

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Optimización de tiempo en el servicio de
mantenimiento Overhaul filtros Larox de cobre
SMCV**

Luisiño Calixto Rodríguez Benavente

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico

Arequipa, 2022

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



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

ASESOR:

Ing. Zárate Peña, Frank William

AGRADECIMIENTO

Gracias por su apoyo, por ser parte de la columna vertebral de este trabajo de suficiencia profesional.

A mi madre, por darme la vida y apoyarme en todo lo que me he propuesto, por ser el apoyo más grande durante mi educación universitaria, ya que sin este no hubiera logrado mis metas y sueños.

DEDICATORIA

El siguiente trabajo está dedicado a mi madre Sara, familia y amistades que hicieron lo posible de alguna u otra manera, apoyándome incondicionalmente en todo momento, con el único fin de culminar satisfactoriamente mis estudios, el cual fue llevado a cabo con mucho esfuerzo y dedicación.

CONTENIDO

ASESOR:.....	2
AGRADECIMIENTO	3
DEDICATORIA	4
RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCIÓN	17
CAPÍTULO I.....	18
1. ASPECTOS GENERALES	18
1.1. Datos generales de la empresa.....	18
1.2. Actividades de la empresa	18
1.2.1. Servicio de metal mecánica	19
1.2.2. Servicio de reparación de componentes	20
1.2.3. Servicio de mantenimiento	21
1.3. Reseña histórica de la empresa	22
1.3.1. Ubicación geográfica.....	23
1.3.2. Políticas	23
1.4. Organigrama de la empresa	25
1.5. Visión y misión	26
1.5.1. Visión.....	26
1.5.2. Misión	26
1.6. Bases legales.....	26
1.7. Descripción del área donde realizó sus actividades profesionales	27

1.8. Descripción del cargo, funciones y responsabilidades del bachiller en la empresa	27
1.8.1. Cargo desempeñado.....	27
1.8.2. Funciones y responsabilidades	27
CAPÍTULO II.....	31
2. ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	31
2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional.....	31
2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional .	32
2.3. Objetivos de la actividad profesional	33
2.3.1. Objetivos específicos	33
2.4. Justificación de la actividad profesional.....	33
2.4.1. Justificación teórica.....	33
2.4.2. Justificación práctica	34
2.4.3. Justificación metodológica	34
2.5. Resultados esperados.....	34
CAPÍTULO III.....	36
3. MARCO TEÓRICO.....	36
3.1. Bases teóricas de las metodologías o actividades realizadas.....	36
3.1.1. Conceptos básicos.....	49
CAPÍTULO IV.....	53
4. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	53
4.1. Descripción de actividades profesionales	53
4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales	53
4.1.2. Alcance de las actividades profesionales	53

4.1.3. Entregables de las actividades profesionales.....	53
4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional.....	87
4.2.1. Metodología	87
4.2.2. Técnicas	87
4.2.3. Instrumentos	88
4.2.4. Recursos, equipos y materiales utilizados en el desarrollo de la actividad ..	88
4.3. Ejecución de las actividades profesionales.....	92
4.3.1. Cronograma de actividades realizadas	94
4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales.....	99
CAPÍTULO V.....	102
5. RESULTADOS	102
5.1. Resultados finales de las actividades realizadas.....	119
5.2. Logros alcanzados	119
5.3. Dificultades encontradas	120
5.4. Planteamiento de mejoras.....	120
5.4.1. Metodologías propuestas	120
5.4.2. Descripción de la implementación.....	121
5.5. Análisis.....	121
5.6. Aporte del bachiller en la empresa y/o institución	122
CONCLUSIONES	126
RECOMENDACIONES	127
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128
ANEXOS.....	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>EPP Básico</i>	89
Tabla 2 <i>EPP Soldador</i>	89
Tabla 3 <i>EPP Rigger</i>	89
Tabla 4 <i>Equipos y herramientas</i>	89
Tabla 5 <i>Requerimiento de materiales</i>	91
Tabla 6 <i>Listado de equipos a bloquear en C1</i>	92
Tabla 7 <i>Listado de equipos a bloquear en C2</i>	92
Tabla 8 <i>Resultados del servicio de mantenimiento Overhaul filtros Larox productividad (antes)</i>	107
Tabla 9 <i>Resultados del servicio de mantenimiento Overhaul filtros Larox productividad (después)</i>	107
Tabla 10 <i>Resultados del servicio de mantenimiento Overhaul filtros Larox productividad de eficiencia</i>	108
Tabla 11 <i>Resultados del servicio de mantenimiento Overhaul filtros Larox productividad de la eficacia</i>	108
Tabla 12 <i>Resusltados para aumentar el rendimiento en la operación del filtro</i>	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Montaje de Spool Línea de Agua</i>	19
Figura 2 <i>PM Zaranda Húmeda, Cambio de Faldón Vertical</i>	20
Figura 3 <i>Limpieza de Quena Filtros Larox Cu</i>	21
Figura 4 <i>Logotipo de la empresa</i>	22
Figura 5 <i>Mapa de ubicación de la empresa</i>	23
Figura 6 <i>Organigrama Esermin Perú S.A.C.</i>	25
Figura 7 <i>Ubicación geográfica</i>	37
Figura 8 <i>Distancia de la planta a los principales puntos de referencia</i>	38
Figura 9 <i>Planta Concentradora CV1</i>	39
Figura 10 <i>Disposición de la planta concentradora CV2</i>	39
Figura 11 <i>Ubicación Filtros Larox planta concentradora CV2</i>	40
Figura 12 <i>Diagrama de proceso de filtrado y despacho de cobre</i>	41
Figura 13 <i>Paquete de placas abiertas y cerradas filtros de cobre</i>	42
Figura 14 <i>Partes principales del filtro Larox</i>	43
Figura 15 <i>Códigos de los filtros de presión Larox</i>	43
Figura 16 <i>Descripción técnica</i>	44
Figura 17 <i>Paquete de placas filtrantes</i>	45
Figura 18 <i>Descarga del queque de filtrado</i>	45
Figura 19 <i>Secuencia de filtrado</i>	46
Figura 20 <i>Filtrado de pulpa</i>	47
Figura 21 <i>Medio de prensado y filtrado</i>	47
Figura 22 <i>Soplado de aire comprimido a través de la torta</i>	48
Figura 23 <i>Descarga de la torta y lavado de tela</i>	48
Figura 24 <i>Principio de operación de la placa filtrante</i>	49

Figura 25	<i>Placa filtrante</i>	51
Figura 26	<i>Trayectoria tela filtrante</i>	52
Figura 27	<i>Informe de visita técnica</i>	54
Figura 28	<i>Armado de placas</i>	56
Figura 29	<i>Grapas de la union de tela</i>	59
Figura 30	<i>Retiro de tela</i>	60
Figura 31	<i>Retiro chute de descarga</i>	62
Figura 32	<i>Manifold de alimentación</i>	63
Figura 33	<i>Retiro de pernos de sujeción</i>	66
Figura 34	<i>Desmontaje de barra guía</i>	66
Figura 35	<i>Ubicación motores motrices y auxiliares</i>	67
Figura 36	<i>Desmontaje motores auxiliares</i>	68
Figura 37	<i>Paquete de placas y manifold</i>	70
Figura 38	<i>Maniobra para retiro de placa</i>	71
Figura 39	<i>Retiro de placas con riel</i>	72
Figura 40	<i>Levantamiento de placa</i>	73
Figura 41	<i>Retiro de placas</i>	74
Figura 42	<i>Apilamiento de placas</i>	75
Figura 43	<i>Retiro de placas</i>	76
Figura 44	<i>Instalación de raspadores</i>	81
Figura 45	<i>Trabajos Overhaul</i>	94
Figura 46	<i>Trabajos Overhaul</i>	95
Figura 47	<i>Trabajos Overhaul</i>	96
Figura 48	<i>Trabajos Overhaul</i>	97
Figura 49	<i>Trabajos Overhaul</i>	98

Figura 50 <i>Diagrama de actividades</i>	99
Figura 51 <i>Periodo de mantenimiento</i>	100
Figura 52 <i>Set de pruebas para seleccionar la tela en un filtro de banda de vacío</i>	102
Figura 53 <i>Mayor tasa que se obtuvo con 150 ml de alimentación</i>	103
Figura 54 <i>Optimización del tiempo de secado</i>	104
Figura 55 <i>Variables de control en un proceso de filtración a presión</i>	105
Figura 56 <i>Resultados de un proceso de filtración a presión</i>	105
Figura 57 <i>Curva tiempo de alimentación vs. tasa de filtración</i>	106
Figura 58 <i>Resultados del mantenimiento Overhaul</i>	110
Figura 59 <i>Filtro Larox FL001</i>	111
Figura 60 <i>Personal mecánico Esermin Perú</i>	112
Figura 61 <i>Alineamiento de placas</i>	113
Figura 62 <i>Inspección de rodillos</i>	114
Figura 63 <i>Procedimiento montaje y desmontaje de placas</i>	114

RESUMEN

En el Perú, uno de sus principales ingresos se debe a la explotación de recursos minerales de diversas empresas mineras ubicadas en todo el país.

Sociedad Minera Cerro Verde S.A. (SMCV) es un complejo minero de molibdeno y cobre a tajo abierto, ubicado a 30 km al sur de la ciudad de Arequipa, Perú. En el 2006, se desarrolló el proyecto de la planta concentradora, la cual inició sus operaciones en noviembre de ese año, lo que generó una mayor demanda de producción de mineral. Por tal motivo, es necesario que los equipos mineros cumplan con un nivel óptimo de desempeño para poder satisfacer los nuevos requerimientos de producción.

La operación y el buen mantenimiento de los equipos de filtrado en el procesamiento de los minerales permite maximizar la productividad y evitar excesivos y largos periodos de inactividad o inoperancia en los equipos de filtrado en minería.

Reconocer los fundamentos del proceso de separación sólido líquido. Identificar las características y componentes de un filtro. Reconocer los diferentes procesos de filtrado. Identificar los correctos parámetros de filtrado. Realizar el mantenimiento de los sistemas de cierre, sistemas de tuberías, diafragma, sellos y placas filtrantes.

Los filtros de cobre son equipos críticos en la planta concentradora, siendo este el proceso en el cual el mineral sale listo para ser transportado; por lo que se debe tener en cuenta que solo será intervenido por especialistas, ya que de no ser así podrían causar daños físicos y daños a la propiedad.

Actualmente, en el área de filtrado de cobre se ha detectado demoras en el desarrollo del mantenimiento, lo que genera exceso de costos y paradas no programadas.

El objetivo del presente informe es realizar la implementación de la **“OPTIMIZACIÓN DE TIEMPO EN EL SERVICIO DE MANTENIMIENTO OVERHAUL FILTROS LAROX DE COBRE**

SMCV", mejoras del mantenimiento de planta de SMCV, a fin de obtener un mejor desempeño de los equipos mineros, viéndose reflejado en un incremento en la disponibilidad y confiabilidad de los equipos. Se ha estructurado el trabajo de tal forma que sus capítulos se complementen entre sí.

Se ha desarrollado un plan de mantenimiento realizando un diagrama de Gantt para hacer un seguimiento específico de las actividades, horas, turnos, recursos, etc. y así poder reducir horas de trabajo permitiendo que se pueda analizar las diferentes áreas funcionales e incrementar la productividad y reducir costos de mantenimiento y operatividad de los filtros de cobre, teniendo como beneficios el incremento de la disponibilidad del equipo, disminución de paradas no programadas, incremento de la vida útil de los componentes y mantenimiento de la productividad al nivel esperado. De esta manera, proyectamos los cambios y no permitimos que los componentes lleguen a sus periodos de falla, logrando reducir drásticamente las paradas no programadas.

Como principales resultados se tiene una mejora de tiempos en lo que se refiere al mantenimiento de los filtros de cobre.

Se recomienda cumplir con la programación presentada desde el inicio del proyecto para evitar algún inconveniente o costo extra que no esté en el presupuesto.

Las buenas prácticas de operación y mantenimiento contribuyen a mantener todos los sistemas del filtro funcionando adecuadamente, minimizando el riesgo que aparezcan fallas prematuras y ampliando la vida útil de los principales componentes.

ABSTRACT

In Peru, one of its main incomes are due to the exploitation of mineral resources of various mining companies located throughout the country.

Cerro Verde Mining Society S.A. (SMCV) is an open pit copper and molybdenum mining complex located 30km south of the city of Arequipa, Peru. In 2006, the concentrator plant project was developed, which began operations in November 2006, generating a greater demand for mineral production. For this reason, it is necessary for mining equipment to meet an optimal level of performance to meet the new production requirements.

The operation and good maintenance of the filtering equipment in mineral processing allows to maximize productivity and avoid excessive and long periods of inactivity or inoperation in the filtering equipment in mining.

Recognize the fundamentals of the solid-liquid separation process, Identify the characteristics and components of a filter. Recognize the different filtering processes. Identify the correct filter parameters. Maintain closure systems, piping systems, diaphragm, seals, and filter plates.

The Copper Filters are critical equipment in the Concentrator Plant, this being the process in which the mineral leaves ready to be transported, so it must be considered that it will only be intervened by specialists since otherwise they could cause damage. physical and property damage.

Currently, in the copper filtering area, it has been detected that it has delays in the development of maintenance, which generates excess costs and unscheduled shutdowns.

The objective of this report is to carry out the implementation of the "TIME OPTIMIZATION IN THE OVERHAUL MAINTENANCE SERVICE, SMCV COPPER LAROX FILTERS", improvements to the maintenance of the SMCV plant to obtain a better performance

of the mining equipment, being reflected in an increase in the availability and reliability of the equipment. The work has been structured in such a way that its chapter's complement each other.

A maintenance plan has been developed by making a Gantt chart to specifically track activities, hours, shifts, resources, etc. and thus be able to reduce working hours allowing the different functional areas to be analyzed and increase productivity and reduce maintenance and operating costs of copper filters.

Having as benefits an increase in the availability of the equipment, a reduction in unscheduled stops, an increase in the useful life of the components and maintain productivity at the expected level.

In this way we project changes and do not allow components to reach their failure periods, managing to drastically reduce unscheduled stops.

As main results, there is an improvement in terms of time improvement regarding the maintenance of the Copper Filters.

It is recommended to comply with the schedule presented from the beginning of the project to avoid any inconvenience or extra cost that is not in the budget.

Good practices help keep all filter systems working properly, minimizing the risk of premature failure, and extending the life of major components.

INTRODUCCIÓN

El presente informe de suficiencia profesional muestra los procedimientos desarrollados en la planta concentradora SMCV en el área de Filtrado de Concentrado de Cobre, **“Optimización de tiempo en el servicio de mantenimiento Overhaul Filtros Larox de Cobre SMCV”**, con el fin de demostrar la experiencia laboral adquirida a lo largo de los años. Este se divide en cinco capítulos, cuyo contenido es el siguiente.

En el capítulo I, se verá aspectos generales de la empresa, reseña histórica, actividades que realiza, estructura orgánica, la descripción del área y cargo de las actividades profesionales en la empresa.

El capítulo II tratará aspectos generales de las actividades profesionales, tales como antecedentes, la identificación de oportunidad o necesidad en el área, los objetivos, la justificación y resultados esperados de la actividad.

En el capítulo III, se describe el marco teórico de las actividades realizadas.

En el capítulo IV, se describe las actividades profesionales desarrolladas, sus aspectos técnicos y ejecución de las actividades.

En el capítulo V, se evalúan los resultados finales de las actividades realizadas, logros alcanzados, dificultades, planteamiento de mejoras y aportes.

CAPÍTULO I

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. Datos generales de la empresa

Razón Social: ESERMIN PERÚ S.A.C.

Tipo: Sociedad Anónima Cerrada

Registro Único de Contribuyente: 20539634802

Estado: Activo

Condición: Habido

Actividad Principal: Tratamiento y revestimiento de metales; maquinado. Realiza actividades de comercio exterior como Importador/Exportador.

Actividad Secundaria: Fabricación de productos metálicos para uso estructural, actividades de apoyo para otras actividades de explotación de minas y canteras.

Fecha de inscripción: 04/10/2012

Fecha de inicio de actividades: 04/10/2012

Dirección: Av. 1 Mz. A Lote 6 Asociación Aptasa, Cerro Colorado, Arequipa

1.2. Actividades de la empresa

Empresa peruana orientada a ofrecer servicios en el rubro de mantenimiento minero e industrial, cambio reparación de componentes en paradas de planta, programas, trabajos de mantenimiento de filtros Larox, mantenimiento de chancadora, montajes y desmontajes mecánicos, lubricación, limpieza y mantenimiento de equipos, trabajos con soldaduras especiales, amplia experiencia en fabricación de partes, piezas, componentes mineros y estructuras metálicas.

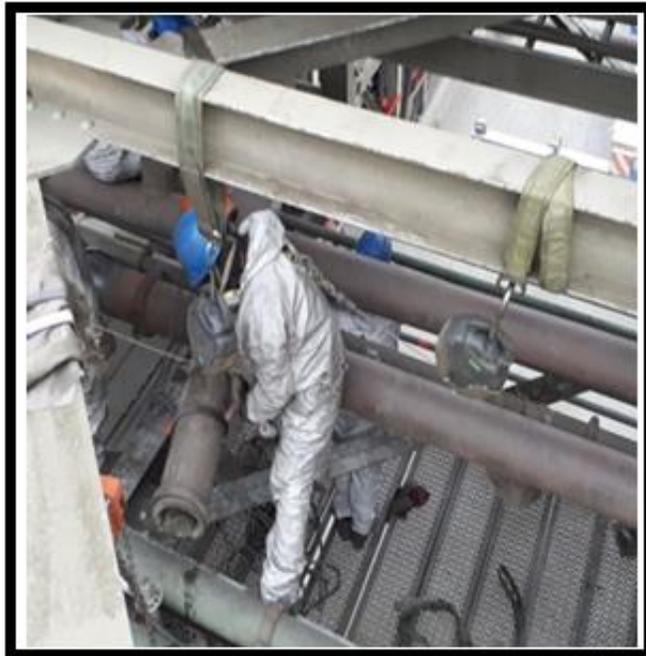
1.2.1. Servicio de metal mecánica

La empresa cuenta con un taller equipado para realizar un servicio de calidad y orientado a satisfacer las necesidades de sus clientes. Brinda los servicios:

- Trabajos de soldadura.
- Fabricación de chutes, falsos pisos, componentes mecánicos y piezas.
- Fabricación, montaje y desmontaje de estructuras metálicas.
- Fabricación de machinas.
- Relleno de soldadura a piezas de desgaste.
- Reparación de fallas a piezas y componentes.

Figura 1

Montaje de Spool Línea de Agua



1.2.2. Servicio de reparación de componentes

El servicio de reparación de componentes se realiza bajo los más altos estándares de calidad, con registro de controles en todas las instancias del trabajo y finaliza con una prueba en vacío en módulos especialmente diseñados que aseguren una alta confiabilidad del equipo.

Utilizan herramientas calibradas por entes especialistas.

Reparación de todo tipo de bombas.

Reparación de componentes mineros: Jackshaft, volantes, ciclones, placas de filtros Larox, componentes de celdas de flotación, válvulas, botellas portar rodamientos, excéntricas, etc.

Figura 2

PM Zaranda Húmeda, Cambio de Faldón Vertical



1.2.3. Servicio de mantenimiento

Personal técnico con experiencia comprobada, soldadores, mecánicos, supervisores, dispuestos a ofrecer servicios de mantenimiento a nuevas operaciones en la licitación de frentes de trabajo en chancado, molienda, remolienda y filtros.

Mantenimiento línea chancado, cambio de polines, liners de chutes, skirting, poleas, manto, buje de excéntrica, mantenimiento de sala de lubricación, mantenimiento zarandas secas, alineamiento láser.

Mantenimiento de celdas de flotación, cambio de rotor, dispersores, falso pisos, botella porta rodamientos, válvulas dardo, alineamiento de correas.

Mantenimiento de filtros Larox, enderezado de placas, cambio de rodillos, armado de placas, montaje y desmontaje de placas, cambio de tela del filtro, cambio de válvulas Pinch, cambio de mangueras de alimentación.

Mantenimiento de molinos, especialista en cambio de partes húmedas de todo tipo de bombas centrifugas y de turbina, mantenimiento de zarandas húmedas.

Mantenimiento en molino vertical, cambio de liners en molino vertical.

Figura 3

Limpieza de Quena Filtros Larox Cu



1.3. Reseña histórica de la empresa

Estado: Activo

Inicio de actividades: 04/12/2012

Actividad principal: Tratamiento y revestimiento de metales; maquinado.

Actividades secundarias: Fabricación de productos metálicos para uso estructural.

Actividades de apoyo para otras actividades de explotación de minas y canteras.

