

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo por
ciclos operativos del filtro Larox de cobre concentradora
C1 para la empresa Sociedad Minera Cerro Verde**

David Jose Salas Cuayla

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico

Arequipa, 2023

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CONTENIDO.....	1
INDICE DE TABLAS	6
INDICE DE FIGURAS	7
DEDICATORIA	9
AGRADECIMIENTOS.....	10
RESUMEN	11
ABSTRAC	12
INTRODUCCIÓN	13
Capítulo I.....	14
1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA.....	14
1.1. Datos generales de la institución.....	14
1.2. Actividades principales de la institución.....	14
1.3. Reseña histórica de la institución	16
1.3.1. Ubicación geográfica	17
1.4. Organigrama de la institución	19
1.5. Visión y misión	1
1.5.1. Visión	1
1.5.2. Misión	1

	2
1.6. Bases legales.....	2
1.6.1. Políticas.....	2
1.6.2. Certificaciones.....	2
1.7. Descripción del área donde realizo sus actividades profesionales.....	3
1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades de bachiller en la institución y/o empresa.....	4
1.8.1. Cargo desempeñado	4
1.8.2. Responsabilidades de bachiller.....	4
Capítulo II	6
2. ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	6
2.1. Antecedentes o diagnostico situacional	6
2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área o actividad.....	8
2.3. Objetivo de la actividad profesional.....	9
2.3.1. Objetivo General.....	9
2.3.2. Objetivo Especifico	9
2.4. Justificación de la actividad profesional	9
2.4.1. Justificación practica.....	9
2.4.2. Justificación teórica.....	9
2.5. Resultados esperados	10
Capítulo III.....	11

3. MARCO TEÓRICO.....	11
3.1. Bases teóricas de las metodologías o actividades realizadas	11
3.1.1. Filtro de cobre	11
3.1.2. Placa filtrante.....	12
3.1.3. Unidad motriz de tela	15
3.1.4. Mecanismo tensor de tela.....	15
3.1.5. Tela filtrante.....	16
3.1.6. Tipos de filtros	21
3.1.7. Torque de tornillos y tuercas.....	22
3.1.8. Principio de filtración a presión	23
3.1.9. Descripción técnica	25
3.1.10. Mantenimiento	26
Capítulo IV	39
4. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	39
4.1. Descripción de las actividades profesionales	39
4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales.....	40
4.1.2. Alcance de las actividades profesionales	40
4.1.3. Entregables de las actividades profesionales.....	41
4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional	41
4.2.1. Metodología.....	41

4.2.2.	Técnicas	44
4.2.3.	Instrumentos	45
4.2.4.	Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades	46
4.3.	Desarrollo.....	46
4.3.1.	Charla de seguridad y distribución de trabajos	47
4.3.2.	Preparativos de herramientas, equipo y materiales	48
4.3.3.	Bloqueo del equipo FL 002	49
4.3.4.	Limpieza del filtro FL 002 con hidrolavadora	49
4.3.5.	Inspección de raspadores de rodillo y tela.....	50
4.3.6.	Inspección de rodillos matrices y guías.....	50
4.3.7.	Inspección de cadenas y rodillo motriz.....	52
4.3.8.	Inspección de válvulas pinch Larox	53
4.3.9.	Inspección y desmontaje de tubo de vacío.....	54
4.3.10.	Inspección de sellos eslabones, seguros, pines y diafragmas	54
4.3.11.	Inspección de parchado de tela	57
4.3.12.	Engrasado de rodillos	57
4.4.	Ejecución de las actividades profesionales	58
4.4.1.	Cronograma de las actividades realizada.....	59
4.4.2.	Procesos y secuencias operativas de las actividades profesionales.....	60
Capítulo V	64

5. RESULTADOS	64
5.1. Resultados finales de las actividades realizadas.....	64
5.2. Logros alcanzados	65
5.3. Dificultades encontradas	65
5.4. Planteamiento de mejoras	66
5.4.1. Metodologías propuestas.....	66
5.4.2. Descripción de la implementación.....	66
5.5. Análisis	67
5.6. Aporte del bachiller en la empresa.....	67
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFIA	72
ANEXOS.....	73
Anexo 1. Procedimiento escrito	73
Anexo 2. IPERC continuo	74
Anexo 3. Permiso Escrito Para Trabajo Para Alto Riesgo (PETAR).....	75
Anexo 4. Plan de Izaje	76
Anexo 5. Registro de Auditoria de controles Críticos	77
Anexo 6. Análisis de Trabajo Seguro (ATS)	78

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Áreas de la planta concentradora de Sulfuros Primarios	15
Tabla 2 Sulfitos primarios y secundarios que se extrae de la Unidad Minera de Cerro Verde	16
Tabla 3 Torque para tornillos y tuercas	23
Tabla 4 Descripción técnica del filtro de cobre	26

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación Geográfica de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.....	18
Figura 2 Diagnostico Situacional	6
Figura 3 Filtro de cobre FL 002	7
Figura 4 Partes del Filtro de cobre	12
Figura 5 Partes de la Placa Base.....	13
Figura 6 Partes del mecanismo tensor de tela	16
Figura 7 Reparación de la Tela.....	20
Figura 8 Unión de la Tela.....	21
Figura 9 Código de los Filtros de Presión Larox.....	22
Figura 10 Principio de operación de la Placa Filtrante.....	25
Figura 11 Programa de mantenimiento 1	29
Figura 12 Programa de mantenimiento 1	30
Figura 13 Tabla de lubricación.....	31
Figura 14 Paquete de placas para cambio de diafragma.....	34
Figura 15 Cambio de raspadores de tela y rodillo.....	36
Figura 16 Cambio de batea filtrante	38
Figura 17 Descripción de las Actividades	39
Figura 18 Raspadores de tela y de rodillo	50
Figura 19 Reemplazo de rodillos de la placa.....	51
Figura 20 Deposito tensor de la tela	52
Figura 21 Válvulas pinch Larox	54
Figura 22 Cambio de sello de la placa.....	55
Figura 23 Eslabón de placa de suspensión	56

Figura 24 Diagrama de la placa filtrante	56
Figura 25 Reparación de tela.....	57
Figura 26 Lubricación del filtro de cobre.....	58

DEDICATORIA

A mis padres por su contribución y constancia en mi formación académica a lo largo de estos años; a mi esposa e hijas por ser los pilares de mi vida y la motivación que me impulsa a seguir adelante hasta obtener mis sueños.

A mi asesor de tesis Ing. Zarate Peña, Frank William por la orientación y ayuda que me brindó para la realización de esta tesis, por su apoyo, pero sobre todo por sus apreciados e importantes aportes, críticas, comentarios y sugerencias durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTOS

Primero agradecer a Dios, quién supo darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a afrontar las adversidades sin perder nunca la esperanza ni desfallecer en el intento. A mi casa de estudios la Universidad Continental, y a todas las personas que laboran en ella; gracias por haber abierto sus puertas para brindarme la oportunidad de demostrar quién soy profesionalmente. A los docentes que desde el principio intervinieron en mi formación académica, por todos los conocimientos impartidos a lo largo de la carrera Universitaria. A todas las personas que se vieron involucradas en este proyecto, por su apoyo y su confianza.

RESUMEN

Con el paso del tiempo, las técnicas de mantenimiento evolucionan y los equipos utilizados van deteriorándose, generando cambios en sus partes elementales y ocasionando envejecimiento físico.

Los filtros de cobre tipo PF de la Sociedad Minera Cerro Verde producen una cantidad regular de paradas no programadas, disminuyendo el tiempo de operación necesaria para una buena producción por turno de trabajo. Muchas de estas paradas son por problemas operacionales, ya que cada operario tiene forma distinta de trabajar y criterio propio, dando origen a distintas fallas en los elementos de desgaste del filtro de cobre. El propósito de este trabajo por suficiencia profesional es realizar un cambio en el programa de mantenimiento y operación del área de filtración de concentrado de la planta concentradora C1 de la empresa Sociedad Minera Cerro Verde, teniendo como principal objetivo mejorar ampliamente el rendimiento y vida útil de los elementos de filtro de cobre, normalizando los parámetros operacionales y generando mejor control en el mantenimiento preventivo.

Considerando al proceso de filtración como la última etapa para la obtención de concentrado de cobre, se necesita que los equipos estén en óptimas condiciones, siendo la prioridad fundamental en el proceso, para ello es necesario contar con un plan de mantenimiento preventivo por ciclos operativos, el cual permita realizar la mantención de estos equipos en los componentes de mayor frecuencia de desgaste; de esta manera, anticiparíamos defectos que corresponden al normal funcionamiento de los filtros de cobre.

Este plan de mantenimiento preventivo hará que el área de filtración de la planta mejore notoriamente la vida útil de los filtros de cobre y los elementos que los componen, ayudando así a tener un mayor rendimiento y mejorar la producción de concentrado de cobre.

Palabras clave: *mantenimiento, prevención, filtración.*

ABSTRACT

Over time, maintenance techniques evolve and the equipment used deteriorates, generating changes in its elemental parts and causing physical aging.

The PF type copper filters of the Cerro Verde Mining Society produce a regular number of unscheduled stops, reducing the operating time necessary for good production per work shift. Many of these stops are due to operational problems, since each operator has a different way of working and their own criteria, giving rise to different failures in the wear elements of the copper filter. The purpose of this work for professional sufficiency is to make a change in the maintenance and operation program of the concentrate filtration area of the C1 concentrator plant of the company Sociedad Minera Cerro Verde, with the main objective of widely improving the performance and useful life of copper filter elements, standardizing operational parameters and generating better control in preventive maintenance.

Considering the filtration process as the last stage to obtain copper concentrate, it is necessary that the equipment be in optimal conditions, being the fundamental priority in the process, for this it is necessary to have a preventive maintenance plan for operating cycles, which allows to carry out the maintenance of this equipment in the components with the highest frequency of wear; in this way, we would anticipate defects that correspond to the normal operation of copper filters.

This preventive maintenance plan will significantly improve the useful life of the copper filters and the elements that compose them in the filtration area of the plant, thus helping to have a higher performance and improve the production of copper concentrate.

Keywords: maintenance, prevention, filtration.

INTRODUCCIÓN

El presente informe de suficiencia profesional detalla las actividades y aptitudes desarrolladas en el área de mantenimiento de la planta confiable húmeda C1, en el cual se desarrollará un diseño de plan de mantenimiento preventivo por ciclo operativo del filtro larox de cobre concentradora C1 para la empresa Sociedad Minera Cerro Verde, en el cual pude desarrollar mis habilidades y aplicar los conocimientos adquiridos durante los años de estudio en la carrera de Ingeniería Mecánica.

El trabajo se divide en cinco capítulos, cuyo contenido es el siguiente:

En el capítulo I, referente a los aspectos generales se da a conocer la descripción de la empresa, reseña histórica, organigrama, misión, visión, bases legales, descripción del área y cargo de actividad profesional en la empresa.

En el capítulo II se describen los aspectos generales de las actividades profesionales, donde se exponen los antecedentes, la identificación de oportunidad, los objetivos, la justificación y los resultados esperados de la actividad profesional.

En el capítulo III, concerniente al marco teórico, se describe las bases teóricas de las metodologías o actividades realizadas.

En el capítulo IV se realiza la descripción de las actividades profesionales, el desarrollo del bachiller, los aspectos teóricos y ejecución de actividades profesionales.

En el capítulo V se plasman los resultados finales, los logros alcanzados, dificultades, planeamiento, análisis de actividades y el aporte del bachiller a la empresa.

Capítulo I

ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

2.1. Datos generales de la institución

Número de RUC: 20170072465

Tipo contribuyente: Sociedad Anónima

Razón social: Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.

Tipo: Negocio y empresa de capital abierto

Industria: Minería

Fundación: Lima - Perú, 1933

Sede: Uchumayo Arequipa

Productos: Concentrado de Cobre y Molibdeno

Propietario: Freeport – McMoRan

Empleados: 5100 personas aproximadamente

Coordenadas: 16°31'53S 71°35'50s O

2.2. Actividades principales de la institución

La Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. trata minerales cuya mineralización es de tipo pórfidos de cobre. Los sulfuros primarios están constituidos por material útil: principalmente calcopirita (CuFeS_2), y en menores cantidades molibdenita (MoS), tetraedrita, enargita, calcosina y bornita; y material estéril (ganga): pirita, sílica, cuarzo, sericita, minerales arcillosos y óxidos de hierro.

La Planta tiene una capacidad de procesamiento de diseño de 108,000.00 toneladas por día (t/d), pero actualmente procesa hasta 120,000.00 t/d, las leyes promedios de alimentación son de 0.5-0.8% Cu y 0.015-0.030% Moly, después de todas las operaciones y

procesos efectuados en la planta, se obtiene productos finales en forma de concentrado de Cu y Mo con leyes promedio de 23.5-24.5% Cu y 48-52% Mo (siendo la ley esperada prevista del concentrado bulk Cu-Mo es 23.5-25.5% Cu y 0.677% Mo, con una recuperación del 89-91.4% de Cu y una recuperación de 80% de Moly).

El diseño del proceso se basa en la tecnología actual y en los tamaños de equipo más grandes existentes y disponibles. El lugar de la planta ha sido dispuesto tan compacto como sea posible y ha sido nivelado para permitir un flujo por gravedad entre las unidades principales de operaciones del proceso. A continuación, presento las áreas de la planta.

La planta concentradora de Sulfuros Primarios comprende las siguientes áreas:

Tabla 1

Áreas de la planta concentradora de Sulfuros Primarios

Área	Sub - Área
Area Seca	Chancado Primario (3100)
	Chancado Secundario – Terciario (3200)
Area Húmeda	Molienda (3300)
	Flotación y Remolienda (3400)
	Espesadores de Relaves (3700)
Planta de Molibdeno - Filtros	Planta de Molibdeno (3500)
	Filtración de Cobre (3600)
Servicios Generales	Planta de Cal (3900)
	Preparación de Reactivos (3900)
	Operación de Equipos

Fuente: Elaboración propia, (2022).

Nuestra Unidad Minera de Cerro Verde es un Yacimiento del que se extrae Sulfuros Primarios y Sulfuros Secundarios y con ellos se produce (**Tabla 2**):

Tabla 2

Sulfitos primarios y secundarios que se extrae de la Unidad Minera de Cerro Verde



Concentrado de Cobre

Concentrado de Molibdeno

Fuente: Elaboración propia, (2022).

2.3. Reseña histórica de la institución

SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.

Es una Compañía Minera que data inicios desde los incas y colonizadores españoles que realizaron actividades de minería artesanal de óxido de alto grado. Los hermanos Vicuña reportaron varios miles de toneladas de óxidos que fueron enviados a Gales.

En 1972 Se construye la instalación SX/EW y la primera concentradora. Nuestra planta SX/EW es la primera que se construyó en Sudamérica y la tercera en el mundo.

En 1977 se inaugura el inicio de producción de la planta industrial En el evento estuvo presente el entonces Presidente de la República, Francisco Morales Bermúdez. En el proceso de LIXIVIACION, desde el inicio de operaciones de la planta SX/EW hasta 1993, se produjo más de 430 mil TM de cátodos de cobre.

La planta concentradora de SULFUROS fue terminada en el año 2006 y el procesamiento se inició en el cuarto trimestre del mismo año, la planta tiene una capacidad

de diseño de 108 mil toneladas métricas de mineral procesado por día, esta fue diseñada por la necesidad de procesar sulfuros primarios (Calcopirita y Molibdenita).

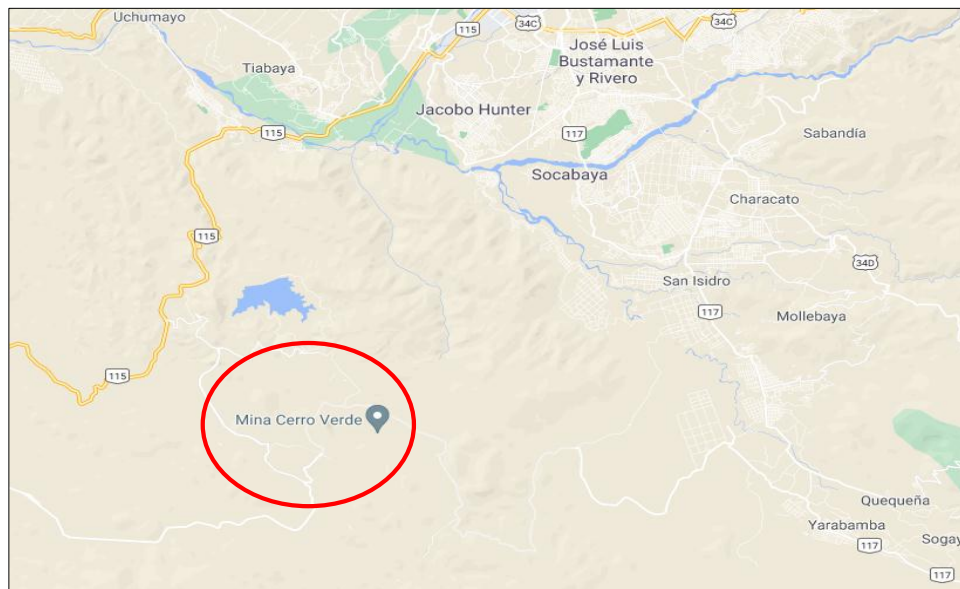
En el 2007 Cerro Verde se convirtió en parte de la cartera minera Freeport – Mc Mo Ran, con un accionariado de 53-56% de Freeport-Mc Mo Ran Cooper & Gold, el 21% SMM Cerro Verde Netherlands Bv, 18.5% de Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., y 6.94% por otros accionistas cuyas acciones se cotizan en la Bolsa de Valores de Lima.

2.3.1. Ubicación geográfica

El pórfido de cobre y molibdeno de Cerro Verde se encuentra ubicado en el sur del Perú, en el distrito de Uchumayo de la región, provincia y departamento de Arequipa entre los 2,435 y 2,920 m.s.n.m. Está a 15 Km. en línea recta al sur-oeste de la ciudad de Arequipa y es accesible por una carretera asfaltada de 30 Km., sus coordenadas geográficas son 71° 35' 51" longitud Oeste y 16° 31' 46" latitud sur. Geológicamente está emplazado en el flanco occidental de la Cordillera de los Andes, en el segmento Arequipa del Batolito de la Costa dentro del Complejo Intrusivo de La Caldera. El relieve original mostraba una elevación de 2904 m.s.n.m. con drenaje radial que presentaba óxidos de cobre especialmente brocantita en el lado Este y lo llamaron Cerro Verde, nombre con el cual se conoce el yacimiento.

