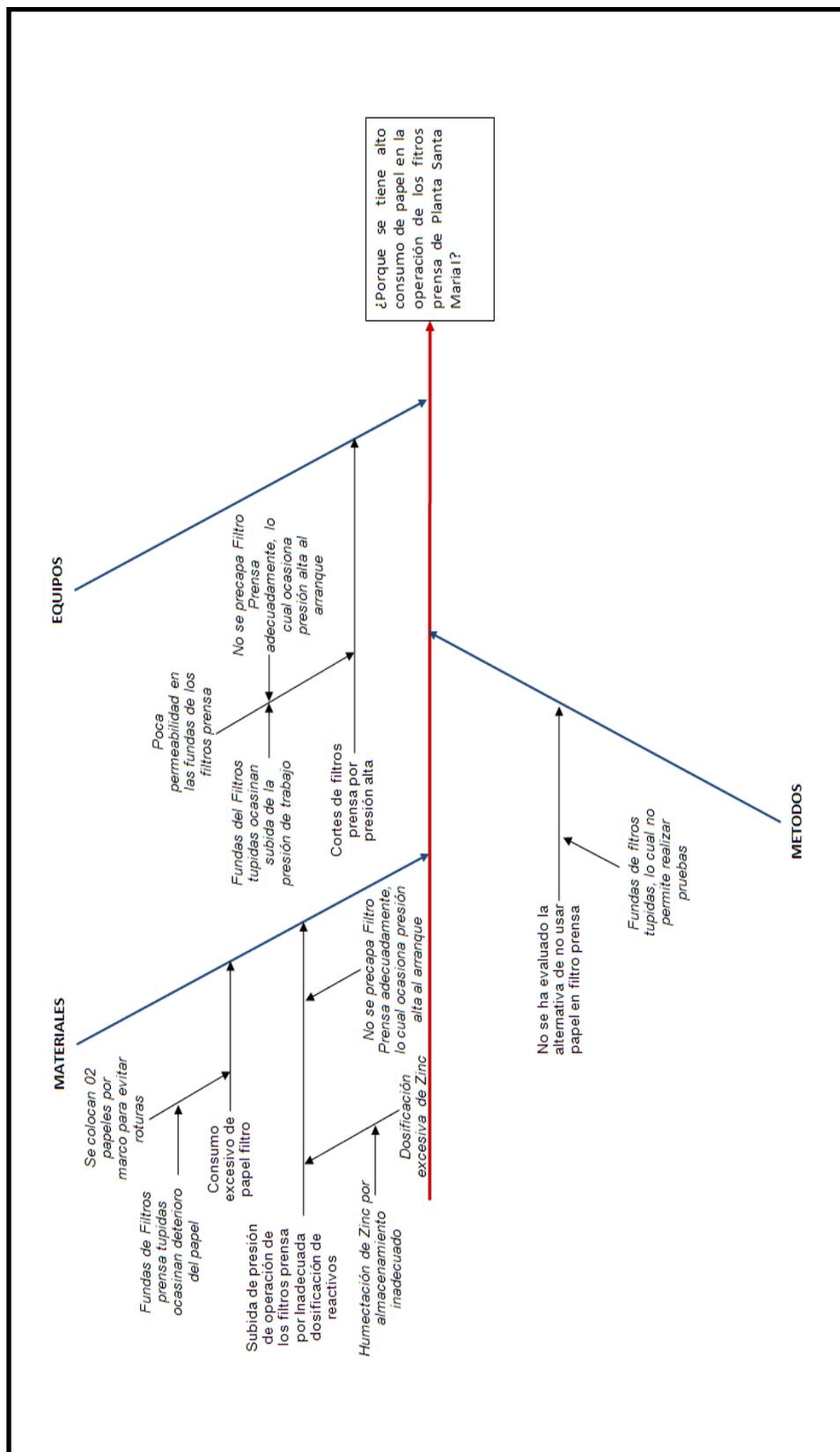
Paso 4: Analizar Causas

Para este análisis se usó el diagrama causa efecto, herramienta que nos permite encontrar la causa raíz. El análisis se muestra en la **Figura 3.9**.

Tabla 3.6.- Diagrama de Gantt para el desarrollo del proyecto

Nombre de la tarea	Duración (días)
REDUCIR EL CONSUMO DE PAPEL FILTRO EN LA PLANTA DE CIANURACION POR AGITACION	138
Reorganización del equipo de trabajo	3
Capacitación del equipo en la metodología de los 7 pasos	10
Paso 1: Selección de tema	15
Paso 2: Comprender la situación y fijar objetivos	29
Sub paso 2.1: Definir características a evaluar o controlar	7
Sub paso 2.2: Comprender la situación	15
Sub paso 2.3: Decidir metas y plazos	7
Paso 3: Planear actividades	7
Paso 4: Analizar las causas	15
Paso 5: Implementar contramedidas	59
Sub paso 5.1: Listado de ideas para la definición de las contramedidas	7
Sub paso 5.2: Selección de contramedidas a implementar	7
Sub paso 5.3: Planificación de la implementación de las contramedidas	15
Sub paso 5.4: Implementación de las contramedidas	30
Verificar resultados	30
Estandarizar y establecer control	30

Figura 3.9.- Diagrama de Causa – Efecto



Paso 5: Considerar e implementar Contramedidas

Sub paso 5.1: Listado de ideas para la definición de las contramedidas

Habiendo analizado las causas con el diagrama causa efecto en el paso anterior, hacemos uso del diagrama del árbol para listar las causas raíz y centrar las contramedidas a implementar y lograr de esta manera el objetivo trazado de disminuir el consumo de papel.

Sub paso 5.2: Selección de contramedidas a implementar

Se definió las acciones a realizar para dar cumplimiento a las contramedidas establecidas.

Sub paso 5.3: Planificación de la implementación de las contramedidas

Haciéndonos las preguntas: ¿Qué?, ¿Cómo? ¿Quién? y ¿Cuándo?, se definió la forma de implementar las contramedidas (**Tabla 3.7**), el responsable de ejecución y la fecha de cumplimiento.

Sub paso 5.4 Implementación de las contramedidas

- **Pre-capado Filtro prensa**

Se realizaron pruebas de pre-capado en los filtros prensa con 10 y 15 kilos de ayuda filtrante, tomando en cuenta las recomendaciones del proveedor, el cual indica que la pre-capa debe estar en un rango entre 300 y 400 gr/m².

Con 15 kilos de ayuda filtrante tenemos 357 gr/m² en la pre-capa, lo cual está dentro del rango recomendado (**Tabla 3.8**). En la Figura 3.10 se aprecia la pre-capa con la ayuda filtrante.

Tabla 3.8.- Prueba de Pre-capado de los filtros prensa

Filtro Prensa	Area filtrante por marco, m2	Nº Marcos por filtro	Area filtrante Total, m2	Ayuda Filtrante para precapado			gramos/m2
				Marca	Grado	Peso, gramos	
FP03 y FP04	1.2	35	42.0	Celite	Grado 12	15000	357.14



Figura 3.10.- Pre-capado de los filtros prensa, se puede apreciar la capa blanca de ayuda filtrante sobre la funda

- **Mejorar el piso y colocar puertas en la zona de almacenamiento de zinc**

Se mejoró el piso de la zona donde se coloca la lata con el polvo de Zinc que está en uso, ya que anteriormente en esta zona se acumulaba agua producto de la limpieza de la sección. Asimismo se colocó puerta en los compartimientos para minimizar la probabilidad de humectación del polvo de Zinc.



Figura 3.11.- Mejora del almacenamiento de las latas de Zinc

- **Tomar medida de los marcos de los filtros prensa, realizar cotización y adquirir fundas para los filtros prensa**

Los marcos del filtro prensa N° 3 y N° 4 tienen igual tamaño externo, sin embargo la distribución de los agujeros es distinta, se tomaron por tanto las medidas de cada uno de ellos las cuales se muestran en la **Figura 3.12** y **3.13**.