Figura 4

Logotipo de la empresa



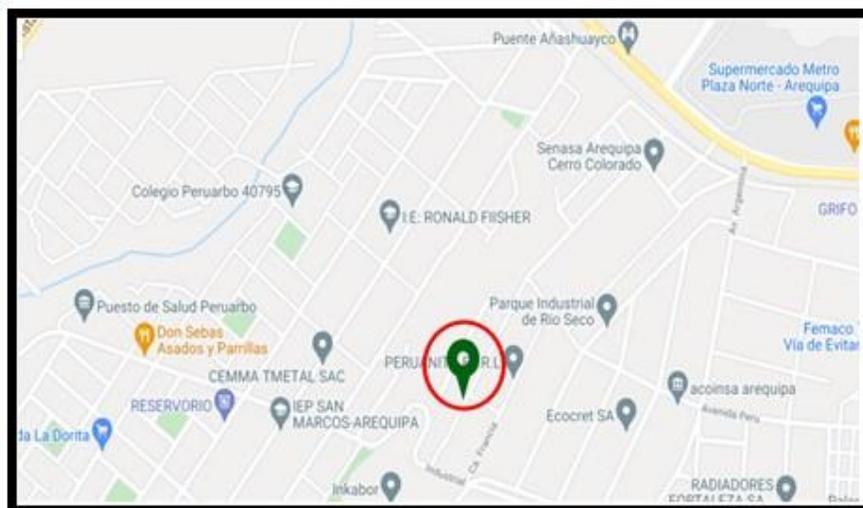
Nota. Esermin Perú S.A.C. (2005).

1.3.1. Ubicación geográfica

Localización actual de la empresa

Figura 5

Mapa de ubicación de la empresa



Nota. Av. 1 Mz. A Lote 6 Asociación Aptasa, Cerro Colorado, Arequipa, Arequipa.
<https://maps.google.com.mx>

1.3.2. Políticas

1.3.2.1. Política de calidad. El objetivo de la empresa es brindar un producto de alta calidad y un servicio confiable a sus clientes; por eso, están siempre a la vanguardia de las necesidades y requerimientos de sus clientes, orientados a la seguridad y controles de calidad de sus productos. En cada despacho se procede en la entrega de certificados de calidad, fichas técnicas, y hojas de seguridad que respaldan las características del producto o servicio brindado (ISO 9001).

1.3.2.2. Política de seguridad. La seguridad de los trabajadores es esencial para lograr la mayor eficiencia. El personal realiza constantemente cursos de inducción en seguridad para poder desempeñarse a plenitud y evitando

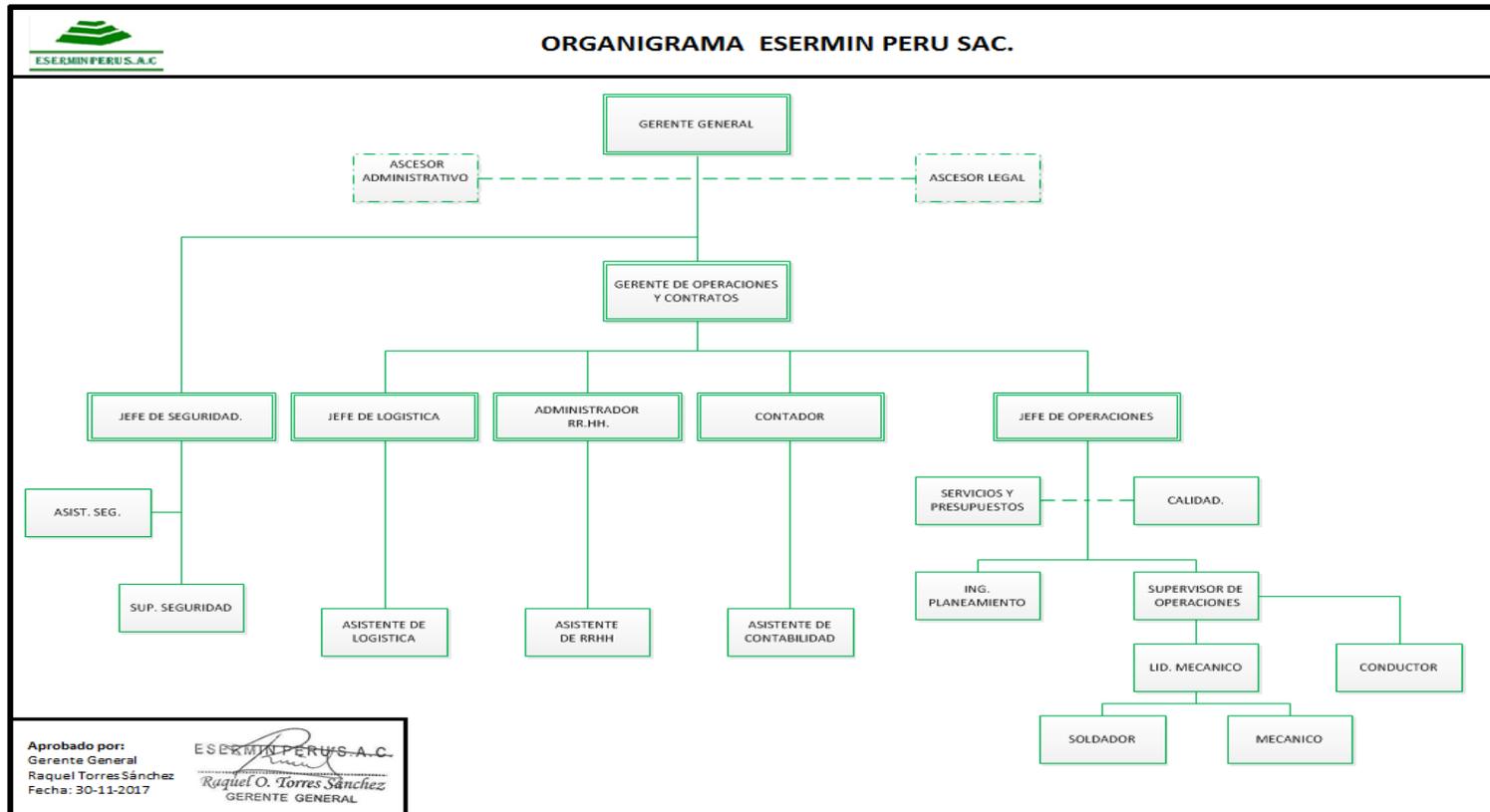
cualquier riesgo que ponga en peligro su integridad física y psíquica, así como la de sus compañeros (ISO 45001).

1.3.2.3. Política ambiental. El trabajo en equipo es la base de la organización, para satisfacer las exigencias del mercado, a través de la implementación del sistema de calidad y una excelente actitud de servicio. La calidad es fundamental, pues refleja el éxito de los productos frente a la competencia (ISO 14001).

1.4. Organigrama de la empresa

Figura 6

Organigrama Esermin Perú S.A.C.



Nota. Sistema Integrado de Gestión, Esermin Perú.

1.5. Visión y misión

1.5.1. Visión

Ser una empresa calificada y líder en la actividad, manteniendo un nivel de exigencia y con procesos de mejora continua, brindando soluciones prácticas y económicamente rentables cumpliendo con los estándares de seguridad y alta calidad.

1.5.2. Misión

Solucionar problemas de los clientes con un servicio de excelencia que satisfaga sus necesidades, ofreciendo soluciones prácticas, viables económicamente rentables, cumpliendo con los estándares de seguridad y cuidado del medio ambiente en todas sus operaciones.

1.6. Bases legales

Ley de seguridad y salud en el trabajo, Ley N.º 29783.

Modificatoria de la Ley de seguridad y salud en el trabajo, Ley N.º 30222.

D.S. N.º 015-2055-SA, Reglamento sobre valores límites permisibles para agentes químicos en el ambiente de trabajo.

D.S. N.º 005-2012-TR, Reglamento de la Ley N.º 29783, Ley de seguridad y salud en el trabajo.

D.S. N.º 006-2014-TR, que aprueba el reglamento de la Ley N.º 30222.

R.M. N.º 375-2008-TR, que aprueba norma básica de ergonomía y procedimiento de evaluación de riesgo disergonómico.

R.M. N.º 440-2008-MINA, que aprueba norma técnica de salud que establece el listado de enfermedades profesionales.

R.M. N.º 050-2013-TR, que aprueba formatos referenciales que contemplan a la información mínima que deben de obtener los registros obligatorios del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

D.S. N.º 024-2014-EM, reglamento de seguridad en minería y su modificatoria.

1.7. Descripción del área donde realizó sus actividades profesionales

El área de operaciones forma parte de la estructura de servicios de fabricaciones y mantenimiento de los diferentes servicios y proyectos.

Proponer y desarrollar proyectos de modelamiento, implementación, mantenimiento y mejora continua del Sistema Integrado de Gestión y otras herramientas de mejora de los procesos del área.

Gestionar, mantener, ejecutar y monitorear los proyectos o servicios del cliente.

Diseñar y proponer un plan operativo de trabajo, así como de presupuesto que sea viable para el desarrollo de las actividades.

Gestionar, planificar, organizar, dirigir y controlar la ingeniería, la ejecución y el mantenimiento de los proyectos de fabricación o servicios de mantenimiento.

Gestionar y revisar los alcances de los servicios encargados por el cliente.

Realizar visitas técnicas, procedimientos de trabajo, requerimientos de herramientas y materiales, informes, bitácoras correspondientes a los trabajos asignados.

1.8. Descripción del cargo, funciones y responsabilidades del bachiller en la empresa

1.8.1. Cargo desempeñado

Asistente de operaciones

Asistente de servicios

1.8.2. Funciones y responsabilidades

Colabora y coordina con el jefe de operaciones en la definición y concreción de los objetivos del servicio en el área asignada.

Elabora, solicita y coordina hacer seguimiento del requerimiento de los recursos a emplearse para la ejecución de los servicios o proyectos.

Toma decisiones en coordinación con su jefe inmediato para aplicar medidas correctivas con la finalidad de solucionar problemas de desviaciones que se hubieran detectado en el trabajo o servicio a su cargo.

Programa, organiza, dirige, revisa, coordina, controla y evalúa las actividades que tienen relación con el mantenimiento preventivo y correctivo de todas las máquinas, equipos, activos e infraestructura.

Toma decisiones necesarias sobre la situación de avance de los trabajos o servicios en relación con los objetivos establecidos en el área asignada.

Propone modificaciones y/o límites ante objetivos básicos del servicio de fabricación cuando concurren circunstancias que así lo ameriten.

Coordina con el área de logística los requerimientos de repuestos, insumos, y otros materiales que garanticen la entrega puntual de lo requerido para prestar un óptimo servicio al cliente.

Elabora programas de mantenimiento e inspección en los sectores de trabajo, con un historial de cada equipo.

Brinda soporte en la elaboración, planificación, ejecución, supervisión y gestión de la entrega del proyecto hasta su entrega definitiva y conformidad con el cliente.

Establece contacto directo cuando el cliente realiza un requerimiento, con el objetivo de detectar todas sus necesidades como servicios y/o materiales adicionales durante la ejecución de los servicios; así como absolver dudas o inquietudes técnicas concernientes a la obra desde el inicio, durante y hasta el final.

Colabora y coordina con administración en la definición y concreción de los objetivos del servicio en el área asignada.

Brinda apoyo en la elaboración de la propuesta económica preliminar de los servicios por concursos de licitación para el cliente y la presenta a administración y gerencia general.

Hace visitas técnicas necesarias para el replanteo del presupuesto del cliente.

Controla el requerimiento de los recursos a emplearse para la ejecución de los trabajos o proyectos.

Realiza la valorización y el reporte semanal referente al avance de los trabajos, para la gerencia administrativa y gerencia general.

Se encarga de llevar el file de la documentación histórica de cada obra a su cargo desde la misma propuesta económica hasta su conformidad definitiva, ya sea para obras públicas como para obras privadas.

Colabora con el jefe de operaciones en la definición y concreción de los objetivos del servicio en el área asignada.

Toma decisiones necesarias para conocer en todo momento la situación en relación con los objetivos establecidos para el servicio en el área asignada.

Coordina con la supervisión del cliente los trabajos a ejecutarse y supervisa su ejecución en todos sus aspectos, identificando las actividades a realizar, los recursos a poner en juego y los plazos.

Coordina sobre todos los recursos a emplearse en la ejecución de los trabajos diarios o periódicos.

Emite informes a su jefe inmediato y si es preciso a la Gerencia General sobre la consecución de los objetivos de su frente.

Toma decisiones en coordinación con su jefe inmediato para aplicar medidas correctivas con la finalidad de solucionar problemas de desviaciones que se hubieran detectado en el proyecto.

Propone modificaciones y/o límites ante objetivos básicos del proyecto cuando concurren circunstancias que así lo ameriten.

Realiza todas las actividades propias de la profesión de técnico mecánico.

En el área de competencias, elabora todo tipo de trabajos mecánicos según el requerimiento de los jefes competentes de la empresa.

Controla los trabajos del personal de menor cualificación en el área funcional.

Otras funciones inherentes al cargo que le sean asignados por su jefe inmediato.

CAPÍTULO II

2. ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional

Sociedad Minera Cerro Verde es una operación minera de clase mundial que produce cobre y molibdeno. Opera en Arequipa - Perú y cumple con los más altos estándares de calidad.

Ubicada en el distrito de Uchumayo, en la provincia de Arequipa, aproximadamente a 20 millas de la ciudad de Arequipa, a una altitud promedio de 2600 metros sobre el nivel del mar. La mina ha sido ampliada hacia una tasa de procesamiento de 1 000 000 de toneladas extraídas y 500 000 procesadas por día.

Los cátodos de cobre de SMCV se registran en el LME (London Metal Exchange, Inc.) y en COMEX (Commodity Exchange, Inc.) como cátodos grado A con 99.99 %.

FreePort McMoran FCX se convierte en el operador de SMCV.

En 2013, se inician los trabajos para la ampliación de la CVPUE.

En el 2015, se produce el primer concentrado de cobre, convirtiéndose en una de las minas más grandes del Perú. El 23 de mayo del 2016 se inaugura la Expansión de Sociedad Minera Cerro Verde.

Problema: Se identificó en el área de trabajo del mantenimiento de los filtros lo siguiente:

- Pérdida de tiempo y recursos, en cuanto a costos se elevaron.
- Se produce un aumento de 4 a 5 horas en el mantenimiento del equipo, lo que conlleva incremento de horas-hombre.
- Incumplimiento de los estándares, lo que hacía que el supervisor de seguridad detuviera el trabajo para realizar una retroalimentación y ocasione demora en el trabajo.

- Distribución incorrecta del personal (implica contar con personal especialista).
- Existía demora en cuanto a la entrega del requerimiento de los recursos para realizar el mantenimiento.
- Demora en la entrega del equipo a intervenir por parte de SMCV.

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

profesional

Identificación del problema:

- Se generará un análisis y evaluación en coordinación y autorización de SMCV.
- Se mejorará el procedimiento de trabajo, PETS, el cual tendrá que ser revisado y autorizado por SMCV.
- Con respecto a las faltas o incumplimientos, actos subestándares, se realizará charlas de retroalimentación sobre los trabajos críticos de las actividades en cuestión.
- Se coordinará con el planner para que haga una mejor distribución del personal, ya que los filtros son equipos críticos en el proceso y requieren de personal acreditado y calificado.
- Las áreas operaciones, en conjunto con logística, llevarán a cabo un plan de trabajo para solucionar la falta u/o demora en la entrega de recursos, que consistirá en enviar los requerimientos vía correo mínimo con una semana de anticipación para que el área de logística pueda evaluar, cotizar lo que se requiera para el servicio, pero siempre en contacto y comunicación con el supervisor a cargo para el seguimiento pertinente de las herramientas y consumibles.
- Específicamente, el trabajo tiene por finalidad ver la optimización de tiempo en el servicio de mantenimiento filtros Larox de cobre.

2.3. Objetivos de la actividad profesional

Buscar mejores resultados en la reducción del tiempo de mantenimiento Overhaul de filtros Larox de cobre para mayor eficacia en la operatividad del equipo.

2.3.1. Objetivos específicos

Reducir los tiempos actuales de ejecución del mantenimiento Overhaul de filtros Larox de cobre SMCV.

Evaluar los costos operativos que se generan en cada mantenimiento en los Overhaul de filtros Larox de cobre SMCV.

Mejorar la calidad del mantenimiento para alargar la vida útil de los componentes del filtro y el rendimiento en la operación del filtro.

2.4. Justificación de la actividad profesional

2.4.1. Justificación teórica

Según la metodología establecida en el TPM introduction to TPM total productive maintenance (Nakajima, 1991):

Definición propuesta por el JIPE (Japanese Institute of Plant Engineering), una institución predecesora del JIM – 1971.

Se orienta a maximizar la eficacia del equipo (mejorar la eficiencia global) estableciendo un sistema de mantenimiento productivo de alcance amplio que cubra la vida útil del equipo, involucrando todas las áreas relacionadas con el equipo (planificación, producción, mantenimiento, etc.).

Por tanto, el proyecto se beneficiaría en garantizar buenos resultados, elevar el conocimiento y capacidad de los trabajadores de mantenimiento, contar con sistemas para prevenir la ocurrencia de todas las pérdidas enfocándose en el producto final. Se logrará obtener cero pérdidas, y a la vez se reducirá las paradas de planta y los costos de mantenimiento.

2.4.2. Justificación práctica

Desde la parte práctica se sugiere lo siguiente:

Para el presente proyecto se requiere incrementar un procedimiento de trabajo que permita maximizar la eficiencia del equipo, y establecer un sistema de mantenimiento diseñado para todo el ciclo de vida del equipo.

Por otro lado, se creará un sistema que prevenga todo tipo de pérdidas en los procesos, esto incluye cero accidentes, cero defectos y cero fallos a lo largo de todo el ciclo de vida del proceso productivo.

2.4.3. Justificación metodológica

Se propone, de acuerdo con este método, implementar un mantenimiento TPM, mantenimiento preventivo combinado con estrategias predictivas.

Como otra opción se recomienda establecer estos parámetros y realizar una previa planificación mediante un Diagrama de Gantt para el correcto cumplimiento del procedimiento de trabajo para realizar el servicio en el tiempo establecido.

2.5. Resultados esperados

Reducir los tiempos de mantenimiento de los filtros Larox. Tiempo estimado entre 4 turnos tanto turno A y B, de 12 horas cada uno.

El mantenimiento cero horas puede hacer que un activo vuelva a funcionar como si estuviera nuevo o casi nuevo. Esto es muy atractivo para las empresas, en especial para las compañías donde la producción exige invertir en máquinas costosas.

Como no se espera hasta que los equipos de la empresa comiencen a exhibir fallas, el overhauling ayuda a evitar gastos a largo plazo en reparaciones y sustitución de piezas. Además, el mantenimiento cero horas evita que se tenga que invertir en nueva maquinaria o equipos.

Otra forma de ahorrar en costos de mantenimiento es prescindiendo de mano de obra. Con el overhauling predictivo, por ejemplo, los encargados del mantenimiento pueden saber qué componentes necesitan ser reparados o inspeccionados. Esto significa menos personal de mantenimiento haciendo tareas no esenciales.

CAPÍTULO III

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Bases teóricas de las metodologías o actividades realizadas

Total Productive Maintenance (TPM)

El TPM se orienta a maximizar la eficacia del equipo (mejorar la eficiencia global) estableciendo un sistema de mantenimiento productivo de alcance amplio que cubre la vida entera del equipo, involucrando todas las áreas relacionadas con el equipo (planificación, producción, mantenimiento, etc.), con la participación de todos los empleados, desde la alta dirección hasta los operarios, para promover el mantenimiento productivo a través de la gestión de la motivación (Nakajima, 1991).

Según Nakajima (1991), los cinco elementos de la propuesta de definición de JIPE (Japanese Institute of Plant Engineering), una institución predecesora del JIPM – 1971 son:

1. Sistema que permite maximizar la eficiencia del equipo.
2. Establece un sistema total de mantenimiento preventivo, diseñado para todo el ciclo de vida del equipo.
3. Opera en todas las áreas relacionadas con los equipos, incluyendo planificación, uso y mantenimiento.
4. Se fundamenta en la participación de todos los empleados, desde la alta dirección hasta los niveles operativos.
5. Se desarrolla a través de actividades en pequeños equipos.

Ubicación geográfica

En la Figura 7 podemos observar la ubicación geográfica de Sociedad Minera Cerro Verde, en la ciudad de Arequipa, y otras mineras colindantes.

Figura 7

Ubicación geográfica



Nota. Mapa de localización. Sociedad Minera Cerro Verde.