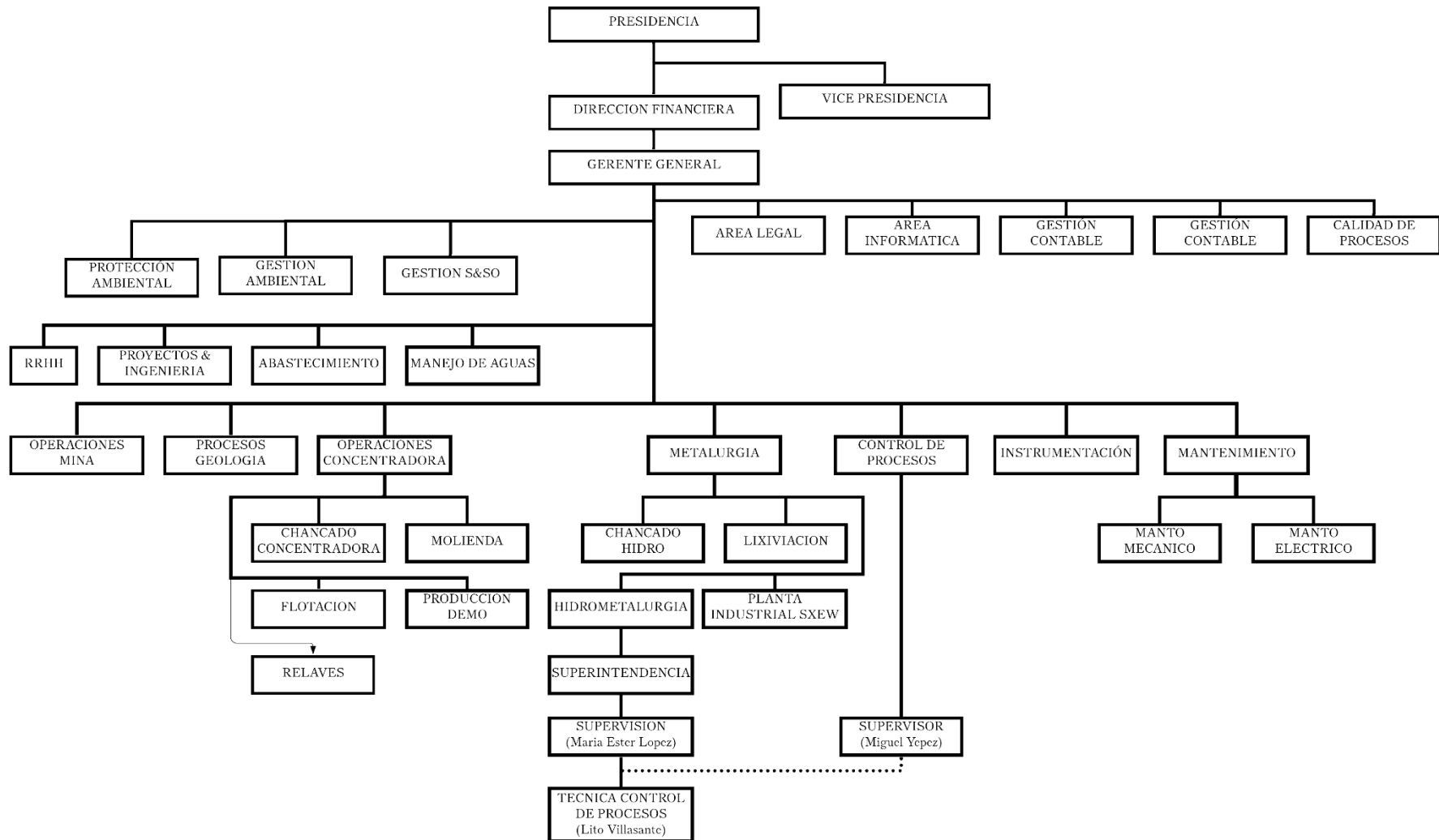
Figura 1

Ubicación Geográfica de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.



Fuente: Google Maps, (2022)

2.4. Organigrama de la institución



2.5. Visión y misión

2.5.1. Visión

“Somos Líderes de Producción Segura de cobre, haciendo de cada día nuestro mejor día”

2.5.2. Misión

Excelencia en Seguridad y Medio Ambiente: *“Todos regresan a casa seguros todos los días”*

Haciendo que la Producción Segura importe, previniendo fatalidades, eliminando eventos de alto riesgo y fortaleciendo la conciencia ambiental.

Excelencia en la Personas: *“Trabajando juntos para fortalecer nuestra cultura de alto rendimiento”*

Desarrollando a las personas, involucrando y empoderando a nuestra gente, fomentando un ambiente de colaboración, eliminando los silos, comunicándonos efectivamente, orientándonos a la acción, desarrollando el Liderazgo, tratando a las personas con respeto y dignidad. Fijando altas expectativas y siendo responsables por nuestros actos. Actuando éticamente y haciendo lo correcto siempre.

Excelencia Operacional: *“Lograr mejores eficiencias operacionales cada día”*

Cumpliendo y superando nuestros objetivos, mejorando continuamente, implementando y adoptando rápidamente mejores prácticas. Optimizando el Plan de Mina y su ejecución, gestionando el mantenimiento enfocado en la confiabilidad. Orientándonos a la Innovación y Automatización. Orientándonos a la Eficiencia, eliminando burocracias y barreras. Enfocándonos en la Gestión de Riesgos.

Gestión de Costos: *“Invirtiendo dinero sabiamente para maximizar el beneficio”*

Enfocándonos en crear y añadir valor para el negocio. Liderando eficientemente la minería de cobre de baja ley. Controlando costos. Haciendo una Implementación efectiva de capital. Involucrando a todos los trabajadores (INNOVA, CSI, Agile, etc.).

Responsabilidad Social y con Grupos de Interés: *“Mantener aceptación para operar localmente”*.

Operando de una manera ambiental y socialmente responsable. Respetando a todos los grupos de interés. Cumpliendo nuestros compromisos y acuerdos. Cooperando proactivamente con la comunidad.

2.6. Bases legales

Estas aseguran que nuestras actividades se desarrollen respetando al medio ambiente, la integridad de nuestros trabajadores, las costumbres de las ciudades y distritos vecinos y el cumplimiento de las normas y leyes nacionales e internacionales.

2.6.1. Políticas

- Política anticorrupción
- Política de desempeño social
- Política de medio ambiente
- Política de derechos humanos
- Política de seguridad y salud
- Política de calidad
- Política de suministro de responsable de minerales
- Política de inclusión y diversidad

2.6.2. Certificaciones

- ISO 9001: 2015 Producción de Catados de cobre a través de Electrodeposición
(Planta AW)

- ISO 14001: 2015 Manejo Ambiental de Operaciones.
- OHSAS 18001: 2007 Sistema de Gestión en la Salud y Seguridad Industrial.
- WaW 2011: 2016 Programa de Gestión de la Biodiversidad Adecuada para crear, Conservar y Restaurar el Hábitat de las Especies Silvestres.
- CLL 2012: 2017 Uso de Instalaciones para el Aprendizaje Industrial.
- CONSERVATIO CERTIFICATION – GOLD 2018:2020 Certificación de conservación WHC.

2.7. Descripción del área donde realizo sus actividades profesionales

El mantenimiento es la actividad que se encarga de conservar en las mejores condiciones de operación y producción a cualquier equipo, máquina o planta de una empresa. Por ende, la mayor responsabilidad de un programa de mantenimiento industrial es no sólo la correcta, sino la óptima operación de dichas plantas. De la correcta administración del mantenimiento depende el éxito operativo de una planta, cualquiera que ésta fuere. Es también, por ello, que las responsabilidades de las personas que están a cargo de planear, programar e implementar las rutinas de mantenimiento en una empresa tienen una carga de responsabilidad enorme.

Por ello, además de los objetivos que son obvios de cubrir cuando se implementa un programa de mantenimiento, planeado o no, deben especificarse las funciones que tendrá el departamento encargado del mismo. Así, podemos decir que un departamento de mantenimiento únicamente se justifica cuando logra conservar los equipos en óptimas condiciones de funcionamiento al más bajo costo, implicando esto el mayor rendimiento que se puede obtener de la relación mantenimiento-costo-producción en las plantas que componen una empresa.

De lo anteriormente citado, podemos resumir que los principales objetivos del mantenimiento son:

- Lograr la máxima disponibilidad de la infraestructura instalada.
- Preservar la calidad del servicio y el valor de esta infraestructura evitando el deterioro prematuro.
- Conseguir lo anterior mediante la alternativa más económica posible.
- Minimizar los costos de mantenimiento.
- Minimizar los períodos de mantenimiento.

2.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades de bachiller en la institución y/o empresa

2.8.1. Cargo desempeñado

Técnico mecánico de planta concentradora C1

2.8.2. Responsabilidades de bachiller

- Operar segura e eficientemente los equipos asignados de mantenimiento mecánico.
- Apoyar las labores de mantenimiento en los diferentes turnos de trabajo.
- Coordinar con el supervisor de mantenimiento las acciones a ejecutar en el turno.
- Monitorear y ejecutar el desarrollo de las tareas con los diferentes equipos de trabajo.
- Participar en las diferentes labores de mantenimiento preventivo y correctivo de Molinos, Flotación, Remolienda, Filtrado, Espesamiento y Planta Molibdeno.
- Operar equipos y maquinarias.
- Realizar reparaciones mayores y especializadas tanto en taller como en campo.
- Reemplazar al supervisor de mantenimiento en los casos de ausencia de este.

- Cumplir con la ejecución del programa de mantenimiento mecánico y reportar el cierre de las mismas detallando en la cartilla de trabajo las observaciones.
- Participar en el manejo de recursos para el cumplimiento de los objetivos de mantenimiento.
- Informar anticipadamente sobre la necesidad de repuestos materiales y suministros.
- Reportar al supervisor y facilitar los problemas mecánicos complejos, así como condiciones inseguras.

Capítulo II

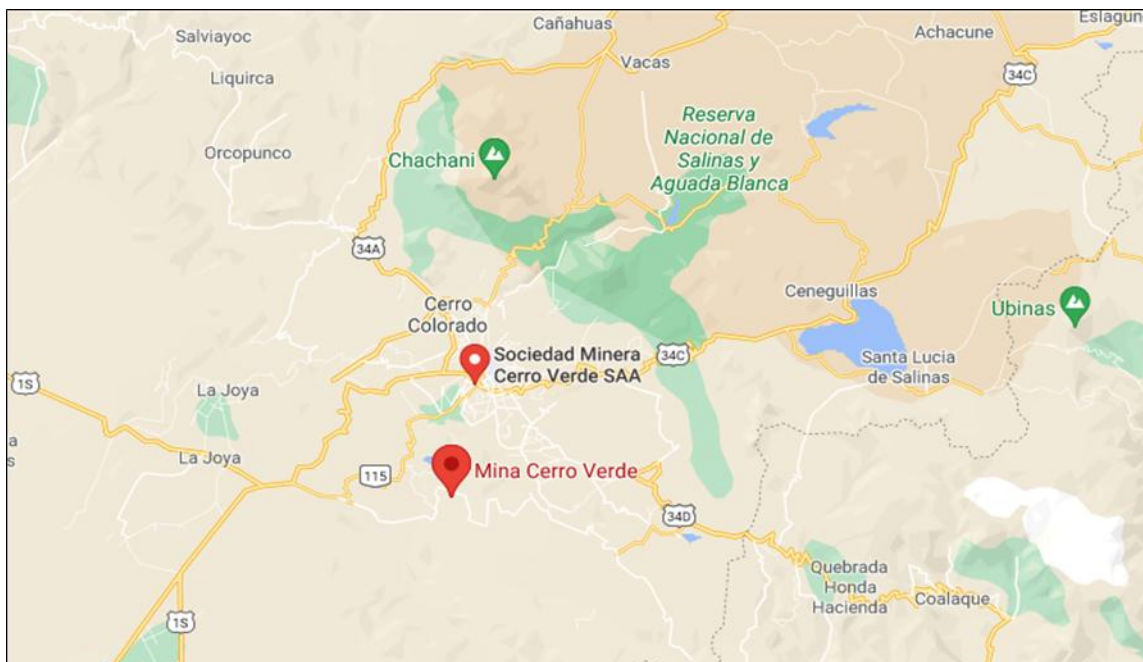
ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

3.1. Antecedentes o diagnóstico situacional

La empresa Sociedad Minera Cerro Verde dedicada a la extracción, producción y comercialización de minerales como el cobre molibdeno y plata. Está ubicado en el distrito de Uchumayo, en la provincia de Arequipa aproximadamente a 20 millas de la ciudad de Arequipa. La mina ha sido ampliada a hacia un aumento de producción anual a 600 MM de libras de cobre y 15 MM de libras de Molibdeno, para que con esto la producción de cobre se duplique por lo que la segunda planta C2 buscara mejorar la producción.

Figura 2

Diagnostico Situacional



Fuente: Google Maps, (2022)

Como parte de las operaciones de procesos de la planta concentradora C1 consideramos realizar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia de los equipos operativos como el filtro de cobre. En este sentido se debe realizar investigaciones, tomar datos y muestras del equipo por la importancia y prioridad que este requiere.

Figura 3

Filtro de cobre FL 002



Fuente: Quezada, (s.f.)

Con referencia al equipo y antes de empezar a trabajar siga lo siguiente:

- Antes de empezar asegure de conocer la estructura del filtro.
- Familiarícese con las distintas etapas de la operación del filtro
- Aprenda como utilizar los botones del panel de control.
- Siga todas las regularidades de seguridad.
- Realice los chequeos regularmente.

Así mismo se tiene como problema general el mantenimiento correctivo que no es muy efectivo y adecuado al trabajo, porque solo se percibe fallas encontradas en el instante del mantenimiento y no fallas programadas tomando tiempo y recursos para solucionar el problema encontrado y deja de lado las tareas programadas como trabajo preventivo a realizar por ellos se plantea un programa de mantenimiento en 12 horas de trabajo.

3.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área o actividad

Sociedad Minera Cerro Verde C1 (SMCV) en el cumplimiento del mantenimiento industrial del filtro de cobre FL 001 y FL 002, especificado para el proyecto de diseño de un plan de mantenimiento por ciclos operativos, en la estructura del trabajo se requiere personal de empresa contratista para apoyarnos con el mantenimiento semanal que se realiza en los cuales se cuenta con 6 técnicos mecánicos, un supervisor de campo, un supervisor de seguridad y un planeamiento de trabajos correctivos de problemas encontrados hasta ese momento en el filtro de cobre.

Por tanto, el supervisor del trabajo realizara las coordinaciones con los técnicos mecánicos, el cargo desempeñado por el tenista como encargado del trabajo a realizar como técnico mecánico líder del equipo y planeamiento de los trabajos a realizar actualmente los cuales comprenden las funciones de técnico mecánico.

El diseño del plan de mantenimiento por ciclos operativos de los filtros se tiene lugar al mantenimiento correctivo actual y no presentando un mantenimiento preventivo real el cual se necesita para llevar una control real de los componentes mecánicos del equipo el cual se requiere por el deficiente mantenimiento que se tiene actualmente, el siguiente informe de suficiencia profesional está centrado únicamente en los trabajos de mantenimiento mecánico principal de partes mecánicas que interactúan directamente con la carga y se necesita inspección y cambio constantemente.

3.3. Objetivo de la actividad profesional

3.3.1. Objetivo General

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo real por ciclos operativos de trabajo en el filtro de cobre FL 001 y FL002 con la finalidad de restablecer el funcionamiento óptimo del equipo en condiciones predeterminadas y darle mayor tiempo de confiabilidad.

3.3.2. Objetivo Especifico

Identificar los tiempos de falla entre un elemento mecánico del filtro de cobre y otro para poder evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo y así evitar un mantenimiento correctivo.

Realizar un programa de mantenimiento y otro de gestión de repuestos a utilizar semanalmente para una optimización de tiempos en recursos.

Solicitar al equipo de operaciones la inspección diaria del filtro de cobre y revisar posibles fallas encontradas realizando un formato de inspección, además de programar diariamente la limpieza del equipo por exceso de carga.

3.4. Justificación de la actividad profesional

3.4.1. Justificación practica

El diseño del plan de mantenimiento preventivo por ciclos debe de considerar la cantidad producción a un nivel de calidad superior ya que está determinado por la capacidad de mantenimiento realizado y por su disponibilidad, entendiéndose por tal al cociente del tiempo efectivo de producción entre la suma de este y el tiempo de parada por mantenimiento.

3.4.2. Justificación teórica

Actualmente la complejidad del equipo hace que se requiera contar con personal especializado que de soporte a las actividades. Pero también debe de garantizar que los trabajos de mantenimiento se realicen de manera segura, cuidando su integridad y también

se debe de garantizar que el trabajo sea amigable con el medio ambiente, de manera que el proceso operativo de la empresa sea sostenible.

Esta investigación es importante porque requiere de un análisis total para seleccionar las partes del equipo a fallar seleccionando un patrón y se pretenda utilizar una metodología que ayude en el área de mantenimiento, siendo apropiadas para el uso y ayude a mejorar el mantenimiento preventivo adecuado.

3.5. Resultados esperados

Al realizar un programa de mantenimiento preventivo por ciclos se tiene los siguientes resultados:

- Mejorar los tiempos en un 80% con respecto al tiempo, en el que se tiene que cambiar un elemento dañado que se genera en el filtro de cobre.
- Se quiere mejorar el costo de mantenimiento en un 60% ya que mejoraría el planeamiento solicitado para cambio de repuestos en ciclos efectivos el cual reduce costos por mantenimiento correctivos además que se evitaría solicitar repuestos incorrectos.
- Al tener el control de lo que se tiene que intervenir en el equipo las condiciones de seguridad aumenta considerablemente un 70% porque se tiene conocimiento de lo que se va a intervenir.
- Se pretende obtener una vida útil del equipo con mayor rendimiento a un 50 % con respecto a una falla operacional que a un mantenimiento correctivo que puede suceder por falla de elemento del equipo.
- La carga de trabajo para el personal de mantenimiento preventivo es más uniforme que en un sistema de mantenimiento correctivo.

Capítulo III

MARCO TEÓRICO

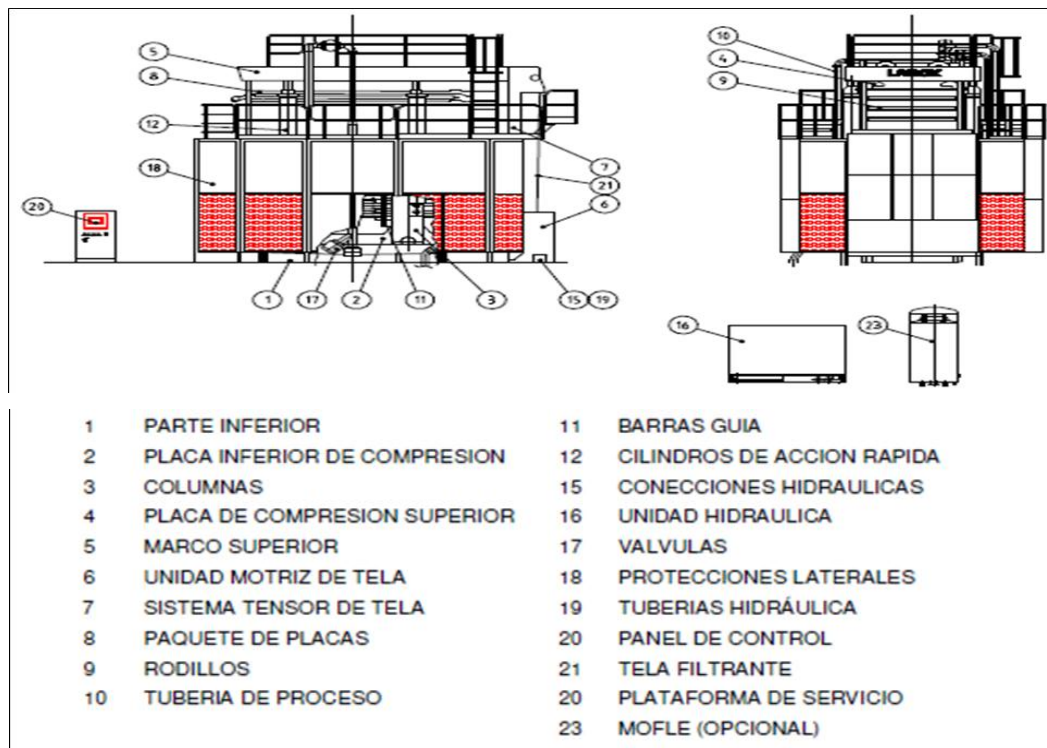
4.1. Bases teóricas de las metodologías o actividades realizadas

4.1.1. *Filtro de cobre*

El filtro de presión de Outotec Larox PF son filtros completamente automáticos de diafragma de placa hueca con las cámaras horizontalmente orientadas. La tela filtrante continua asegura el lavado completo del paño y la descarga eficiente de la torta de cada cámara en cada ciclo.