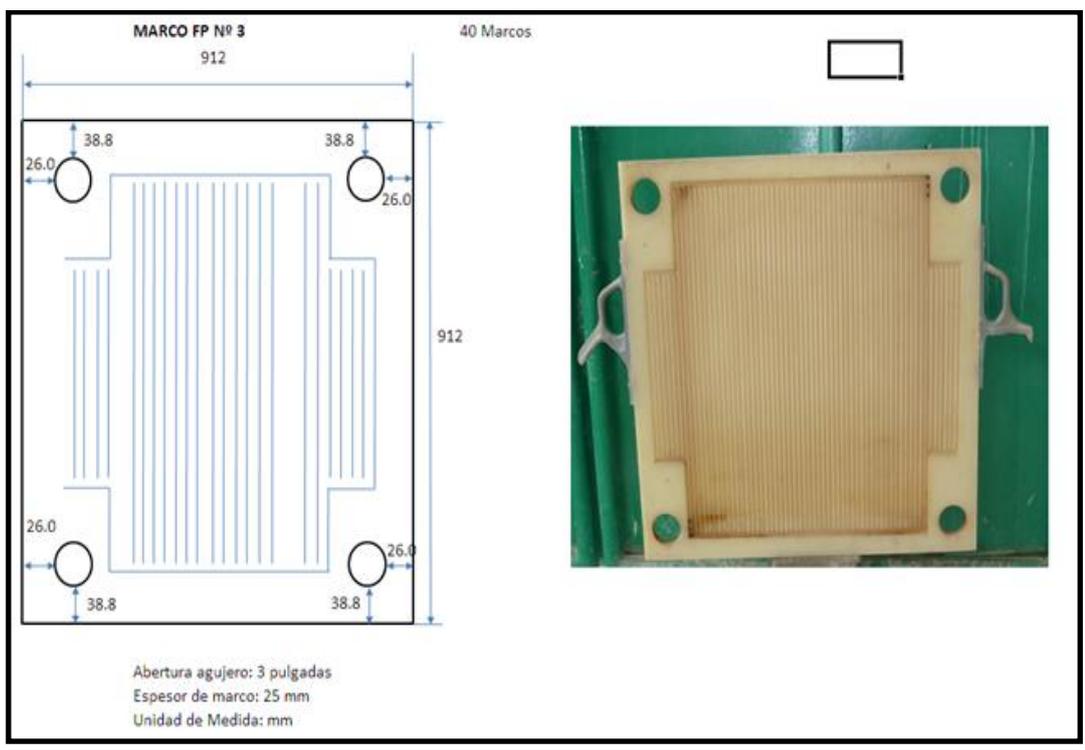


Figura 3.12.- Medidas de marco del filtro prensa Nº 3

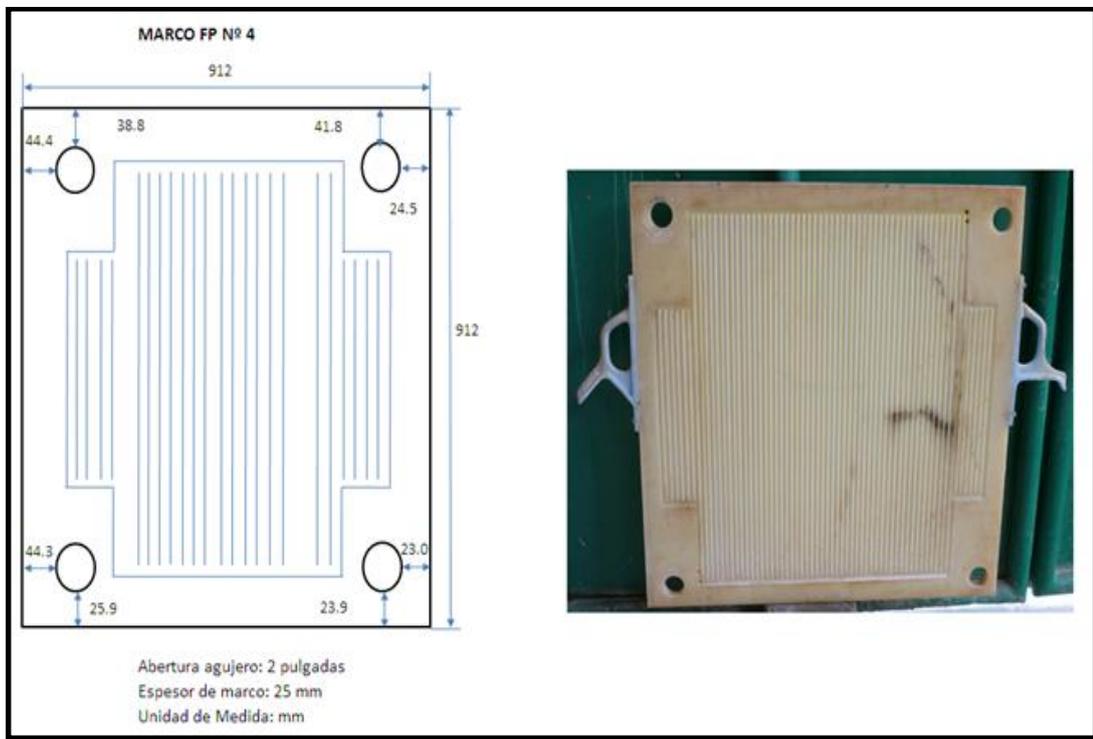


Figura 3.13.- Medidas de los marcos del filtro prensa Nº 4 para confección de las fundas

Se realizó la cotización de las lonas para los filtros prensa a Filtración Industrial (FITRONIC SAC) siendo el precio unitario de cada una lona 125 nuevos soles (45.65 \$/lona).

Las características de estas se detallan en la **Figura 3.14**.

FILTRACION INDUSTRIAL		Filtros Prensa - Filtros Bolsa Telas Filtrantes - Tierras Filtrantes Sistemas de Filtración y Plantas Industriales	
FILTRONIC [®]			
S.A.S.			
COTIZACION IF-471			
Lima, 25 de Julio del 2011			
Señores :			
Atención :			
Estimado Sr. RISCO:			
En respuesta a su requerimiento, le presento nuestra Cotización por Lonas Filtrantes para ser usadas en Filtro Prensa de Planta SM1, según el siguiente detalle:			
ITEM	CANT	DESCRIPCION	PRECIO UNIT (\$/)
01	40	Lonas Filtrantes de Polipropileno para Placas de Filtro Prensa de Precipitación de 36"	125.00 / lona
		Tipo de lona :	Polipropileno PP 486
		Color :	Negro
		Dimensiones :	94 cm x 192 cm
		Permeabilidad :	2 - 3 cfm
		Micraje aprox. :	2 - 4 micrones
		Gramaje :	330 gr/m ²
		Acabado superficial :	Alisado, para facilitar el desprendimiento de la torta filtrante
Incluye la impermeabilización de los bordes de contacto con látex de neoprene.			
CONDICIONES DE VENTA			
Precio :	Nuevos Soles, no incluye el IGV del 18 %		
Tiempos de entrega :	1 semana, confirmada la O/C		
Forma de Pago :	Factura 30 días		
Validez de la Oferta :	03 meses		
Atentamente			
			
Alfredo Becerra Mori			
Jr. Raúl Porras Berrío N° 2022 Chaca Ríos Sur / Lima 01 - PERU		Tel: (511) 425-9876	
Web: www.filtronic.com.pe		(511) 425-9811	
Email: filtronic@filtronic.com.pe		Fax: (511) 425-8933	

Figura 3.14.- Cotización de fundas

Teniendo la cotización, se procedió a la adquisición de las lonas, lo cual se sustenta con la RQ 1689 del 30 de Julio del 2012 mostrado en la **Figura 3.15**.

Paso 6: Verificar Resultados.

- **Consumo de Papel Filtro**

El Consumo de papel filtro, tiende disminuir a partir de Septiembre del 2012, mes en el que se empieza a trabajar sin papel en Filtro Prensa N° 3. A partir de Diciembre del mismo año se logra el objetivo de tener un consumo de papel menor a 50 metros mensuales, esto se logra debido a que se trabajan los 02 filtros prensa sin papel.

- **Presión de operación del Filtro Prensa**

La presión de operación de los filtros prensa en el segundo trimestre del 2011 es alta, teniendo que las presiones de arranque estaban entre 15 y 30 psi, lo cual ocasionaba paradas de precipitación por presión alta y en ocasiones corte de filtro prensa. Instaladas las fundas nuevas, esta presión disminuye, teniendo presiones al arranque de 5 psi como se observa en la **Figura 3.17**.

- **Ley Solución Barren**

La ley de solución barren no pasa el límite de 0.050 ppm, valor máximo establecido en la TAC, por tanto esta variable no afecta la recuperación programada en Planta. Ver **Figura 3.18**.

- **Flujo tratado en Precipitación**

Después de la mejora, el flujo en precipitación se incrementa (ver **Figura 3.19**) a valores muy cercanos a 35 m³/h.

Figura 3.15.- Generación de RQ por fundas para los filtros prensa

Represión de Usuario: CIA. MINERA PODEROSA S.A. -- ALMACEN V005 - CENTRAL -- Fecha: 30-julio-2011

Examinar **Actualizar**

APROBADA

Dpto Ejecutor	4001	LIVIAJON	Tipo Req.	CDR	No Doc.	01-201001609
Raz_Sec Solicita	2013702364	COMPAÑIA MINERA PODEROSA S.A.	Año Presupuesto		Estado IC	C
Actividad	912504	PREDIPTACION	Sub Proyecto			
Zona	1000000	Paraz (Granico)	T. Anex.	A		ACTIVO
Fec. Emisión	25/07/2011	Fec. Atención	Anexo	31/08/2011		FILTRO DE PRENSA
Dpto Responsable	4001	LIVIAJON	Para			
Raz_Sec Atende	2013702364	COMPAÑIA MINERA PODEROSA S.A.				
Entidad	ALMENA1	ALMACEN VALDS				
Comproador	WLDRE SD					FILTRO PRENSA-PLANTA SMT

Moneda: **USD** T. Cambio: 2.78 IDV: 10.00

INDICIA	MATERIAL ID	DESCR	UNID	UNID ME	QUANT	IMP ME	IMP MN	IMP MN	IMP ME	IMP MN	IMP ME	IMP MN	ITE. PRES.
▶	T.M.	050100044	MEMA FILTRANTE DE POLIPROPILENO	IDENTE	40	1026.150	40.000	1026.150	40.000	5000.000	200.707	900.000	
						45.054	125.000	40.000	1026.150	5000.000	200.707	900.000	

Detalle de La Requisición

Nota: NOTA: PROVEEDOR FILTRONIC FILTRACION INDUSTRIAL

SubTotal	5.000.000	Igr.	900.000	Total	5.900.000	Moneda	USD
----------	-----------	------	---------	-------	-----------	--------	-----