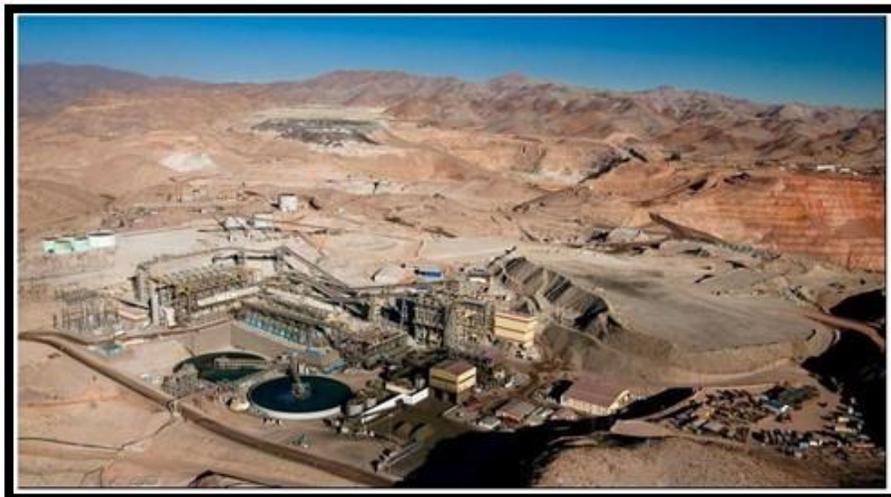
Figura 8

Distancia de la planta a los principales puntos de referencia

INSTALACIÓN	PUNTO DE REFERENCIA	DISTANCIA EN LÍNEA RECTA (KM)
DDM Noreste	Chusicani	6.5
	Tiabaya (zona urbana)	7.0
DDM Oeste	Uchumayo (zona urbana)	13.0
	Pueblo Joven Ceno Verde	8.8
	Congata	9.6
DDM Sureste	A.H. Progreso 48 - La Repartición	17.9
	Estación La Joya	32.2
DDM Suroeste	Yarabamba (zona urbana)	11.7
	Quequeña (zona urbana)	12.8
PAD 1 Fase III	Chusicani	7.8
	Tiabaya (zona urbana)	8.3
Nuevo Depósito de relaves (quebrada Linga)	Yarabamba (zona urbana)	13.8
	Cocachacra	59.2
	El Toro	44.5
Tajos Ceno Verde / Santa Rosa	Chusicani	9.0
	Tiabaya (zona urbana)	9.5
	Uchumayo (zona urbana)	15.1
	Pueblo Joven Ceno Verde	9.5
	Congata	10.1
	A.H. Progreso 48 - La Repartición	20.3
	Estación La Joya	35.5
	Yarabamba (zona urbana)	14.1
	Quequeña (zona urbana)	15.3
	Cocachacra	64.7
	El Toro	49.8
Ciudad de Arequipa	16.5	

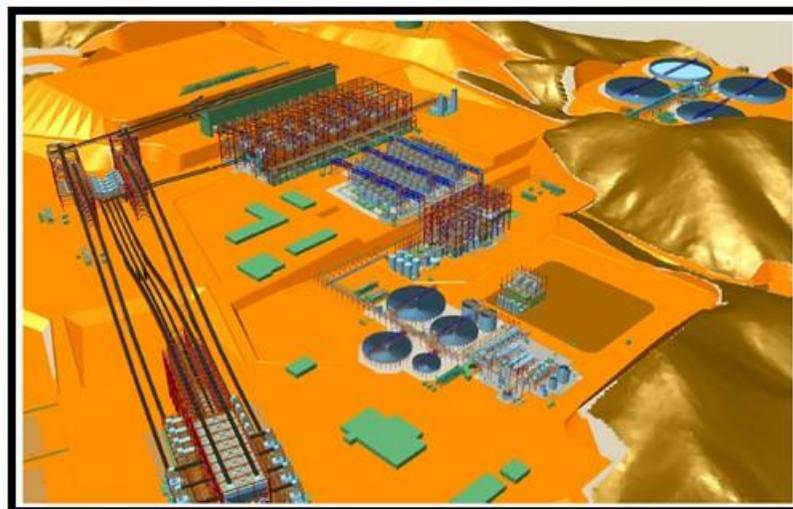
Nota. Puntos de referencia y distancia. Sociedad Minera Cerro Verde.

Se puede apreciar en la fotografía la distribución de la planta concentradora de cobre, molibdeno, tanto de la CV1 como la CV2.

Figura 9*Planta Concentradora CV1*

Nota. Planta Concentradora C1. Sociedad Minera Cerro Verde.

Mediante un Software se diseñó la disposición de las diferentes áreas de la planta concentradora CV2.

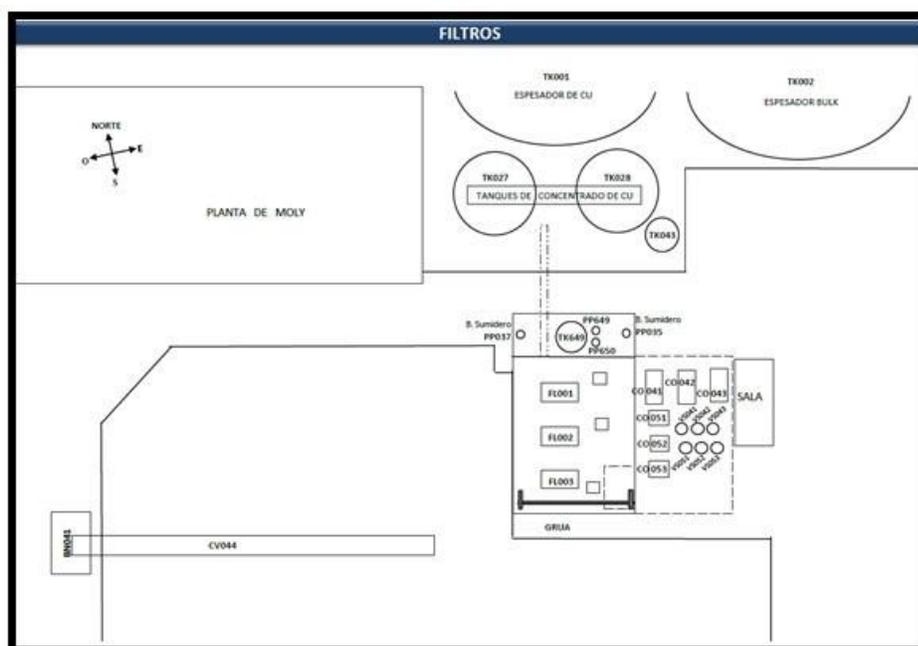
Figura 10*Disposición de la planta concentradora CV2*

Nota. Diseño de Planta Concentradora C2. Sociedad Minera Cerro Verde.

Mediante este gráfico, se puede observar la ubicación exacta del área donde se encuentran los filtros de cobre FL001 / FL002 / FL003.

Figura 11

Ubicación Filtros Larox planta concentradora CV2



Nota. Sociedad Minera Cerro Verde.

En el presente capítulo, se estudiarán los conceptos referentes a la optimización de tiempo en el servicio de mantenimiento filtros Larox de cobre SMCV.

Proceso filtrado

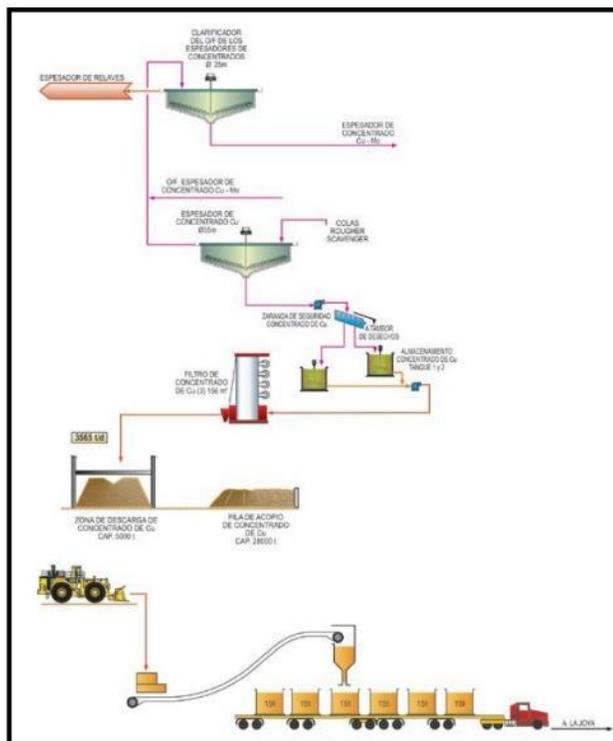
El ciclo de alimentación de los filtros es un proceso discontinuo a través de un lazo de alimentación controlado por el PLC del filtro, y monitoreado por el DCS. El circuito de alimentación es también usado como una línea de recirculación para retomar el concentrado a los tanques de almacenamiento cuando ningún filtro está operativo.

Se disponen de seis compresores para el suministro de aire a los filtros. Cada filtro opera con dos. El concentrado filtrado hasta una humedad de aproximadamente 9 % se descarga por gravedad a un área de descarga de concentrado con una capacidad de 5000

toneladas por debajo de los filtros y un cargador frontal alimenta el concentrado almacenado a una faja transportadora de carga, la cual se descarga en los contenedores o depósitos para concentrado instalados en los camiones. Cada camión transporta seis depósitos haciendo un total de 90 toneladas netas de concentrado. Los camiones la transportan a La Joya, donde los depósitos son transferidos a vagones de tren para su embarque en el Puerto de Matarani. Asimismo, un área adicional descubierta de 28 000 toneladas de capacidad sirve para almacenar temporalmente el concentrado en la zona de despacho.

Figura 12

Diagrama de proceso de filtrado y despacho de cobre



Nota. Sociedad Minera Cerro Verde.

Filtros Larox concentrado de cobre SMCV

Los filtros C2-3620-FL-001/002/003 Larox están compuestos por un conjunto de filtros de placas localizadas entre un soporte de placas de presión.

Debajo del conjunto de placas se encuentra el mecanismo de cierre que abre o cierra el paquete de placas. Al presionar el paquete de placas se produce el sellado de presión requerido. Una tela de filtraje sin fin pasa zigzagueando entre las placas del filtro, siendo estirada a la tensión requerida por un dispositivo tensionador.

El queque del filtro formado dentro de la tela es removido desde el filtro y la tela por el accionamiento de movimiento hacia delante de la tela. Un motor con reducción de velocidad por una transmisión de p Polea y fajas en V accionan el eje del rodillo con la tela en movimiento. Un sistema de *sprays* lava la tela con agua.

Figura 13

Paquete de placas abiertas y cerradas filtros de cobre

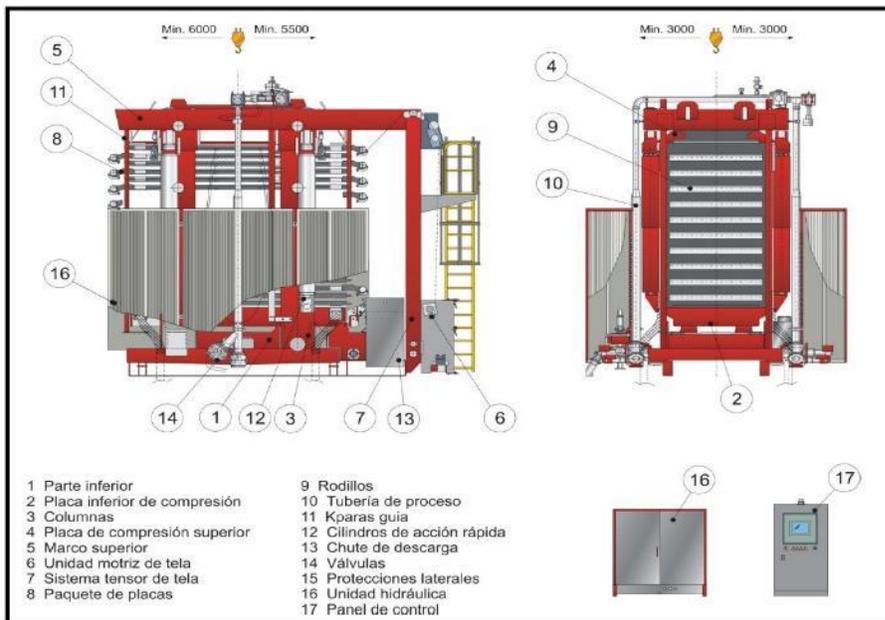


Nota. OUTOTEC Larox Filter (2012).

Elementos principales

Figura 14

Partes principales del filtro Larox

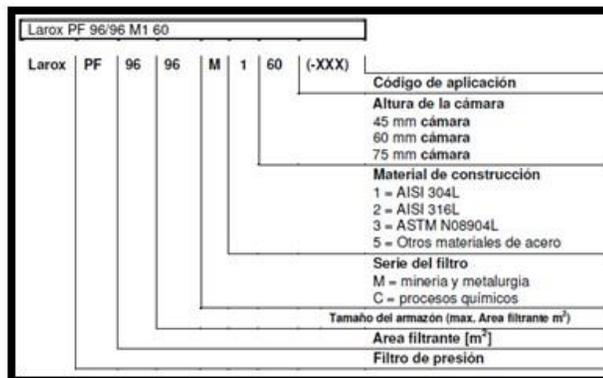


Nota. OUTOTEC Larox Filter (2012).

Características

Figura 15

Códigos de los filtros de presión Larox



Nota. OUTOTEC Larox Filter (2012).

Figura 16

Descripción técnica

Tipo LAROX PF			96
Area filtrante		m ²	96
Tamaño del marco			120
Tamaño de placa		mm	1500 x 4010
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
Area requerida		m ²	110
Peso(Filtro sin equipos auxiliares)		t	73
Tela filtrante	Ancho	mm	1700
	Largo	m	95
Motores eléctricos (50 Hz)			
- unidad hidráulica		kW - r/min	110 - 1500
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

Nota. OUTOTEC Larox Filter (2012).

Operación principal

El filtro Larox de presión automática es un filtro de membrana de platos empotrados, en el cual los compartimientos se sitúan horizontalmente. Para el proyecto se considera tres filtros para el concentrado de Cu. En cada filtro las 24 placas individuales de filtros poseen un área de filtración por un solo lado de 6 m². Las placas se abren y se cierran mediante cilindros hidráulicos. En la posición de cerrado las placas forman compartimientos sellados quedando la

tela del filtro en el medio. La pulpa para ser filtrada es bombeada hacia todos los compartimentos simultáneamente a través del manifold de distribución y tuberías.

Figura 17

Paquete de placas filtrantes



Figura 18

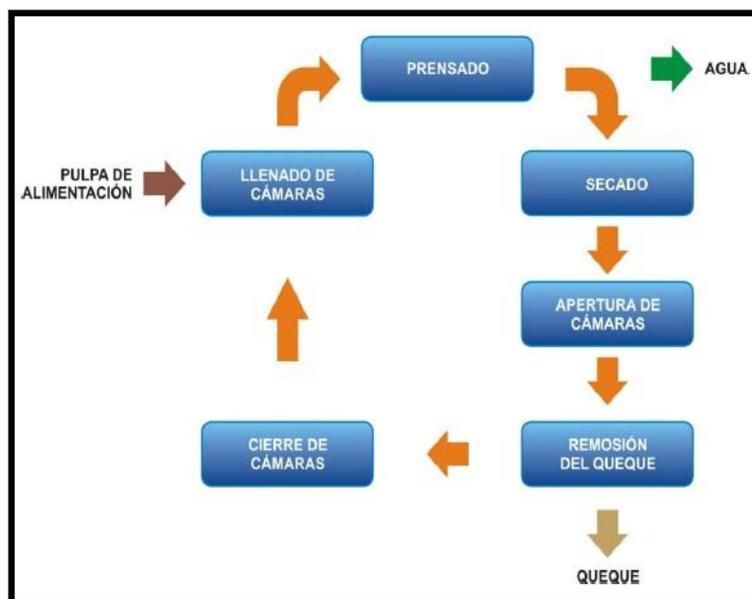
Descarga del queque de filtrado



Simultáneamente, la tela que deja el conjunto de placas pasa a través de aspersiones de agua de alta presión, que mantienen la permeabilidad y alargan la vida de la tela. El filtro es totalmente automático. Todas las operaciones son controladas por el controlador lógico programable del filtro, el cual también activa el equipo auxiliar, tales como bombas y alimentador del secador. Cierta información y señales pasan al DCS para que las acciones se controlen por el DCS, según lo requiere el PLC. Se muestra la secuencia que se lleva a cabo durante el proceso de filtración.

Figura 19

Secuencia de filtrado

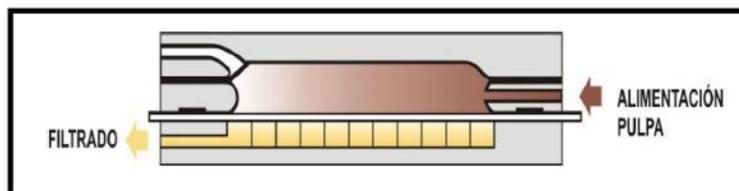


Filtración

La pulpa del proceso es bombeada hacia todos los compartimentos del filtro simultáneamente. Los sólidos empiezan a formarse a medida que el filtrado es desplazado por más pulpa que ingresa al compartimiento. A medida que se acumulan los sólidos, se incrementa la presión de bombeo; el filtrado es forzado a través de la tela hasta lograrse el espesor requerido de los sólidos.

Figura 20

Filtrado de pulpa



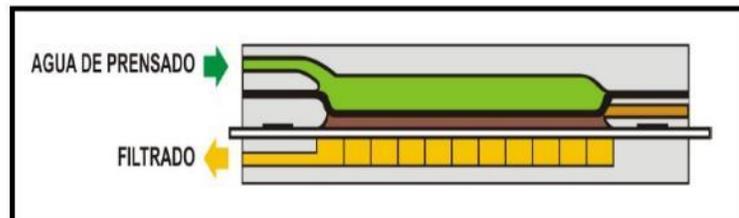
Nota. Tecsup (2017).

Prensado del Diafragma

El aire a alta presión automáticamente infla el diafragma ubicado en la parte superior de cada compartimiento, reduciendo el volumen del compartimiento y forzando a que los sólidos desplacen más al filtrado.

Figura 21

Medio de prensado y filtrado



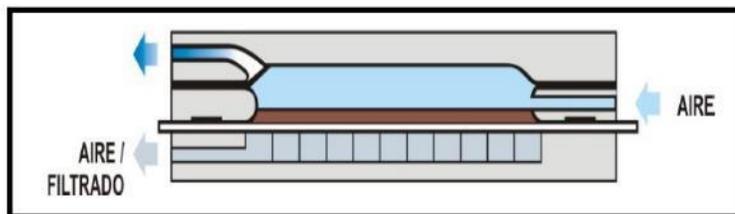
Nota. Tecsup (2017).

Soplado de aire

El aire comprimido es inyectado a través de los sólidos para una filtración final. El contenido de humedad es reducido y puede controlarse exactamente ajustando la presión y la duración de la inyección de aire.

Figura 22

Soplado de aire comprimido a través de la torta



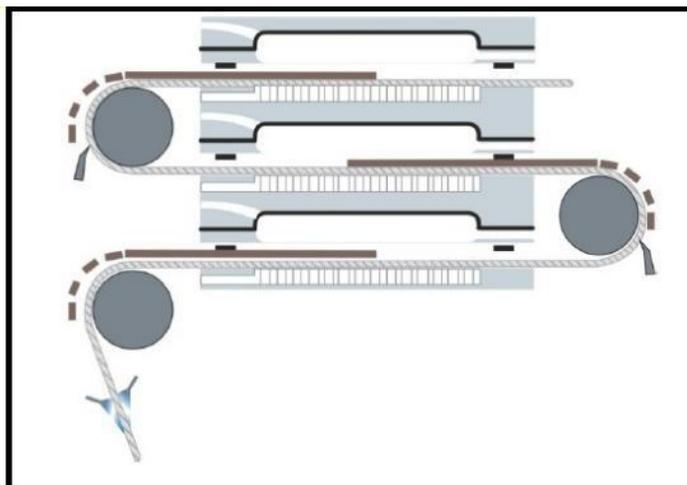
Nota. Tecsup (2017).

Descarga de sólidos y lavado de tela

Después de abrirse el conjunto de placas, los sólidos filtrados son transportados hacia afuera de cada compartimento con la tela del filtro en movimiento. La unidad integrada de lavado esparce agua a alta presión sobre ambos lados de la tela, reduciendo la obstrucción de la tela para asegurar resultados consistentes de la filtración.

Figura 23

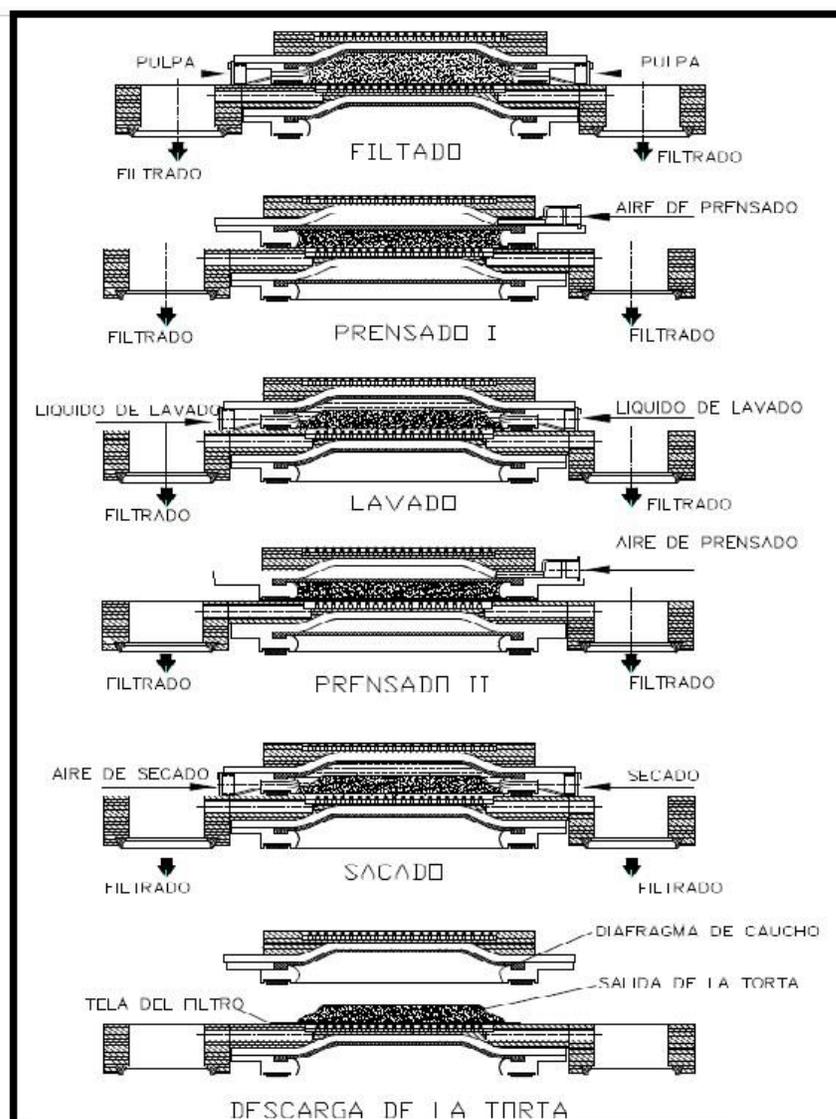
Descarga de la torta y lavado de tela



Nota. Tecsup (2017).