- Ofrece alta capacidad con eficacia y confiabilidad probadas.
- Le da gastos de explotación totales bajos y el coste total competitivo de la propiedad.
- Produce el producto de filtración seco, constante, y homogéneo y el lavado eficiente de los sólidos.
- Ofrece la operación completamente automática, el autodiagnóstico, y la operación flexible.

Reduce requisitos de espacio.

Figura 4*Partes del Filtro de cobre*

Fuente: Quezada, (s.f.)

4.1.2. Placa filtrante

La placa filtrante consiste en 3 partes principales: la cámara de filtrado, la placa base y el marco.

Observe que todos los canales de alimentación deben de estar abiertos para asegurar que ambos lados de la placa están bajo presión durante todas las etapas de la operación. En caso contrario las placas se doblan y en tal condición, provocan fugas en el paquete de placas y daños a la tela filtrante.

4.1.2.1. Cámara de Filtrado

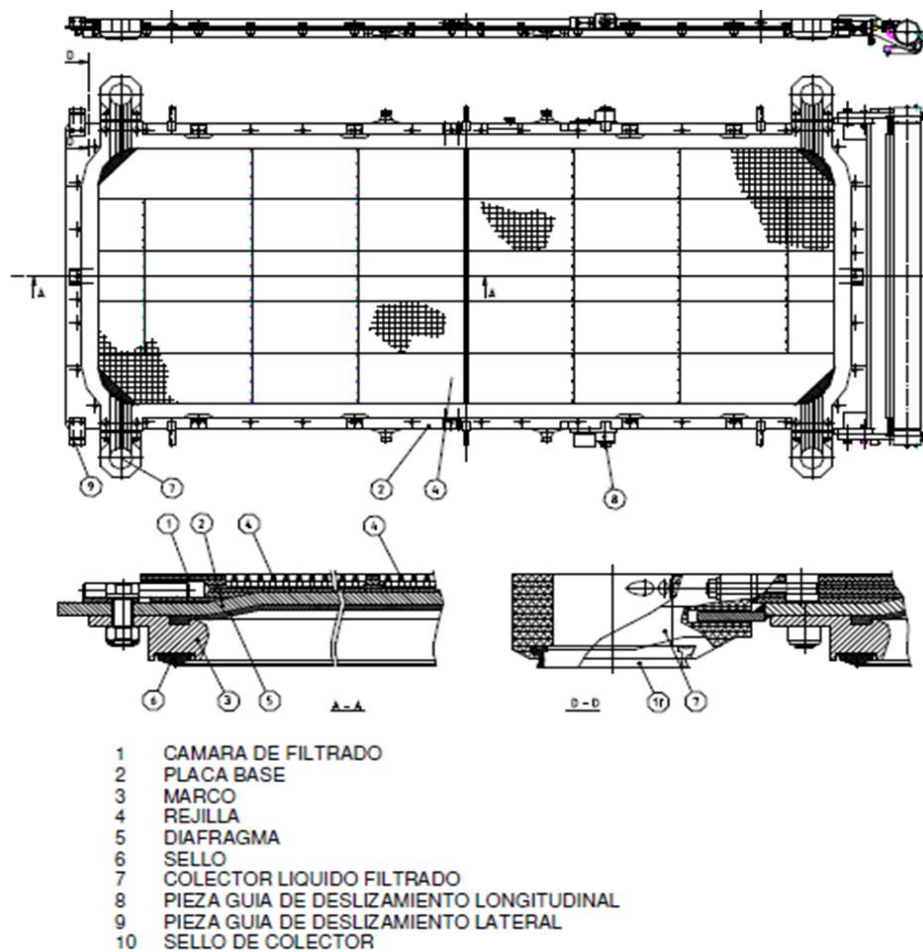
La cámara de filtrado colecta el líquido filtrado y lo conduce hacia fuera hasta los colectores ubicados en las esquinas de la cámara.

4.1.2.2. Placa Base

La placa base es la parte del marco a la cual están unidas todas las otras partes de la placa. Los canales del aire de prensado están ubicados en la placa base. La placa base y el diafragma forman la cámara de aire de prensado.

Figura 5

Partes de la Placa Base



Fuente: Quezada, (s.f.)

4.1.2.3. Marco

El marco sirve como elemento de fijación del diafragma. El sello de placa está fijado en la superficie inferior del marco. Los canales de alimentación en la cámara de filtrado están ubicados en el marco.

4.1.2.4. Rejilla

Las rejillas soportan la tela y constituyen canales de salida del líquido filtrado.

4.1.2.5. Diafragma

El diafragma actúa como un elemento de prensado, el cual, mediante aire a alta presión, comprime la torta contra la tela filtrante y rejillas, de manera que el líquido es removido de la torta a través de la tela hacia la cámara de filtrado.

La presión máxima a que puede ser sometido un diafragma es de 16 bar. En lo que a durabilidad de los diafragmas se refiere, es recomendable iniciar la operación con una presión de 8 bar y entonces observar cómo los cambios de presión afectan el tiempo de prensado y la humedad residual. Para temperaturas sobre 60°C las gomas se ven afectadas por un fuerte fenómeno de envejecimiento. En caso que la temperatura de la lechada sea mayor, es necesario observarla continuamente y seguir las indicaciones del fabricante.

4.1.2.6. Sello

El sello está fijo al marco del lado de la cámara con el fin de prevenir fugas de concentrado. No hay sello debajo de la tela, pero la tela y la superficie de plástico quedan cara a cara. Si se forma presión en el espacio de flujo debajo de la tela, esto causará fugas de filtración en el paquete de placas.

4.1.2.7. Colectores de líquido filtrado

Cuando el paquete de placas se encuentra “cerrado” los colectores de líquido filtrado forman un canal a través del cual el líquido filtrado es descargado del paquete de placas. Se

debe observar el alineamiento de los colectores. Cuando son movidos de sus posiciones, los colectores causan fugas en la línea, por lo que se debe corregir sus posiciones. Estos cambios en el alineamiento se deben al desgaste de las piezas de deslizamiento y/o movimiento de la cámara de filtrado.

4.1.3. Unidad motriz de tela

Para remover la torta y lavar la tela, ésta se mueve mediante rodillos motrices entre ciclo y ciclo. Un rodillo provisto de un resorte presiona la tela contra el rodillo motriz con el objeto de mantener la tensión de la tela.

4.1.3.1. Ajuste de avance de tela

La longitud de tela que se mueve, es medida por medio de un detector de impulsos de rotación libre, unido a un rodillo. El número de impulsos de este contador de impulsos debe ser definido de modo que el filtro esté completamente descargado. Verificar que el cierre metálico (clipper seam) encuentre su posición correcta sobre un rodillo guía, es decir, fuera de la superficie de sellado.

4.1.4. Mecanismo tensor de tela

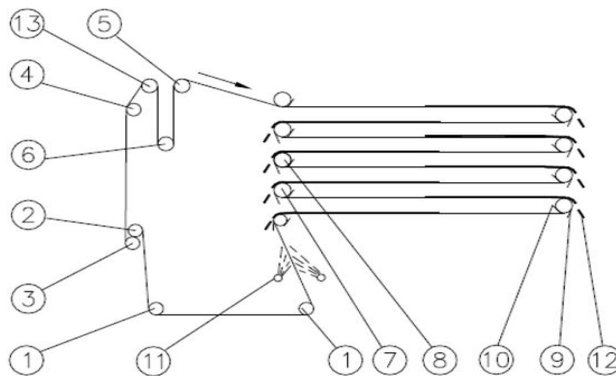
El cambio en la longitud de la tela que tiene lugar durante la apertura del paquete de placas y el movimiento de la tela, es compensado por un mecanismo tensor, donde un torque aplicado por un motor hidráulico tira de una cadena unida al rodillo tensor.

Se debe observar la presión empleada en el motor del mecanismo tensor y compararla con la presión utilizada durante la puesta en marcha.

Figura 6

Partes del mecanismo tensor de tela

- | | |
|----|-----------------------------------|
| 1 | RODILLO DE BATEA |
| 2 | RODILLO MOTRIZ PRINC |
| 3 | RODILLO DE PRESION |
| 4 | RODILLO CENTRADOR |
| 5 | RODILLO DE IMPULSO |
| 6 | RODILLO TENSOR |
| 7 | RODILLO GUIA |
| 8 | RODILLO MOTRIZ AUX. |
| 9 | RASPADOR DE TELA |
| 10 | RASPADOR DE RODILLO |
| 11 | BOQUILLA LAVADO TE |
| 12 | TORTA |
| 13 | RODILLO SUPERIOR MECANISMO TENSOR |



Fuente: Quezada, (s.f.)

4.1.5. Tela filtrante

Las funciones de la tela son como un medio filtrante y como una banda transportadora que retira la torta fuera del filtro. Más allá de contar con buenas características de filtración, la tela debe ser también capaz de soportar fuertes esfuerzos de tensión.

4.1.5.1. Lavado de tela

Para mantener las propiedades filtrantes de la tela, una parte de ésta es lavada mediante un chorro de agua a presión después de cada ciclo de filtración. El lavado tiene lugar automática y simultáneamente con el movimiento de la tela.

El consumo de agua de lavado es comparable a la presión disponible de acuerdo a las curvas mostradas abajo. El consumo de agua es fraccional, esto es, solo se usa cuando la tela está en movimiento.

4.1.5.2. Centrado de tela

El centrado de la tela opera automáticamente mediante un rodillo que es móvil en uno de sus extremos. La tela también puede ser centrada manualmente con la ayuda de una

botonera en la dirección deseada. Debido a la manufactura, existen ligeras curvaturas en la tela, razón por la cual ésta tiende a moverse hacia los lados mientras está en movimiento.

Cuando la tela es centrada manualmente, permita que circule varias veces y asegúrese que no se dirija sistemáticamente al mismo lado. Si la tela no permanece centrada, el cierre metálico está inclinado o uno de los rodillos no está girando.

4.1.5.3. Instalación de tela

La instalación de tela tiene lugar con el conjunto de placas en la posición "abierta".

La placa de presión superior debe fijarse a las columnas con pasadores de bloqueo.

Mover el rodillo de tensado (6) hasta su posición superior mediante el modo de accionamiento de prueba. Cerrar la válvula de bola que se encuentra al lado del motor de tensado (esto se hace para bloquear el rodillo de tensado en su posición).

Colocar el rollo de tela sobre un bastidor fuera de la unidad de accionamiento, que pueda rotar fácilmente.

Abrir las puertas de la unidad de accionamiento y colocar el extremo de tela bajo el rodillo de centrado (4) sobre el rodillo (13), desde el cual pasará a través del rodillo de tensado por encima del rodillo (5). Llevar el extremo de tela hasta los rodillos guía (7) de las placas del filtro, donde la tela pasará entre el raspador y el rodillo.

Hacer pasar la tela a través del rodillo guía (7) y los rodillos de la batea (1), y entre los tubos de boquillas de lavado (11) hasta el rodillo de impulsión principal (2).

Soltar los resortes del rodillo de presión y hacer pasar la tela entre el rodillo de presión y el rodillo de impulsión principal. Tirar lo suficientemente fuerte, soltar y unir los extremos de tela.

Doblar un extremo del alambre de unión de manera que quede un doble hilo de unos 10 mm de largo. Pasar el alambre a través de la costura de manera que el extremo doblado

del alambre entre dentro de la costura. Cortar la longitud sobrante para que en el otro extremo del alambre sobre unos 5-10 mm del ancho de la costura. Doblar también el otro extremo dentro de la costura. Abrir la válvula de bola. Tensar la tela y checar que está centrado mediante el modo de accionamiento de prueba.

La longitud de tela será correcta cuando haya una tolerancia de como mínimo 700 mm para cerrar el conjunto de placas por encima del rodillo de tensado en la posición "abierta" del conjunto de placas. La tolerancia máxima recomendada es de aproximadamente 2000 mm.

Un exceso de tolerancia de movimiento disminuirá la tolerancia de tensado requerida para que la tela quede estirada.

4.1.5.4. Reemplazo de tela

Colocar la tela en un bastidor fuera de la unidad de accionamiento, donde la nueva tela quede en la parte superior y la tela que debe cambiarse se pueda enrollar sobre de un tubo que se encuentre debajo.

Abrir las puertas de la unidad de accionamiento. Seguir la costura de tela y moverla mediante el modo de accionamiento de prueba hasta llegar al rodillo de presión.

Soltar la tela accionando el rodillo de tensado hacia arriba y cerrar la válvula de bola que se encuentra al lado del motor de tensado. Abrir la unión de tela y fijar la nueva tela a la tela que debe reemplazarse. Accionar la tela hasta su posición mediante el modo de accionamiento de prueba, y unirlo.

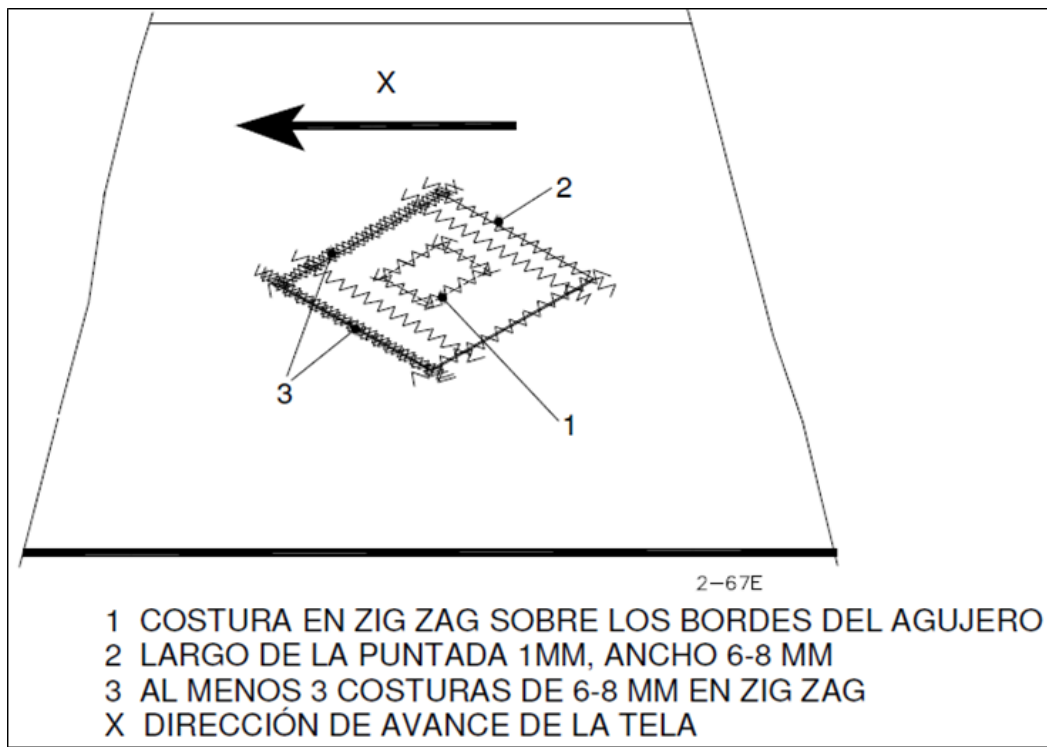
Abrir la válvula de bola. Tensar la tela y checar el centrado mediante el modo de accionamiento de prueba.

4.1.5.5. Reparación de tela

La tela puede repararse con una costura. Una costura en zig-zag por una máquina de coser industrial puede utilizarse, por ejemplo, la Singer 200 con una costura en zig-zag de 9 mm. Tome en cuenta que los agujeros son siempre más fáciles de parchar cuando son pequeños.

Parche la tela como se indica a continuación:

- Siga el agujero y llévelo a prueba por encima de la unidad de avance de la tela.
- Afloje la tela de acuerdo a lo indicado en las páginas 3-48.
- Jale la tela fuera del rodillo tensionador de manera que el agujero sea más fácil de manejar.
- Lave la tela 10 cm x 10 cm aprox., a alta presión alrededor del agujero.
- Seque el área lavada con aire a presión.
- Cosa un parche en el agujero. Ponga especial atención al borde frontal del parche, ya que esta costura está más en contacto con los raspadores.
- Primero cosa los bordes del agujero firmemente al parche y luego haga un par de costuras transversales sobre el parche, después cosa los bordes externos.

Figura 7*Reparación de la Tela*

Fuente: Quezada, (s.f.)

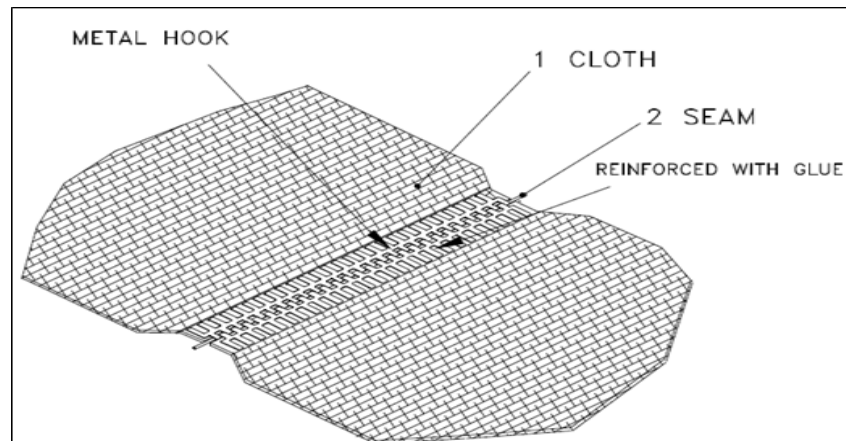
4.1.5.6. Unión de tela

La tela se suministra en la longitud que se ha pedido, y viene con una unión que puede abrirse.

Si es necesario, puede renovarse una parte de tela cosiendo una unión de grapas, o en caso de que la unión se haya dañado, pueden pedirse uniones de grapas. Hay que tener presente la longitud de tela. La longitud correcta se ha definido en párrafo "Instalación de tela". Las uniones cosidas deben ser realizadas según el diagrama de instrucciones adjunto. Se utiliza una máquina de coser en zig-zag para aplicaciones industriales, por ejemplo, una Singer 200 equipada con un zigzag de 9 mm.

Figura 8

Unión de la Tela



Nota: Solo se permite una unión de clipper en la tela, checar siempre el centrado de tela después de los trabajos de Mantenimiento.

Fuente: Quezada, (s.f.)