Figura 3.16.- Consumo de papel filtro antes y después de la mejora

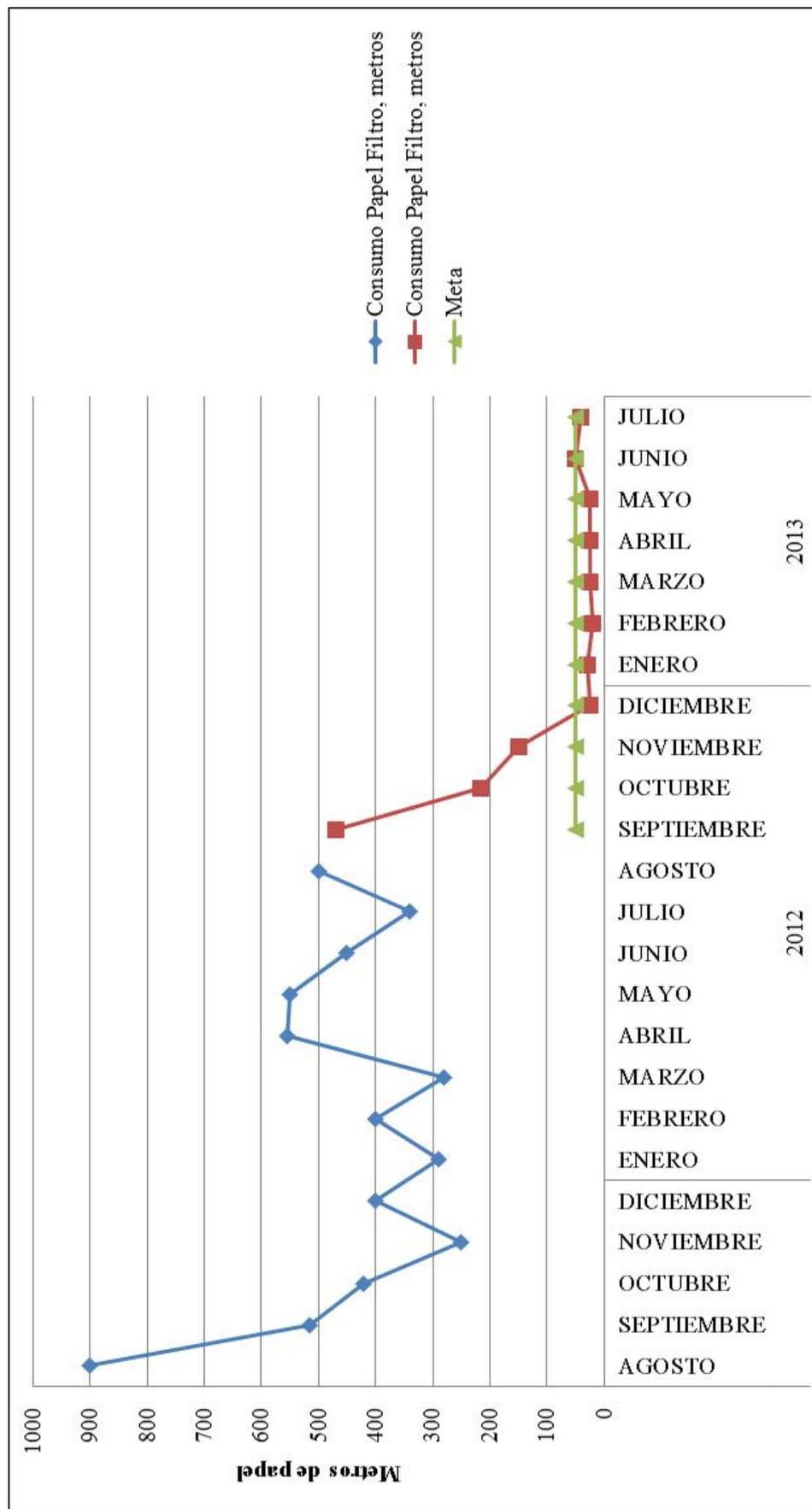


Figura 3.17.- Presión de operación de los Filtros prensa antes y después de la mejora

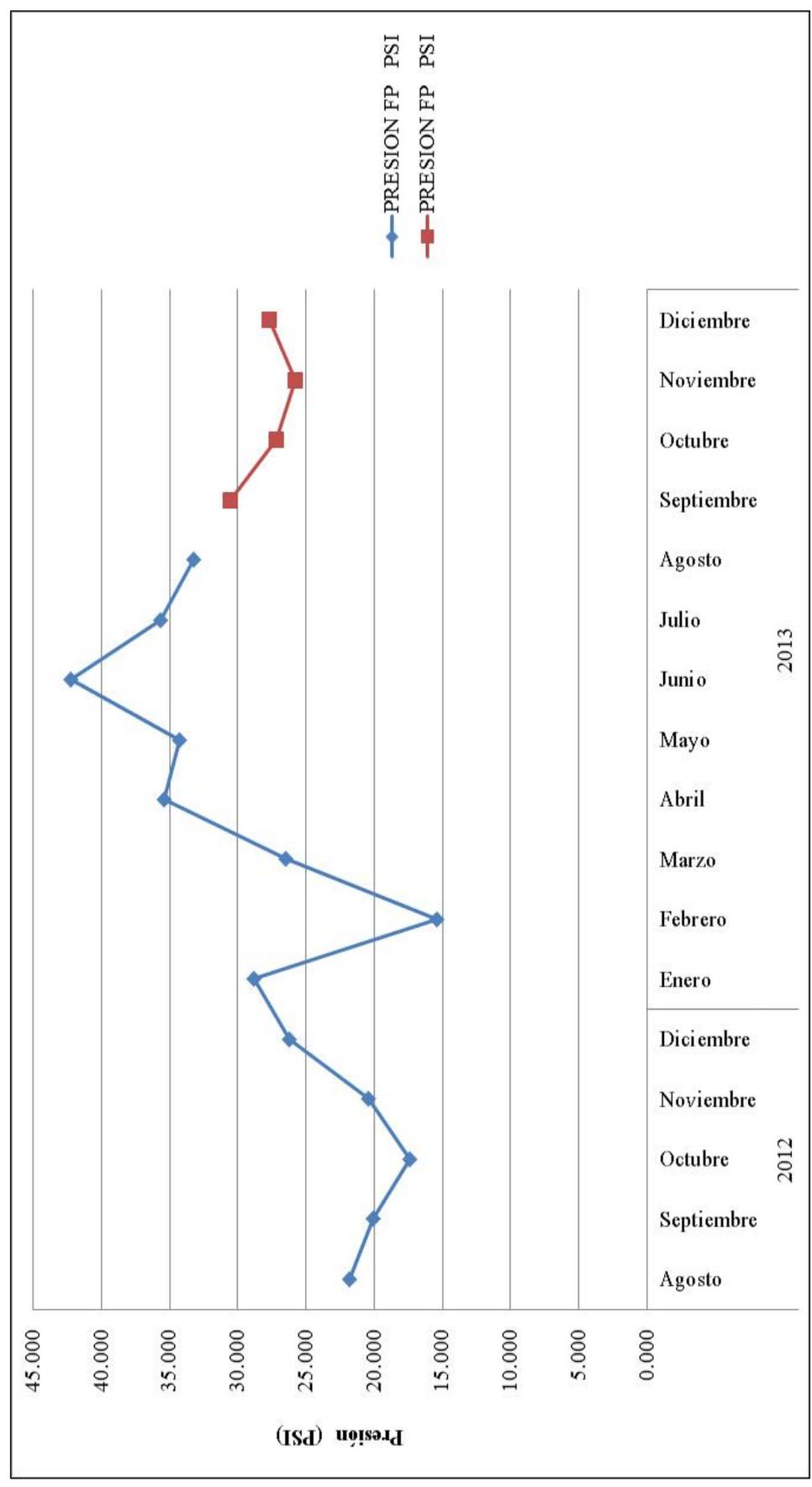


Figura 3.18.- Ley de solución barren antes y después de la mejora

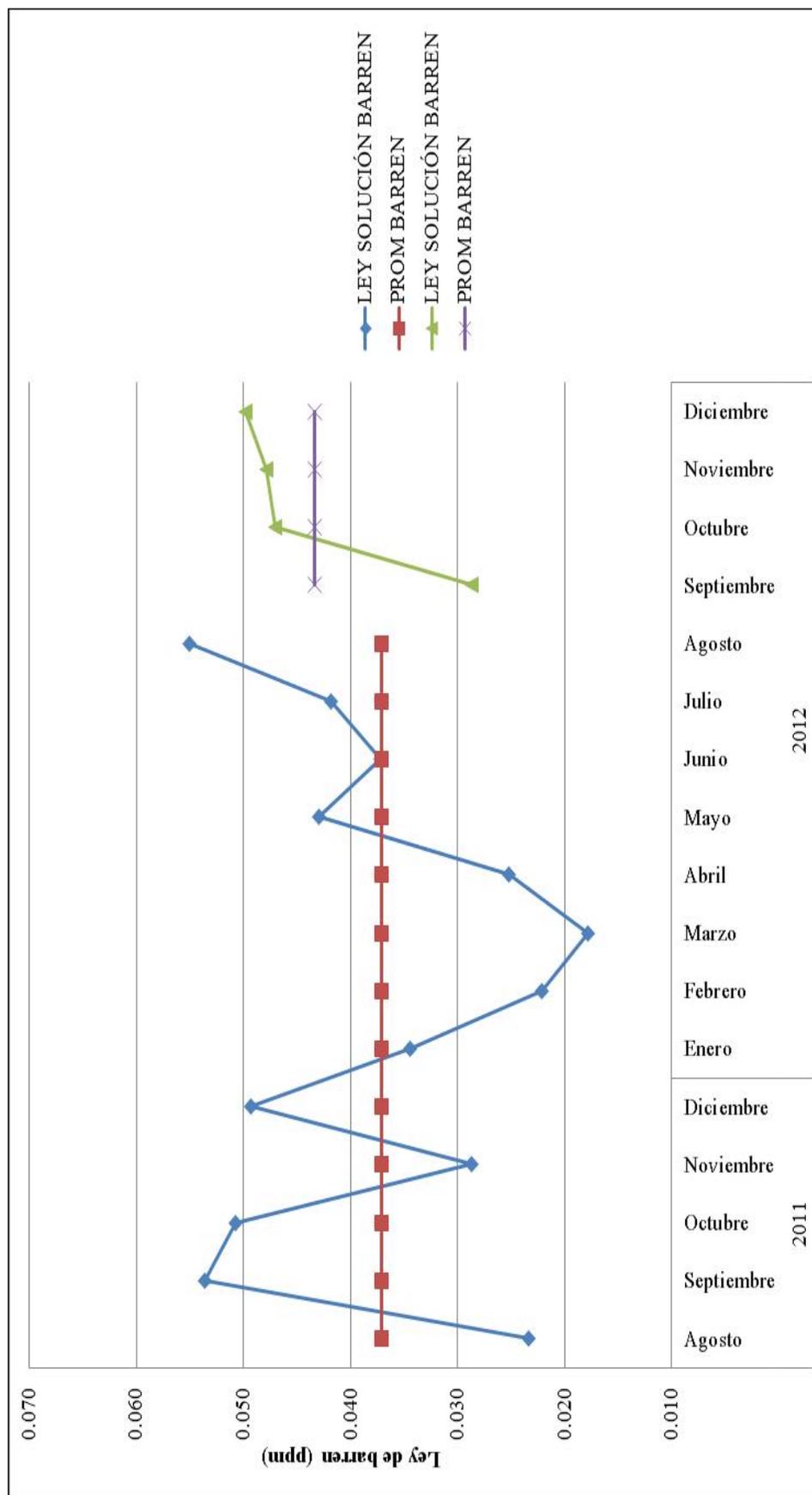
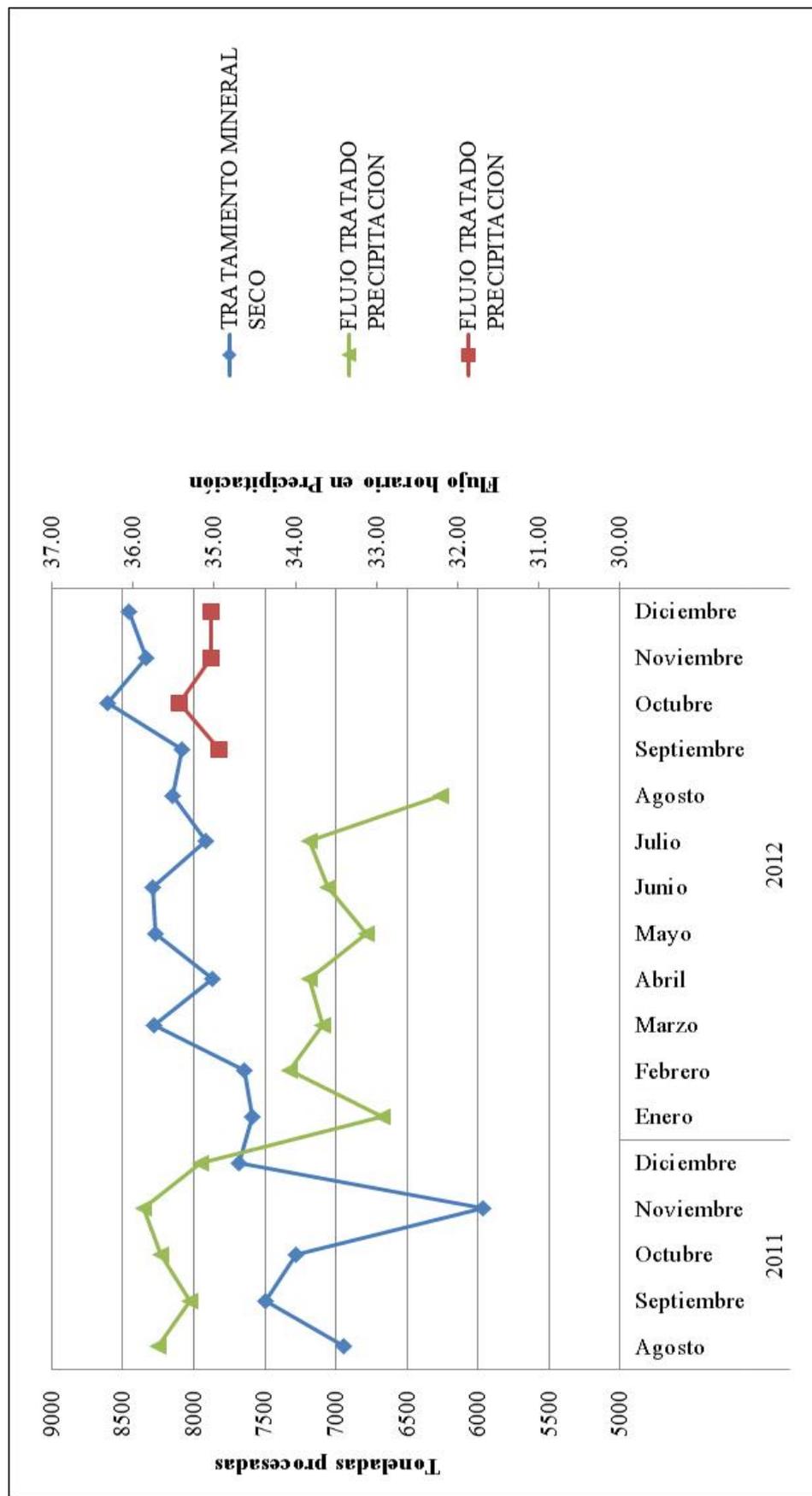