Figura 24

Principio de operación de la placa filtrante



Nota. OUTOTEC Larox Filter (2012).

3.1.1. Conceptos básicos

Glosario de términos

- Optimizar. Buscar mejores resultados, mayor eficacia o eficiencia en el desempeño de alguna tarea.

- **Mantenimiento.** Todas las acciones que tienen como objetivo preservar un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.
- **Overhaul.** Es la reparación general del equipo, y dependerá de las expectativas y requerimientos del cliente.

Conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca algún fallo, o la fiabilidad del equipo haya disminuido apreciablemente, de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva.
- **Marco.** Funciona como el elemento de fijación del diafragma. El marco y el diafragma juntos permiten el espacio requerido para la torta.
- **Rejilla.** La rejilla soporta la tela y forma una salida para el filtrado.
- **Diafragma.** El diafragma de hule actúa como un elemento de presión en el que, por la acción del agua a presión, la torta es presionada para quitarle el agua. La presión puede subir por arriba de 16 bar, pero en cuanto a la durabilidad del diafragma, es recomendable empezar con una presión de 8 bar y observar el efecto de la elevación de presión en el tiempo de presión y en los residuos de humedad. De esta manera, se puede determinar la presión más adecuada para cada proceso de concentrado.
- **Paquete de placas.** El paquete de placas del filtro consiste en un conjunto de placas de filtración que están acomodadas horizontalmente, las cuales están conectadas unas a otras con placas de suspensión. Cuando las placas del filtro son presionadas entre sí, forman las cámaras de filtración.
- **Tela filtrante.** La tela actúa tanto como medio filtrante como cinta transportadora, la cual lleva la torta fuera del filtro. Aparte de una buena capacidad filtrante, la tela debe ser

capaz de resistir pesadas cargas. Solo pueden usarse telas de tipo especial. La tela más usada está hecha de hebras multifilamento, las cuales son más resistentes longitudinalmente (urdimbre) que transversalmente (trama). Si aparecen agujeros en la tela, estos deben ser reparados inmediatamente.

El material sólido que pasa a través de la tela provoca suciedad en los rodillos y su deterioro. Además, se pueden gastar los canales de filtrado, especialmente en la etapa de secado con aire.

Figura 25

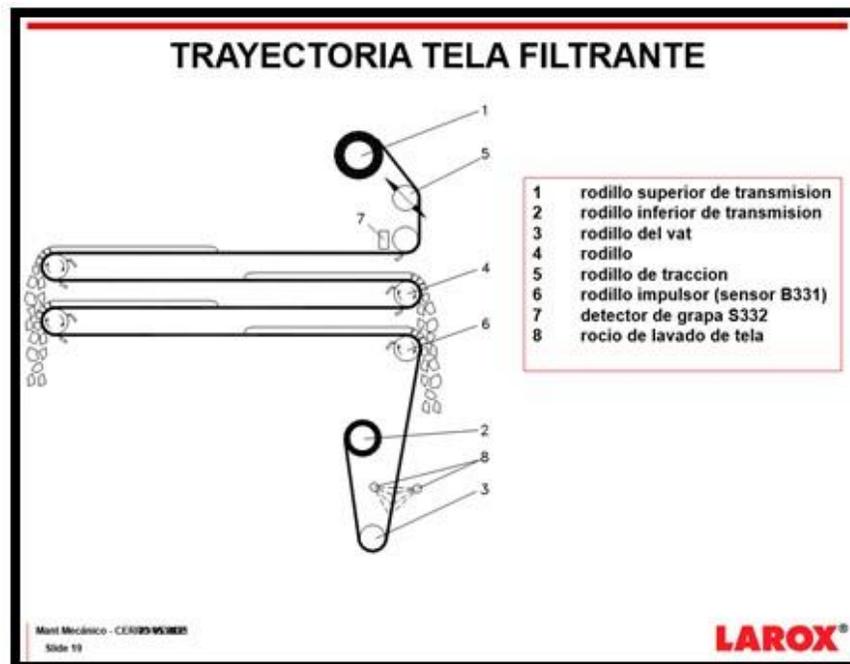
Placa filtrante



Nota. OUTOTEC Larox Filter (2012).

Figura 26

Trayectoria tela filtrante



Nota. OUTOTEC Larox Filter (2012).

CAPÍTULO IV

4. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.1. Descripción de actividades profesionales

4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales

El presente informe de suficiencia profesional está orientado a optimizar el tiempo y recursos para el mantenimiento de los filtros Larox de cobre.

Aspecto en el área de mantenimiento.

Aspecto en el área de seguridad.

4.1.2. Alcance de las actividades profesionales

El alcance de las actividades profesionales se realizará a un nivel descriptivo, puesto que el presente informe tiene por finalidad detallar las actividades referentes a la optimización de tiempo en el servicio de mantenimiento Overhaul filtros Larox de cobre.

4.1.3. Entregables de las actividades profesionales

Como resultado de las actividades profesionales, se entrega la siguiente información:

Entregable 01: Informe de visita técnica**Figura 27***Informe de visita técnica*

		INFORME DE VISITA TECNICA	
Nombre del proyecto o servicio: Overhaul Filtros Larox de Cobre			
Lugar: C1 / C2 Filtrado		Fecha:	
Responsable:		Hora:	
Contacto:		Telefono:	
INFORME			
<p>Personal mecánico realizo una inspección en todo el equipo a intervenir, encontrando componentes principales que requieren cambio como lo son placas, rodillos, tela entre otros. Se elabora un procedimiento en el que se indique paso a paso el trabajo que se realiza para que sea evaluado por el area de operaciones y seguridad de tener alguna observación hacernolas saber para poder mejorar el procedimiento.</p>			
Requerimiento			
<p>Algunos datos a tener en cuenta según alcance del cliente: Supervisor de operaciones, Supervisor de seguridad, lider mecanico, tecnicos mecanicos, soldadores, oficial mecanico. Los equipos y herramientas se detallaran en el procedimiento.</p>			
OBSERVACIONES			

Entregable 02: Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS). Mantenimiento Overhaul de filtro de cobre

Preparativos al Overhaul

Mantener el distanciamiento físico en el trabajo, es decir, procurar que exista una distancia mínima de 1.5 metros entre dos personas. Si la distancia de interacción fuera menor,

de manera obligatoria se debe usar barreras físicas adicionales al EPP Básico seleccionado, protector facial, guantes de látex o nitrilo y traje de protección tipo Tyvek.

Técnico mecánico líder inspecciona armado y apilamiento de 25 placas del filtro **en caso de C1** y 27 placas del filtro **en caso de C2**, que incluye:

- Inspección de sellos durante el armado de placas.
- Instalación de colectores en el lado norte.
- Instalación de alimentadores (boquillas de alimentación).
- Rectificación de roscas de elementos deslizantes.
- Instalación de piezas de deslizamiento (rectangulares).
- Instalación de rodillos guía lado norte y **sur (C2)** y solo lado sur **en caso de C1**.
- Instalación de rodillos motriz auxiliares lado norte.
- Apilamiento de placas según orden de instalación en el filtro.

Nota 1: Delimitar el área de izaje y tránsito con barras y conos de color rojo para evitar exponer al personal a la línea de fuego.

Nota 2: Para realizar el apilamiento de placas se debe de instalar vientos en la placa para direccionarlas.

Nota 3: No debe permanecer personal dentro de la zona demarcada durante las maniobras de izaje hasta que la placa esté asentada.

Nota 4: La coordinación entre el operador de puente grúa, el rigger y líder técnico mecánico debe ser fluida para realizar la maniobra de manera segura.

Figura 28

Armado de placas



Dos días previos al Overhaul, técnicos mecánicos preparan e inspeccionan las herramientas, verificando que se encuentren en buen estado y cumplan con lo establecido en el [SGIst0001 Inspección de herramientas, equipos e instalaciones](#). Luego, las trasladan a la zona de trabajo.

El supervisor mecánico coordina con el personal de instrumentación para realizar el *bypass* de las puertas 5, 6, 7 y 8 en **caso de C2**; en **caso de C1** no es necesario.

El supervisor mecánico coordina con el supervisor de operaciones para la operación del filtro. Este podrá ser operado por el mecánico de mantenimiento en caso haya sido instruido y esté autorizado; de no ser así, se deberá coordinar con el operador de filtros.

Antes de iniciar el trabajo

El supervisor de mantenimiento realiza una charla previa al trabajo y difunde el procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS) a todo el personal que intervenga en la tarea.

Todo el personal que será parte de este trabajo prepara la documentación necesaria antes de iniciar la labor (formato IPERC Continuo, auditoría de controles críticos), registrando cualquier observación con las firmas correspondientes.

El supervisor de mantenimiento y el técnico responsable coordinan con el supervisor del área afectada, operador de campo y panelista de sala de control, antes de iniciar cualquier labor.

Nota 5: El equipo de trabajo debe tener conocimiento de la hora de inicio de la intervención del equipo y el tiempo de duración de esta.

Nota 6: Las coordinaciones deben realizarse haciendo uso adecuado de los medios de comunicación como: radial, llamadas telefónicas y de manera presencial.

Verificar si las condiciones de limpieza del filtro son las adecuadas para proceder a la inspección y mantenimiento; de ser necesario, coordinar la limpieza.

Nota 7: En caso las condiciones no sean las adecuadas, comunicar al supervisor para que haga las coordinaciones respectivas con el área de operaciones.

Se debe realizar las coordinaciones con el personal de operaciones del *bypass* de lavado de cascada durante todo el trabajo, de manera que no se interfiera con el mantenimiento.

Demarcación del área

Personal mecánico procede a demarcar el área de trabajo con conos, barras y tarjeta de señalización, de acuerdo con lo descrito en el estándar [SSOst0010 Restricción y demarcación de áreas](#).

Nota 8: Durante los izajes, la demarcación es dinámica, se reduce según el componente a izar y se extiende por la trayectoria de desplazamiento de la carga suspendida.

Bloqueo del equipo

Overhaul Filtro

Técnico mecánico líder realiza las coordinaciones para colocar el filtro con las placas abiertas, trabando los pines de seguridad, con la compuerta de descarga cerrada.

Retiro de tela

Técnico mecánico mueve la tela de filtración mediante el modo de accionamiento de prueba, coordinando constantemente con el operador autorizado del filtro.

Nota 10: Se mantendrá la comunicación entre el personal mecánico para evitar incidentes. Ningún técnico mecánico estará expuesto al conjunto de placas y tela en movimiento.

Técnico mecánico abre las puertas de la unidad de accionamiento, mueve la tela mediante el modo de accionamiento de prueba y durante el movimiento de la tela hace seguimiento a la costura hasta que esta llegue al rodillo de presión. Se deberá instalar una barrera física o guarda para prevenir el contacto del personal con componentes en movimiento.

Técnico mecánico comunica la detención del desplazamiento de la tela.

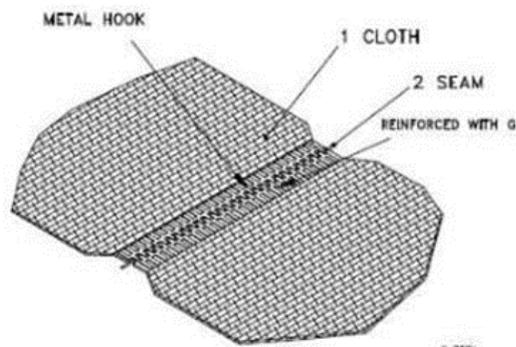
Técnico mecánico detiene el desplazamiento de la tela y mueve el rodillo de tensado hasta su posición superior mediante el modo de accionamiento de prueba.

Técnico mecánico cierra la válvula de bola que se encuentra al lado del motor de tensado y procede a bloquearla (esta acción se realiza para bloquear el rodillo de tensado en su posición).

Técnico mecánico abre la unión de la tela (grapadas) de la costura con ayuda de un alicate de punta, para separar en dos tramos la tela.

Figura 29

Grapas de la union de tela



Nota. OUTOTEC Larox Filter (2012).

Nota 11: Tener cuidado con las manos al realizar esta acción. Utilizar guantes anticorte.

Técnico mecánico acciona la tela hasta su posición mediante el modo de accionamiento de prueba, de tal manera que la tela sea retirada por la parte inferior por el personal mecánico.

Se posicionan dos técnicos mecánicos en cada lado de la tela para jalar el tramo inferior y retirarlo.

Técnicos mecánicos disponen el tramo inferior en zigzag en el suelo sobre una eslinga de 6 m (en C1) o 8 m (en C2).

Personal mecánico deberá posicionarse sobre la plataforma superior del filtro para realizar el seguimiento adecuado del desplazamiento de la tela.

Figura 30

Retiro de tela



Técnicos mecánicos jalan la tela hasta que logren visualizar la unión de la tela (grapas), y que esta se encuentre sobre el rodillo de la Placa N.º 0. Inmediatamente, el técnico mecánico comunica la detención del accionamiento del rodillo motriz principal y desplazamiento de la tela.

Técnicos mecánicos en simultáneo detienen el jalado de la tela y proceden a cortar, dejando un pequeño tramo de tela dentro del filtro para que sirva como elemento de unión en la instalación de tela nueva.

Nota 12: Usar guantes especiales y tener cuidado con las manos al realizar esta acción.

Operador de puente grúa retira tela mediante el uso de puente grúa al primer nivel de filtros cumpliendo con lo establecido en el estándar [SSOst0031 Equipos y elementos de izaje](#).

Nota 13: Operador de puente grúa y rigger se asegurarán de que la zona de izaje y el trayecto esté demarcado con conos y barras de color rojo, así como la parte baja del filtro. Se verificará que el personal no se encuentre dentro de la demarcación, ni debajo de la carga suspendida. Se debe instalar vientos para guiar la carga.

Retiro de chute de descarga

Técnicos mecánicos ensamblan los puntos de izaje del chute de descarga al puente grúa con dos eslingas de 2 m y 2 grilletes de 3/4".

Nota 14: Técnicos mecánicos harán uso de arnés de seguridad y línea de vida retráctil, para evitar caídas que puedan dañar a la persona cumpliendo con el estándar *SSOst0003*.

Técnicos mecánicos se fijarán a los puntos de anclaje normados instalados en los filtros. Se retiran los pernos de sujeción a los lados y en el lado norte del chute de descarga.

Operador de puente grúa levanta chute de descarga y lo traslada a un área libre y segura.

Figura 31

Retiro chute de descarga



Nota 15: Para el anclaje del personal, considerar lo descrito en la nota 14. Para el izaje, considerar lo descrito en la nota 13.

Una vez se encuentre asentado el chute de descarga, los técnicos mecánicos aseguran la carga con sogas de 1/2" a alguna estructura fija, para que no se interrumpa la tarea de mantenimiento.

Técnico mecánico realiza montaje y aseguramiento de plataformas FRPE sobre el chute de descarga, de manera que cubra el lado norte (C1) y lado norte y sur (C2).

Nota 16: Técnico mecánico debe inspeccionar el aseguramiento de las plataformas, ya que puede existir el riesgo de caída de personas.

Nota 17: Las compuertas de descarga delantera y posterior deberán estar cerradas durante todo el trabajo, con esto se eliminará el *open hole* que se genera.

Desmontaje de mangueras de alimentación de carga

Técnicos mecánicos instalan plataformas rebatibles en medio del filtro.

Técnicos mecánicos retiran las mangueras de alimentación de concentrado, agua de lavado y aire de secado, y mangueras de alimentación de presión de aire.

Nota 18: Para el desmontaje de las mangueras se requiere de cuatro técnicos mecánicos, dos de cada lado.

Nota 19: Para el izaje, considerar lo descrito en el estándar [SSOst0031 Equipos y elementos de izaje](#). Operadores de puente grúa y rigger se asegurarán de que la zona de izaje y el trayecto esté demarcado con conos y barras de color rojo, así como la parte baja del filtro. Se verificará que el personal no se encuentre dentro de la demarcación, ni debajo de la carga suspendida. Se debe instalar vientos para guiar la carga. El personal mecánico debe estar debidamente anclado con arnés de seguridad y línea de vida retráctil.

Figura 32

Manifold de alimentación



Técnicos mecánicos desacoplan la abrazadera que fija la manguera con la placa, con ayuda de llave Ratchet de 1/2", y dado correspondiente.

Técnicos mecánicos retiran abrazaderas inferiores de manifold, instalan vientos y aseguran la carga. Personal mecánico demarcará previamente el área con conos y barras rojas de acuerdo con lo descrito en el estándar [SSOst0010 Restricción y demarcación de áreas](#).

Técnicos mecánicos retiran abrazaderas superiores para desmontar el manifold con mangueras.

Técnico mecánico traslada el manifold con mangueras a un lugar libre y seguro.

Desmontaje de manguerote de colectores

Técnicos mecánicos retiran pernos de fijación (4) del soporte del colector base, con pistola neumática con encastre de 1/2", con extensión y dado correspondiente. Previamente, se aplica aceite penetrante para aflojar pernos.

Nota 20: Tener cuidado con el retiro del soporte, ya que este tiene un peso considerable (30 kg aprox.).

Nota 21: Para la manipulación y uso de los productos químicos, tomar en consideración las especificaciones del producto. Ver las hojas de las FDS de los productos. Cumplir con lo establecido en el estándar [SGIst0022 Manejo de productos químicos](#).

Técnicos mecánicos retiran tuercas de fijación (2) del colector base con llave mixta de 19 mm".

Técnicos mecánicos retiran pernos de sujeción (8) de la brida de tubería de descarga con pistola neumática con encastre de 3/4", dado 1 1/8" con encastre de 3/4", llave mixta de 1 1/8". Previamente, se debe aplicar aceite penetrante para aflojar los pernos y escobilla de acero para la limpieza.

Nota 22: Para la manipulación y uso de los productos químicos, considerar lo descrito en la nota 21.

Técnico mecánico retira manguera de drenaje de colectores para su inspección interior, así como inspección interna de la tubería de descarga. En caso la manguera de filtración presente un desgaste excesivo, coordinar el cambio respectivo.

Desmontaje de colectores

Técnicos mecánicos instalan plataformas en las dos columnas de colectores lado sur.

Técnicos mecánicos retiran las dos columnas de colectores lado sur. Para esta tarea se requiere de dos técnicos mecánicos por columna, es decir, cuatro técnicos.

Nota 23: Durante esta tarea, considerar lo descrito en la nota 14 referente a trabajos en altura.

Técnicos mecánicos retiran tuercas de fijación (2) del colector con llave mixta 3/4", escobilla de acero y líquido para aflojar pernos y facilitar el retiro de colector.

Nota 24: Para la manipulación y uso de los productos químicos, considerar lo descrito en la nota 21.

Se repiten los pasos descritos en toda la columna de colectores. Técnicos mecánicos deberán transportar los colectores retirados fuera del filtro y almacenarlos en un lugar libre y seguro, junto con las tuercas, arandelas, sellos y espárragos.

Desmontaje barras guía

Técnicos mecánicos desmontan barras guías (4 técnicos) haciendo uso de pistola de impacto de 1/2", dado de impacto de 1 3/16" y llave mixta de 1 3/16".

Técnicos mecánicos desmontan primero los cuatro pernos de sujeción de la parte inferior. A continuación, los cuatro siguientes de la parte intermedia, y antes de retirar los pernos de la parte superior realizan la maniobra con dos eslingas de 1 Tn x 2 m y un grillete de 1/2". Seguidamente, tensan con el puente grúa para evitar desprendimientos severos al momento de retirar los pernos superiores.

Técnicos mecánicos instalan plataformas en la parte superior y media.

Una vez que se retiren los pernos, se procede a delimitar la zona con conos y barras de seguridad, de acuerdo con lo establecido en el estándar *SSOst0010 Restricción y demarcación de áreas*.

Figura 33

Retiro de pernos de sujeción



Figura 34

Desmontaje de barra guía



Nota 25: Durante esta tarea, considerar lo descrito en la nota 14 referente a trabajos en altura. Previamente, técnicos mecánicos deberán instalar plataformas en la parte media y superior.