4.1.6. Tipos de filtros

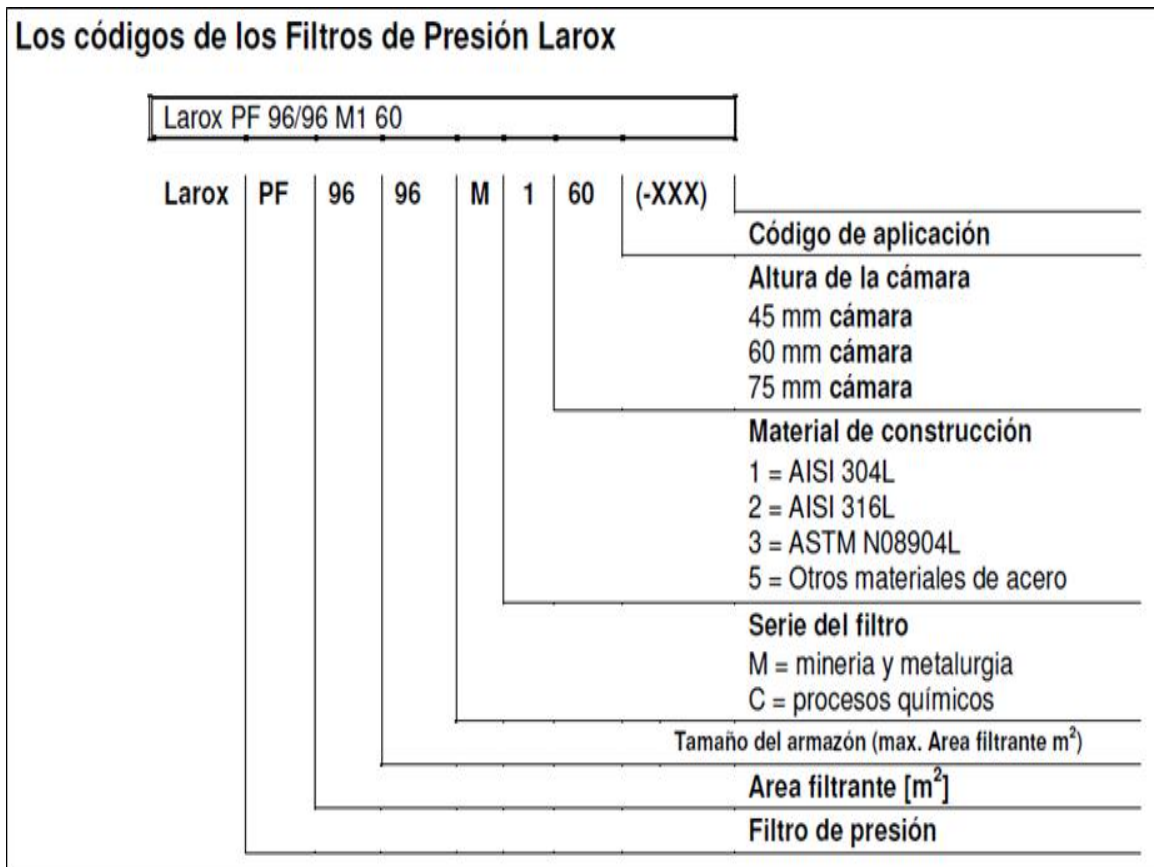
El filtro de presión automático es un desarrollo más del principio de filtrado a presión y sus principales etapas incluyen filtración, prensado mediante un diafragma, lavado de torta y secado por aire comprimido.

Clasificaciones según el material de construcción usado para contacto con la lechada:

- Partes húmedas hechas de acero inoxidable AISI 304L, aplicable a procesos en que el pH = 4-14.
- Partes húmedas hechas de acero inoxidable AISI 316L, aplicable a procesos en que el pH= 2-4.
- Partes húmedas hechas de acero inoxidable resistente al ácido ASTM NO8904, empleado en procesos fuertemente ácidos, en los cuales el pH= 1-2

Figura 9

Código de los Filtros de Presión Larox



Fuente: Quezada, (s.f.)

4.1.7. Torque de tornillos y tuercas

Pre-tensión aprox. 80% del límite mínimo de tolerancia.

Los tornillos de la placa/marco del filtro tienen su propio valor de torque (300 Nm).

Tabla 3*Torque para tornillos y tuercas*

Rosca	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M36
Clase de Fuerza	Tensión de torque Nm (Nm~0.1 kp m ~0.1 kgm)												
A4-80	7,8	19	36	65	103	160	230	320	445	570	840	480	850
8.8	11	25	48	80	125	190	265	350	480	590	960	1290	2270

Fuente: Quezada, (s.f.)

Los valores en la **Tabla 3** requieren un coeficiente de fricción de $m_1 = 0.12$, $m_2 = 0.12$, que corresponde a una superficie ligeramente aceitosa - se debe usar un afloja todo en todas las uniones de los tornillos a menos que se tenga indicado lo contrario; donde:

m_1 = coeficiente de fricción de la rosca

m_2 = coeficiente de fricción entre la base y la cabeza del tornillo (tuerca)

4.1.8. Principio de filtración a presión

4.1.8.1. Filtrado

Cuando el paquete de placas ha sido cerrado, la lechada es bombeada al filtro y alimentada simultáneamente en cada una de las cámaras de filtrado, a través de los tubos de alimentación. El líquido filtrado fluye a través de la tela hacia el área de colección de filtrado, entonces éste sale hacia el tubo de descarga. Los materiales filtrados son colectados sobre la superficie de la tela y son éstos los que constituyen la torta.

4.1.8.2. Prensado I

Aire a alta presión se introduce por detrás del diafragma de goma. El diafragma presiona la torta contra la superficie de la tela, de modo que el líquido filtrado es presionado para salir de la torta y a través de la tela.

4.1.8.3. Lavado

El líquido de lavado es bombeado a las cámaras de filtrado del mismo modo que la lechada. Mientras el agua llena la cámara de filtrado, el diafragma es levantado y el aire es forzado a salir por la parte superior del diafragma. El líquido de lavado fluye hacia la tubería de descarga, después de pasar a través de la torta y la tela.

4.1.8.4. Prensado II

El líquido de lavado remanente en la cámara después de la etapa de lavado, es removido de la torta como se indica en la etapa 2 descrita anteriormente.

4.1.8.5. Secado

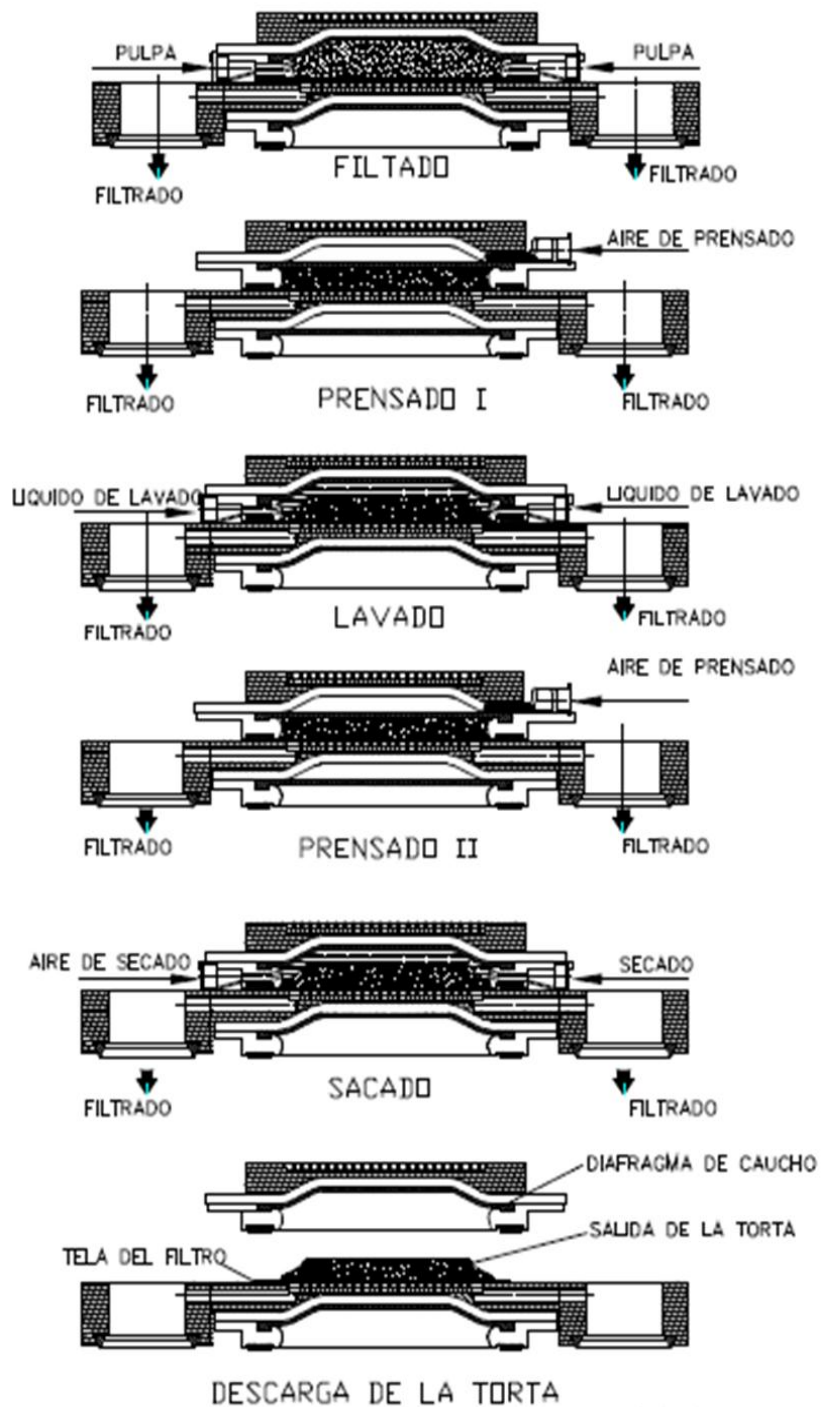
El secado final de la torta es llevado a cabo mediante aire comprimido. El aire entra a través del tubo distribuidor y llena las cámaras de filtrado. Esta operación permite levantar los diafragmas y obliga al aire que se encuentra por detrás de éstos a salir del filtro. El aire fluye a través de la torta, reduciendo su contenido de humedad hasta el valor óptimo y, al mismo tiempo, vacía la cámara de filtrado.

4.1.8.6. Descargado

Cuando el secado ha sido completado, el paquete de placas se abre y arranca en mecanismo de movimiento de la tela. La torta sobre la superficie es descargada por ambos extremos del filtro.

Figura 10

Principio de operación de la Placa Filtrante



Fuente: Quezada, (s.f.)

4.1.9. Descripción técnica

En la **Tabla 4** se muestra la descripción técnica del filtro de cobre.

Tabla 4

Descripción Técnica del filtro de cobre

Tipo LAROX PF			96
Área filtrante		m ²	96
Tamaño del marco			120
Tamaño de placa		mm	1500x4010
Número de placas		pcs	16
Volumen de cámara		m ³	4.32
Dimensiones principales (con plataforma de servicio)	Largo	mm	6800
	Ancho	mm	5040
	Alto	mm	5820
Área requerida		m ²	110
Peso (Filtro sin equipos auxiliares)		t	73
Tela filtrante	Ancho	mm	1700
	Largo	m	95
Motores eléctricos (50 Hz)		kW – r/min	110-1500
- Unidad Hidráulica			
Presiones			
- Alimentación de lechada		bar	2.0 – 10.0
- Aire para prensado		bar	2.0 – 16.0
- Presión de aire (actuadores de válvulas)		bar	6.0 – 12.0
- Aire para secado		bar	4.0 – 12.0
- Agua para lavado de tela		bar	10.0 – 16.0

Fuente: Quezada, (s.f.)

4.1.10. Mantenimiento

4.1.10.1. Mantenimiento diario

Las medidas diarias de inspección y de mantenimiento cuando se enciende y se para el filtro:

- Quite la torta y las partículas extrañas entre placas del filtro y en la tela filtrante.
- Cuando el filtro funciona en condiciones frías y la temperatura del aceite hidráulico se ha bajado de la temperatura recomendada para el aceite en cuestión, opere el filtro primero sin pulpa. Compruebe la operación del calentador del aceite.
- Observe la presión de sellado de los cilindros de sellado. Una disminución de la presión de sellado puede causar fugas en el paquete de placas.
- La tela filtrante debe estar libre de agujeros y de dobleces. Compruebe el centrado de la tela.
- Durante el primer ciclo de filtración, compruebe que todas las placas del filtro tengan una torta del grueso uniforme (es decir las conexiones de los tubos de alimentación están abiertas).
- Cuando pare el filtro, termine la filtración llenando el filtro con agua lo que permite limpiar los orificios de alimentación y el espacio de rejilla. La pulpa seca pegada en los orificios de alimentación provoca diferencias de presión las que pueden doblar las placas del filtro. También lave el filtro por afuera si se ha filtrado pulpa corrosiva.
-

4.1.10.2. Mantenimiento regular

- a) mantenimiento semanal
 - Inspección visual de raspadores.

- Compruebe el funcionamiento de las paradas de emergencia condición y fijación de los interruptores de límite.
- Compruebe la presión del sistema hidráulico. Cheque las presiones hidráulicas durante un ciclo cuando el filtro está en operación (vea los valores de la presión en el diagrama hidráulico).
- Observe la condición de las piezas de deslizamiento.
- Relleno de las graseras.

b) Mantenimiento mensual

- Inspección de placas, de sellos y de diafragmas del filtro.
- Compruebe que las placas del filtro estén rectas y que las placas en el paquete de placas estén alineadas.
- Compruebe las mangueras de la tubería hidráulica.
- Compruebe los cilindros hidráulicos y las fijaciones.
- Compruebe la operación de los pasadores de fijación.
- Compruebe las cadenas y los piñones.

c) Mantenimiento semestral

- Análisis del aceite hidráulico y en caso de necesidad cambiar o filtrar finamente con una unidad separada de filtración. El primer análisis de aceite 1 mes después de la puesta en marcha. Las recomendaciones del aceite se presentan en las instrucciones de la unidad hidráulica, de este manual.

d) Reemplazo de piezas de desgaste

- Si las condiciones son corrosivas y la temperatura de funcionamiento está sobre 60 °C, se deben requerir instrucciones especiales del fabricante.

- Las mangas de la válvula Pinch, la tela filtrante, los diafragmas de prensado, los sellos del paquete de placas, las piezas de deslizamiento y los raspadores deben ser cambiados inmediatamente cuando se detecte para prevenir mayor daño.

Figura 11

Programa de mantenimiento 1

PERIODO DE MANTENIMIENTO X CICLO DE FILTRACION O TIEMPO DE VIDA						
	A = DIARIO B = SEMANAL C = MENSUAL D = SEMESTRAL 15 000 x E = ANUAL 30 000 x				1 = VERIFICAR/LLENAR 2 = CAMBIAR	
OBJETIVO	A	B	C	D	E	OPERACION
PANEL de CONTROL				1		LIMPIAR SI ES NECESARIO
DIAFRAGMA				1	2	
INTERRUPTORES DE PARADA de EMERGENCIA		1				
TELA FILTRANTE	1					COSTURA + CONDICION/ CENTRADO
PLACAS DEL FILTRO			1			VERIFIQUE LAS REJILLAS + RECTITUD DE LAS PLACAS
GRASERAS		1				LUBRICACION
MANGUERAS			1		2	FIJACIÓN DE MANGUERAS
UNIDAD HIDRÁULICA		1				COMPRUEBE LAS FUGAS
TUBERÍA Y MANGUERAS HIDRAULICAS			1			VERIFIQUE LAS CONEXIONES; CAMBIE MANGUERAS CADA 3 AÑOS
CILINDROS HIDRÁULICOS			1			VERIFIQUE SI ESTÁN MONTADOS CORRECTAMENTE
MOTORES HIDRÁULICOS				1		VERIFIQUE EL SONIDO Y EL CALENTAMIENTO
ACOPLES DE MOTORES HIDRAULICOS				1		VERIFIQUE EL ELEMENTO FLEXIBLE Y CAMBIE EN CASO NECESARIO
ACEITE HIDRÁULICO				2		CAMBIO O FILTRADO FINO DEL ACEITE
PRESION HIDRÁULICA		1				DURANTE LA OPERACIÓN

Fuente: Quezada, (s.f.)

Figura 12

Programa de mantenimiento 1

PERIODO DE MANTENIMIENTO X CICLO DE FILTRACION O TIEMPO DE VIDA						
A = DIARIO			1 = VERIFICAR/LLENAR			
B = SEMANAL			2 = CAMBIAR			
C = MENSUAL						
D = SEMESTRAL 15 000 x						
E = ANUAL 30 000 x						
OBJETIVO	A	B	C	D	E	OPERACION
INTERRUPTORES DE LIMITE		1				FIJACION, OPERACION
FUNCIONAMIENTO DE LOS RODILLOS			1			
SELLO DE PLACAS		1			2	
VALVULA DE RETENCION DE AIRE DE PRENSADO			1			AJUSTAR
INTERRUPTORES DE PRESION				1		
RODAMIENTOS DE RODILLOS					1	CHEQUEE EL SONIDO, CALENTAMIENTO Y LUBRICACION
RASPADORES			1			AJUSTAR
PRESION DE SELLADO			1			
PIESAS DE DESLIZAMIENTO		1			2	AJUSTAR Y CAMBIAR SI ES NECESARIO
DISPOSITIVO TENSOR			1			CHEQUEO + AJUSTAR APRIETE DE LAS CADENAS
ACTUADORES DE VÁLVULAS				1		INSPECCIÓN
VALVES			1			
BOQUILLAS DE LAVADO + FILTRO		1				LIMPIAR O CAMBIAR
LUBRICACION DEL DISPOSITIVO DE CENTRADO DE LA TELA			1		2	

Fuente: Quezada, (s.f.)

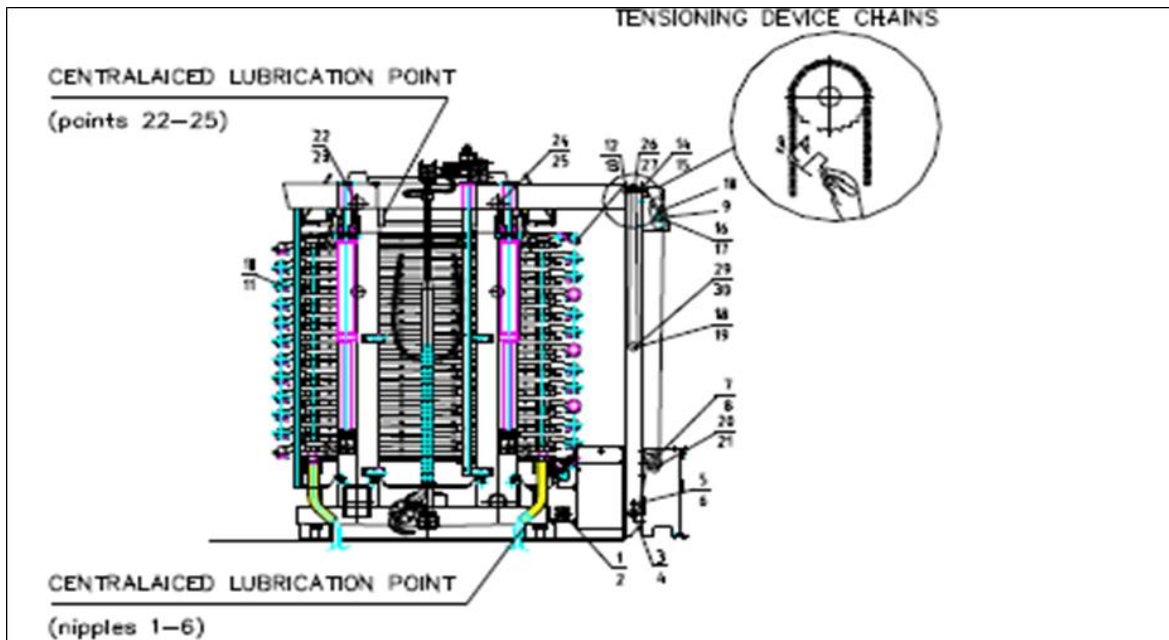
4.1.10.3. Lubricación

Estas instrucciones de la lubricación son generales y no refieren a las medidas tomadas en condiciones especiales. Las piezas que se lubricarán manualmente con una pistola de engrasar o con brocha son:

- Pines de bloqueo
- Pasadores del transportador del rodillo centrador de tela
- Flecha de impulso
- Graseras de los rodillos

Figura 13

Tabla de lubricación



CARTA DE LUBRICACION				
PUNTO		LUBE	CANTIDAD	INTERVALO
1-4	GRASERAS EN RODAMIENTOS DE RODILLO	NLG-2	45 g	1 MES
5-6	GRASERAS EN EJE TENSOR	NLG-2	25 g	1 MES
7-8	GRASERAS EN EJE IMPULSOR	NLG-2	10 g	1 MES
9	GRASERAS EN DISPOSITIVO CENTRADOR DE LA TELA	NLG-2	10 g	1 MES
10-11	ESPREAS EN RODILLOS DE LAS PLACAS	NLG-2	10 g	1 SEMANA
12-21	GRASERAS EN RODILLOS	NLG-2	10 g	1 MES
22-25	PASADORES DE FIJACIÓN	NLG-2	25 g	1 MES
26-30	LUBRICADORES AUTOMATICOS	NLG-2	25 g	1 AÑO
	CADENAS DEL DISPOSITIVO TENSOR	NLG-2	LUBRICANTE CON BROCHA	1 MES

Fuente: Quezada, (s.f.)