Figura 3.19.- Tonelaje tratado y flujo procesado antes y después de la mejora



El incremento del flujo de tratamiento en Precipitación, se refleja en el incremento de la relación de lavado, tal como se aprecia en la **Figura 3.20**.

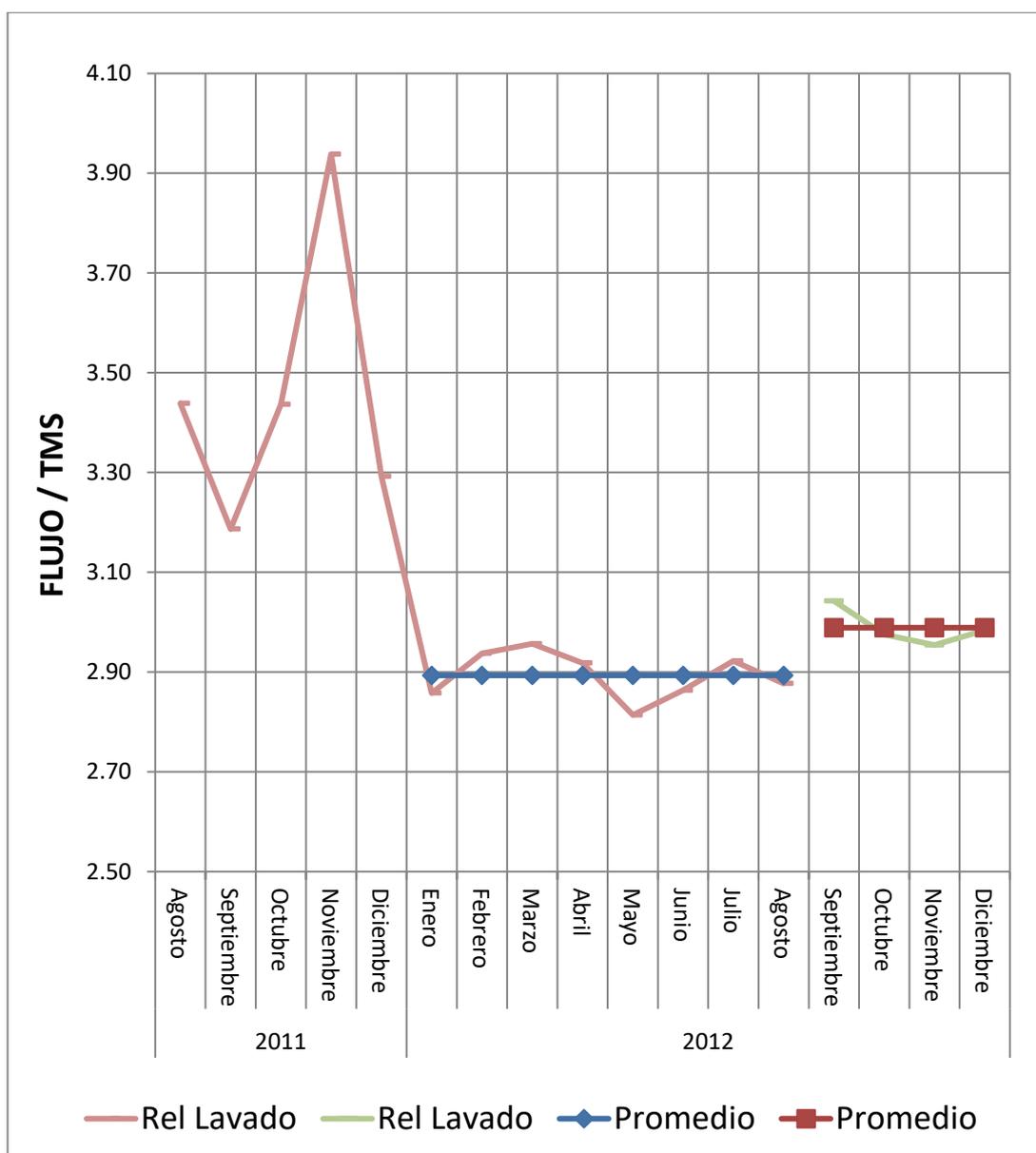


Figura 3.20.- Relación de lavado antes y después de la mejora

Como podemos apreciar, se ha logrado reducir el consumo de papel filtro de 446 a 30 metros por mes (a partir de Diciembre del 2012 no se usa papel en los dos filtros prensa), valor debajo de la meta establecida de 50 metros por mes, mejorando las condiciones de operación de los filtros prensa, como

disminución de la presión de trabajo, mejora de la pre-capas, mayor flujo tratado debido a una mejor permeabilidad que presentan las fundas adquiridas, lo cual fue fundamental para dejar de utilizar el papel filtro como parte de la operación ya que las anteriores fundas, debido al estado en que se encontraban deterioraban al papel ocasionándole rotura por lo cual en ocasiones se tenía que colocar doble papel para minimizar este defecto.

El beneficio obtenido por el desarrollo del proyecto es el siguiente:

- Beneficio Anual : **US\$ 9 783**
- Tiempo de recupero : 4.16 meses
- TIR : 189% (1 año)
- VAN : US\$ 6 392 (1 año)

Beneficios Adicionales:

Con el desarrollo de nuestro proyecto, se generan impactos positivos al medio ambiente, los cuales detallamos:

- Disminución de la tala de árboles (8 árboles por año)
- Menor consumo de energía por fabricación y secado del papel filtro
- Menor consumo de agua por fabricación de papel (112 m³ de agua por año)

Paso 7: Estandarizar y establecer control.

Entre Septiembre y Noviembre del 2012 se trabajó solo el filtro prensa N° 3 sin papel, obteniéndose buenos resultados, según el seguimiento realizado, por tanto para garantizar el cumplimiento del objetivo de reducir el consumo de papel se estandarizo lo siguiente:

- **Estandarizar el tipo de Fundas a utilizar:**

Las fundas a utilizar en los 02 filtros son las adquiridas a FILTRONIC SAC, cuyas características se detallan:

Tipo de Lona	:	Polipropileno PP 486
Color	:	Negro
Dimensiones	:	94 cm x 192 cm
Permeabilidad	:	2 – 3 cfm
Micraje aproximado	:	2 – 4 micrones
Gramaje	:	330 gr/m ²
Acabado superficial	:	Alisado, para facilitar el desprendimiento de la torta filtrante

- **Estandarizar el Pre-capado de los filtros prensa:**

Se estandarizo (ver **Tabla 3.9**) que el pre-capado se realizará con 15 kilos para los 02 filtros prensa (N° 3 y N° 4), con lo cual aseguramos una adecuada pre-capa en toda el área filtrante.

Tabla 3.9.- Estandarización del Pre-capado de los filtros prensa

Filtro Prensa	Area filtrante por marco, m ²	Nº Marcos por filtro	Area filtrante Total, m ²	Ayuda Filtrante para precapado			gramos/m ²
				Marca	Grado	Peso, gramos	
FP03 y FP04	1.2	35	42.0	Celite	Grado 12	15000	357.14

3.2 Recolección y Análisis de la información

La facilidad que tenemos en planta es que nuestra información se encuentra en línea, manejada a través del sistema de Producción Planta, que nos permite tener al instante toda la información referido a la producción de planta, consumo de reactivos, leyes, equipos trabajando, etc. Esta herramienta

implementada en planta nos ha permitido rápidamente obtener información y poder analizarla en nuestro círculo de línea de mejoramiento continuo.