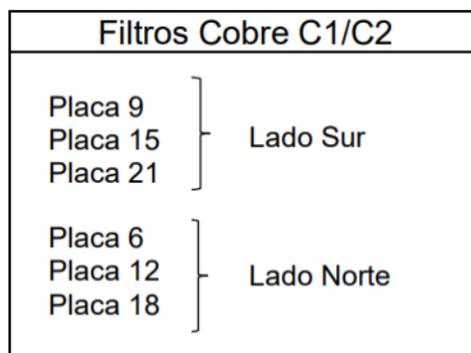
Nota 26: Para el izaje, considerar lo descrito en la nota 13.

Desmontaje de motores motrices auxiliares

Supervisor o técnico mecánico responsable realiza la distribución de personal en diversos puntos para el desacoplamiento de motores hidráulicos. Todos los motores auxiliares se desacoplarán. La ubicación de estos es la siguiente:

Figura 35

Ubicación motores motrices y auxiliares



Técnicos mecánicos realizan el desmontaje de motores auxiliares utilizando llave mixta de 19 mm para la guarda del acoplamiento. A continuación, fijan los motores hidráulicos a un punto inmediato superior de sujeción con una eslinga de 1 Tn x 2m y los desacoplan del eje (cabe resaltar que no es necesario liberar el ajuste del prisionero en el acople motriz).

El operador del puente grúa en coordinación con el rigger realizan el desmontaje de motores auxiliares y lo trasladan a un lugar seguro.

Nota 27: Para el izaje, considerar lo descrito en la nota 13.

Nota 28: Durante el izaje, técnicos mecánicos se posicionarán en la parte superior del motor de giro.

Figura 36

Desmontaje motores auxiliares



Para el retiro de los motores auxiliares (lado sur), técnicos mecánicos desmontan el acoplamiento conducido con llave Allen 5/16" (tener cuidado de no extraviar y conservar el acople flexible).

Nota 29: Para la manipulación y uso de los productos químicos, considerar lo descrito en la nota 21.

Desmontaje de rodillos guía y rodillos motrices

Para esta tarea se efectuará el desmontaje de los rodillos de placas lado sur (3), para efectos de facilidad en el mantenimiento.

Se requiere: operador de puente grúa, rigger, dos técnicos mecánicos posicionados en los extremos de las placas y dos técnicos mecánicos para la recepción de rodillos.

Nota 30: Durante esta tarea, considerar lo descrito en la nota 14 referente a trabajos en altura.

Solo para C1: Técnicos mecánicos retiran raspador de tela, aflojando las tuercas de fijación y pasadores. Luego, retiran las chavetas para finalmente retirar el raspador.

Nota 31: Usar guantes adecuados para esta acción.

Técnicos mecánicos estroban un rodillo utilizando 2 tecles de 1.6 Tn (neumáticos) y 2 eslingasde 1 m x 1" e izan los rodillos para soltar los soportes.

Técnicos mecánicos sueltan los soportes principales del rodillo quitando los pasadores con la ayuda de una pistola neumática de 3/4", dado 1 7/16" con encastre de 3/4", reducción de 3/4" a 1/2", dado Allen 14 mm y llave mixta 15/16".

Una vez que se retiren los pernos, se procede a delimitar la zona con conos y barras rojas de seguridad, de acuerdo con lo establecido en el estándar [SSOst0010 Restricción y demarcación de áreas](#).

Nota 32: Tener cuidado con el atrapamiento de manos.

Operador de puente grúa realiza el desplazamiento del rodillo, transportándolo a un área libre.

Nota 33: Para el izaje, considerar lo descrito en la nota 13. Mantener comunicación constante con el operador de puente grúa para que la recepción de rodillos sea de forma rápida y segura.

Técnicos mecánicos encargados de la recepción de rodillos extienden dos eslingas en el suelo, para que, sobre estas, descansen los rodillos retirados y en forma conjunta puedan ser retirados mediante el uso del puente grúa al primer nivel de filtros.

Técnicos mecánicos delimitan el área con conos y barras rojas de seguridad incluyendo el primer nivel de acuerdo con el estándar [SSOst0010 Restricción y demarcación de áreas](#).

Técnico operador de puente grúa retira todos los rodillos al primer nivel de filtros al finalizar la tarea.

Bloqueo y desbloqueo para montaje de placas

Técnicos mecánicos comunican a todos los técnicos mecánicos el desbloqueo respectivo en la caja grupal y verifican que ningún técnico mecánico permanezca en el filtro.

Coordinar con técnico mecánico quién llevará el paquete de placas a su posición cerrada.

Figura 37*Paquete de placas y manifold*

Técnicos mecánicos bloquean de nuevo la caja grupal y se procede a desmontar los eslabones desde la placa 0 hasta la placa 13 (líder mecánico verifica el desacople entre placa 12 y 13 (en C1) o placa 13 y 14 (en C2), para asegurar el desmontaje del paquete inferior de placas.

Técnicos mecánicos nuevamente se retiran y desbloquean la caja grupal y, a continuación, un técnico mecánico realiza el levantamiento de placas dejando una abertura entre la placa 12 y la placa 13(en C1) o la placa 13 y la placa 14 (en C2).

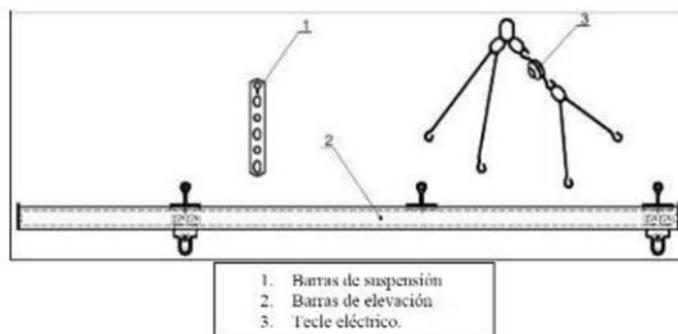
El personal estará ubicado a la altura de las placas donde el sistema hidráulico de motores no será accionado, ya que solo se trabaja con el sistema hidráulico QAC, que se encuentra en la parte superior, alejados del personal.

Desmontaje y montaje de placas

Nota 34: Durante el traslado de placas tanto para el montaje y desmontaje se contará con un vigía para que controle el estado del cable del tecla eléctrico, el cual coordinará con el rigger para el traslado seguro.

Figura 38

Maniobra para retiro de placa



Nota. OUTOTEC Larox Filter (2012).

Técnico mecánico realiza la maniobra con dos eslingas de 2,8 Tn x 2 m (en los puntos de izaje diseñados para tal fin) para el izaje de las barras de elevación, hacia el espacio generado entre las placas 12 y 13 (en C1) y las placas 13 y 14 (en C2).

Nota 35: Para el izaje, considerar lo descrito en la nota 13.

Técnicos mecánicos, ubicados tres por lado de la placa 12 y 13 en caso de C1, y la placa 13 y 14 en caso de C2, se encargan del izaje de cada una de las barras y fijan los eslabones respectivos en los pasadores de suspensión de la placa superior. También colocan los seguros para evitar el desprendimiento de las barras de elevación.

Técnico mecánico procede a instalar 4 tecles de 1.6 Tn en las barras de elevación en la posición columna 1, 2, 3 y 4.

Técnicos mecánicos colocan la maniobra entre la placa superior e inferior. Una vez instalados los tecles para suspender las placas inferiores, se acomodan las eslingas respectivas dependiendo de la distancia entre las barras de elevación y la placa que se retirará.

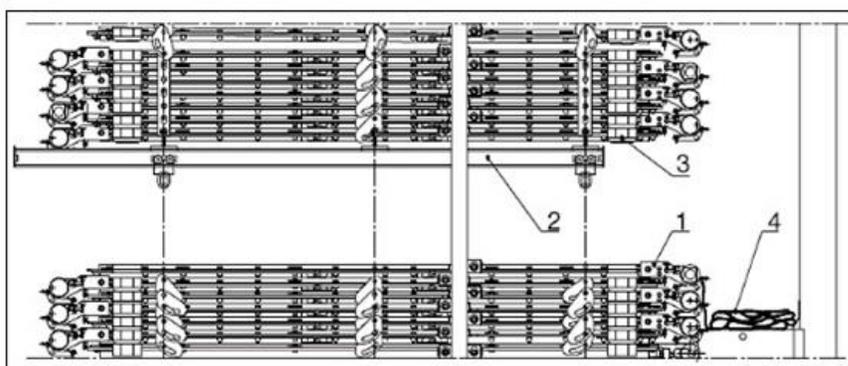
Técnico mecánico procede a enganchar la placa a retirar con las eslingas en los pines de suspensión y se procede a izar la placa con ayuda de los tecles, hasta una altura de 3" de

separación de la placa inferior aproximadamente. Una vez despegada la placa del marco se procede a retirar la placa inferior.

Nota 36: Durante esta tarea, considerar lo descrito en la nota 14 referente a trabajos en altura.

Figura 39

Retiro de placas con riel



Barras de elevación están aseguradas a los pasadores de suspensión.

- 1 Placa del filtro a ser removida
- 2 Barra de elevación (peso 80 kg)
- 3 Placa del filtro superior a la placa a ser removida
- 4 Tela del filtro

Nota. OUTOTEC Larox Filter (2012).

Nota 37: El líder de la tarea debe de estar atento en todo momento para evitar que alguien se encuentre en la línea de fuego.

Figura 40*Levantamiento de placa*

Técnico operador de puente grúa acerca el tecle eléctrico a la placa a retirar y coordina con los técnicos mecánicos ubicados al lado norte para la unión de las cadenas de elevación a los pasadores de suspensión en los extremos de la placa.

Técnico operador de puente grúa coordina con técnicos mecánicos para jalar la placa fuera del paquete de placas hasta el tope límite.

Nota 38: Tener cuidado de aprisionamientos a las manos durante esta maniobra (véase Figura 41).

Nota 39: Tener en cuenta que, para guiar la carga, esta debe estar por debajo de la altura de los brazos extendidos horizontalmente.

Llegado al tope límite de la barra de elevación, el técnico operador de puente grúa coordina con técnicos mecánicos del lado norte para sujetar las cadenas de elevación del tecle eléctrico a los pasadores de suspensión en los otros extremos de la placa.

Técnicos mecánicos retiran el gancho del tecle de la placa conforme esta vaya siendo sujeta por el puente grúa y el tecle eléctrico.

Nota 40: Tener cuidado con las manos al momento de acoplar las cadenas y realizar el trabajo con mucha coordinación.

Técnicos mecánicos coordinan con técnico operador de puente grúa para que nivele las cadenas de elevación con el tecele eléctrico.

Nota 41: Tener cuidado con aprisionamientos de las manos en dicha maniobra.

Nota 42: Tener cuidado con las manos y realizar el trabajo con mucha coordinación.

Figura 41

Retiro de placas



Nota 43: Siempre use la cadena del tecele eléctrico para sujetar a los pasadores de los extremos de la placa en las columnas 2 y 3.

Técnico operador de puente grúa estabiliza la placa y la posiciona sobre la base de las barras de madera instaladas en el piso.

Figura 42*Apilamiento de placas*

Nota 44: Para el traslado de placas, delimitar el área con conos y barras de seguridad de color rojo, de acuerdo con lo establecido en el estándar *SSOst0010 Restricción y demarcación de áreas*.

Ejecutar el mismo procedimiento para las placas inferiores, terminando en la placa N.º 1 y, a continuación, montar las nuevas placas en orden inverso al desmontaje empezando en la N.º 1 y terminando en la N.º 13 o 14 correspondiente en C1/C2.

Figura 43*Retiro de placas*

Instaladas las primeras placas, los técnicos mecánicos desmontan los rieles de elevación de la placa superior haciendo uso de dos eslingas de 2,8 Tn x 2 m (en los puntos de anclaje diseñados para tal fin), previa coordinación con técnico operador de puente grúa.

Los seis técnicos mecánicos se retiran de sus posiciones para desbloquear y el técnico mecánico responsable verifica que ningún técnico permanezca en el filtro.

Técnico mecánico desciende el paquete de placas, luego todos los involucrados bloquean de nuevo la caja grupal.

Técnico mecánico líder coordina con los otros técnicos mecánicos y distribuye las posiciones para el desmontaje de eslabones desde primera placa inferior hasta la última placa superior, y verifica que todos usen sus respectivos arneses de seguridad con línea de vida.

Nota 45: Durante esta tarea, considerar lo descrito en la nota 14 referente a trabajos en altura.

Técnicos mecánicos retiran los espárragos de suspensión.

Una vez terminados los desmontajes de eslabones, técnicos mecánicos descienden y desbloquean para que los otros técnicos mecánicos asciendan a la estructura de la placa

superior (placas N.º 13 a N.º 25 en C1 / placas N.º 14 a N.º 26 en C2 quedan en la parte inferior), colocan los pines de trabamiento y continúan con el cambio de estas placas.

Nota 46: Tener en consideración qué trabajo se realizará con el equipo energizado y en movimiento, previa coordinación con el técnico mecánico líder y grupo de trabajo.

Técnicos mecánicos bloquean el filtro en la caja grupal.

Personal mecánico procede a instalar cuatro espárragos de sujeción en las cuatro columnas para posteriormente poner los rieles de elevación en estos.

Técnicos mecánicos colocan los rieles de elevación, haciendo uso de dos eslingas de capacidad y longitud adecuada en los espárragos previamente instalados.

Nota 47: Para el izaje, considerar lo descrito en la nota 13.

Técnicos mecánicos instalan plataforma para que técnico pueda ubicarse en placa superior del paquete de placas inferiores.

Técnicos mecánicos desmontan las placas siguiendo el mismo procedimiento explicado líneas arriba. Empezando desde la N.º 25 a la N.º 13 **en C1** / N.º 27 a la N.º 14 **en C2**.

Técnicos mecánicos realizan el montaje de las placas, después desmontan los rieles de elevación usando las dos eslingas respectivas, y proceden a montar los templadores a las placas superiores y los respectivos eslabones a todas las placas (técnico mecánico revisa el traslape de los eslabones).

Técnicos mecánicos limpian la base superior y proceden a desbloquear el equipo.

Operador de filtro en coordinación con el técnico mecánico responsable destraba los pines de bloqueo y se procede a descender la mesa superior, calculando la distancia entre el espárrago y la guía; luego, los técnicos mecánicos se encargan de visualizar la posición del espárrago. Una vez se haya posicionado, se procede a realizar el bloqueo del filtro.

Técnicos mecánicos proceden a colocar las guías en los seis puntos de los espárragos, luego personal mecánico desbloquea el filtro para bajar la mesa superior.

Técnicos mecánicos bloquean el equipo.

Nota 48: Tener en consideración qué trabajo se realizará con el equipo energizado y en movimiento, previa coordinación con el técnico mecánico líder y grupo de trabajo.

Técnicos mecánicos colocan tuercas y seguros para desbloquear el filtro. Luego, levantan el paquete, colocan los pines de traba y lo bloquean.

Montaje de colectores.

Técnico mecánico realiza montaje de las dos columnas de colectores lado sur. Previamente, se debe tener los colectores limpios y nuevos, sellos instalados en colectores, sellos rectangulares, espárragos milimétricos engrasados y tuercas con arandelas milimétricas.

Nota 49: Durante esta tarea, considerar lo descrito en la nota 14 referente a trabajos en altura.

Para esta tarea se requiere de dos técnicos mecánicos por columna.

Técnicos mecánicos instalan los sellos rectangulares y espárragos milimétricos, después los colectores, y finalmente los aseguran con arandelas y tuercas con llave mixta 3/4". Así sucesivamente en toda la columna de colectores.

Montaje de manguerotes colectores

Técnico mecánico realiza cambio de componentes según condición. Los componentes por cambiar pueden ser: colectores nuevos, manguerotes de drenaje, soporte metálico de colector, acoplamiento de colector a manguerote de drenaje y brida de manguera a tubería de descarga.

Técnico mecánico fija manguerote de drenaje a un extremo con su acoplamiento y colector; por el otro extremo con la brida.

Técnico mecánico fija pernos de sujeción (8) de la brida de la tubería de descarga a la manguera con pistola neumática con encastre de 3/4", dado 1 1/8", llave mixta 1 1/8". De la misma manera, del otro extremo con la placa del filtro.

Técnico mecánico coloca tuercas de fijación (2) del colector base con llave mixta 3/4".

Técnico mecánico fija los pernos de fijación (4) del soporte del colector base con pistola neumática con encastre de 1/2", extensión de 1/2", dado 15/16", llave mixta 15/16" y aceite penetrante previamente para aflojar pernos. La colocación de pernos se realiza con ayuda de Antisize.

Nota 50: Tener cuidado con el montaje del soporte, ya que este tiene un peso considerable y puede golpear la cara o los hombros.

Nota 51: Para la manipulación y uso de los productos químicos, considerar lo descrito en la nota 21.

Montaje barras guía

Técnico mecánico traslada barras guía de la parte inferior del filtro hacia el área de cambio, haciendo uso de dos eslingas de 2,8 Tn x 2 m y una maniobra con nudo ahorcado en los extremos de cada barra.

Nota 52: Para el izaje, considerar lo descrito en la nota 13.

Técnico mecánico coordina con técnico operador de puente grúa el izaje y presentación de las barras guía, utilizando maniobra con una eslinga de 2,8 Tn x 2 m, haciendo uso de viento al momento de la maniobra. Previamente, se demarca el área con conos y barras de color rojo.

Nota 53: Para el izaje, considerar lo descrito en la nota 13.

Presentada la barra, técnico mecánico fija los pernos de la parte superior haciendo uso de una pistola de impacto con dado respectivo y llave mixta 1 3/16". A continuación, fija los pernos intermedios e inferiores.

Nota 54: Durante esta tarea, considerar lo descrito en la nota 14 referente a trabajos en altura.

Montaje de mangueras de alimentación de carga

El técnico mecánico realiza montaje de mangueras de: (a) alimentación de concentrado, agua de lavado y aire de secado y (b) alimentación de presión de aire. Para el montaje de las mangueras se requiere de cuatro técnicos mecánicos, cuatro de cada lado. Previamente, personal mecánico delimita el área de influencia para izaje del manifold, según lo descrito en el estándar *SSOst0010 Restricción y demarcación de áreas*.

Nota 55: Durante esta tarea, considerar lo descrito en la nota 14 referente a trabajos en altura.

El técnico mecánico acopla la abrazadera que fija la manguera con el manifold, con la ayuda de llave ratchet de 1/2", dado 9/16" y llave mixta 9/16".

Montaje rodillos guía y rodillos auxiliares

Para la realización de esta tarea solo se efectuará el montaje de los rodillos de placas lado sur. Se requerirá de operador de puente grúa, dos técnicos mecánicos posicionados en los extremos de las placas y dos mecánicos para el izaje de los pernos y montaje en el filtro.

Para el montaje de los rodillos motrices auxiliares previamente se debe armar el acoplamiento al rodillo mediante una chaveta utilizando llave Allen 3/16", comba de bronce, Antisize, lija fina y gruesa y líquido aflojante.

Nota 56: Tener cuidado con las manos al realizar esta acción, usar correctamente EPP.

Nota 57: Durante esta tarea, considerar lo descrito en la nota 14 referente a trabajos en altura.

Técnicos mecánicos estroban rodillo a instalar mediante 2 eslingas de 3 m, a ambos extremos del rodillo y lo enganchan a tecla neumática.

Técnico operador de tecla eleva rodillo y lo desplaza hacia la placa destinada para su montaje. Con ayuda de vientos en ambos lados, se acerca el rodillo hacia la posición deseada.

Notas 58: Para el izaje, considerar lo descrito en la nota 13.

Técnico mecánico fija los soportes principales del rodillo a la placa, mediante los pasadores con la ayuda de una pistola neumática de 3/4", dado 1 7/16" con encastre de 3/4", reducción de 3/4" a 1/2", llave Allen 14 mm y llave mixta 15/16".

Figura 44

Instalación de raspadores



Montaje de motores motrices auxiliares

Técnicos mecánicos limpian el acoplamiento conducido y flexible, haciendo uso de thinner estándar.

Nota 59: Para la manipulación y uso de los productos químicos, considerar lo descrito en la nota 21.

Técnicos mecánicos distribuidos en las ubicaciones mencionadas realizan el montaje del acoplamiento conducido con la llave Allen respectiva.

Técnicos mecánicos retiran los materiales, herramientas del lugar de trabajo.

Técnicos mecánicos sacan todos los materiales y repuestos utilizados durante la tarea y los trasladan hacia el patio de componentes y puntos de acopios de residuos, respectivamente.

Técnicos mecánicos quitan de la zona de trabajo herramientas, demarcaciones y señalizaciones.

Nota 60: Los materiales y repuestos utilizados durante la tarea de mantenimiento deberán disponerse de acuerdo con lo descrito en [SGA-RSpG0001 Plan general para el manejo de residuos sólidos](#).

Alineamiento de placas y nivelación de rodillos

Para la realización de este paso se requerirá: tres mecánicos por lado (norte y sur), dos tecles de 1.6 Tn, cuatro eslingas de 1 Tn x 1.5 m, plomada, dado 46 mm, pistola neumática con encastre de 3/4", dos llaves torre y llaves mixtas 46 mm.

Técnicos mecánicos montan los cubos de alineamiento, las excéntricas respectivas y las tuercas de sujeción en ambos lados del filtro.