4.1.10.4. Reemplazo de diafragma

Un diafragma individual puede cambiarse sin tener que extraer la placa del filtro.

- Después de haber detectado el diafragma con fuga, marque la placa del filtro.
- Afloje la tela del filtro de acuerdo a lo indicado (Aflojar la tela).
- Prepare el espacio de mantenimiento sobre la placa del filtro donde se encuentra el diafragma averiado (arreglo de espacio entre las placas del filtro para mantenimiento).
- Desatornille los tornillos del marco de fijación utilizando la llave inglesa (30 mm.) entregada junto con el filtro.
- Cierre el paquete de placas.
- Si el diafragma dañado está entre las placas 8...25, fije la placa del filtro que requiere mantenimiento sobre la placa del filtro con 12 piezas de las placas de suspensión.

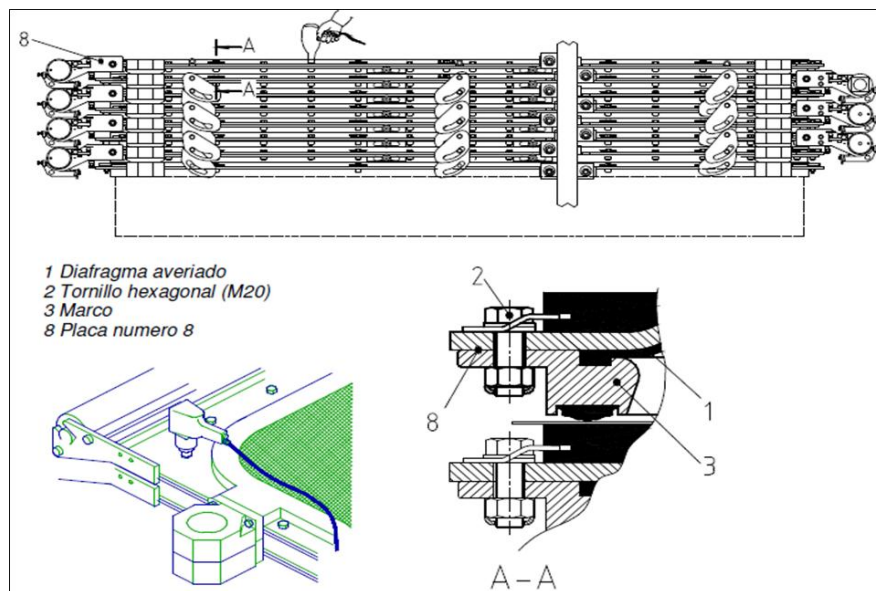
- Si el diafragma dañado está entre las placas 2...7, mueva las barras de suspensión hacia abajo una placa, de modo que la placa de abajo de la placa que requiere mantenimiento se fije a las barras de suspensión.
- Abra el paquete de placas y quite el diafragma dañado.
- Coloque 4 piezas de las placas de suspensión dentro del marco para facilitar la instalación de un nuevo diafragma.
- Instale el Nuevo diafragma en su lugar presionando su borde dentro de la ranura. Cheque que el borde del diafragma esté en la ranura.
- Cierre el paquete de placas.
- Si la placa bajo mantenimiento está entre las placas del filtro 8...25, remueva las placas de suspensión de la placa que está siendo reparada.
- Si la placa bajo mantenimiento está entre las placas del filtro 2...7, mueva las barras de suspensión hacia arriba de modo que las placas del filtro (7 piezas) estén ligadas y juntas inmediatamente sobre la placa del filtro a ser reparada.
- Abra el paquete de placas.
- Fije los tornillos del marco de nuevo en sus lugares (torque 320Nm), aplique penetrating o algún lubricante similar, a los tornillos para prevenir que las tuercas se peguen.
- Cierre el paquete de placas.
- Si la placa del filtro bajo mantenimiento está entre las placas del filtro 8...25, fije la placa reparada a la placa del filtro que está encima con las placas de suspensión (12 piezas).
- Si la placa del filtro bajo mantenimiento está entre las placas del filtro 2...7, mueva las barras de suspensión hacia abajo una placa de modo que la placa a

ser revisada sea la de hasta abajo en las barras de suspensión. Coloque las placas de suspensión de las placas del filtro arriba de las barras de suspensión de vuelta en su lugar.

- Abra el paquete de placas.
- Remueva las placas de soporte utilizadas en la instalación del diafragma.
- Cierre el paquete de placas.
- Instale todas las placas de suspensión en sus lugares y fije la placa de suspensión con los anillos retenedores de seguridad.
- Libere la circulación de aceite del motor tensionador de la tela, abriendo la válvula en la parte baja del mecanismo impulsor de la tela. }
- Cheque la operación de la placa de suspensión abriendo y cerrando el paquete de placas.

Figura 14

Paquete de placas para cambio de diafragma



Fuente: Quezada, (s.f.)

4.1.10.5. Ajuste y reemplazo de raspadores

4.1.10.5.1. Ajuste de raspadores

Ajuste el raspador de rodillo (1) con los amortiguadores de hule (3) de modo que toque suavemente el rodillo y apriete la tuerca de fijación (4). Si la tolerancia de ajuste no es suficiente, afloje los pasadores de fijación de la palanca (5) de las palancas de ajuste (2) y la tuerca de fijación de los amortiguadores de goma (4).

Cierre los amortiguadores de goma a su posición extrema. Presione el raspador ligeramente contra el rodillo, y apriete los tornillos de fijación de la palanca. El raspador de la tela es pretensado para doblarlo levemente hacia arriba en el centro. Ajuste el raspador de la tela con los pasadores (7) de modo que el borde del raspador toque la tela en su longitud entera con una presión uniforme y apriete las tuercas de fijación (6).

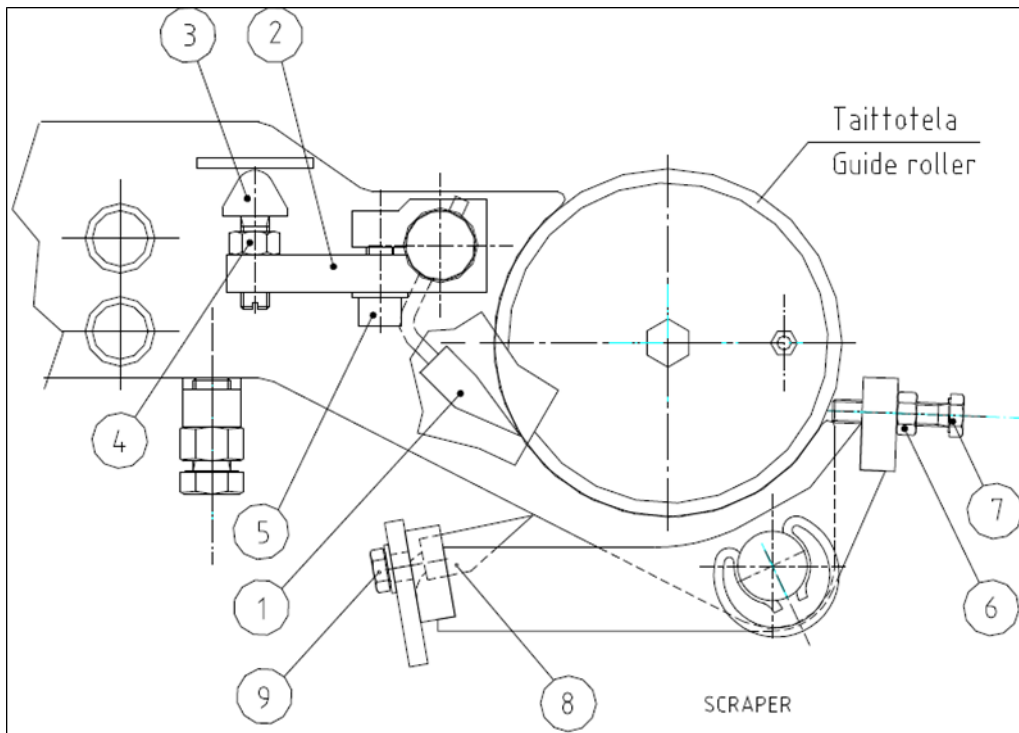
4.1.10.5.2. Reemplazo de raspadores

Raspadores de rodillo: Afloje los tornillos de fijación de la palanca (5) en los extremos de los raspadores (1). Suelte las palancas de ajuste (2). Dé vuelta al raspador de modo que el cuchillo del raspador esté fuera de la oreja de fijación del rodillo. Mueva el raspador lateralmente y suéltelo de las orejas de fijación del rodillo. Inserte el raspador nuevo y ajústelo.

Raspadores de la tela: Afloje las tuercas de fijación (6) y los pasadores (7). Quite los pines (8) y quite el raspador. Inserte el raspador nuevo en orden opuesto y ajústelo.

Figura 15

Cambio de raspadores de tela y rodillo



Fuente: Quezada, (s.f.)

4.1.10.6. Reemplazo de mangueras

Hay que tener presente los factores siguientes cuando se cambian las mangueras de alimentación y de aire de prensado:

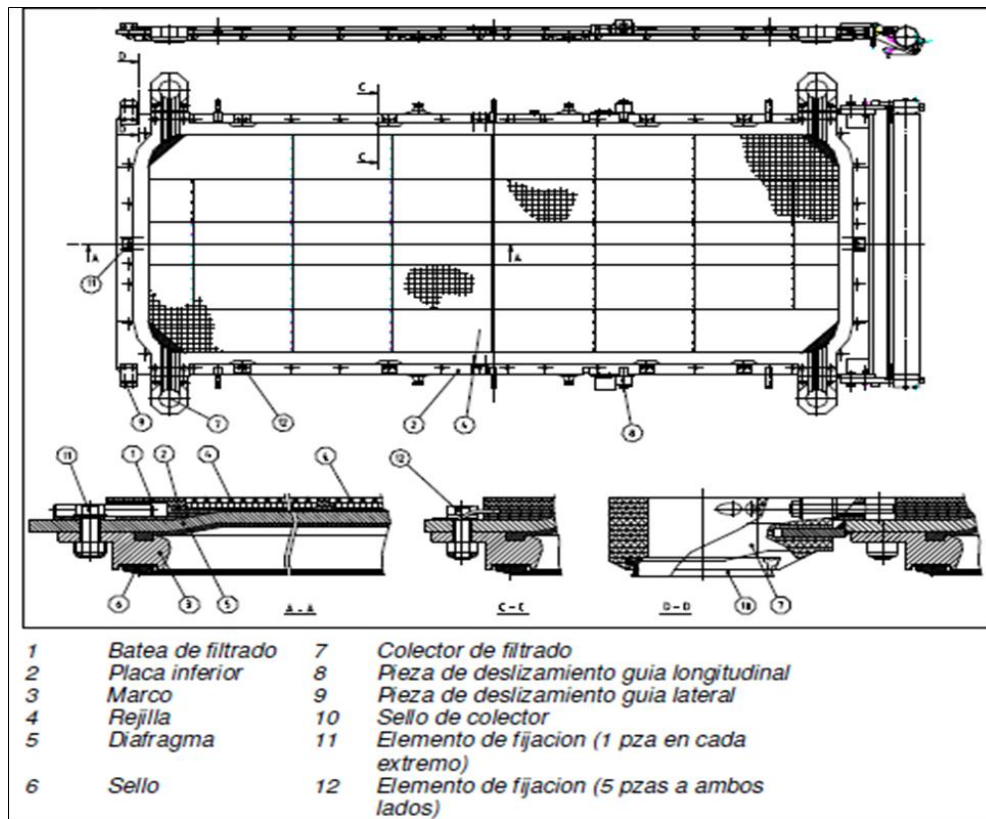
- La manguera correcta, tipo y longitud (ver la figura que aparece abajo)
- Montar las mangueras mientras el conjunto está abierto, doblar las mangueras hacia arriba y apretar las abrazaderas de las mangueras
- No deben quedar dobleces marcados en las mangueras
- Deben utilizarse mangueras de alta presión (25 bar)
- Utilizar los repuestos originales como mangueras de reserva.

4.1.10.7. Reemplazo de batea filtrada

- Remueva la parte superior del chute de la torta.
- Afloje la tela del filtro de acuerdo a lo indicado (Aflojado de la tela del filtro).
- Acondicione el espacio de mantenimiento arriba de la placa del filtro que requiere mantenimiento. (Acondicionamiento de espacio entre las placas del filtro para mantenimiento).
- En cada dos placas debe jalar la tela del filtro a un lado sobre la orejeta de fijación del rodillo guía. Antes de tirar la tela hacia un lado, dejar suelto el raspador de tela.
- Soltar los colectores de filtrado.
- Aflojar los elementos que están fijos al vat de filtración: 5 unidades, en ambos lados y 1 unidad en cada extremo
- Retire la batea de filtrado fuera del paquete de placas.
- La nueva batea de filtrado está instalada dentro de su lugar en orden inverso. Cheque la alineación de los colectores antes de apretar los elementos fijos.

Figura 16

Cambio de batea filtrante



Fuente: Quezada, (s.f.)

Capítulo IV

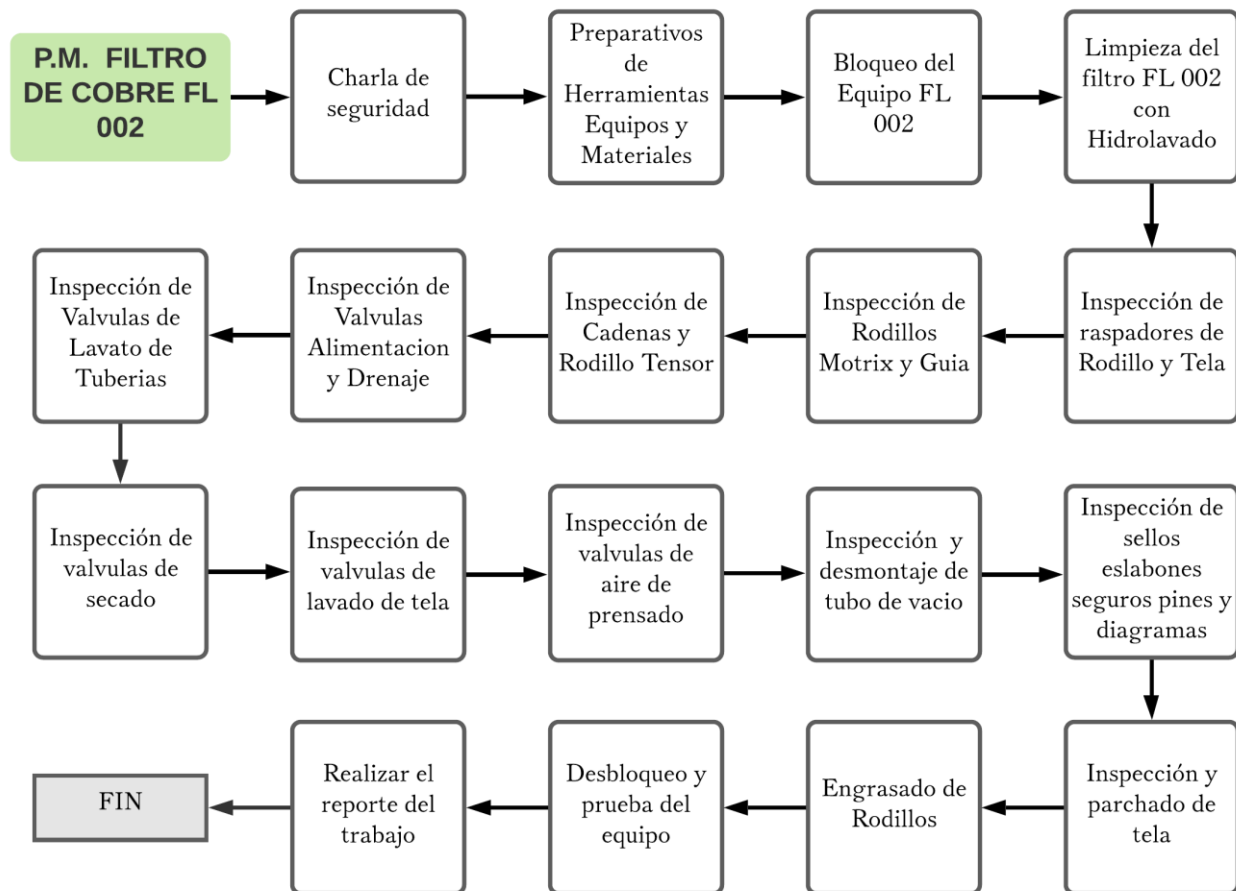
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

5.1. Descripción de las actividades profesionales

En la **Figura 17** se muestra de manera desarrolladas la descripción de las actividades profesionales.

Figura 17

Descripción de las Actividades



Fuente: Elaboración propia, (2022)

5.1.1. Enfoque de las actividades profesionales

Las actividades mediante el plan de suficiencia profesional se enfocan en realizar un programa de mantenimiento semanal real, operativo y de gestión brindando soporte en las actividades a realizar por ciclos operativos los cuales se tomarán de acuerdo a previsto en el equipo.

El técnico mecánico realiza actividades de mantenimiento, inspección y regulación de las partes mostradas en el programa de mantenimiento semanal el cual nos brindara los cambios a realizar si así lo requiera.

5.1.2. Alcance de las actividades profesionales

El presente proyecto inicia con el bloqueo del equipo tal como lo requiere el estándar de seguridad así mismo se tiene actividades previas al mantenimiento del filtro de cobre como la limpieza con una hidrolavadora en los puntos donde requiera la limpieza.

Una vez culminado con la limpieza las primeras actividades son las inspección y regulación de raspadores de tela y de rodillo para un posterior cambio si este lo requiera o cumpla sus ciclos a cambio como lo menciona en este plan de mantenimiento.

Además, se realizan las inspecciones de rodillos motrices, rodillos guía, rodillo tensor y cadenas de tensión de tela verificando algún desgaste.

Como el equipo presenta gran cantidad de válvulas pinch se realiza la inspección para su regulación de mangas y presión de las mismas evitando pase de flujos en etapas donde no lo necesite.

Y para culminar con las inspecciones de turno se verifica el tubo de vacío, cadenas del rodillo tensor, parchados de tela e inspección de seguros y eslabones para su posterior desbloqueo del equipo y prueba de final de turno.

Al final de la labor de 12 horas se obtendrá mejores resultados y datos reales de los ciclos de trabajo que necesitamos para un mejor control de equipo.