Un ejemplo del manejo de esta ruta es el reporte diario de la planta de Cianuración por Agitación.

Reporte Diario

Planta: SM Fecha: 31/07/2011 **APROBADO**

CODI	DESCRIPCION	UND	DIA	ACUMULADO	PROMEDIO	PROY_GNRL	PROY_MINA
0304	LEY DE CABEZA FAJA	GR/TMS	10.746	0.000	15.367	0.000	11.397
0305	FINO TOTAL TRATADO	KG	2.754	121.686	3.925	121.686	57.254
0306	LEY DE RELAVE SOLIDO	GR/TMS	1.598	0.000	1.343	0.000	0.000
0307	LEY DE RELAVE SOLUCION	GR/M3	0.173	0.000	0.297	0.000	0.000
0308	FINO TOTAL EXTRAIDO LI-3VIAI	KG	2.317	109.596	0.000	0.000	0.000
0309	LEY DE CABEZA CALCULADA PI	GR/TMS	0.000	0.000	13.966	0.000	9.221
04	TRATAMIENTO PRECIPITAI		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0401	FLUJO TRATADO EN PRECIPIT/	M3	993.000	26.208.000	845.419	0.000	0.000
0402	LEY DE SOLUCION RICA	G/M3	2.177	0.000	3.847	0.000	0.000
0403	LEY DE SOLUCION BARREN	G/M3	0.020	0.000	0.041	0.000	0.000
0404	FINO PRECIPITADO	KG	2.142	99.749	3.218	99.749	41.718

SEM	LOTE	PP_SABAN	PP_OFICI	R_OFISAB	FEC.CORTE	HOR.CO	PROY.TOT	PROY_RC	PROY.AC	PROY.MIN	PROY.PO
27	SM1107-01	25.000	24.207	0.968	07/07/2011	23.00	25.000	0.000	10.142	14.858	25.000
28	SM1107-02	13.966	14.557	1.042	14/07/2011	23.00	13.966	0.000	4.600	9.366	13.966
29	SM1107-03	32.221	34.378	1.067	21/07/2011	23.00	32.221	0.000	14.481	17.740	32.221
30	SM1107-04	19.824	21.350	1.077	28/07/2011	23.00	19.824	0.000	5.890	13.934	19.824
31	SM1107-05	8.738	0.000	0.000	04/08/2011	23.00	20.389	0.000	1.984	18.405	20.389

TIP	CODI	DESCRIPCION	GUARDIA_1	GUARDIA_2	GUARDIA_3
DO	0409	NRO FILTRO CLARIFICAD	FF2	FF2	
DO	0410	NRO FILTRO PRENSA	FP3	FP3	
HO	0411	MTVO_PARADAMLD			
DO	0412	DESP. EQUIPO Y/O ACCES			

Generado: LREVELO - 01/08/2011 07:14:07 a.m. Modificado: LREVELO - 04/08/2011 07:42:31 a.m.
 Revisado: LREVELO - 04/08/2011 07:42:35 a.m. Aprobado: MSIMON - 07/10/2011

Figura 3.21.- Reporte diario en el sistema Producción Planta

- Los datos utilizados para el desarrollo del proyecto se consideró a partir de Julio del 2011, fecha a partir de la cual cambian las condiciones de operación de la Planta debido a que se incrementó el tratamiento en molienda. La verificación de resultados se realiza a partir de Septiembre del 2012, ya que desde esa fecha se está trabajando sin papel el Filtro Prensa N° 3.
- La verificación de la información se realizó en las reuniones del círculo, en donde además se programaba los seguimientos y acciones a realizar.
- Para la selección del proyecto de mejora, el Círculo de Mejora Continua, utilizó la herramienta de la calidad Diagrama de afinidad para agrupar las ideas

listadas en la lluvia de ideas y a partir de estas con una Matriz de Decisiones para seleccionar el mayor problema.

3.3 Herramientas de la Calidad

Las herramientas de la calidad, que se utilizaron son:

Paso 1: Lluvia de ideas, Diagrama de afinidad y Matriz de Decisiones, con las cuales se seleccionó el tema.

Paso 2: Gráfico de líneas, utilizado para analizar tendencias

Paso 3: Diagrama de Gantt, utilizado para organizar el desarrollo del proyecto.

Paso 4: Diagrama causa efecto, con el cual analizamos, las causas raíz del problema.

Paso 5: Diagrama del árbol, para especificar los responsables, acciones y tiempos de ejecución de las contramedidas.

Paso 6: Gráfico de líneas, para verificar la brecha de la mejora.

Usar estas herramientas nos ha permitido seleccionar el proyecto, poder analizar y encontrar las causas raíces y sus respectivas acciones correctivas y realizar un seguimiento ordenado de las actividades programadas.

3.4 Concordancia entre el Método y las Herramientas

Debido a la experiencia en el desarrollo de proyectos anteriores utilizando la metodología de los 7 pasos es que se maneja adecuadamente las herramientas de la calidad utilizadas para este proyecto, tomando las siguientes estrategias para asegurar el buen desarrollo:

- Se tomó en cuenta que el facilitador esté preparado y tenga experiencia en facilitar al Círculo de Mejora Continua en proyectos anteriores.
- Se realizó retroalimentación a los integrantes del círculo en la metodología de los 7 pasos.
- Se realizó explicaciones de las herramientas utilizadas, según el avance del proyecto.

CAPITULO IV

GESTIÓN DEL PROYECTO Y TRABAJO EN EQUIPO

4.1 Criterios para la conformación del Equipo de Proyecto

- (1) El equipo de mejoramiento continuo se organizó tomando como criterio el aporte que cada uno de sus integrantes puede ofrecer en el desarrollo de los proyectos de mejora, así como su compromiso para el logro de los objetivos establecidos.

Otro de los criterios tomados en cuenta para la conformación de los integrantes del Circulo de Mejora Continua fue la interrelación que existe entre los supervisores y los colaboradores, personal experimentado en los procesos de beneficio de minerales y comprometidos con la filosofía de la mejora continua y COLPA.

- (2) Nuestro equipo de trabajo está conformado por personal supervisor de experiencia, que cuentan entre 5 y 8 años de labor tanto en la Planta de Cianuración por Agitación como en Plantas de procesamiento similares. Asimismo el personal de línea conoce los procedimientos y la temática referida al proyecto, basándose también a su experiencia en el procesamiento de minerales. Para la conformación del equipo de trabajo se tuvo en cuenta:
- Estar conformado por personas comprometidas con la filosofía de la mejora continua, con experiencia y conocimiento del problema a resolver.
 - La necesidad de poner a disposición de la empresa la experiencia adquirida en los años de labor, así como los conocimientos en metalurgia.

- (3) Para garantizar el logro de los objetivos, se conformó un equipo que incluía Líderes, Facilitadores, Supervisores y Personal de Línea con experiencia en el campo de desarrollo profesional.

4.2 Planificación del Proyecto.

- (1) El objetivo principal del proyecto, se define analizando la situación actual que en ese momento se presentaba en la operación de los filtros prensa. Se tenía un alto consumo de papel filtro, el cual estaba en un promedio mensual de 446 metros, por lo que nos propusimos mejorar la operación de los filtros prensa para dejar de usar papel en la operación de estos equipos y por tanto reducir este consumo de a 50 metros de papel por mes ya que solo lo usaríamos para ser colocado en la bandeja de cosecha (5 veces al mes).
- (2) El proyecto fue desarrollado de acuerdo a la metodología de los 7 pasos que nos garantiza alcanzar el objetivo de manera científica y racional.
- (3) De acuerdo al paso 3, las actividades se planificaron teniendo en cuenta el objetivo del proyecto, a partir de allí se establecieron los plazos de ejecución, asignación de responsabilidades y herramientas de la calidad a usar en cada una de las actividades.

4.3 Gestión del Tiempo

- (1) Para asegurar el cumplimiento de los plazos, se tomaron las siguientes acciones:
 - Se consideró informar los avances del proyecto en los cambios de turno, aprovechando que se tienen reuniones dos veces al día las cuales tienen una duración promedio de 15 minutos.

- Se programaron reuniones del Círculo de Mejora Continua de 45 minutos, en donde se asignaban responsabilidades, se informaban los avances y se programaban las acciones a realizar.
- (2) La planificación de la agenda, comunicaciones, seguimiento de los acuerdos y el logro de la efectividad de nuestras reuniones, se realizaban según detalle:
- La planificación de la agenda a desarrollar en cada reunión por el equipo de trabajo, se definía al final de cada reunión la agenda a desarrollar en la próxima reunión, así como el lugar y hora de realización.
 - Las comunicaciones previas y posteriores con el equipo de trabajo se realizaban en las reuniones de cambio de turno.
 - En cada reunión del Círculo de Mejora Continua, previo al desarrollo de la agenda del día, se revisaban los acuerdos realizados en la reunión anterior, para ver los avances o dificultades encontradas.
 - La efectividad de las reuniones era posible debido a que se contaba con una agenda, se propiciaba la participación de los integrantes ya que ninguna opinión era descartada.

4.4 Gestión de la Relación con Personas y Áreas Claves de la Organización.

- (1) La interrelación entre los integrantes de nuestro círculo de mejoramiento continuo, así como la interrelación de este con la Superintendencia de Planta, fue fundamental para lograr desarrollo de nuestro proyecto ya que se facilitaron las reuniones grupales, se aprobaron las requisiciones de los materiales solicitados y se ejecutaron las acciones correctivas, con poca inversión pero con creatividad.

4.5 Documentación

- (1) Entre la documentación utilizada para el desarrollo del proyecto, mencionamos

las siguientes:

- **Actas de Reunión:** De frecuencia semanal en donde se detalla el desarrollo de la agenda semanal.
- **Informe técnicos:** Estos documentos nos permitieron conocer procedimientos de operación de filtros prensa de otras plantas y las recomendaciones de los fabricantes. También nos informamos de la recomendaciones de los fabricantes de lonas filtrantes y reactivos usados en el proceso.
- **Material bibliográfico:** Referidos a Herramientas de la Calidad, Metodología de Solución de Problemas en 7 pasos, Elaboración de Estándares, Manuales, y otros.
- **Reportes de Operación de Planta:** Para tomar data de operación de las secciones de Planta.