Técnicos mecánicos instalan plomada en columna 1 y 4. Luego, colocan la maniobra entre placas impares usando de apoyo las boquillas de alimentación (por ejemplo, 1 y 3) y jalan la placa en dirección a la plomada que está colocada en la columna 1 y 4.

Una vez que la placa esté alineada, técnicos mecánicos ajustan la tuerca de la pieza deslizante con la barra guía, haciendo uso de pistola neumática con encastre 3/4" y dado de 46 mm. Se repiten los pasos descritos hasta completar la placa 25 en C1 y la placa 27 en C2.

Técnicos mecánicos proceden a nivelar los rodillos con ayuda de nivel respectivo, considerando una diferencia de altura de 2 mm como mínimo del rodillo sobre la batea.

Instalación de tela nueva

Técnicos mecánicos aplican el procedimiento general de desbloqueo a la unidad hidráulica, según lo descrito en el [SSOst0036 Estándar de bloqueo](#).

Técnico de mecánico fija el conjunto de placas en una posición "abierta" y la placa de presión superior se fija a las columnas con pines de traba.

Técnico mecánico coloca la tela nueva sobre los soportes para instalación de tela nueva.

Técnicos mecánicos instalan soga de 1/4 para las 25/27 placas, según corresponda (C1/C2). De tal forma, que la soga tenga el mismo trayecto que la tela.

El objetivo de esta tela diseñada (machina) es asegurar, a través de sus agujeros, sogas, y que, a través de estas, los técnicos mecánicos puedan jalar fácilmente y montar la tela nueva a través de las placas de filtración y el sistema de accionamiento de rodillos, hasta llegar al rodillo de presión.

Personal mecánico procede a desbloquear el equipo.

Técnico mecánico abre las puertas de la unidad de accionamiento. Sigue la costura de la tela nueva, moviéndola mediante el modo de accionamiento de prueba hasta llegar a la placa N.º 1, donde se dejó la costura de la tela vieja.

Técnico mecánico abre la unión de tela (grapasa) y fija la nueva tela a la tela que debe reemplazarse con la ayuda de un alicate de punta y alicate de corte.

Técnico mecánico acciona la tela hasta su posición mediante el modo de accionamiento de prueba, haciendo pasar la tela nueva por el rodillo de centrado, rodillo tensor y así sucesivamente por todo el circuito.

Técnicos mecánicos proceden, en simultáneo, a posicionarse dos en cada lado de la tela a reemplazar para jalar de la costura y retirarla, disponiéndola en forma de zigzag en el suelo sobre una eslinga de 4 m (en C1) u 8 m (en C2).

Los técnicos mecánicos continúan jalando la tela hasta que logren visualizar la unión de tela (grapasa), y que esta haya logrado pasar por el rodillo de presión.

Técnico mecánico abre la unión de tela (grapasa) para desacoplar totalmente la tela y retirarla, además de unir los dos extremos (grapasa) de la tela nueva.

Técnico mecánico abre la válvula de bola, tensa la tela y checa que esté centrada mediante el modo de accionamiento de prueba.

Técnicos mecánicos proceden a bloquear el equipo.

Personal mecánico coloca rapadores de tela siguiendo de manera inversa lo descrito en el ítem 4.5.8.

Montaje de chute de descarga

Técnico mecánico retira las plataformas que fueron instaladas inicialmente para evitar caídas de personas hacia el primer nivel de filtros.

Técnico mecánico ensambla los herrajes de levantamiento (orejas) del chute de descarga al puente grúa con dos eslingas de 2 m y 2 grilletes de 3/4".

Nota 61: Durante esta tarea, considerar lo descrito en la nota 14 referente a trabajos en altura.

Operador de puente grúa levanta el chute de descarga y lo traslada para su montaje.

Notas 62: Para el izaje, considerar lo descrito en la nota 13.

Técnico mecánico fija pernos de sujeción a los lados y en la parte final de la parte superior del chute de concentrado final.

Cambio de rodillo motriz auxiliar principal y de presión

Personal mecánico procede a girar la tela, de tal manera que la grapa quede ubicada sobre el rodillo motriz principal.

Luego, personal mecánico sube el rodillo tensor y cierra la válvula.

Personal mecánico bloquea el equipo, para luego retirar el pasador de la grapa y la tela de ambos rodillos.

Operador de puente grúa coloca los aparejos de izaje correspondientes para el izaje del rodillo motriz auxiliar principal y procede a tensar la maniobra.

Técnico mecánico desajusta los pernos y saca las chumaceras de ambos lados, para luego retirar del rodillo con apoyo del puente grúa.

Personal mecánico instala el rodillo motriz auxiliar nuevo siguiendo los pasos descritos anteriormente de manera inversa.

Luego, operador de puente grúa coloca los aparejos de izaje correspondientes para el retiro del rodillo de presión y procede a tensar la maniobra.

Técnico mecánico desajusta los pernos de los templadores de ambos lados, y retira del rodillo con apoyo del puente grúa.

Personal mecánico instala el rodillo de presión nuevo siguiendo los pasos de manera inversa.

Orden y limpieza

Al concluir la tarea, el personal segregará y dispondrá los residuos generados durante la tarea.

Nota 63: Los materiales y repuestos utilizados durante la tarea de mantenimiento deberán disponerse de acuerdo con lo descrito en *SGA-RSpG0001 Plan general para el manejo de residuos sólidos*.

El personal mecánico retira las demarcaciones liberando la zona para el libre tránsito.

Técnico mecánico responsable coordina con operador para el retiro de los candados de bloqueo y el arranque del equipo respectivo.

Supervisor de mantenimiento avisará a operaciones el término de los trabajos.

RESTRICCIONES

No incumplir la señalización de la zona donde se ejecuta el trabajo.

No iniciar la tarea si no se cuenta con los documentos revisados y aprobados (PETS, IPERC Continuo) para la tarea de mantenimiento programado.

No iniciar la tarea de no contar con las acreditaciones para trabajos de alto riesgo, vigentes.

Nadie puede situarse debajo de la carga suspendida.

Nadie puede dar indicaciones al operador de la grúa excepto el rigger designado.

Nadie puede trabajar con herramientas manuales que no hayan sido inspeccionadas y tengan su cinta del color del trimestre correspondiente.

Nadie puede trabajar con herramientas manuales hechas o máquinas que no tengan la aprobación de la gerencia técnica.

No trabajar con herramientas neumáticas si alguna conexión no cuenta con su lazo de seguridad.

Nadie puede trabajar con herramientas neumáticas o eléctricas sin guantes de cuero.

Nadie puede trabajar con herramientas manuales que no hayan sido desinfectadas.

Documentos de referencia

Matriz IPERC Mto. Concentradora C1 – Filtros.

Matriz IPERC Mto. Concentradora C2 – Filtros.

SGA-RSpG0001 Plan de manejo de residuos.

SGIst0001 Inspección de herramientas, equipos e instalaciones.

SGIst0022 Estándar para el manejo de productos químicos.

SSOpl0002 “Plan para vigilancia prevención y control COVID-19 en el trabajo”.

SSOpr0026 “Limpieza, desinfección y mantenimiento instalaciones”.

SSOst0003 Trabajos en altura.

SSOst0008 Trabajos en circuitos energizados.

SSOst0010 Restricción y demarcación de áreas.

SSOst0018 Selección, distribución y uso de EPP.

SSOst0031 Equipos y elementos de izaje.

SSOst0036 Estándar de bloqueo.

SSOst0042 “Control de contagio Covid-19”.

SSOst0044 “Medidas de higiene continua y medidas convivencia”.

SSOst0045 “Estándar aseguramiento del distanciamiento físico”.

Entregable 03: Planeamiento de trabajo (Diagrama de Gantt).

Entregable 04: Informe técnico final.

4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional

4.2.1. Metodología

Consideraremos metodologías y estrategias correctivas, sistemáticas, de alta disponibilidad y fiabilidad aplicadas para el desarrollo en el mantenimiento del equipo.

Técnicas de mantenimiento tienen como objetivo final aumentar la eficiencia del equipo a intervenir. Esto evita pérdidas de productividad debidas a fallos en los equipos o a una posible falta de atención por parte de algunos técnicos.

4.2.2. Técnicas

Las técnicas aplicadas en el presente proyecto son las siguientes, teniendo en cuenta procedimientos y estándares.

Evaluación. Se recopilan datos históricos de la operación del equipo acerca de las prácticas de ejecución y planeamiento del mantenimiento, la productividad histórica y sus objetivos a futuro. En esta etapa también se realizan inspecciones “in situ” al equipo en las diferentes disciplinas. Con toda esta información, nuestro equipo de expertos globales creará el plan de optimización estratégico personalizado por filtro del cliente.

Capacitación. Durante esta fase el cliente recibe entrenamientos denominados “Workshop”, que servirán para mejorar el conocimiento de la tecnología, así como revelar las necesidades de entrenamiento al personal de operaciones y de mantenimiento.

Seguimiento. En esta fase se ejecuta la implementación del plan; para ello, el cliente cuenta con diversos soportes que brinda Larox con garantía de la marca en todos sus

procedimientos y ejecución de servicios de mantenimiento, así como los soportes remotos para mantener y/o mejorar la estrategia de operación recomendada.

Mejora continua. Este programa ofrece una supervisión continua. En ese sentido, ofrece al cliente visitas periódicas a planta, libres de costo, para asegurar la correcta implementación y funcionamiento a través del seguimiento. Además, se recopila data de fallas, paradas no programadas y data de paneles de control para análisis de causa-raíz y prevención de desviaciones futuras en la eficiencia y productividad del equipo; asimismo recomendar mejoras y/o modernizaciones de ser necesario.

4.2.3. Instrumentos

En el proyecto se utilizarán los siguientes instrumentos para el cumplimiento a cabalidad de este:

- Protocolos de seguridad.
- IPERC continuo la identificación de peligros y la evaluación de riesgos y controles.
- PETS Procedimiento escrito de trabajo seguro.
- Check list de equipos y herramientas.
- Planos del equipo.
- Certificados de calibración de equipos.
- FDS Ficha de datos de seguridad.
- Informe técnico.

4.2.4. Recursos, equipos y materiales utilizados en el desarrollo de la actividad

Lista de equipos, herramientas, materiales para el desarrollo del proyecto.

Tabla 1*EPP Básico*

EPP REQUERIDO POR PERSONA	
Cantidad	Descripción
01	Casco de Seguridad
01	Guantes de cuero
01	Respirador para gas y polvo
01	Protector auditivo
01	Ropa de trabajo con cinta reflectiva
01	Zapatos de seguridad
01	Lentes de seguridad
01	Mameluco descartable
01	Guantes de nitrilo
01	Arnés de seguridad con línea de vida retráctil

Nota. Elaborado con base en el alcance del servicio de mantenimiento.

Tabla 2*EPP Soldador*

EPP ESPECÍFICO PARA SOLDADOR	
Cantidad	Descripción
01	Ropa de trabajo de cuero para soldador
01	Guantes para soldar
01	Escarpines de cuero
01	Careta de soldar
01	Respirador de humo de soldadura

Nota. Elaborado con base en el alcance del servicio de mantenimiento.

Tabla 3*EPP Rigger*

EPP ESPECÍFICO PARA RIGGER	
Cantidad	Descripción
01	Chaleco de rigger maniobrista

Nota. Elaborado con base en el alcance del servicio de mantenimiento.

Tabla 4*Equipos y herramientas*

Cantidad	Descripción
04	Barras de suspensión de un hueco

02	Rieles para placa
01	Cadenas de elevación con anillos sujetadores y ganchos
02	Eslingas de 2 Tn x 1 m
02	Eslingas de 2.8Tn x 2m
04	Eslingas de 1 Tn x 2 m
01	Eslingas de 2 Tn x 4 m
02	Eslingas de 1 Tn x 1 m
01	Grillete de 1/4"
01	Alicate de punta plana
01	Alicate de corte
02	Llave mixta de 1 13/16"
02	Dado de impacto de 1 13/16" encastre 3/4"
02	Dado de impacto de 1 1/8"
02	Teclé eléctrico de 2 Tn, extensión de control 6 m y extensión de cable de potencia 30 m
04	Teclé 1.6 Tn
02	Teclé neumático
02	Dado hexagonal 10 y 14 mm encastre 1/2"
02	Pistola de impacto 3/4"
02	Pistola de impacto 1/2"
02	Manifold de aire
02	Llave mixta 15/16"
01	Dado impacto 9/16"
01	Ratchet 1/2"
02	Dado impacto 15/16" encastre 1/2"
01	Dado impacto 1 7/16" encastre 3/4"
02	Dado impacto 30 mm encastre 1/2" para pivot rodillo
02	Extensión de 1/2"
02	Llave mixta 9/16"
01	Llave mixta 1 3/16"
01	Llave mixta 1 1/8"
02	Dado de impacto 36 mm (para templadores)
01	Dado de impacto 14 mm encastre 1/2"
06	Llave mixta 19 mm
02	Llave mixta 13 mm
02	Llave mixta 14 mm
02	Llave mixta 30 mm
04	Llave mixta 17 mm
02	Llave de torre
01	Llave Allen 5/16"
01	Llave Allen 3/16"
01	Llave Allen 1 5/16"
02	Rollo soga nylon 1/4" x 100 m
02	Rollo soga nylon 1/2" x 100 m

02	Cimba de 4 lb
06	Destornillador plano
04	Plomada de nylon
02	Barretas
02	Esmeril 4"
04	Extensión 220 V
06	Luminarias
01	Equipa de oxicorte

Nota. Elaborado con base en el alcance del servicio de mantenimiento.

Tabla 5

Requerimiento de materiales

Cantidad		Descripción
C2	C1	
25	27	Placas armadas
48	52	Piezas deslizadoras
24	26	Raspadores de tela
24	26	Raspadores de rodillo
24	26	Rodillos
02	02	Barras guía
288	312	Eslabones
96	104	Mangueras de pulpa
24	26	Mangueras de aire
04	04	Colectores ciegos
04	04	Mangueras de colector
04	04	Colectores roscados
96	96	Colectores normales
04	04	Soporte de colectores
240	260	Abrazadera para manguera
240	260	O' ring de abrazadera
24	26	Sellos rectangulares de colector
10	10	Penetrante LOCTITE
02	02	Fardos trapo industrial
12	12	Antiseize
06	06	Equipos de oxicorte
02	02	Disco de corte de 4"
04	04	Disco de desbaste 4"
04	04	Escobilla de acero y copa
A condición	A condición	Elementos para limpieza y desinfección de manos y herramientas

(Pulverizador con
solución
desinfectante)

Nota. Elaborado con base en el alcance del servicio de mantenimiento.

4.3. Ejecución de las actividades profesionales

El personal mecánico realiza el bloqueo de los siguientes equipos:

Tabla 6

Listado de equipos a bloquear en C1

Ítem	FL001	FL002
1	Válvula neumática de alimentación de concentrado 8"	Válvula neumática de alimentación de concentrado 8"
2	Válvula neumática de alimentación de agua 6"	Válvula neumática de alimentación de agua 6"
3	Válvula manual de aire de secado 4"	Válvula manual de aire de secado 4"
4	Válvula manual de agua de lavado de tela 2"	Válvula manual de agua de lavado de tela 2"
5	Válvula hidráulica de baja SV1	Válvula hidráulica de baja SV1
6	Válvula hidráulica de alta SV3	Válvula hidráulica de alta SV3
7	Válvula manual hidráulica del rodillo tensor	Válvula manual hidráulica del rodillo tensor

Nota. Elaborado con base en el procedimiento de trabajo.

Tabla 7

Listado de equipos a bloquear en C2

Ítem	FL001	FL002	FL003
1	HY-711 (Válvula manual P1 y P3)	HY-712 (Válvula manual P1 y P3)	HY-713 (Válvula manual P1 y P3)
2	Válvula de descarga PP-049	Válvula de descarga PP-050	Válvula de descarga PP-066
3	Válvula de descarga PW-095	Válvula de descarga PW-096	Válvula de descarga PW-097
4	Válvula de descarga PP-085	Válvula de descarga PP-086	Válvula de descarga PP-087
5	Válvula de descarga	Válvula de descarga	Válvula de descarga

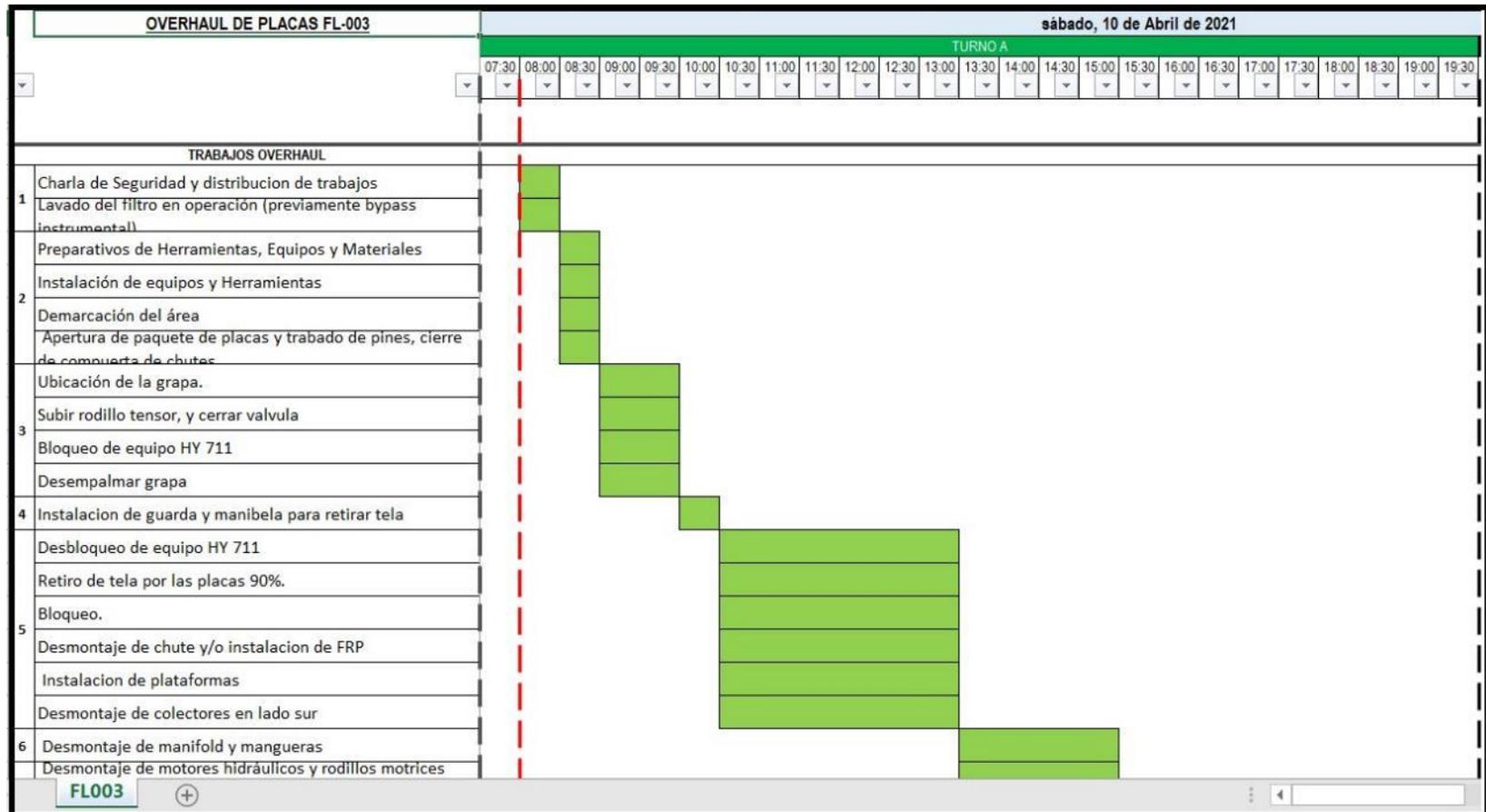
	PP-067	PP-067	PP-067
6	Válvula de bola de rodillo tensor		
7	Aire prensado		
8	Aire de secado		

Nota. Elaborado con base en el procedimiento de trabajo.