5.1.3. Entregables de las actividades profesionales

Antes de iniciar actividades en el filtro de cobre se debe de tener en cuenta los siguientes documentos que se tienen que llenar para posteriormente ser revisados y firmadas por el supervisor de mantenimiento y el supervisor de operaciones si este último lo requiera.

- IPERC (identificación de peligros y evaluación de riesgos y medidas de control)
- PETAR (permiso escrito de trabajo de alto riesgo)
- ATS (análisis de trabajo seguro)
- PERMISO DE TRABAJO EN CALIENTE
- FORMATO DE 14 REGLAS PARA VIVIR
- REPORTE DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL MANTENIMIENTO

5.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional

5.2.1. Metodología

Se realiza los siguientes pasos:

Inspección de raspadores de rodillo y tela: El técnico mecánico apoyado por un arnés de seguridad ingresa al filtro a inspeccionar el raspador de rodillo el cual es una pieza de desgaste que se tiene que inspeccionar su estado y regular de tal manera que pueda ayudar a la limpieza de la carga que el rodillo pueda almacenar.

Inspección de rodillo motriz y guía: El técnico mecánico apoyado por un arnés de seguridad ingresa al filtro a inspeccionar los rodillos el cual verifica su desgaste o en su tal

los rodamientos que este lleva. El cambio se realiza con ayuda del puente grúa por el peso del rodillo que está en 150 kg ya que en su mayoría están ubicados a una altura considerada.

Inspección de cadenas y rodillo tensor: El técnico mecánico realiza el retiro de guardas de seguridad de las cadenas y con ayuda de el mando se levanta el rodillo tensor ubicándolo en la parte superior y dando el perno se regulación en la parte baja con esto se puede verificar el tensado y estado de las cadenas para su posterior engrasado manual.

Con respecto al rodillo tensor el técnico mecánico verifica el estado de desgaste del rodillo y sus rodamientos además de inspeccionar la regulación por ser un rodillo que presiona la tela contra otro rodillo y si requiere cambio se tomaría apoyo de un puente grúa para su reemplazo.

Inspección de válvulas de alimentación y drenaje: El técnico mecánico realiza la inspección de las mangas ya que son válvulas pinch que necesitan regulación por desgaste del material abrasivo además de verificar el estado de las mangueras hidráulicas, si requieren cambio se apoyaría con un puente grúa para su reemplazo y apoyo del personal instrumentista para su desconexión.

Inspección de válvulas de lavado de tuberías: El técnico mecánico realiza la inspección de la válvula pinch y regulación si fuera necesario, si fuera necesario el cambio se apoyaría con el puente grúa para su reemplazo.

Inspección y desmontaje de tubo de vacío: El técnico mecánico realiza el desmontaje del tubo de vacío el cual realiza el efecto venturi que ayuda a la succión de los diafragmas, y se verifica su condición llevándolo a la limpieza que este lleva, se tiene que tener en cuenta la posición de este componente.

Inspección de válvulas de prensado: El técnico mecánico realiza la inspección y regulación de la válvula pinch de prensado el cual da ingreso de aire a la cámara entre el diafragma y la placa, si requiere cambio se apoyará con un puente grúa para su reemplazo.

Inspección de válvulas de lavado de tela: El técnico mecánico realiza la inspección y regulación de la válvula pinch de 2 pulg el cual lleva agua a los aspersores para su lavado, así mismo se realiza el desmontaje de los aspersores para su limpieza ya que lleva boquillas que presurizas el agua y que pueden estar tapados por carga. Para su desmontaje solo se necesita el apoyo de 2 mecánicos y su posterior reemplazo.

Inspección de válvulas de secado: El técnico mecánico realiza la inspección y regulación de la válvula pinch de secado el cual da ingreso de aire a la cámara entre la carga y el diafragma, si requiere cambio se apoyará con un puente grúa para su reemplazo.

Inspección de sellos, eslabones, seguros, pines y diafragmas: El técnico mecánico realiza la inspección de los sellos que se encuentran en las placas los cuales sellan la salida de la carga al momento de la alimentación de carga a cada placa, así mismo verifican que el estado del mismo este correcto y no tenga picaduras y despegue el cual con ayuda de un destornillador se puede retirar y posteriormente se coloca uno nuevo.

El eslabón tiene como función unir cada placa el cual al tener contacto con los pines de cada placa sufre un desgaste y talvez deformación el cual se tiene una comparación para su cambio si requiera.

Los seguros y pines están ubicados en cada placa, los pines que por su ubicación pueden causar desnivelación en la placa por la deformación que por el tiempo de uso pueden genera al ver esta condición se procede al retiro y posterior soldeo de un nuevo pin. En el caso de los seguros estas deben de estar ubicados en cada pin evitando que los eslabones se salgan de su ubicación.

Los diafragmas son elementos de presionado a la carga el cual al recibir alta presión de aire se hinchan y realizando la presión y retito del agua, para su inspección se requiere abrir el paquete de placas y hacer la prueba del efecto Venturi y ver que todos los diafragmas se peguen a las placas de esta manera se verifica si uno esta fisurado y si fuera esa la condición se cambia.

Inspección y parchado de tela: El técnico mecánico realiza la inspección de la tela verificando que no tenga algún hueco generado por el rozamiento de los componentes con la tela y si fuera así se coloca el hueco encontrado en cada pulso en la parte delantera del filtro y se sube el rodillo tensor para que suelte la tensión de la tela y se puede jalar manualmente ubicando el hueco en la mesa de trabajo y realizando el parchado respectivo.

5.2.2. Técnicas

Se entiende que en las técnicas se utiliza varios instrumentos y medios a través de los cuales se efectúa el trabajo de inicio a fin.

Inspección de raspadores de rodillo y tela: Se tiene que verificar la pieza de desgaste y regular con parámetros establecidos.

Inspección de rodillo motriz y guía: Verificar el desgaste del revestimiento del rodillo, los rodamientos y acoples flexibles.

Inspección de cadenas y rodillo tensor: Verificar el estado de desgaste del rodillo y sus rodamientos e inspeccionar la regulación del rodillo.

Inspección de válvulas de alimentación y drenaje: Verificar el estado de las mangas de las válvulas pinch y verificar el estado de regulación, además inspeccionar el estado de las manqueras hidráulicas y acoples.

Inspección de válvulas de lavado de tuberías: Verificar el estado de las mangas de las válvulas pinch, el estado de regulación y verificar la condición del manómetro de presión de agua.

Inspección y desmontaje de tubo de vacío: Desmontar el tubo de vacío para verificación, inspección y limpieza.

Inspección de válvulas de prensado: Inspeccionar las mangas de las válvulas pinch, verificar el estado de regulación, además inspeccionar el estado de las manqueras hidráulicas, acoples y el manómetro de presión.

Inspección de válvulas de lavado de tela: Verificar el estado de la válvula y una válvula anterior manual de bola además de desmontar los aspersores para limpieza.

Inspección de válvulas de secado: Verificar el estado de las mangas de las válvulas pinch y verificar la regulación.

Inspección de sellos, eslabones, seguros, pines y diafragmas: Verificar el estado de sellos en los marcos de la placa.

Verificar el desgaste y elongación de los eslabones y seguros.

Verificar el estado de los pines y fracturas.

Verificar con un efecto Venturi el estado de los diafragmas al momento de realizar el vacío.

Inspección y parchado de tela: Verificar es estado de la tela y si presenta huecos realizar el parchado según manual.

5.2.3. Instrumentos

- Lineamientos de seguridad
- PETS (Procedimiento escrito de trabajo seguro)

- Especificaciones técnicas del Manual **Operación y Mantenimiento del filtro de cobre LAROX.**

5.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades

Para las mediciones y ejecución de trabajo se necesita las siguientes herramientas:

- Flexómetro
- Vernier
- Arnés de seguridad
- Línea de seguridad
- Escobilla de acero
- Llaves de boca y corona
- Pistola de impacto $\frac{3}{4}$ y $\frac{1}{2}$
- Destornilladores
- Dados de impacto
- Eslingas planas
- Grilletes $\frac{5}{8}$, $\frac{3}{4}$ y $\frac{1}{2}$

5.3. Desarrollo

Antes de empezar a trabajar:

- Asegúrese de conocer la estructura del filtro.
- Sigas todas las regulaciones de seguridad.
- Realice los chequeos regularmente.
- Familiarícese con las diferentes etapas de operación del filtro.

Siempre, antes de iniciar cualquier trabajo de mantenimiento o de reparación en el filtro, asegúrese de que el equipo se encuentre en posición abierta y trabando el equipo de esta manera evitaríamos cualquier cierre del paquete de placas imprevisto.

Para iniciar los trabajos en el filtro iniciaríamos con lo siguiente.

5.3.1. Charla de seguridad y distribución de trabajos

A inicio de actividades se reunirá el equipo de trabajo para realizar la difusión de seguridad relacionado al equipo y posibles condiciones que puedan suceder de esta manera tener conciencia de las tareas que se van realizar. Además de revisar el procedimiento de trabajo y difundirlo a todo el personal (Ver **Anexo 1**).

Posteriormente se entrega las actividades a realizar en el filtro de cobre distribuyendo al personal para que realice los distintos trabajos que este amerita como inspección de raspadores de tela y rodillos, inspección y regulación de válvulas pinch, desmontaje de tubería de lavado de tela, inspección de sellos, regulación de rodillos e inspección de rodamientos, inspección de colectores además de revisar la unidad hidráulica.

Se tiene que llenar los documentos de seguridad los cuales se realiza de acuerdo a los trabajos mencionados.

IPERC continuo: Documento de gestión que permite identificar peligros, evaluar riesgos y medidas de control asociados a los procesos de trabajo (Ver **Anexo 2**).

PETAR: Documento de gestión relacionado a la alta peligrosidad de trabajo en el cual se puede seleccionar el trabajo de alto riesgo (Ver **Anexo 3**).

Plan de Izaje: Documento de gestión relacionado a las maniobras de cargas suspendidas en el cual se puede visualizar los distintos objetivos de seguridad para las maniobras (Ver **Anexo 4**).

Registro de auditoria de controles críticos: Documento de inspección para trabajos que contemplen las 14 reglas de vida en sociedad minera cerro verde (Ver **Anexo 5**).

ATS: Documento de análisis para nuevos trabajos en los cuales no se tiene un procedimiento de trabajo seguro (Ver **Anexo 6**).

Una vez concluido los documentos de seguridad y siendo revisados y firmados por el supervisor de operaciones y de mantenimiento recién el equipo tendría el permiso de ingresar al área de trabajo

5.3.2. Preparativos de herramientas, equipo y materiales

Para el inicio de labor se tiene que identificar todas las herramientas a utilizar en los trabajos del filtro de cobre en el cual se tiene un plan de trabajo por tal motivo se identifica las herramientas necesarias para las labores identificadas en tal motivo se tiene que inspeccionar y colocarle una cinta de inspección.

A continuación, se detalla las herramientas a usar para los trabajos.

- Pistola de impacto de $\frac{1}{2}$
- Pistola de impacto de $\frac{3}{4}$
- Dados de impacto 30mm, 24mm, 12mm, 9mm
- Llaves de boca y corona 30mm, 24mm, 12mm, 10mm
- Destornilladores planos
- Escobilla de acero
- Manqueras de aire con acople rápido de 15 metros
- Llave francesa de 12pulg
- Nivel de mano
- Elingas planas 1x2, 1x4, 2x2
- Grilletes de $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{5}{8}$

Equipos a utilizar y otros a condición de trabajo.

- Máquina de soldar
- Hidrolavadora industrial
- Cortador de tela y cierre de grapa

- Engrasadora industrial neumática

Materiales a utilizar en el mantenimiento.

- Líquido penetrante
- Grasa para juntas
- Cinta teflón

5.3.3. Bloqueo del equipo FL 002

Para el bloqueo del equipo se tiene en cuenta los siguientes puntos.

SV 01	válvula hidráulica N° 1
SV 03	válvula hidráulica N° 3
VMRodt	válvula manual rodillo tensor
VMP	válvula manual de pulpa

Para este tipo de procedimiento se aplica un proceso de desenergización de equipo (LOTOTO) en el cual se sierra y posteriormente se bloquea con un lazo y candado de bloqueo. Una vez realizado el bloqueo se solicita al área operativa el testeado de los puntos solicitados y de esta manera se asegura de que ninguna energía pueda accionar el equipo.

5.3.4. Limpieza del filtro FL 002 con hidrolavadora

El filtro de cobre por ser un equipo que procesa material por toneladas tiende a generar residuos, los cuales se impregnan al equipo en la gran variedad de sus componentes, por tal motivo que se procede a un lavado con un equipo industrial de hidrolavado el cual alcanza presiones altas que ayudan al retiro de este material relativamente seco.

En este proceso del mantenimiento se realiza con dos técnicos mecánicos el cual uno de ellos manipula el equipo y otro ayuda al desquince de las zonas donde el material está muy impregnado además de indicarle al operador del equipo las zonas donde requiere de mayor lavado.

5.3.5. *Inspección de raspadores de rodillo y tela*

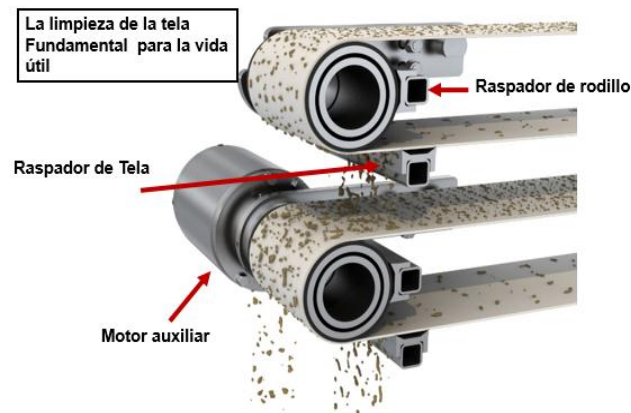
El filtro cuenta con raspadores de tela y de rodillo, cuya finalidad es retirar el material excedente de los componentes adyacentes a los mismos.

Es muy importante que los raspadores se revisen frecuentemente, de modo que estas tareas están incluidas en este mantenimiento por tal motivo los técnicos con ayuda de un arnés de seguridad ingresan a la parte superior del filtro a inspeccionar estos componentes de manera descendente verificando su estado realizando la limpieza mecánica para posteriormente cambiarlo si fuera necesario o regularlo.

La vida útil de estos raspadores depende de las condiciones de abrasión, pero se está proponiendo su cambio a 500 ciclos operativos además del lavado frecuente del filtro.

Figura 18

Raspadores de tela y de rodillo



Fuente: Quezada, (s.f.)

5.3.6. *Inspección de rodillos matrices y guías*

Estos componentes se encuentran en las placas los cuales necesitan ser inspeccionados por el desgaste en el revestimiento ya que tiene fricción con la tela filtrante.

Los técnicos con ayuda de un arnés de seguridad ingresan a la parte superior del filtro a

inspeccionar estos rodillos en ambos lados de manera descendente verificando su estado y realizando la limpieza mecánica para posteriormente cambiarlo si fuera necesario.

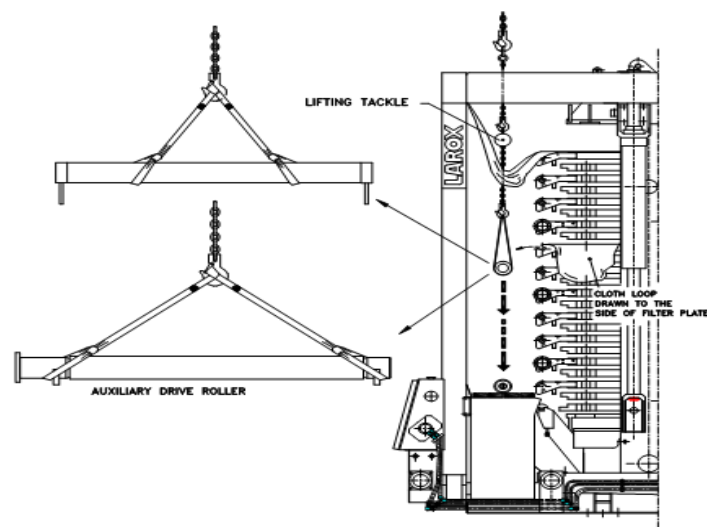
Se está proponiendo un cambio a los 5000 ciclos operativos pero una vez identificado un rodillo en mal estado y que tenga la cantidad de ciclos cumplidos se procede a cambiarlo siguiendo los siguientes pasos:

El rodillo de la placa pesa 150 kg así que requerimos ayuda de un puente grúa para su cambio. Como los rodillos superiores del paquete de placas se localizan bastante arriba, es importante que se tenga precaución al momento de sustituirlo.

Se ubica el cierre de la tela en el rodillo a cambiar y se retira la grapa para luego abrir la tela y dejar al rodillo afectado expuesto, quite los raspadores de tela como los de rodillo, una vez liberado el rodillo coloque la eslinga y estrope la eslinga al gancho de la grúa puente, suelte sus pernos de sujeción del rodillo y retire el rodillo dañado.

Figura 19

Reemplazo de rodillos de la placa



Fuente: Quezada, (s.f.)

El rodillo nuevo coloque se coloca en su lugar en el orden opuesto, para este tipo de trabajo se requiere de 2 mecánicos y un operador de puente grúa.

5.3.7. *Inspección de cadenas y rodillo motriz*

El cambio en lo largo de la tela que tiene lugar durante la apertura del paquete de placas y el avance de la tela, se compensa por el mecanismo tensionador donde el torque lleva al motor hidráulico a tensar un par de cadenas fijas al rodillo tensionador.

Observe la presión utilizada por el motor del mecanismo tensionador y compárelo con la presión utilizada durante el arranque de esta manera se puede verificar el torque que genera el rodillo a la tela.

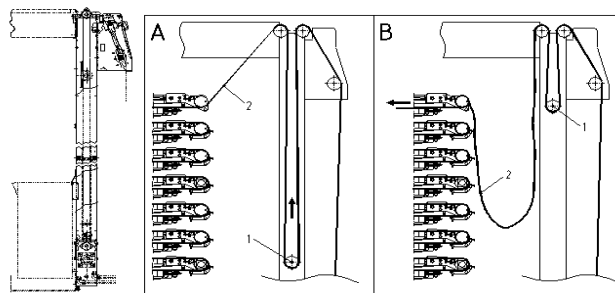
Las medidas que realizaremos para la inspección y mantenimiento son las siguientes:

Condición y ajuste de cadenas las cuales se verifican al retirar la guarda y observando si las cadenas presentan soltura.

Se inspeccionan los piñones y las ruedas de fijación que se tiene que engrasar y ver el estado que estos presentan. Luego se retira el motor hidráulico para visualizar el acoplamiento del rodillo tensor y finalmente se gradúa el rodillo tensor colocándolo de manera horizontal y así evitando desalineamiento de la tela de filtración.

Figura 20

Deposito tensor de la tela



Fuente: Quezada, (s.f.)

5.3.8. *Inspección de válvulas pinch Larox*

Las válvulas pinch es un mecanismo de presión resistente y robusta que posiciona la manga (sleeve) lo que da como resultado un control preciso de flujo. Estas válvulas son utilizadas por el flujo abrasivo que este presenta.

El filtro de cobre presenta la siguiente válvula pinch:

- V 02 válvula de ingreso de concentrado
- V 12 válvula de ingreso de concentrado
- V 07 válvula de drenaje
- V 17 válvula de drenaje

Estas válvulas están ubicadas en las partes laterales del filtro del cobre las cuales se regulan para evitar la erosión del tubo flexible, si en todo caso por tiempo de ciclos operativos propuestos que son 3000 ciclos y requiera su cambio se necesitaría el apoyo del puente grúa para el retiro de la tubería yee comunicante y posteriormente de la válvula dañada o que cumpla sus ciclos, para este trabajo se requiere el apoyo de un instrumentista para la desconexión.