CAPITULO V

CAPACITACIÓN

5.1 Programa de Capacitación del Equipo:

- (1) La capacitación del personal del área, se realiza a través de los programas anuales de capacitación programados de acuerdo a las necesidades determinadas.

Durante el desarrollo del proyecto se detectaron necesidades de capacitación de todo el personal integrante del Circulo de Mejora Continua, por tanto para el año 2012 fue programada una capacitación in house por parte de CETEMIN en temas referentes al procesamiento de minerales con una duración de 60 horas.

Por parte de los supervisores se programaron cursos de Hidrometalurgia y Separación solido líquido.

- (2) Para desarrollar correctamente el proyecto, el Circulo de Mejora Continua se preparó de manera autodidacta teniendo en cuenta que nuestro facilitador ha sido preparado en las herramientas para la solución de problemas. Los libros usados son los siguientes:

- Manual del Facilitador – Autor: Ing. Wilson Bardales Torres / Sistemas de Calidad.
- Bases para la Gestión de Proyectos de Mejora y Administración de los Procesos– Autor: Ing. Carlos Deza Urquiaga
- Herramientas Estadísticas de la Calidad y Técnicas para la Solución de

Problemas– Autor: Ing. Carlos Deza Urquiaga.

- Círculos de Calidad – Autor: Philip Thompson
 - Manuales de Aplicación COLPA– Autor: Circulo de Mejora Continua.
 - Manual de operación de Merrill Crowe (elaborado por Circulo de Mejora Continua).
- (3) La brecha entre los conocimientos necesarios y los conocimientos con los que cuentan los integrantes del círculo referidos a la metodología de solución de problemas, se acorto con las charlas de capacitación internas.

5.2 Impacto en las Actividades de Capacitación:

- (1) El impacto de la capacitación en los integrantes del circulo de mejoramiento, lo medimos mediante la obtención de los resultados, cumplimiento de los tiempos programados y compromiso en el desarrollo del proyecto por parte de los integrantes del Circulo de Mejora Continua.

CAPITULO VI INNOVACIÓN

6.1 Amplitud en la Búsqueda de Opciones y Desarrollo de Alternativas

- (1) La búsqueda de opciones y desarrollo de alternativas, se condicionaron a reducir el consumo de papel filtro en la operación de los filtros prensa, utilizando bajo costo de implementación.

Las alternativas propuestas se mencionaron en el Capítulo III y fueron las que mejor se adecuaron a la lograr el objetivo.

Tabla 6.1.- Diagrama de afinidad para agrupación de alternativas.

Mejorar la operación de los filtros prensa en Planta de Cianuración	Instrumentar los controles en el proceso de precipitación de Planta de Cianuración
filtros prensa trabajan con presiones altas	relación Zn/Au alta
fundas de filtros prensa en mal estado	exceso de dosificación de zinc por qué no se mide el oxígeno disuelto
cortes de filtros prensa por presión alta	no se dosifica adecuadamente el zinc
ley de solución de barren alto	no se controla dosificación de ayuda filtrante
presiones altas de filtro prensa por mala dosificación de reactivos de zinc humectado por mal almacenamiento	
papel roto durante las cosechas de filtros prensa	
mala permeabilidad en el filtrado de los filtros prensa	
no se pre-capta adecuadamente el filtro prensa	
paradas frecuentes de precipitación por presión alta	

- (2) Se tuvieron dos alternativas para reducir el consumo de papel filtro , siendo la seleccionada: “Optimización de los Filtros Prensa en la Planta de Cianuración por Agitación”, la cual representaba un costo bajo de implementación Vs la alternativa de “Instrumentar los controles en el proceso de precipitación de Planta de Cianuración” ya que esta involucraba adquisición de equipos, por tanto costos mayores.

6.2 Originalidad de la Solución propuesta

- (1) Históricamente en la Planta de Cianuración los filtros prensa siempre han usado papel filtro para su operación, teniendo como paradigma que cualquier falla de estos ocasionaban resultados no óptimos en el proceso. Nos propusimos cambiar esta concepción y reducir el consumo de este insumo.
- (2) Los beneficios obtenidos por la alternativa seleccionada Vs la implementación de la otra alternativa que consistía en instrumentar la sección de precipitación, se puede verificar en la evaluación de los indicadores económicos (ver Tabla 6.2).

6.3 Habilidad para implantar soluciones de Bajo Costo y Alto impacto

- (1) La ventaja del Circulo de Mejora Continua es conocer al detalle los aspectos por mejorar de la operación de los filtros prensa, lo que permitió proponer contramedidas coherentes, factibles de ejecutar y con bajo costo de implementación. Con ello se logró reducir el consumo de papel filtro en la sección de precipitación sin afectar la performance de operación del circuito, lo cual es importante para no afectar la recuperación en Planta
- (2) Reducir el consumo de papel filtro sin compra de equipos adicionales, no solo trae beneficio económico para la organización, sino que colabora con el cuidado del medio ambiente, mediante la reducción de la tala de árboles, reducción del consumo de energía y reducción del consumo de agua para la fabricación del papel.

Tabla 6.2.- Comparación de alternativas propuestas.

Alternativas	Criterios (12 meses)			
	Inversión (\$)	VAN (\$)	TIR	Periodo de recuperación (meses)
Mejorar la operación de los filtros prensa de Planta de Cianuración	3391	6392	189%	4.16
Instrumentar los controles en el proceso de precipitación de Planta de Cianuración	27182	17399	-64%	33.34

CAPITULO VII

RESULTADOS

7.1 Resultados de Orientación hacia el Cliente Interno / Externo

(1) De los resultados obtenidos, los que benefician a nuestros clientes internos son:

- Reducción del consumo de energía utilizada para el secado del papel filtro en Refinería (ver **Tabla 7.1**)
- Incremento del flujo tratado en Precipitación, lo cual se ve reflejado en el incremento de la relación de lavado en el circuito de lavado en contracorriente. (ver **Figura 7.1** y **Figura 7.2**)

7.2 Resultados Financieros

(1) Se obtuvieron los siguientes resultados financieros:

- Beneficio : \$ 9783.02
- VAN : \$ 6392
- TIR : 189%
- Periodo de recupero : 4.16 meses

7.3 Resultados de la Eficiencia Organizacional

(1) Los resultados obtenidos por la eficiencia organizacional son:

- Reducción del costo de operación por reducción del consumo de papel filtro
- El trabajo en equipo demostrado por los integrantes del Círculo de mejora Continua.
- El liderazgo de nuestra organización para permitir la flexibilidad de nuestros procesos.
- Fortalecer al Círculo de Mejora Continua al permitir que las propuestas sean tomadas en cuenta.

Tabla 7.1.- Beneficio por disminución en horas de secado del papel

Año	Mes	Nº de Cortes de FP	Secado del papel, horas		Energía consumida		Costo Energía, US\$/Kw	Beneficio US\$
			Por corte	Total	Kw/h	Total, Kw		
2011	Septiembre	5	3.5	17.5	35	612.5	0.1	61.25
	Octubre	5	3.5	17.5	35	612.5	0.1	61.25
	Noviembre	5	3.5	17.5	35	612.5	0.1	61.25
	Diciembre	4	3.5	14	35	490	0.1	49.00
2012	Enero	5	3.5	17.5	35	612.5	0.1	61.25
	Febrero	5	3.5	17.5	35	612.5	0.1	61.25
	Marzo	4	3.5	14	35	490	0.1	49.00
	Abril	5	3.5	17.5	35	612.5	0.1	61.25
	Mayo	5	3.5	17.5	35	612.5	0.1	61.25
	Junio	5	3.5	17.5	35	612.5	0.1	61.25
	Julio	6	3.5	21	35	735	0.1	73.50
							Beneficio mensual	60.14
							Beneficio anual	721.64