4.3.1. Cronograma de actividades realizadas

Figura 45

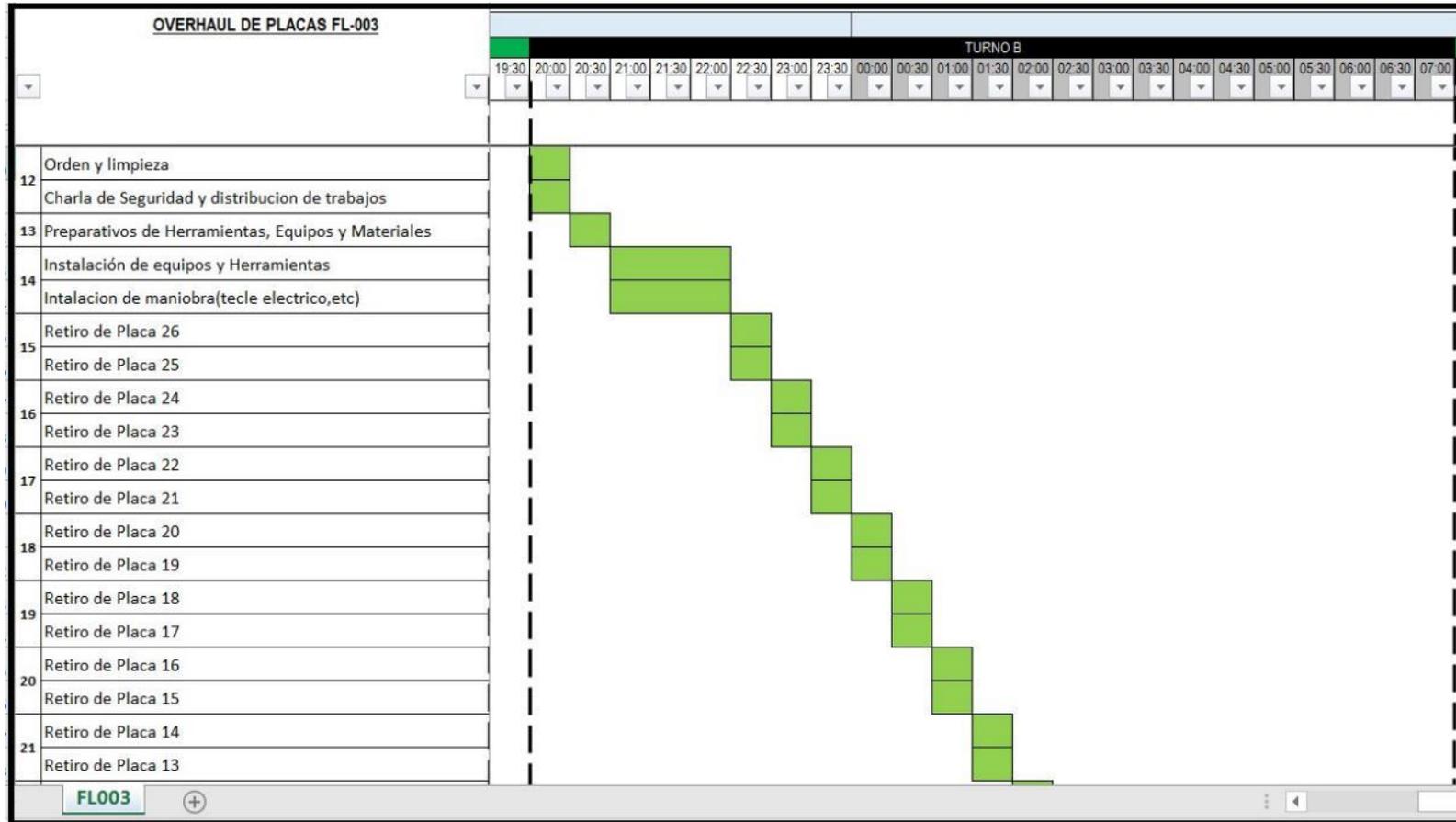
Trabajos Overhaul



Nota. Diagrama de Gantt, planificación de trabajos Overhaul.

Figura 46

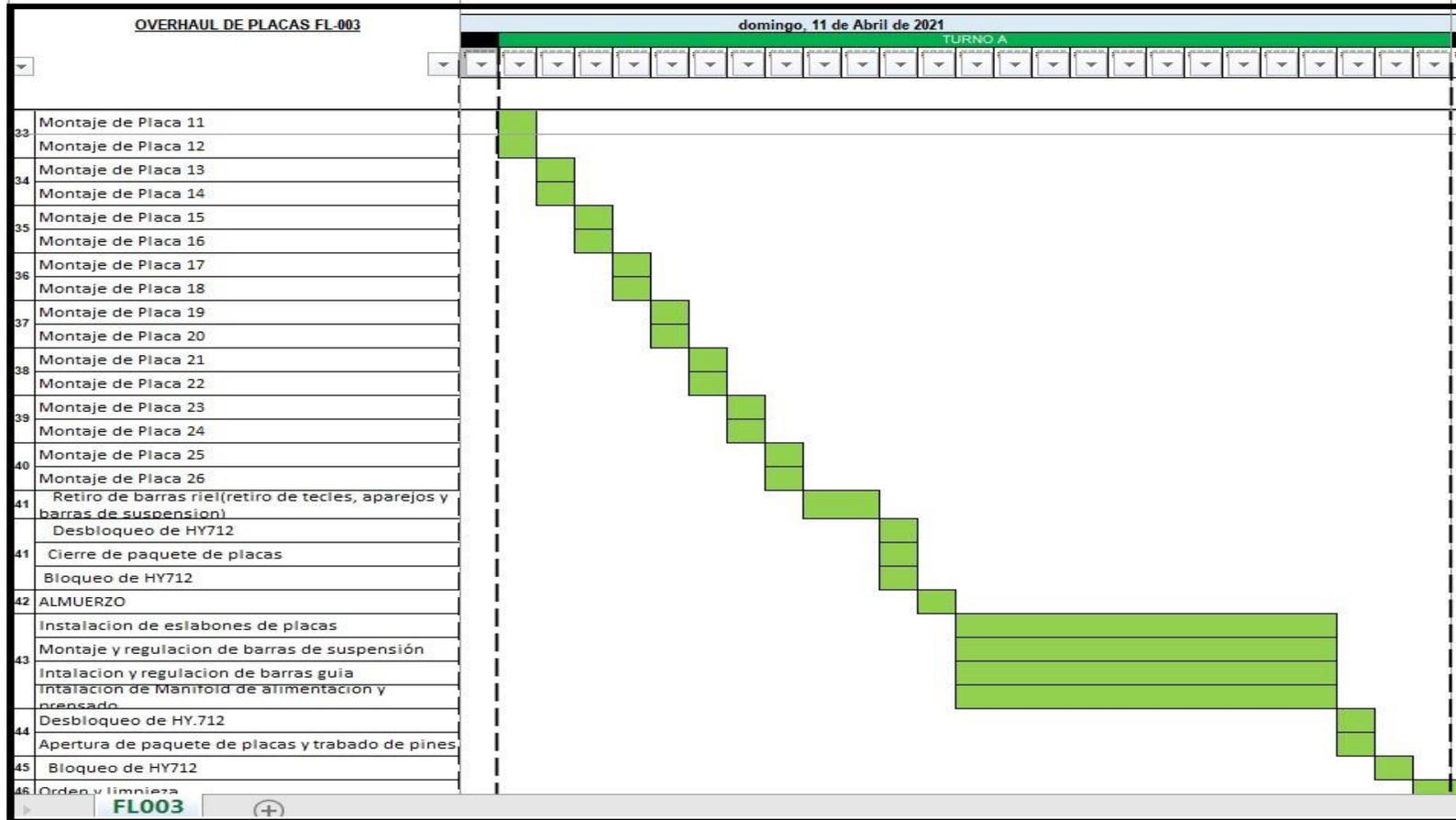
Trabajos Overhaul



Nota. Diagrama de Gantt, planificación de trabajos Overhaul.

Figura 47

Trabajos Overhaul



Nota. Diagrama de Gantt, planificación de trabajos Overhaul.

Figura 48

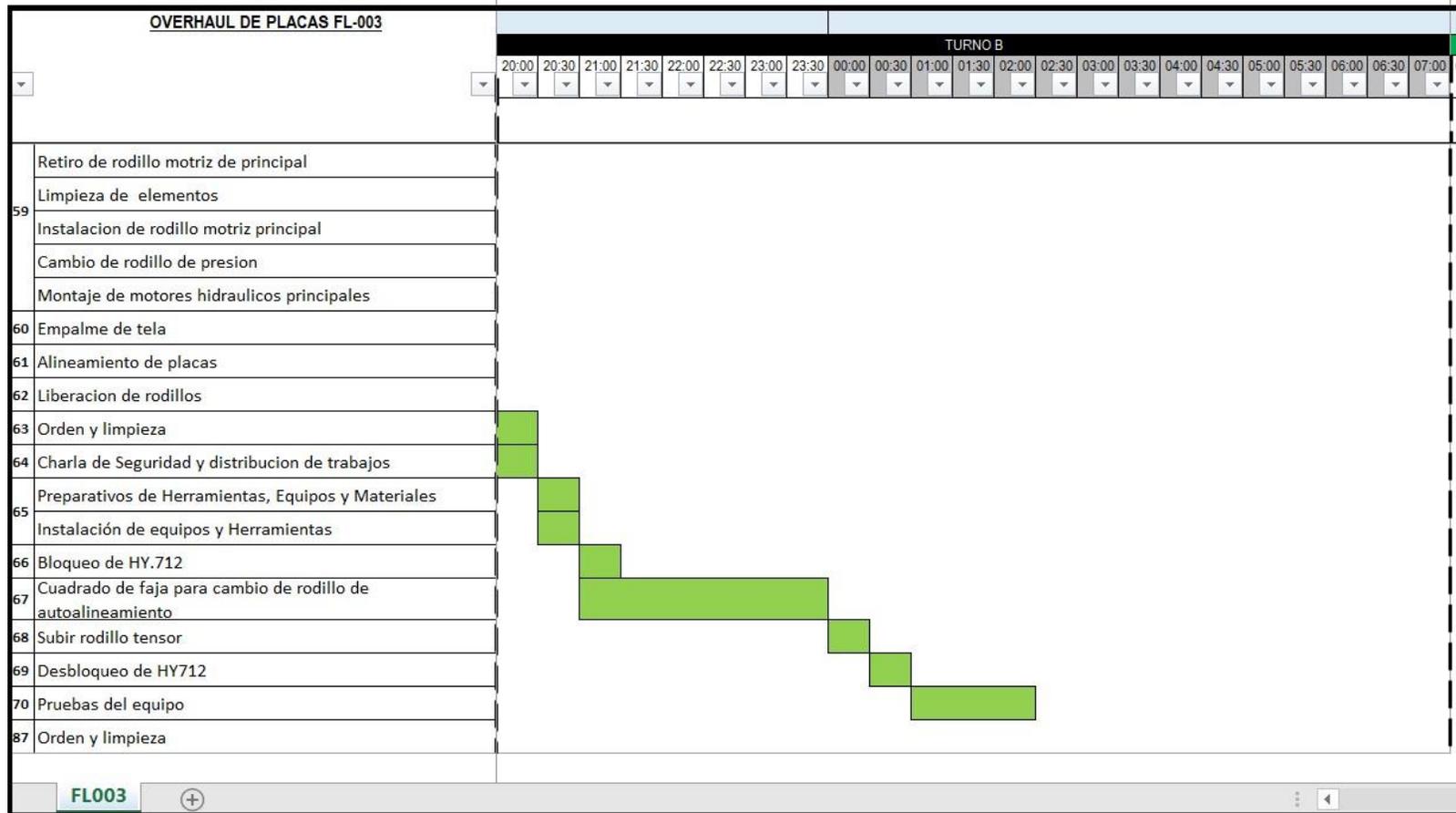
Trabajos Overhaul



Nota. Diagrama de Gantt, planificación de trabajos Overhaul.

Figura 49

Trabajos Overhaul



Nota. Diagrama de Gantt, planificación de trabajos Overhaul.

4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales

Figura 50

Diagrama de actividades

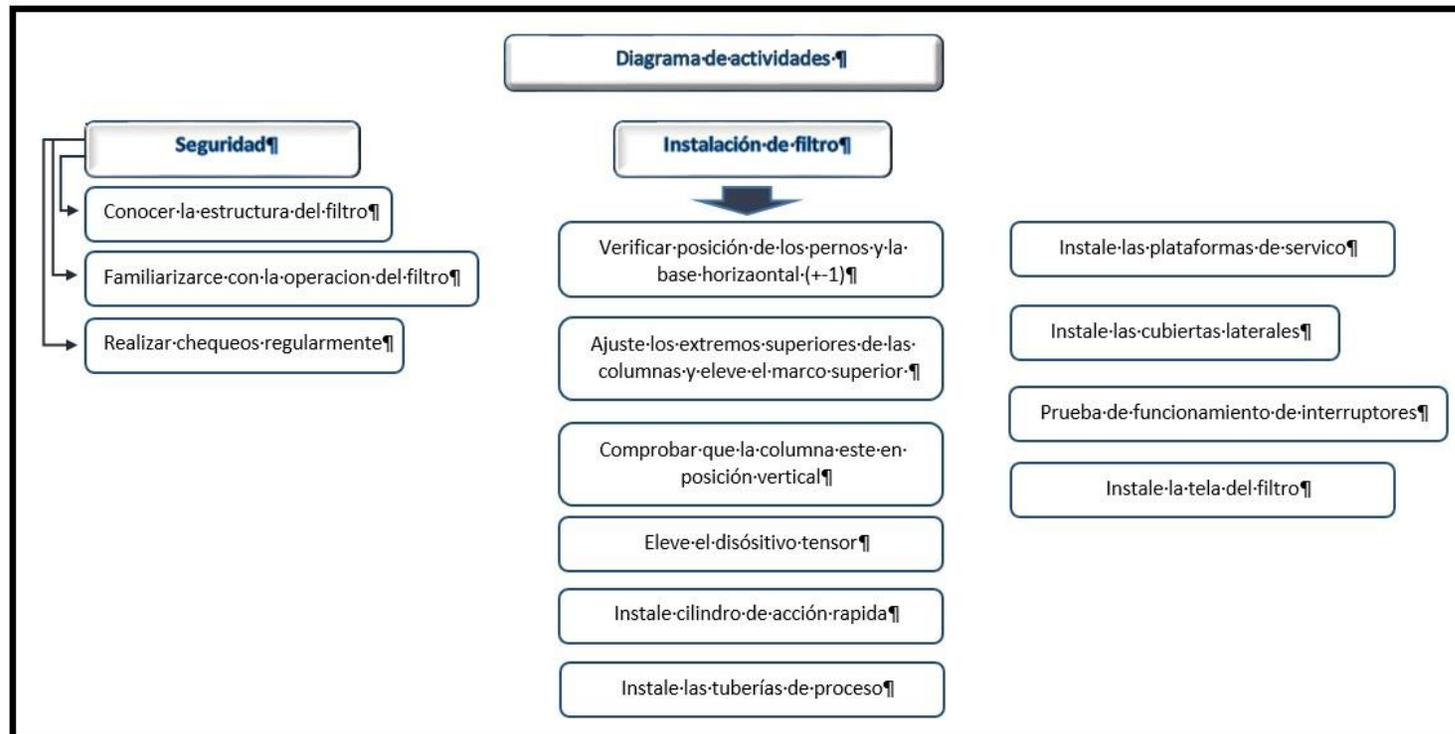


Figura 51

Periodo de mantenimiento

PERIODO DE MANTENIMIENTO POR CICLO DE FILTRACION O TIEMPO DE VIDA						
A = DIARIO B = SEMANAL C = MENSUAL D = SEMESTRAL 15000 X E = ANUAL 30000 X			1 = VERIFICAR/LLENAR 2 = CAMBIAR			
OBJETIVO	A	B	C	D	E	OPERACIÓN
PANEL DE CONTROL				1		LIMPIAR SI ES NECESARIO
DIAFRAGMA				1	2	
INTERRUPTORES DE PARADA DE EMERGENCIA		1				
TELA FILTRANTE	1					COSTURA + CONDICION/CENTRADO
PLACAS DE FILTRO			1			VERIFIQUE LAS REJILLAS + RECTITUD DE LAS PLACAS
GRASERAS		1				LUBRICACIÓN
MANGUERAS			1		2	FIJACIÓN DE MANGUERAS
UNIDAD HIDRAULICA		1				COMPRUEBE LAS FUGAS
TUBERIAS Y MANGUERAS HIDRAULICAS			1			VERIFIQUE LAS CONECCIONES; CAMBIE MANGUERAS CADA 3 AÑOS
CILINDROS HIDRAULICOS			1			VERIFIQUE SI ESTÁN MONTADOS CORRECTAMENTE
MOTORES HIDRAULICOS				1		VERIFIQUE EL SONIDO Y EL CALENTAMIENTO
ACOPLES DE MOTORES HIDRAULICOS				1		VERIFIQUE EL ELEMENTO FLEXIBLE Y CAMBIE EN CASO NECESARIO
ACEITE HIDRAULICO				2		CAMBIO O FILTRADO FINO DE ACEITE
PRESION HIDRAULICA		1				DURANTE LA OPERACIÓN

PERIODO DE MANTENIMIENTO POR CICLO DE FILTRACION O TIEMPO DE VIDA						
	A = DIARIO B = SEMANAL C = MENSUAL D = SEMESTRAL 15000 X E = ANUAL 30000 X			1 = VERIFICAR/LLENAR 2 = CAMBIAR		
OBJETIVO	A	B	C	D	E	OPERACIÓN
INTERRUPTORES DE LIMITE		1				FIJACION, OPERACIÓN
FUNCIONAMIENTO DE LOS RODILLOS			1			
SELLO DE PLACAS		1			2	
VALVULA DE RETENCION DE AIRE DE PENSADO			1			AJUSTAR
INTERRUPTORES DE PRESION				1		
RODAMIENTOS DE RODILLOS					1	CHEQUEE EL SONIDO, CALENTAMIENTO Y LUBRICACIÓN
RASPADORES			1			AJUSTAR
PRESION DE SELLADO			1			
PIESAS DE DESPLAZAMIENTO		1			2	AJUSTAR Y CAMBIAR SI ES NECESARIO
DISPOSITIVO TENSOR			1			CHEQUEO + AJUSTAR APRIETE DE LAS CADENAS
ACTUADORES DE VÁLVULAS				1		INSPECCIÓN
VALVES			1			
BOQUILLA DE LAVADO + FILTRO		1				LIMPIAR O CAMBIAR
LUBRICACION DEL DISPOSITIVO DE CENTRADO DE TELA			1		2	

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS

Buscar mejores resultados en la reducción del tiempo de mantenimiento Overhaul filtros Larox de cobre para mayor eficacia en la operatividad del equipo.

Reducir los tiempos actuales de ejecución del mantenimiento Overhaul filtros Larox de cobre SMCV.

Selección del Medio Filtrante (tela): En la tabla se muestran cuatro pruebas de filtración orientadas a seleccionar una tela que provea menos de 300 ppm (mg/l) de sólidos en suspensión en el filtrado. Para ello se mantiene constante el volumen de alimentación (100 ml), lo cual fija la cantidad de sólidos secos que alimentan al filtro de pruebas (para filtros de banda de vacío). También se fija un tiempo estándar de secado de 30 s.

Figura 52

Set de pruebas para seleccionar la tela en un filtro de banda de vacío

Prueba nr.		1	2	3	4
Tela Filtrante		ARTO T20	MARO S50	MARO S60	MARO S90
Permeabilidad de la tela	m ³ /m ² min	2.0	6.0	12.0	36.0
Dp - Tela humeda	bar	0.18	0.04	0.01	0.00
Volumen de Alimentación	ml	100	100	100	100
Contenido de Sólidos en la Pulpa	%	65%	64%	64%	64%
Nivel de Vacío	bar	0.5	0.5	0.5	0.5
Tiempo de Separación	s	15	13	11	8
Volumen de Licor Madre	ml	29	30	31	32
Calidad del Filtrado	mg/l	120	215	280	550
Nivel de Vacío	bar	0.5	0.5	0.5	0.5
Tiempo de Secado	s	30	30	30	30
Espesor de Torta	mm	6.3	6.1	5.6	5.4
Peso de Torta Humeda	g	126.5	125.5	126.5	125.0
Humedad en la Torta	%wt	20.6	20.3	20.1	20.0
Peso de Torta Seca Calculada	d.s.g	100.5	100.0	101.1	100.0
Tiempo Total de Ciclo	s	45	43	41	38
Tasa de Filtración	kg d.s./m² h	804	837	888	947

Nota. Sociedad Minera Cerro Verde.

Al aumentar la permeabilidad de la tela, el tiempo de separación se reduce, disminuyendo en el tiempo total del ciclo y aumentando la tasa de filtración.

El criterio de selección de la tela se realiza teniendo en cuenta la calidad de filtrado obtenido con cada tela. En este caso la tela MARO S60 fue seleccionada, ya que provee una mejor tasa de filtración que las telas ARTO T20 y MARO S30. Sin embargo, se descarta a la tela MARO S90 debido a que su calidad de filtrado es 550 mg/l, superior a los 300 mg/l requeridos.

Selección del Volumen de Alimentación. Seleccionada la tela, se optimiza el volumen de alimentación, de manera que se obtenga la mayor tasa de filtración y, por ende, un equipo/sistema de filtración más pequeño.

Figura 53

Mayor tasa que se obtuvo con 150 ml de alimentación

Prueba nr.		5	6	7	8
Tela Filtrante		MARO S60	MARO S60	MARO S60	MARO S60
Permeabilidad de la tela	m ³ /m ² min	6.0	6.0	6.0	6.0
Volumen de Alimentación	ml	100	150	200	250
Contenido de Sólidos en la Pulpa	%	64%	65%	65%	66%
Nivel de Vacío	bar	0.5	0.5	0.5	0.5
Tiempo de Separación	s	11	28	56	98
Volumen de Licor Madre	ml	31	45	58	70
Nivel de Vacío	bar	0.5	0.5	0.5	0.5
Tiempo de Secado	s	30	30	30	30
Espesor de Torta	mm	6.4	8.9	12.0	17.2
Peso de Torta Humeda	g	127.5	195.0	266.5	338.5
Humedad en la Torta	%wt	20.0	20.3	20.6	20.8
Peso de Torta Seca Calculada	d.s. g	102.0	155.5	211.5	268.0
Tiempo Total de Ciclo	s	41	58	86	128
Tasa de Filtración	kg d.s./m² h	896	965	885	754

Nota. Sociedad Minera Cerro Verde.