- V 06 y 16 válvula de entrada de aire de secado
- V 001 y 05 válvula de lavado de tuberías y mangueras

Estas válvulas están ubicadas en la parte superior del filtro de cobre las cuales se regulan para evitar la erosión del tubo flexible, a estas válvulas se le está proponiendo 4000 ciclos operativos para cambio por ser válvulas que regulan flujos de aire y agua para lo cual se necesita el apoyo de un puente grúa para su cambio además de un instrumentista para su desconexión.

- V 09 válvula de lavado de tela
- V 03 y 04 válvula de aire de prensado

Estas válvulas están ubicadas en la posición 2 del filtro de cobre las cuales son válvulas pequeñas de 2 pulg para lo cual se está proponiendo 4500 y 5000 ciclos para su cambio, además se realizar el desmontaje de las quenás de lavado de tela el cual cumple una importante labor por es ella la que se encarga de retirar la carga almacenada en la tela.

Figura 21

Válvulas pinch Larox



Fuente: Quezada, (s.f.)

5.3.9. Inspección y desmontaje de tubo de vacío

Para la inspección del tubo de vacío en donde el filtro hace el efecto venturi y de esta manera los diafragmas se contraen para la inspección de uno dañado para esto se tiene que retirar la guarda que lo cubre y así poder visualizarlo.

Es un tubo hueco cilíndrico por el cual el aire de las cámaras pasa haciendo el efecto venturi, pero lo más importante es que se retira para su limpieza e inspección porque está ubicado en la parte baja del equipo y es donde la mayor cantidad de carga residual se presenta.

5.3.10. Inspección de sellos eslabones, seguros, pines y diafragmas

Los sellos de las placas filtrantes se pueden cambiar sin necesidad de retirar las placas del filtro.

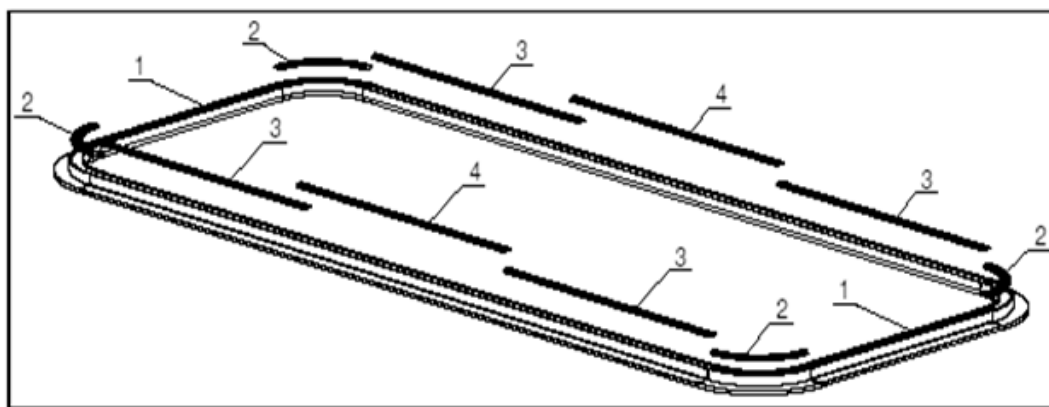
Después de haber inspeccionado los sellos y detectado un sello dañado, se marca la placa para que al momento de retirar los eslabones esta se quede suspendida en la parte superior

Se afloja la tela del filtro para dar mayor comodidad de trabajo. Se remueve el sello dañado con un destornillador retírelo.

Inspeccione la zona del sello puede ser que la carga haya dañado la placa, luego coloque el sello nuevo en las muescas de apriete.

Figura 22

Cambio de sello de la placa



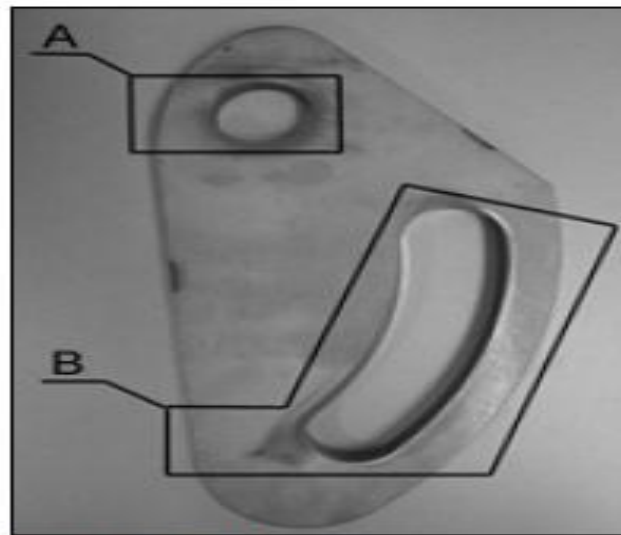
Orden en la instalación de un sello nuevo (para hacer la ilustración más fácil el marco se está mostrando boca abajo)

Fuente: Quezada, (s.f.)

Al momento de retirar los eslabones se tiene que tener en cuenta el daño que le puede causar a los eslabones el desalineamiento de las placas por tal motivo se realiza su inspección para ver el desgaste que estos llevan y así poder realizar su cambio.

Figura 23

Eslabón de placa de suspensión



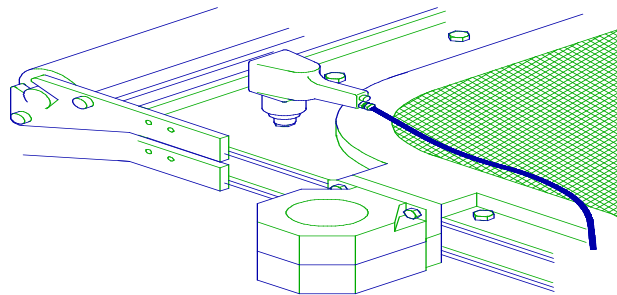
*Placa de suspensión
A = posible area de falla en el agujero circular
B = posible area de falla al final del agujero elongado*

Fuente: Quezada, (s.f.)

Para poder inspeccionar el diafragma de la placa, se tiene que abrir el paquete de placas y realizar con el control manual el efecto venturi de esta manera los diafragmas se contraen hacia las placas y si uno de ellos no en ese caso podemos afirmar que ese diafragma está dañado o perforado.

Figura 24

Diagrama de la placa filtrante



Fuente: Quezada, (s.f.)

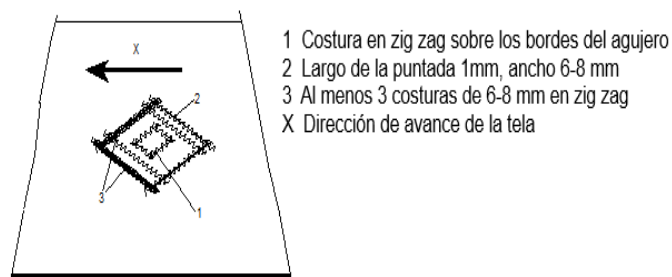
5.3.11. Inspección de parchado de tela

Cuando el operador esta lavado el equipo en MODO FIN (lavado de tela) se puede realizar la inspección e la tela para ver si esta presenta alguna perforación o ruptura en algún lugar de la placa para esto si fuera cierto se ubica el hueco o perforación y se le pide al operador el IMPULSO donde está el daño.

Posteriormente se ubica la grapa de la tela en la parte superior y del filtro y se levanta el rodillo para que suelte el tensionado de la tela y se pueda retraer manualmente y ubicarlo en una mesa de trabajo para su reparación.

Figura 25

Reparación de tela



Fuente: Quezada, (s.f.)

5.3.12. Engrasado de rodillos

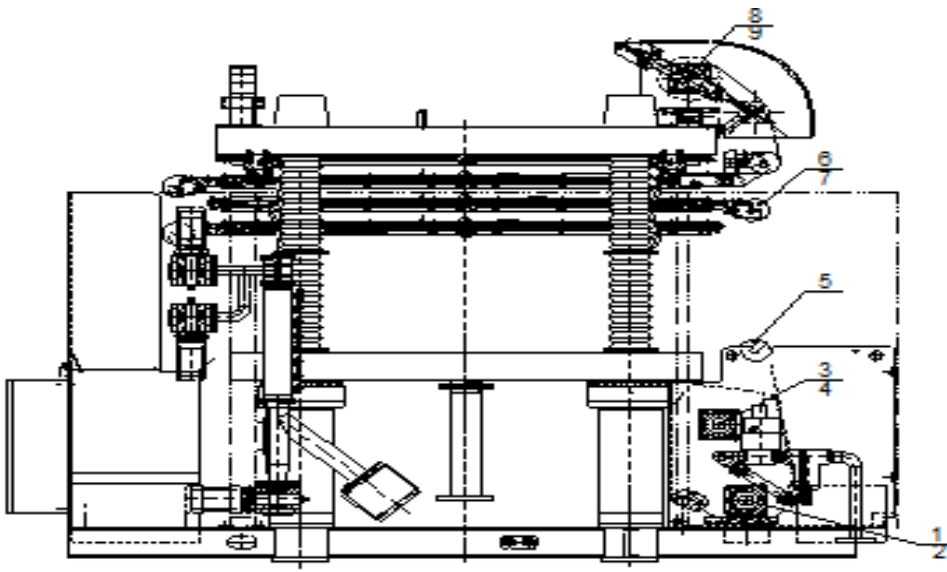
Una vez terminado todo el mantenimiento del equipo un área de lubricación pide el apoyo para la lubricación de todos los componentes del equipo por el cual se tiene presente los rodillos a los cuales e le aplicara grasa y detallo a continuación

- Rodillo motriz
- Rodillo guía
- Rodillo tensor
- Rodillo de impulso

- Rodillo de batea
- Rodillo motriz principal
- Rodillo de presión

Figura 26

Lubricación del filtro de cobre



The technical drawing shows a cross-section of a complex mechanical assembly. Numbered points 1 through 9 are distributed across the machine, indicating specific locations for lubrication. Point 1 is at the bottom left, 2 at the bottom right, 3 and 4 are near the center-right, 5 is on the right side, 6 and 7 are at the top right, and 8 and 9 are at the very top right.

CARTA DE LUBRICACION				
PUNTO		LUBRICANTE	CANTIDAD	INTERVALO
1-2	Engrasadores en el vat del rodillo	Gleitmo WSP 5000	10 g	1 mes
3-4	Engrasadores en el rodillo inferior de avance	Gleitmo WSP 5000	10 g	1 mes
5	Engrasadores en el rodillo de impulso	Gleitmo WSP 5000	10 g	6 meses
6-7	Engrasadores en el rodillo de amortiguadores (2 pzas/rodillo)	Gleitmo WSP 5000	10 g	4 meses
8-9	Engrasadores en el rodillo superior de avance	Gleitmo WSP 5000	10 g	1 mes

Fuente: Quezada, (s.f.)

5.4. Ejecución de las actividades profesionales

5.4.2. *Procesos y secuencias operativas de las actividades profesionales*

Se tiene los siguientes pasos a realizar:

- **Charla de seguridad y distribución de trabajos:** Se realiza una reunión de seguridad y posteriormente se delega a cada mecánico la ubicación en la cual van a trabajar.
- **Lavado del filtro en operación:** El operador del filtro de cobre realiza un lavado en cascada antes de entregar el equipo al área mecánica.
- **Preparativos de herramientas, equipos y materiales:** Se tiene que inspeccionar las herramientas para verificar su estado además de tener el material de cambio.
- **Instalación de equipos y herramientas:** Se procederá a colocar las líneas de aire para pistolas de impacto y conectar la hidrolavadora a una fuente de energía.
- **Demarcación del área:** Se delimitará todo el perímetro del filtro para evitar ingreso de personal ajeno al trabajo además se coloca una tarjeta de ingreso al área.
- **Apertura del paquete de placas, trabado de pines y cierre de compuertas de chutes:** Se procede a abrir el paquete de placas y lo traba en posición abierta además cierra las compuertas de descarga.
- **Ubicación de la grapa:** Se ubica el cierre de la tela en la posición superior además de verificar si tiene perforaciones la tela.
- **Subir el rodillo tensor y cerrar válvulas:** Se levanta el rodillo tensor a la parte superior se retira las guardas y se verificar las cadenas de levante.

- **Bloqueo de Válvulas SV 01, SV 03, VM pulpa y VM Rt:** Se empieza a realizar el bloqueo mecánico de los equipos del filtro según del procedimiento de lototo.
- **Limpieza de las placas, rodillos, compuertas, válvulas y estructura con hidrolavadora:** Se alista la hidrolavadora con la boquilla de abanico a alta presión se lava las partes del filtro además de lavar las compuertas.
- **Inspección de raspadores de tela, rodillos y regulación:** Se limpia los raspadores además de retirarlos para enderezarlos y posteriormente se regula para retirar la carga excedente.
- **Inspección de rodillos motriz y rodillos guía:** Se limpia los rodillos motrices y se verifica el desgaste del revestimiento posteriormente se retira el motor hidráulico para verificar el acople flexible.
- **Desmontaje de guardas para inspección de cadenas del rodillo tensor:** Se desmonta las guardas de las cadenas y se limpia con desengrasante industrial, además se verifica el tensado y se regula la presión de la cadena.
- **Inspección de válvulas de ALIMENTACION V 02, V 12 y regulación:** Se verifica las mangas de las válvulas pinch y se regula la presión de trabajo para evitar fugas de carga.
- **Inspección de válvulas de DRENAJE V 07, V 17 y regulación:** Se verifica las mangas de las válvulas pinch y se regula la presión de trabajo para evitar fugas en presión de trabajo.
- **Inspección de válvulas de LAVADO DE TUBERIAS Y MANGUERAS V 001, V 05 y regulación:** Verifica la válvula de cuchilla en apertura y cierre

además de verificar el estado de la brida. También se verifica la válvula pinch y se regula la manga.

- **Inspección de válvulas de secado de torta V 16, V 06 y regulación:** Verificar las válvulas pinch, el estado y el tiempo de ciclos para cambio además de verificar las mangueras hidráulicas y de regular las mangas.
- **Inspección de válvulas de LAVADO DE TELA V 09, QUENAS y regulación de válvula:** Verificar la válvula de bola de 2 pulg antes de la válvula V 09, también se retira los aspersores para su limpieza.
- **Inspección de válvulas de AIRE DE PRENSADO V 03, V 04 y regulación:** Verificar el estado de las mangas y manómetros de presión, posteriormente se regula la manga.
- **Desmontaje y limpieza del TUBO DE VACIO e inspección de válvula V 24 y regulación:** Retirar el tubo de vacío que realiza en efecto Venturi para su limpieza además de verificar el estado de la válvula V 24 por ser una válvula de bola.
- **Inspección de sellos del marco, pines, eslabones, seguros y diafragmas:** Verificar el sello del marco de cada placa, el pegado de los diafragmas con el efecto Venturi realizado e inspeccionar rajadura de pines, desgaste de eslabones y estado de seguros.
- **Inspección y parchado de tela filtrante:** Verificar el estado de la tela y localizar el impulso en donde se obtiene el agujero para realizar el parchado.
- **Engrase de rodillos:** Verificar el estado de las graseras y lubricar los rodillos y cadenas de todo el filtro.

- **Desbloqueo de HY712:** Se retira el bloqueo de todos los equipos seleccionados en el trabajo del filtro.
- **Bajar el rodillo tensor, y abrir válvula:** Verificar carga en el rodillo, limpiarlo y a través del panel descender el rodillo, tensarlos con la tela y abrir los chutes de descarga.
- **Pruebas del equipo:** Se revisará todos los equipos intervenidos para verificar si hay fugas
- **Orden y limpieza:** limpiar toda el área del filtro, los equipos y herramientas utilizados en el trabajo.

Capítulo V

RESULTADOS

6.1. Resultados finales de las actividades realizadas

En este plan de mantenimiento preventivo ayudamos a mejorar el proceso de reparación y/o cambio entre una pieza dando como resultado mejoras considerables en el equipo además de darle valor por ciclos a los distintos elementos de trabajo en lo cual detallo:

Mejorar la durabilidad de los raspadores de tela y de rodillo un 50% más de vida ya que al hacer el destaje de cuerpo de desgastes la durabilidad aumenta, además de tener presente que el tiempo de regulación entre una y otro aumentaría.

Los rodillos de guía y motrices al mantener una regulación constante con respecto a su nivelación se da un tiempo de vida mayor generando 5000 ciclos para su cambio con esto el rodillo tendría 2000 ciclos más para su cambio que anteriormente era 3000, además de tener presente que el engrasado de sus rodamientos se haría cada 14 días.

La cadena de regulación del rodillo tensor mejora de 5000 a 7000 ciclos para su cambio este nos lleva a que la regulación del y engrasado ayuda al tensionado de la tela por lo que el rodillo tensor siempre se mantendría recto y si fallas.

Las válvulas pinch son elementos de desgastes constante por el flujo que este controla por lo cual se tiene que regular la manga constantemente y por tal motivo nos lleva a realizar un cambio a 3000 ciclos obteniendo 1000 ciclos más que anteriormente se tenía de 2000 ciclos para su cambio.

La limpieza e inspección de tubo de vacío se limpiaría cada 8000 ciclos ya que se tiene presente que la mejora es el lavado por parte de operaciones y ganando 4000 ciclos más con su anterior que era 4000 para su cambio.

La inspección de sellos y diafragmas que son elementos que restringen la salida de la carga tienen una durabilidad de 12 ciclos reales para su cambio, y al mejorar la inspección y limpieza constatare del filtro estos aumentarían a 16000 ciclos operativos dando una diferencia de 4000 ciclos.

El parchado de tela va acompañado de las fallas que puede haber en los sellos por lo que se genera su perforación, pero al mejorar la limpieza del equipo y regulación de partes móviles este aumentaría de 3000 a 5000 antes de una posible falla o corte de tela.

6.2. Logros alcanzados

Con estas mejoras en el equipo de trabajo del filtro de cobre se quiere obtener distintos valores que ayudan a mejorar constantemente el equipo además de la realización del plan de mantenimiento que no solo abarcaría a la parte mecánica, sino que tomaría apoyo de la parte operativa generando un equipo de trabajo constante.

Al ver las mejoras en el mantenimiento del equipo se obtienen datos para su cambio real por ciclos operativos generando mayor confiabilidad y evitando costos innecesarios lo cual nos llevaría a hacer otras mejoras en distintos elementos donde se necesitaría más importancia.

Además de mantener el equipo limpio y operativo nos ayudaría más en otras inspecciones que pueda realizar el equipo mecánico, eléctrico y operacional.

6.3. Dificultades encontradas

En un mantenimiento programado se puede encontrar en una inspección una falla no muy común que raramente nos dificulta el mantenimiento programado como:

Perforación de marcos de la placa

Esta condición en la cual el marco sufre una perforación dificulta la correcta operatividad del equipo provocando caídas de presión o alargar el tiempo de filtrado.

Por tal motivo se inicia el mantenimiento ubicando en cual placa se encuentre la perforación para luego cerrar el paquete de placas se bloqueando el equipo.

Al ingresar se tiene que abrir el paquete de placas por lo cual se retira los seguros y eslabones dejando el eslabón con el marco dañado para q al momento de abrir el paquete de placas este quede en posición superior.

Un soldador ingresa al paquete de placas abierto ubica la perforación y procede a realizar la limpieza para posteriormente realizar el soldeo con electrodo 308 L inox.