Figura 7.1.- Flujo horario tratado en Precipitación, antes y después

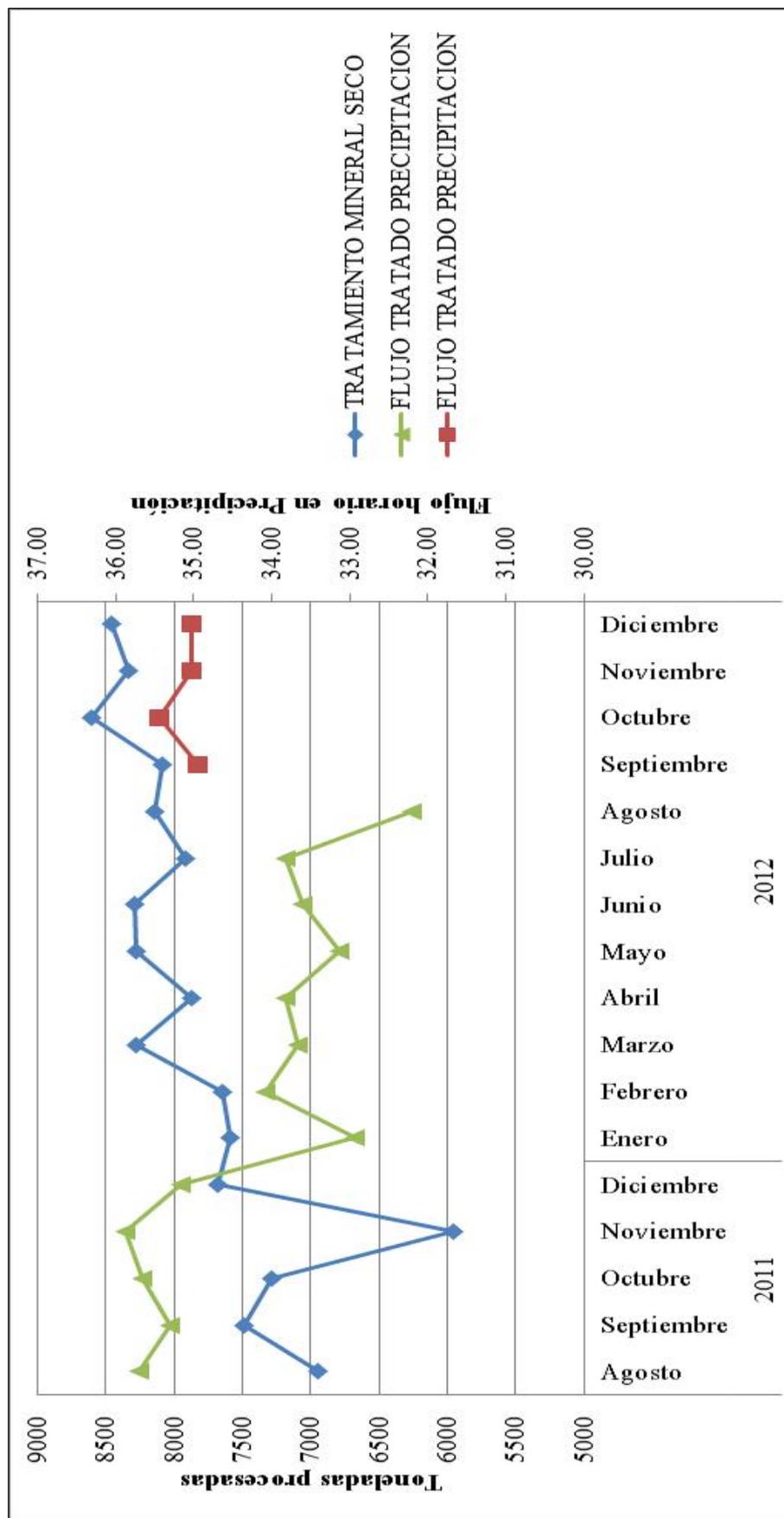
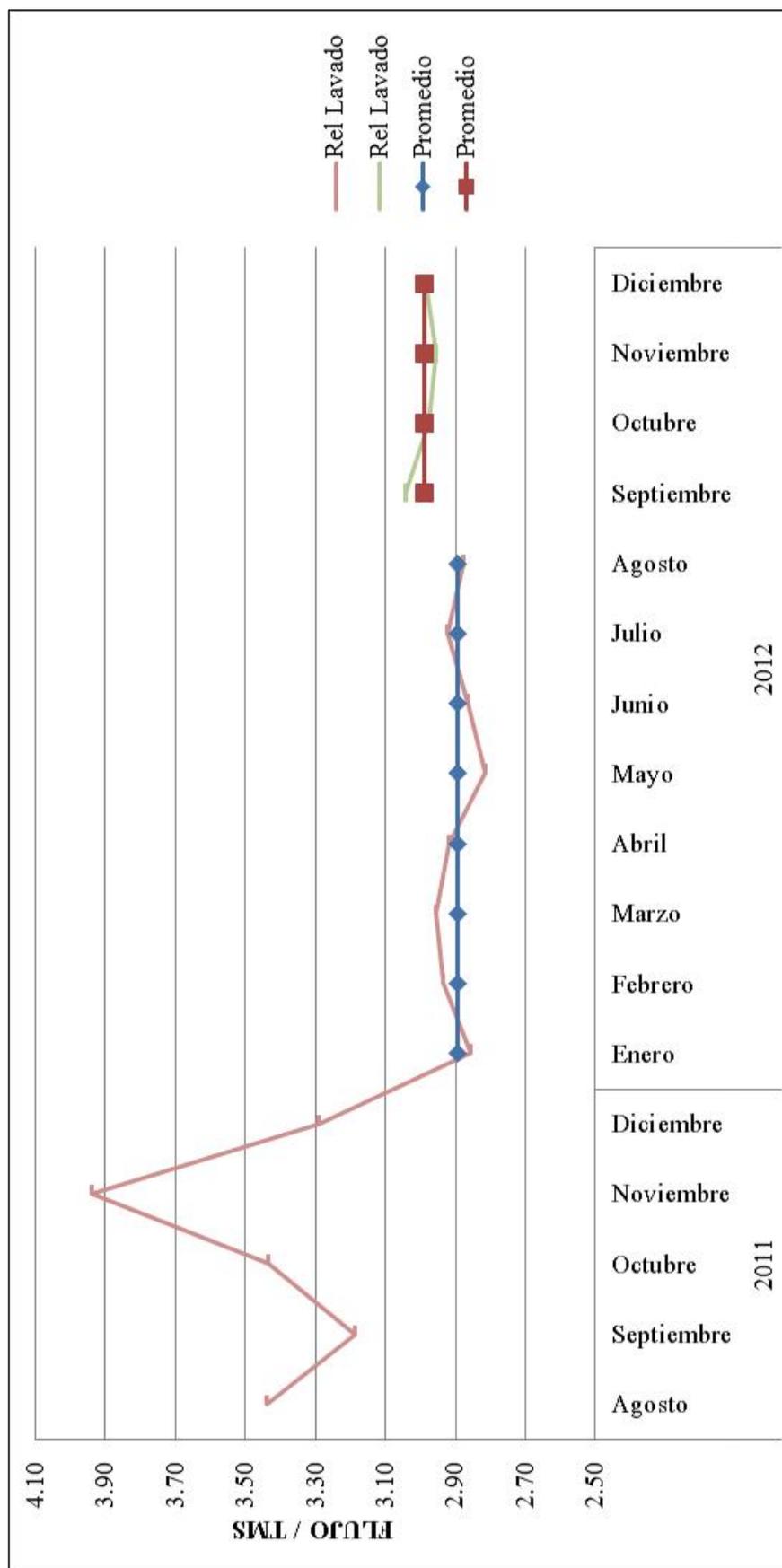


Figura 7.2.- Relación de lavado, antes y después de la mejora



CAPITULO VIII

SOSTENIBILIDAD Y MEJORA

8.1 Sostenibilidad y Mejora

- (1) Para identificar los posibles peligros que afecten los resultados del proyecto, nos hicimos la pregunta: ¿Qué pasa si?, siendo los resultados los siguientes:
 - Solución de lavado se incrementa debido a mayor cantidad de precipitado pegado en las lonas, con lo cual la probabilidad de pérdidas por salpicaduras es mayor. Ante esta posibilidad, se puso operativo el filtro prensa portátil para el lavado del filtro prensa.
 - El lavado de las fundas no es eficiente, incrementaba la posibilidad de dejar precipitado en estas. Para ello, con la finalidad de mejorar el lavado, se instaló líneas de agua independientes para cada operador.
- (2) Las actividades definidas por el equipo para dar sostenibilidad en el tiempo al proyecto, fueron:

Para el año 2012: Para asegurar los resultados obtenidos con el proyecto, el Circulo de Mejora Continua propuso que para el año 2012 sea considerado como proyecto de inversión "Mejorar el control de los parámetros de operación y dosificación de reactivos en Precipitación de Planta de Cianuración", proyecto basado en la segunda alternativa de la selección del tema referido a la instrumentación de la sección. La inversión aprobada por el directorio para este proyecto es de US\$27182 y actualmente se encuentra en proceso de desarrollo.

Para el año 2013: Dentro del proyecto de ampliación de la capacidad de tratamiento de Planta de Concentración por Agitación de 280 a 600 TMSD, se ha considerado incrementar el área filtrante de los filtros prensa, adquiriendo un filtro de 50 m², también se ha considerado ampliar la actividad de Sedimentación & Agitación, así como optimizar la sección

- (3) La meta establecida para evaluar el desempeño futuro asegurando la continuidad de la mejora referido al proyecto es, la Optimización de los filtros prensa de la Planta de Cianuración por Agitación.

CONCLUSIONES

1. Mediante el trabajo en equipo y la colaboración de todas sus partes se logró disminuir el consumo de papel de filtro hasta tal punto de ya no tener que usarlo.
2. Disminuyendo el consumo de papel de filtro se ha logrado disminuir costos de operación e incrementar la eficiencia de operación ya que las nuevas fundas no se tupen tan rápido evitando así paradas de filtro inesperadas por incremento de presión.
3. La ley de oro en el barren ha disminuido debido al deceso de paradas por presión alta y al ya no haber papel de filtro que pueda romperse.
4. Se adecuo un área para el correcto almacenamiento del Zinc, evitando así que este se humedezca y disminuya su eficiencia.
5. Se mejoró la preparación de la pre-capa, por los datos tomados se evidencio el uso excesivo del mismo el cual fue corregido disminuyendo así el consumo de materiales y bajando el costo de producción.
6. Las nuevas fundas deberán ser lavadas con ácido clorhídrico cada ciclo de tiempo para evitar que se tapen los poros por el constante uso de los mismos.
7. Las nuevas fundas ofrecen mayor seguridad de operación en el área de precipitación, teniendo así la oportunidad el Operador de línea el poder realizar

otras actividades en pro del área.