Ya a finalizar se verifica el estado de la soldadura y se procede a colocar el sello de la placa para luego cerrar el paquete de placas, colocar los eslabones y los seguros.

Se entrega el equipo al área operativa para su funcionamiento.

6.4. Planteamiento de mejoras

6.4.1. Metodologías propuestas

Fabricación de un rodillo extractor de tela filtrante.

6.4.2. Descripción de la implementación

Se considera realizar una base con un rodillo motriz en el cual se engancharía la tela existente para su retiro y este será accionado por la unidad hidráulica adicional a los rodillos que tiene el filtro. Este equipo nos ayudaría a evitar que el personal mecánico interfiera directamente al cambio de tela y además de reducir de 6 mecánicos a 2 asegurando su integridad física al no tener contacto con el equipo.

De esta manera mantenemos una barrera entre el equipo en movimiento y el personal de trabajo.

6.5. Análisis

Las medidas realizadas para la inspección y el mantenimiento cuando arranca y se detiene el filtro de cobre son con el único objetivo de garantizar la vida útil del equipo y posteriormente de componentes que tengan contacto directo con el proceso de filtración.

Al cumplir con un programa de mantenimiento preventivo reducimos la probabilidad de accidentes surgidos en la ejecución de las labores asignadas en cada frente de trabajo. Además de que mantenemos todos los sistemas en perfectas condiciones aumentando así la seguridad del personal ejecutante, a lo que eleva su productividad.

Al programar este mantenimiento preventivo reducimos hasta un 60% los periodos de paradas no programadas, además de reducir los mantenimientos correctivos del filtro de cobre a lo que incide a que el equipo pase el menor tiempo posible detenido

También al cumplir con los mantenimientos preventivos hace que cualquier desperfecto sea corregido a tiempo antes de que este genere una falla en la operación y así evitamos que se presenten fallas mayores. También todos los demás componentes van a alargar su caducidad, lo que tiene consecuencias claras desde el punto de vista de ahorro.

Cuando hablamos de mantenimiento preventivo y correctivo, la gran diferencia está en los costos, al anticiparse a los daños producidos por desgaste, así como las averías se reduce al mínimo la necesidad de realizar un mantenimiento correctivo, lo que incide directamente en el ahorro de costos.

6.6. Aporte del bachiller en la empresa

- La operación de manera segura el puente grúa para el mantenimiento y cambio de los diferentes equipos del filtro de cobre.
- Apoyar las labores de mantenimiento en los diferentes turnos de trabajo.

- Coordinar las acciones a ejecutar en el turno con mecánicos del área y contratistas asignados para el trabajo.
- Monitorear y ejecutar el desarrollo de las tareas con los distintos
- Realizar reparaciones mayores no prevista en un mantenimiento preventivo.
- Cumplir con la ejecución del programa de mantenimiento mecánico y reportar el cierre de las mismas detallando en la cartilla de trabajo las observaciones.
- Solicitar los recursos para el cumplimiento de los objetivos de mantenimiento del filtro de cobre.
- Se informará con anticipación las necesidades de repuestos, materiales y suministros en los previos del mantenimiento de filtro.

CONCLUSIONES

Se realizó el diseño del mantenimiento preventivo siguiendo los lineamientos dados, el cual ayudó a garantizar la correcta operación del equipo, dándole una confiabilidad del 50% en primera estancia, la cual aumentará paulatinamente. Así mismo, se realizó la evaluación de ciclos operativos obteniendo datos del comportamiento de los distintos componentes que este tiene; para ello, se analizó cada uno de los componentes, con respecto a los ciclos de operación, obteniendo datos reales de desgaste con respecto al tiempo y tomar el 100% de efectividad en el equipo.

Además de obtener datos para componentes a corto plazo, se obtuvo valores para componentes con mayor durabilidad en cantidad de ciclos, dando como resultado a mayor escala mantenimientos programados distintos al mantenimiento preventivo presentado en este proyecto, los cuales ayudarán a ampliar los valores obtenidos y programar otros mantenimientos a largo plazo.

Se identificó los tiempos de falla entre uno y otro elemento mecánico del filtro de cobre, evitando las consecuencias de los fallos del equipo por mantenimiento correctivo. Asimismo, se tomó muestras de tiempo entre fallas de componentes para poder tener un valor en conteo de ciclos, de esta forma se obtuvo valores reales para un respectivo cambio. De manera que, se previene su falla operacional evitando daños a otros componentes y pérdida de tiempo en un 60% del proceso por falla mecánica y solo realizarlo en un PM (mantenimiento preventivo) programado.

Se realizó una programación y gestión de repuestos a utilizar semanalmente para la optimización de tiempos en recursos, con la finalidad de tener físicamente los repuestos en el campo de trabajo, cuya ubicación se detalló para su conservación hasta su utilización, lo que llevó a garantizar la ejecución efectiva de componentes que muestran fallas, para así

conseguir el mantenimiento apropiado; además de tener un stock de repuestos visibles para el mantenimiento preventivo, evitando tiempos muertos por búsqueda de repuesto y garantizando la efectividad real del trabajo preventivo programado.

Se realizó un formato de registro en base a la inspección del filtro de cobre, brindada por el equipo de operaciones, reconociendo las posibles fallas encontradas, realizando además una programación diaria de limpieza del equipo por exceso de carga. Por tanto, debemos hacer una limpieza constante de 1 x 10; es decir, por cada 10 ciclos operativos se limpien básicamente los componentes con mayor cantidad de carga acumulada.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la implementación del presente plan de mantenimiento preventivo por ciclos operativos para poder lograr una mejora continua y una buena producción, debido a que se aumenta la vida útil del equipo.

Es necesario que los administrativos de la empresa designen una persona capacitada y calificada para llevar el seguimiento del plan de mantenimiento preventivo y establecer un stock de repuestos.

Antes de realizar el mantenimiento del filtro de cobre se tiene que determinar las metas y objetivos a realizar en el equipo, ya que estos pueden suscitar inconvenientes que se tienen que evaluar en tiempos de trabajo en el turno de 12 horas programadas con los 8 técnicos mecánicos designados para el mantenimiento.

Asimismo, se solicita revisar maquinaria y equipos para posibles trabajos que estén fuera de lo programado, los cuales puedan causar un inconveniente en el arranque del equipo.

Se tiene que revisar los mantenimientos previos y observaciones que realizaron los operadores, el filtro para tener unos datos base antes de iniciar los trabajos.

Antes de realizar algún tipo de trabajo que implique riesgos en el filtro de cobre se recomienda continuar ordenadamente con los formatos realizados, ya que si llegase a ocurrir un accidente es recomendable seguir con todos los puntos específicos en el formato de accidentes para la investigación e identificación de las causas por las cuales se produjeron los accidentes.

BIBLIOGRAFIA

Google Maps. Sociedad Minera Cerro Verde S.A. [Mapa en Línea]. [fecha de consulta: 4 enero 2022]. Disponible en:

<https://www.google.com/maps/search/cerro+verde/@-16.5402682,-71.5849654,15.25z>

Manual de operaciones y mantenimiento (s.f.). Southern Peru Corporation: Manual de operaciones y mantenimiento. Larox, Separates the best from the rest

Outotec. “Curso de Entrenamiento Para Operaciones y Mantenimiento” Larox Chile S.A.

Outotec. “Intalacion, Operación y Mantenimiento” A1WF Moly concéntrate filter Larox Chile S.A.


Sociedad Minera Cerro verde S.A. “Curso de Mantenimiento Filtro Larox”. Relator Igor Quezada O. Larox Chile S.A.


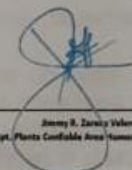

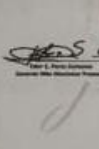
Quezada, I. (s.f.). Curso mantención filtro Larox. Sociedad minera Cerro Verde S.A. Mant. Mecanico.

ANEXOS

Anexo 1.

Procedimiento escrito de trabajo seguro PM FILTRO DE COBRE

 Cerro Verde	PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO (PETS)		Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.
	PM Filtros Cobre		
	Área: Mantenimiento Concentradora C1-C2	Versión N°: 02	
	Código: SMHpr0116	Página: 1 - 47	

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Nombre y Firma:  <small>Fernando Muñoz Arévalo Supervisor Sector Mina Mecánica Procesos</small>	Nombre y Firma:  <small>Jimmy R. Zúñiga Valencia Jef. Planta Confinable Área Yacimiento C1</small>	Nombre y Firma:  <small>Milton Céspedes Caldeiro Gerente de Salud y Seguridad</small>	Nombre y Firma:  Date: 2021.03.1 9 23:25:51 -05'00'
SUPERVISOR DEL ÁREA / EQUIPO DE TRABAJO	GERENCIA DEL ÁREA	GERENCIA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	GERENCIA DE OPERACIONES
Fecha de Elaboración: 11-03-2021	Fecha:	Fecha:	Fecha de Aprobación:


Anexo 2.

IPERC continuo

IPERC CONTINUO							
1. DATOS GENERALES							
NOMBRE DE LA TAREA				SUPERVISOR A CARGO		EMPRESA	
ÁREA / UBICACIÓN DE LA TAREA				RESPONSABLE DEL EQUIPO DE TRABAJO		FECHA	
2. PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO (PETS): DOCUMENTO QUE CONTIENE LA DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LA FORMA COMO LLEVAR A CABO O DESARROLLAR UNA TAREA DE MANERA CORRECTA DESDE EL COMIENZO HASTA EL FINAL, ENFOCADA EN UN CONJUNTO DE PASOS CONSECUTIVOS Y SISTEMÁTICOS. RESUELVE LA PREGUNTA DE ¿CÓMO HACER EL TRABAJO DE MANERA CORRECTA Y SEGURA? (C. 3. 04. 3018-02 y modificaciones)				¿COMIENZA A TU SUPERVISOR, SE DEBE COMPLETAR UN ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO (PETS) ANTES DE COMENZAR A TU SUPERVISOR, DE BEBE COMPLETAR UN ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO (PETS) RECOMENDANDO LAS MEDIDAS DE CONTROL DE EMERGENCIA?			
¿EXISTE UN PROCEDIMIENTO PARA LA TAREA DISPONIBLE EN EL LUGAR DE TRABAJO?				¿LOS INTEGRANTES DEBEN REVISAR Y CONOCER EL PETS ANTES DE EJECUTAR LA TAREA?			
¿EL PETS DESCRIBE LOS CONTROLES PRENTE AL COMIENZO?				¿SE DEBE IMPLEMENTAR LOS RECURSOS ANTES DE COMENZAR CON LA EJECUCIÓN DE LA TAREA?			
¿EL PETS YA FUE REVISADO ANTES DE INICIAR LA TAREA?							
¿SE TIENE LA SUFICIENTE CANTIDAD DE RECURSOS (PERSONAL, HERRAMIENTAS, EQUIPOS) PARA DESARROLLAR LA TAREA DE MANERA SEGURA?							
3. REGLAS DE VIDA: ASEGURAR QUE TODOS LOS CONTROLES CRÍTICOS ESTÁN IMPLEMENTADOS DE MANERA EFECTIVA ANTES DE REALIZAR LA TAREA QUE INVOLUCRE UNA REGLA DE VIDA. SE RECOMIENDA USAR LA OJA DE REGLAS DE VIDA.							
PC	DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	RIESGO	DE LA TAREA DEL AUTÓNOMO NO AFECTA	EVALUACIÓN IPERC			EVALUACIÓN RIESGO RESIDUAL
				A	B	C	A B C
⚠	Trabajo en equipos temporalmente desenergizados (LOTOTO)	Atrapamiento Contacto con sustancias peligrosas Contacto con energía eléctrica					
⚠	Trabajo en espacios confinados	Atrapamiento Atmósfera deficiente o asfixiante Caida de carga suspendida					
⚠	Operación de Equipos de Sope / Cargas suspendidas	Vibraciones en miembros Contacto con líneas eléctricas energizadas Colisión con equipos móviles o fijos					
⚠	Trabajo en altura o descental (Open hole)	Caida o deslizo nivel					
⚠	Excavaciones	Atrapamiento Contacto con líneas eléctricas energizadas / líneas enterradas Caida de material					
⚠	Trabajo en caliente	Quemaduras Incendios					
⚠	Operación de equipos móviles (pesado y ligero)	Vibraciones Colisión con equipos móviles o fijos Atropellos / atrapamientos					
⚠	Trabajos con equipos/circuitos energizados	Atrapamiento Contacto con sustancias peligrosas Contacto con energía eléctrica (Electrocución)					
⚠	Trabajos en o próximo a partes en movimiento	Atrapamientos Golpes en distintas partes del cuerpo					
⚠	Almacenamiento, transporte o uso de productos químicos	Quemaduras por contacto Incendios Intoxicación / asfixación / seña					
⚠	Trabajos con explosivos	Explosiones Incendios Proyecciones de fragmentos o partículas					
⚠	Almacenamiento, transporte y manipulación de tuberías flexibles y H2PE	Atrapamiento Golpes Caida de cargas suspendidas Energía potencial almacenada					
⚠	Ingreso a áreas restringidas sin autorización	Contacto con equipos en movimiento Exposición a energías peligrosas					
4. DESCRIBIR LOS PUNTOS DE BLOQUEO (LOTOTO) PARA LA TAREA							
1-	2-	3-	4-	5-	6-	7-	8-
1-	2-	3-	4-	5-	6-	7-	8-
5. PREPARACIÓN Y RESPUESTA A EMERGENCIAS							
1. ¿LOS TRABAJADORES CONOCEN EL PROCEDIMIENTO DE COMUNICACIÓN EMERGENCIAS Y RESOLUCIÓN EN CASO DE EMERGENCIA? (Verificar el Punto de Emergencia)				1. SI			
2. ¿LOS SISTEMAS DE ALARMA, EQUIPO DE RESCATE, OTRAS DE EMERGENCIA, PUNTO DE REUNIÓN DE EMERGENCIAS Y ACCESIBILIDAD?				2. SI			
3. ¿CADA BUTACA DE EVACUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA SE ENCUENTRAN DESPLAZADAS Y EN CONDICIONES DE SER UTILIZADAS EN CUALQUIERA MOMENTO?				3. SI			
				4. SI			
				5. SI			
				6. SI			
				7. SI			
				8. SI			

Anexo 3.

Permiso Escrito Para Trabajo Para Alto Riesgo (PETAR)



PERMISO ESCRITO PARA TRABAJO DE ALTO RIESGO (PETAR)

ÁREA : _____ HORA INICIO : _____
 LUGAR : _____ HORA FINAL : _____
 FECHA : _____ NUMERO : _____

1.- DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE ALTO RIESGO (DS 024-2016-EM)

<input type="checkbox"/> Trabajos en Espacios Confinados	<input type="checkbox"/> Trabajos en Altura
<input type="checkbox"/> Trabajos en Caliente	<input type="checkbox"/> Trabajos Eléctricos en Alta Tensión
<input type="checkbox"/> Excavaciones mayores o iguales de 1.50 metros.	<input type="checkbox"/> Trabajos de instalación, operación, manejo de equipos y Materiales Radiactivos
<input type="checkbox"/> Manipulación de Tuberías HDPE.	<input type="checkbox"/> Trabajos de Open Hole.
<input type="checkbox"/> Izaje crítico.	<input type="checkbox"/> Otros trabajos valorados como de ALTO RIESGO (Accionable) en los IPERC (MGRS)

2.- RESPONSABLES DEL TRABAJO: (Responsable del Equipo de Trabajo y todos los Trabajadores que participan en la Tarea).

OCUPACIÓN	NOMBRES	FIRMA INICIO	FIRMA TÉRMINO

3.- VIGÍA (según tipo de trabajo indicar el nombre y apellido del vigía) _____ **TIPO DE TRABAJO** _____

4.- EQUIPO DE PROTECCIÓN REQUERIDO

<input type="checkbox"/> PROTECCIÓN PARA LA CABEZA	<input type="checkbox"/> PROTECCIÓN PARA MANOS	<input type="checkbox"/> OTROS EPPS ESPECÍFICOS
<input type="checkbox"/> PROTECCIÓN PARA OJOS/ROSTRO	<input type="checkbox"/> PROTECCIÓN PARA PIES	
<input type="checkbox"/> PROTECCIÓN PARA OÍDOS	<input type="checkbox"/> PROTECCIÓN PARA CUERPO	
<input type="checkbox"/> PROTECCIÓN RESPIRATORIA	<input type="checkbox"/> ARNÉS DE SEGURIDAD	

5.- HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y MATERIAL:

6.- PROCEDIMIENTO:

7.- AUTORIZACIÓN Y SUPERVISIÓN

CARGO	NOMBRES	FIRMA
Supervisor responsable del trabajo:		
Jefe o supervisor del Área o Equipo donde se realiza el trabajo:		

Datos del Formato: (Versión: 03, Fecha: Nov-17)

Anexo 4.

Plan de Izaje

PLAN DE IZAJE

1. DATOS GENERALES						
Descripción del Trabajo				Fecha		
Operador Acreditado			Rigger Acreditado			
2. EQUIPO DE IZAJE						
Tipo de equipo			Número de equipo			
3. ACCESORIOS DE IZAJE						
Capacidad eslingas		Tipo de arreglo: <input type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/> Basket <input type="checkbox"/> Choker				
Cant. de ramales		Capacidad de eslingas según ángulo y arreglo				
Tipo de accesorios de conexión: <input type="checkbox"/> Ganchos <input type="checkbox"/> Separador <input type="checkbox"/> Cáncamo <input type="checkbox"/> Grifales						
Peso de accesorios de izaje			Capacidad del accesorio más débil			
4. DATOS DE LA CARGA - EQUIPO						
Peso neto de la carga			Capac. de grúa en configuración a usar			
Peso carga y accesorios de izaje			Porcentaje de carga del equipo			
5. REQUERIMIENTOS				SI	N/A	Observaciones
Tabla de capacidad de carga en equipo						
Extensión de estabilizadores seguro						
Terreno adecuado para un trabajo seguro						
Distancia a torres y a líneas eléctricas seguro						
Nivelación segura						
Condiciones de clima e iluminación seguras						
Aparatos adecuados e inspeccionados						
Carga libre, CG en línea vertical al gancho						
Cuenta guía (viento)						
Requiere permiso de izaje crítico						

Use las mismas unidades de peso

Listado de accesorios de izaje a utilizar que se encuentran en buenas condiciones

NOMBRE DEL ACCESORIO DE IZAJE	CAPACIDAD	CÓDIGO ÚNICO	OPERATIVO		NOMBRE DEL ACCESORIO DE IZAJE	CAPACIDAD	CÓDIGO ÚNICO	OPERATIVO	
			SI	NO				SI	NO


NOTA: En caso se encuentre un accesorio en mal estado (Inservible), este no debe de ser utilizado y debe ser desechado de manera inmediata.

Lista de Participantes en el Izaje

Nombres y Apellidos	Ingreso a Área restringida	Firma

Anexo 6.

Análisis de Trabajo Seguro (ATS)

 ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO (ATS)				
NOMBRE DEL TITULAR DE LA ACTIVIDAD MINERA:		NOMBRE DE LA TAREA O TRABAJO:		Nº/Código del ATS:
ÁREA:				Página: Versión:
PERSONAL EJECUTOR:	FIRMAS:	EQUIPO Y HERRAMIENTAS:	EPP:	
PASOS DE LA TAREA	PELIGROS	RIESGOS POTENCIALES	MEDIDAS PREVENTIVAS	RESPONSABLE
Supervisor Responsable del trabajo:		Supervisor de Área:		
Fecha:		Fecha:		

Datos del formato: (Versión:02, Fecha: Nov-17) Página 1 de 1