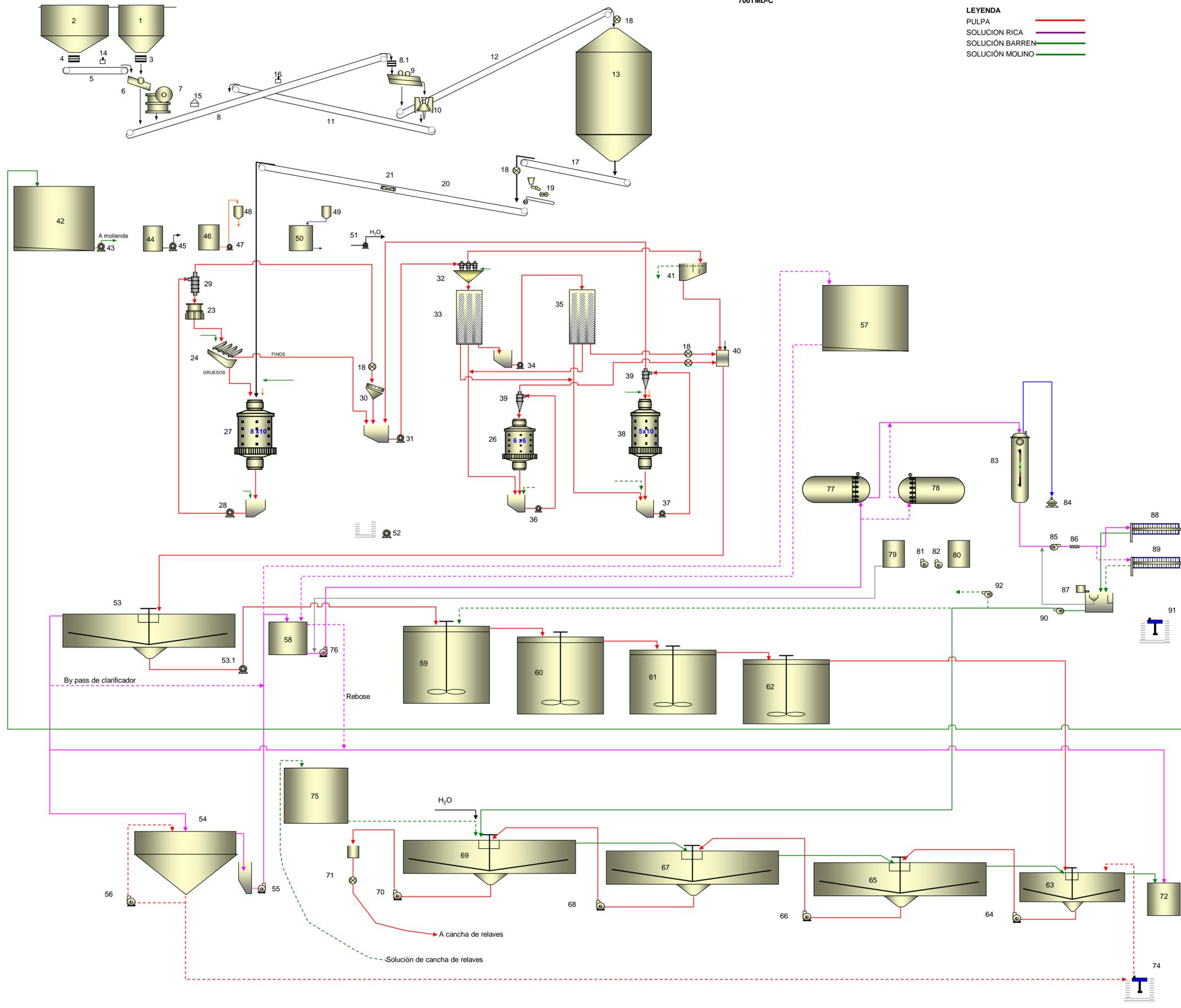
8. A diferencia del papel de filtro, la solución barren ya no gotea por entre los poros del papel, las nuevas fundas impiden que escape barren por entre ellos evitando así fugas inesperadas las cuales producían un hedor en el área de trabajo que dificultaba el libre tránsito.
9. Debido a que el precipitado debe ser limpiado de las nuevas fundas, se hizo un poco más complejo el desarmado del filtro prensa, pero se procedió a construir herramientas para hacer más dinámico el trabajo.
10. Cada filtro contara con 3 juegos completos de fundas nuevas: el que se esté usando, uno en stand by y uno de reserva.
11. Descartando el uso de papel de filtro se alivia el consumo de las materias primas por la industria evitando así la tala excesiva de árboles.
12. Las diversas experiencias del trabajo en equipo da paso a seguir mejorando con proyectos de inversión de bajo costo y alto impacto.
13. El trabajo en equipo y la obtención de resultados positivos trajo como consecuencia el incremento de la moral de los trabajadores, los cuales recibieron diversos incentivos por su participación al momento de desarrollar el mismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ingeniería Metalúrgica
Ing. Benigno Ramos Q.
1987, Lima – Perú
2. Operaciones Unitarias en Procesamiento de Minerales
Ing. Iván Quiroz Núñez
1987, Lima – Perú
3. Procesamiento de Minerales
Ing. José Manzaneda Cabala
2004, Lima – Perú

ANEXO 1
DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA DE CIANURACION POR
AGITACION

PLANTA DE CIANURACION POR AGITACION
700TMD-C



LEYENDA

Nº	DESCRIPCION	DIMENSIONES	Kw - Inst.	Cant.
1	TOLVA DE GRUESOS N°1	250 TMH	--	1
2	TOLVA DE GRUESOS N°2	400 TMH	--	1
3	ALIMENTADOR DE PLACAS N°1	36"x7"	3.6	1
4	ALIMENTADOR DE PLACAS N°2	36"x12"	4.9	1
5	FAJA TRANSPORTADORA N°0	36"x11398	3.6	1
6	GRYZZLY ALVASA	3"x8"	9.0	1
7	CHANCADORA DE QUIJADAS	15"x24"	37.3	1
8	FAJA TRANSPORTADORA N°1	24"x27950	15.0	1
8.1	FAJA TRANSPORTADORA REVERSIBLE	24"x1782	2.2	1
9	ZARANDA VIBRATORIA SANDVIK	5"x4"	15.3	1
10	CHANCADORA CONICA SANDVIK	3800	185.0	1
11	FAJA TRANSPORTADORA N°2	24"x26390	7.5	1
12	FAJA TRANSPORTADORA N°3	24"x55000	15.0	1
13	SILO DE FINOS	1200TMH	--	1
14	DETECTOR DE METALES N°2		--	1
15	IMAN		--	1
16	DETECTOR DE METALES N°1		--	1
17	FAJA TRANSPORTADORA N°4	24"x19600	5.6	1
18	MUESTREADOR AUTOMATICO	18"S25	0.3	5
19	REDUCIDOR DE MUESTRA		5.9	1
20	FAJA TRANSPORTADORA N°5	24"x16400	5.6	1
21	BALANZA DE FAJA RAMSEY		--	1
23	CAJON DISTRIBUIDOR		--	1
24	ZARANDA DERRICK		1.9	1
26	MOLINO DE BOLAS COMESA	6'X6'	93.3	1
27	MOLINO DE BOLAS COMESA	8'X10'	320.8	1
28	BOMBA ASH (CIRCUITO M8'X10')	6'x4"	35.8	2
29	HIDROCICLON FONDO PLANO (CIRC. M8'X10')	D-15	--	2
30	ZARANDA TYLER	3'x7"	2.2	2
31	BAMBA ASH (CICLONES MOZLEY)	5'x4"	37.3	2
32	HIDROCICLONES STUB MOZLEY	D-10	--	4
33	ESPIRALES GRAVIMETRICOS MG4		--	5
34	BAMBA ASH / DENVER (ESPIRALES G)	4'x3"	9.0	2
35	ESPIRALES GRAVIMETRICOS LG7		--	7
36	BAMBA ASH (MEDIOS ESPIRALES G)		9.0	1
37	BOMBA DENVER / ASH (M5'X10')	4'x3"	17.9	2
38	MOLINO DE BOLAS LORO PARISINI	5'x10'	93.3	1
39	HIDROCICLON CONICO	D-10	--	3
40	CAJON DISTRIBUIDOR		--	1
41	CAJON DESLAMADOR		--	1
42	TANQUE SOLUCIÓN MOLINO	325m3	--	1
43	BOMBA CENTRIFUGA SIHI (SOL. DE SELLO)	80-32	22.4	2
44	TANQUE AGITADOR DE LECHADA DE CAL	4.4m3	3.6	1
45	BOMBA DENVER SRL (LECHADA DE CAL)	2 1/2"x2"	5.6	1
46	TANQUE DE PREPARACIÓN DE NaCN	10.0m3	--	1
47	BAMBA HIDROSTAL (NaCN)		2.2	1
48	TANQUE DE DOSIFICACIÓN DE NaCN	1.0m3	--	1
49	TANQUE DE PREPARACIÓN DE FLOCULANTE	3.0m3	--	1
50	TANQUE AGT. DE DOSIFICACIÓN DE FLOC.	11.0m3	9.0	1
51	BAMBA HIDROSTAL (AGUA LIMPIEZA)		2.2	1
52	BOMBA DENVER SRL (DE RECUPERACIÓN)	4"x3"	5.6	1
53	ESPESADOR AUTOCUMPU-E10	15m	2.2	1
53.1	BOMBA ASH (E10)	2 1/2 "x2"	3.7	1
54	PRECLARIFICADOR	10m	--	1
55	BOMBA CENTRIFUGA SIHI (SOL. PRECLAR.)	80-32	14.9	2
56	BOMBA CENTRIFUGA (RETORNO LAMAS PREC.)		5.6	1
57	TANQUE DE SOLUCION RICA	290.0m3	--	1
58	TANQUE DE PASO SOLUCION RICA	30.0m3	--	1
59	TANQUE AGITADOR N°1	25'x24'	13.4	1
60	TANQUE AGITADOR N°2	25'x24'	13.4	1
61	TANQUE AGITADOR N°3	25'x20'	44.8	1
62	TANQUE AGITADOR N°4	25'x20'	44.8	1
63	ESPESADOR AUTOCUMPU - E9	9m	2.2	1
64	BOMBA ASH (E9)	4'x3"	4.5	2
65	ESPESADOR DENVER - E2	50'x1'0"	2.7	1
66	BOMBA ASH (E2)	2 1/2 "x2"	3.7	1
67	ESPESADOR DENVER - E3	50'x1'0"	2.7	1
68	BOMBA ASH (E3)	2 1/2 "x2"	3.7	1
69	ESPESADOR DENVER - E4	50'x1'0"	2.7	1
70	BOMBA ASH (E4)	2 1/2 "x2"	3.7	1
71	MUESTREADOR AUTOMATICO	18"S25	0.3	1
72	TANQUE DE PASO SOL. MOLINO	10m3	--	1
73	BOMBA CENTRIFUGA SIHI (SOL. MOLINO)	100-32	37.3	2
74	BOMBA SUMERGIBLE FOWLER		5.6	1
75	TANQUE DE SOLUCION RELAVE	100m3	--	1
76	BOMBA CENTRIFUGA SIHI (SOL. RICA)	80-32	22.4	2
77	FILTRO CLARIFICADOR SPARKLER N°1	45m2	1.1	1
78	FILTRO CLARIFICADOR SPARKLER N°2	45m2	1.1	1
79	TANQUE AGITADOR PARA BODY FEED	5.5m3	0.7	1
80	TANQUE AGITADOR DE PRECAPADO	5.5m3	0.7	1
81	BOMBA CENTRIFUGA SIHI (LAVADO FS)	32-16	22.4	1
82	BOMBA CENTRIFUGA SIHI (PRECAPADO)	80-32	22.4	1
83	BOTELLA DE VACIO		--	1
84	BOMBA DE VACIO SIHI LPHA 50523	300	14.9	2
85	BAMBA CENTRIFUGA VERTICAL KSB	65-315K	29.8	2
86	MEZCLADOR EN LINEA		--	1
87	DOSIFICADOR VOLUMETRICO	304	0.7	1
88	FILTROS PRENSA N°1	50m2	1.5	1
89	FILTROS PRENSA N°2	50m2	1.5	1
90	BOMBA CENTRIFUGA SIHI (SOL. BARREN)		22.4	2
91	BOMBA HIDROSTAL (SUMIDERO)		3.7	1
92	BOMBA HIDROSTAL (SOL. BARREN / NaCN)		5.2	1