Figura 54

Optimización del tiempo de secado

Prueba nr.		9	10	11	12
Tela Filtrante		MARO S60	MARO S60	MARO S60	MARO S60
Volumen de Alimentación	ml	150	150	150	150
Nivel de Vacío	bar	0.5	0.5	0.5	0.5
Tiempo de Separación	s	28	28	28	28
Volumen de Licor Madre	ml	39	43	45	47
Nivel de Vacío	bar	0.5	0.5	0.5	0.5
Tiempo de Secado	s	15	30	45	60
Espesor de Torta	mm	5.9	5.7	5.1	4.7
Peso de Torta Humeda	g	193.5	192.8	187.5	189.8
Humedad en la Torta	%wt	22.1	20.3	19.0	18.5
Peso de Torta Seca Calculada	d.s. g	150.8	153.7	151.9	154.6
Tiempo Total de Ciclo	s	43	58	73	88
Tasa de Filtración	kg d.s./m² h	1262	954	749	632

Nota. Sociedad Minera Cerro Verde.

Figura 55

Variables de control en un proceso de filtración a presión

Tipo de Equipo de Pruebas de Filtración			MFP	MFP	MFP	
Area Filtrante, m ²			0.02	0.02	0.02	
Espesor de Cámara, mm			60	60	60	
Prueba Nr.			1	2	3	
Condiciones de Proceso						
Densidad de	Pulpa	kg/dm ³	1.667	1.667	1.667	
	Líquido en la Pulpa	kg/dm ³	1.000	1.000	1.000	
G.E. de Sólidos en la Pulpa		kg/dm ³	2.930	2.924	2.887	
Sólidos en la pulpa		%w/w	60.7	60.8	61.2	
Parametros de Filtración						
Duración de	Alimentación	min	3.50	2.50	3.00	
	Prensado I	min	0.50	0.50	0.50	
	Secado con Aire	min	3.00	3.00	2.00	
	Tiempo Técnico	min	5.00	5.00	5.00	
Tiempo Total de Ciclo			min	12.00	11.00	10.50
Parametros de Proceso Medidos Durante la Prueba de Filtración						
Presión de	Alimentación de Pulpa	bar	6.0	6.0	6.0	
	Prensado I	bar	12.0	12.0	12.0	
Cantidad de Pulpa	Calculada	l	0.927	0.859	0.875	
Cantidad de Pulpa	Medidad del Tanque	l				
Cantidad de Filtrado de	Alimentación	l	0.321	0.249	0.277	
	Prensado I	l	0.053	0.057	0.054	
	Secado con Aire	l	0.074	0.096	0.071	
	TOTAL	l	0.449	0.403	0.403	
Flujo / Presión de Aire	Al principio	l/min / bar	0/6	13/6	16/6	
	a 1 min	l/min / bar	20/6	28/6	29/6	
	Al final	l/min / bar	26/6	35/6	38/6	

Nota. Sociedad Minera Cerro Verde.

Figura 56

Resultados de un proceso de filtración a presión

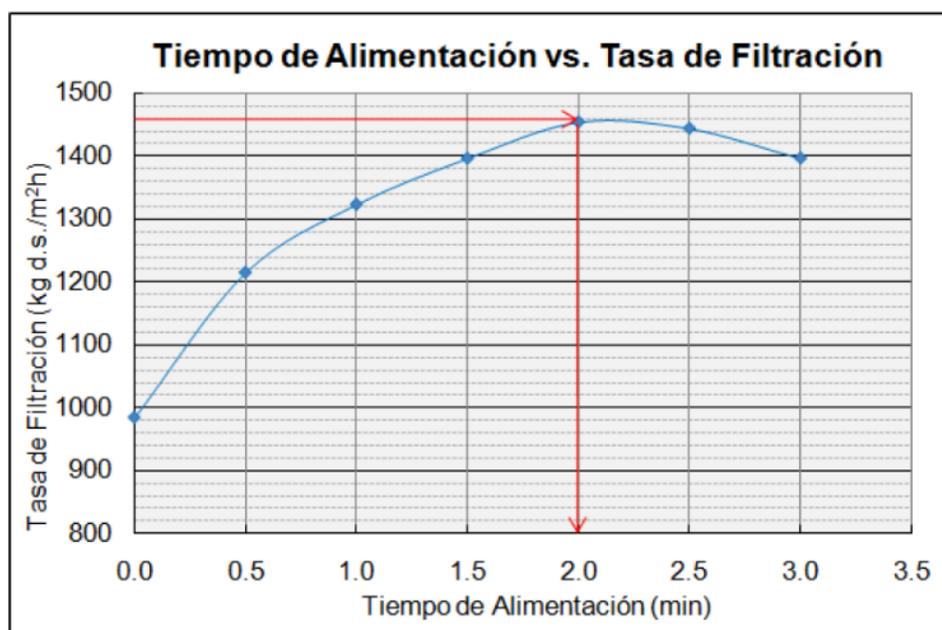
Humedad en la Torta	% w/w	14.4	15.4	15.4	
Espesor Promedio de la Torta	mm	46	45	46	
Peso Humedo de la Torta	kg	1.096	1.029	1.056	
Peso Seco de la Torta	caluclado	kg	0.94	0.87	0.89
G.E. Torta Humeda	medido	kg/dm ³	2.31	2.26	2.31
Tasa de Filtracion (Sol.Secos)	Calculada	kg/m ² h	234.6	237.5	255.2
Tasa de Filtracion (Filtrado)	Calculada	l/m ² h	112	110	115
Solidos Contenidos en Filtrado		NTU	++++	++++	++++
Tipo de Tela Filtrante			SL 1114	SL 1114	SL 1114

Nota. Sociedad Minera Cerro Verde.

Presión de alimentación. La presión de alimentación dependerá del diseño del equipo. La mayoría de los filtros a presión se alimentan entre 4.0 y 8.0 Bar y típicamente se prefiere utilizar bombas centrífugas para esta etapa del proceso de filtración. La Figura 57 muestra una curva de tiempo de alimentación vs. tasa de filtración a una presión ya definida. Esto permite optimizar el tiempo de alimentación para maximizar la tasa de filtración. Esta curva da como resultado un control del flujo de filtrado obtenido durante la alimentación cada cierto tiempo (Por ejemplo, cada 30 s).

Figura 57

Curva tiempo de alimentación vs. tasa de filtración



Nota. Sociedad Minera Cerro Verde.

Tabla 8

Resultados del servicio de mantenimiento Overhaul filtros Larox productividad (antes)

DIMENSION		EFICIENCIA ANTES	EFICACIA ANTES	PRODUCTIVIDAD ANTES %
INDICADOR		Tiempo de entrega	Eficacia de Planificación	
PERIODO	FÓRMULA	TE = (HH Orden de servicio ejecutadas/HH de O Servicio generadas) x 100	EP = (Cantidad de OS MP/Cantidad Total de OS) x 100	
Oct-20	Semana 1	88	96	84
	Semana 2	88	92	81
	Semana 3	86	93	80
	Semana 4	87	94	82
Nov-20	Semana 5	89	81	72
	Semana 6	89	75	67
	Semana 7	86	82	71
	Semana 8	91	84	76
Dic-20	Semana 9	93	89	83
	Semana 10	90	87	78
	Semana 11	89	85	76
	Semana 12	95	92	87
Ene-21	Semana 13	83	80	66
	Semana 14	86	78	67
	Semana 15	87	80	70
	Semana 16	93	89	83
Feb-21	Semana 17	94	90	85
	Semana 18	86	80	69
	Semana 19	77	76	59
	Semana 20	83	80	66
Mar-21	Semana 21	90	96	86
	Semana 22	94	92	86
	Semana 23	94	90	85
	Semana 24	93	94	87

Nota. Sociedad Minera Cerro Verde.

Tabla 9

Resultados del servicio de mantenimiento Overhaul filtros Larox productividad (después)

DIMENSION		EFICIENCIA ANTES	EFICACIA ANTES	PRODUCTIVIDAD DESPUES %
INDICADOR		Tiempo de entrega	Eficacia de Planificación	
PERIODO	FÓRMULA	TE = (HH Orden de servicio ejecutadas/ HH de O Servicio	EP = (Cantidad de OS MP/Cantidad Total de OS) x 100	
Oct-20	Semana 1	92	100	92
	Semana 2	92	97	89
	Semana 3	89	98	88
	Semana 4	90	100	90
Nov-20	Semana 5	93	93	86
	Semana 6	93	90	83
	Semana 7	89	90	80
	Semana 8	95	94	89
Dic-20	Semana 9	97	95	92
	Semana 10	94	95	89
	Semana 11	93	95	88
	Semana 12	99	98	97
Ene-21	Semana 13	86	92	79
	Semana 14	89	92	82
	Semana 15	90	93	84
	Semana 16	97	96	93
Feb-21	Semana 17	98	96	94
	Semana 18	89	95	85
	Semana 19	80	90	72
	Semana 20	86	100	86
Mar-21	Semana 21	94	100	94
	Semana 22	98	96	94
	Semana 23	98	98	96
	Semana 24	97	100	97

Nota. Sociedad Minera Cerro Verde.

Tabla 10

Resultados del servicio de mantenimiento Overhaul filtros Larox productividad de eficiencia

DIMENSIÓN		EFICIENCIA ANTES	DIMENSIÓN		EFICIENCIA DESPUÉS
PERIODO	INDICADOR	RECURSOS UTILIZADOS	PERIODO	INDICADOR	RECURSOS UTILIZADOS
Oct-20	Semana 1	88	Jun_21	Semana 1	92
	Semana 2	88		Semana 2	92
	Semana 3	86		Semana 3	90
	Semana 4	87		Semana 4	91
Nov-20	Semana 5	89	Jul_21	Semana 5	93
	Semana 6	89		Semana 6	93
	Semana 7	86		Semana 7	90
	Semana 8	91		Semana 8	96
Dic-20	Semana 9	93	Ago_21	Semana 9	98
	Semana 10	90		Semana 10	95
	Semana 11	89		Semana 11	93
	Semana 12	95		Semana 12	100
Ene-21	Semana 13	83	Set_21	Semana 13	87
	Semana 14	86		Semana 14	90
	Semana 15	87		Semana 15	91
	Semana 16	93		Semana 16	98
Feb-21	Semana 17	94	Oct-21	Semana 17	99
	Semana 18	86		Semana 18	90
	Semana 19	77		Semana 19	81
	Semana 20	83		Semana 20	87
Mar-21	Semana 21	90	Nov-21	Semana 21	95
	Semana 22	94		Semana 22	99
	Semana 23	94		Semana 23	99
	Semana 24	93		Semana 24	98

Nota. Sociedad Minera Cerro Verde.

Tabla 11

Resultados del servicio de mantenimiento Overhaul filtros Larox productividad de la eficacia

DIMENSION		EFICACIA ANTES	DIMENSION		EFICACIA DESPUES
INDICADOR	PERIODO	METAS CUMPLIDAS	PERIODO	INDICADOR	METAS CUMPLIDAS
Oct-20	Semana 1	83	Jun-21	Semana 1	99
	Semana 2	83		Semana 2	99
	Semana 3	84		Semana 3	100
	Semana 4	84		Semana 4	100
Nov-20	Semana 5	83	Jul-21	Semana 5	99
	Semana 6	84		Semana 6	100
	Semana 7	84		Semana 7	100
	Semana 8	83		Semana 8	99
Dic-20	Semana 9	82	Ago-21	Semana 9	98
	Semana 10	80		Semana 10	95
	Semana 11	84		Semana 11	100
	Semana 12	83		Semana 12	99
Ene-21	Semana 13	83	Set-21	Semana 13	99
	Semana 14	84		Semana 14	100
	Semana 15	84		Semana 15	100
	Semana 16	79		Semana 16	94
Feb-21	Semana 17	82	Oct-21	Semana 17	98
	Semana 18	83		Semana 18	99
	Semana 19	83		Semana 19	99
	Semana 20	84		Semana 20	100
Mar-21	Semana 21	81	Nov-21	Semana 21	96
	Semana 22	83		Semana 22	99
	Semana 23	84		Semana 23	100
	Semana 24	84		Semana 24	100

Nota. Sociedad Minera Cerro Verde.

Evaluar los costos operativos que se generan en cada mantenimiento en los Overhaul Filtros Larox de Cobre SMCV.

Los costos de mantención están directamente relacionados con la mayor duración de las piezas o componentes principales, ya que, si se extiende la vida útil de estas piezas, se reducirá la cantidad de compra de este producto; y a largo plazo constituye un ahorro considerable si se suma el ahorro por cantidad y los tiempos de mantención ahorrados por las detenciones por fallas no programadas.

Considerando que el filtro tiene una producción de 4000 toneladas de concentrado de cobre por mes, este ahorro es solo por una de las piezas con mayor desgaste en el filtro.

Si se suma una mayor duración de una gran cantidad de estos elementos en un año, el ahorro en costos, y aumento de la producción se verían potenciados de manera notoria. De esta manera, se confirma que es necesario realizar este plan de mantenimiento, y mejorarlo con el pasar del tiempo.

Se mejoró la calidad del mantenimiento para poder alargar la vida útil de los componentes del filtro y el rendimiento en la operación del filtro.

Se obtuvo como resultado final una reparación de componentes con más baja confiabilidad.

Se elevó la disponibilidad por más tiempo hasta la próxima intervención preventiva.

Este tipo de mantenimiento tiene una gran ventaja por ser programado. Esto permite hacer presupuestos de materiales, tiempos y mano de obra. Además de impactar levemente al área de producción por poder acordar con anticipación la parada del equipo.

Se dejó el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo.

Se sustituyó todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad, un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

Resultado final de todo este conjunto de tareas. Se procedió a revisar el equipo a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente, de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva.

Figura 58

Resultados del mantenimiento Overhaul





Figura 59

Filtro Larox FL001



Figura 60

Personal mecánico Esermin Perú



Figura 61

Alineamiento de placas



Figura 62

Inspección de rodillos

**Figura 63**

Procedimiento montaje y desmontaje de placas





Aumentar la vida útil de los elementos del filtro y aumentar el rendimiento en la operación del filtro

La operación de los equipos de filtrado influye de manera importante en la mantención de estos, ya que de la buena operación de estos equipos dependerá la vida útil de los elementos de desgaste del filtro, como son la tela filtrante, sellos, diafragmas, entre otros, condicionando los tiempos entre fallas de los filtros Larox. Es por esto que el operador de ahora en adelante tomará un rol más participativo en cuanto a la mantención diaria del filtro, la cual consiste en breves inspecciones visuales y operaciones clave para que se pueda tener un mayor tiempo entre falla y, de esta forma, reducir los costos de mantenimiento y aumentar los tiempos de operación, viendo reflejado esto en la producción de los filtros.

Este plan de operación tiene la finalidad de apoyar al plan de mantenimiento, de manera que las condiciones de operación sean normalizadas. Es de suma importancia que el operador entienda que la operación de los filtros es un condicional para los costos de mantención y la producción total de los filtros Larox.

Tabla 12*Resultados para aumentar el rendimiento en la operación del filtro*

ETAPA	ACTIVIDADES	EXPLICACIÓN
<p>Puesta en marcha del equipo. Para llevar a cabo la puesta en marcha sin retrasos innecesarios, luego de una detención, el operador debe revisar que:</p>	<p>Comprobar el entorno del filtro y asegurar de que no haya objetos apoyados en el filtro.</p> <p>Medir la concentración de sólidos de la pulpa.</p> <p>Hay que asegurar que la bomba de alimentación funcione correctamente.</p> <p>Hay que asegurar que la bomba de lavado funcione de manera correcta.</p>	<p>Restos de torta pueden quedar entre las placas y podrían dañar el filtro. Asegúrese de que las cámaras de filtrado estén limpias a la hora de cerrar las placas.</p>
<p>Chequear después de la partida. Con el fin de alcanzar mejores resultados en la operación del filtro, con los menores problemas posibles, siempre preste atención a lo siguiente:</p>	<p>Cuando la válvula de alimentación se abre, observar la lectura de la presión. Si la presión no comienza a subir hay válvulas cerradas en la tubería de alimentación, una tubería está bloqueada o la bomba de alimentación no está funcionando.</p> <p>Si hay demasiada fuga entre las placas durante la etapa de filtrado, se ha dañado un sello o se ha obstruido una tubería de filtrado.</p> <p>Observar la presión de la estación de agua.</p>	<p>Los bloqueos en los ductos de alimentación pueden hacer que las cámaras del filtro estén vacías. Bajo esta diferencia de presión en las cámaras del filtro, las placas del filtro pueden sufrir alguna deformación. Elimine todos los bloqueos antes de continuar con la operación del filtro.</p>

Al secarse con aire el queque, el secado por aire requiere una cantidad suficiente de aire comprimido.

Comprobar que al comenzar la fase de secado la presión del tubo de distribución alcance al menos 3 [bar], que garantiza que existe una cantidad adecuada de aire comprimido para todas las cámaras.

Cuando el filtro se descarga, asegúrese de que exista un queque formado en cada una de las cámaras del filtro. Un espacio vacío es un signo de un bloqueo en la manguera de alimentación o en la junta de alimentación de la placa del filtro.

Inspecciones que debe realizar el operador.
Inspecciones visuales y recomendaciones de operación.

Antes de cada inicio de turno el operador debe realizar un lavado de la tela, de esta forma se asegurará que no exista aglomeración de material en esta. Comprobar el estado de la tela filtrante. Observar el paño para asegurarse de que no existen daños. Un paño

El paquete de placas consta de varias partes móviles, que pueden causar lesiones graves o la muerte. Nunca empuje nada entre las placas mientras el filtro esté en operación.

Evite que la grampa de unión de la tela permanezca entre las superficies de sellado del paquete de placas. La grampa puede dañarse con la presión aplicada por las placas.

dañado debe ser reparado de forma inmediata para evitar que las partículas se escapen a través del paño a los canales de filtrado.

Observar los diafragmas.

Deben permanecer intactos.

Usar siempre la presión más baja posible para obtener el resultado deseado.

Una presión innecesariamente alta acorta la vida útil de los diafragmas, mangueras y otras piezas de desgaste.

No introducir demasiado material en el filtrado. Estime un queque de alrededor de 5 [mm] menor que el tamaño de la cámara. El tubo de alimentación puede obstruirse, la descarga de la torta se vuelve más difícil, llegando al punto de no poder descargar el queque por el alto peso de este. Si el queque es muy pesado la tela filtrante puede llegar a romperse.

5.1. Resultados finales de las actividades realizadas

Se obtuvo como resultado final una reparación de componentes con más baja confiabilidad a la perfección.

Se elevó la disponibilidad por más tiempo hasta la próxima intervención preventiva.

Este tipo de mantenimiento tiene una gran ventaja por ser programado. Esto permite hacer presupuestos de materiales, tiempos y mano de obra. Además de impactar levemente al área de producción por poder acordar con anticipación la parada del equipo.

Se dejó el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo.

Se sustituyó todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad, un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

Resultado final de todo este conjunto de tareas. Se procedió a revisar el equipo a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente, de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva.

5.2. Logros alcanzados

Se cumplió con el requerimiento solicitado en los alcances de trabajo del servicio Overhaul Filtro de Cobre SMCV.

Optimización y mejora del control de recursos ya sea en tiempos, personal, herramientas, equipos, materiales en lo concerniente a la intervención del equipo.

Prevención de fallas y alargamiento de la vida útil del equipo (se puede considerar un promedio de tres años).

También se logró obtener una mejora continua en las actividades comprendidas en los procedimientos y/o instructivos.

Registros de rendimientos de actividades desempeñadas en el proyecto.

5.3. Dificultades encontradas

Un punto para tener en cuenta es el bloqueo del equipo para comenzar a realizar las actividades. Existe retraso por parte del área de operaciones de SMCV, ya que el personal mecánico de Cerro Verde tiene que dar paso para poder intervenir el equipo.

5.4. Planteamiento de mejoras

Realizar un mejor control de recursos, materiales, tanto del cliente como de la empresa contratista.

Realizar una mejor trazabilidad con el área de logística para aumentar la eficacia en el proyecto.

Uso de protocolos de seguridad e implementación de estos en el campo.

Uso de metodología Last Planner.

En el proceso de elaboración del proyecto de trabajo se debe considerar la identificación de todas las interferencias, para así contemplarlas en el presupuesto y generar desviaciones en tiempo y costo.

5.4.1. Metodologías propuestas

Se propone adaptar un sistema de Last Planner.

Uso de protocolos, procedimientos e instructivos de trabajo.

Optimización de recursos.

5.4.2. Descripción de la implementación

Se propone adaptar un sistema de Last Planner

El objeto de las herramientas de programación es asegurar el cumplimiento de las estrategias de ejecución diseñadas en la etapa de planeamiento a través de los flujos continuos de trabajo.

Metodología para la planificación del proyecto, que mejora el proceso de programación y el control de este, y protege la ejecución de la variabilidad.

Permite a todos los participantes del proyecto planificar de forma colaborativa. Participa en la forma que se va a realizar el trabajo.

Utilización de un indicador básico de control denominado porcentaje de plan completado.

Uso de protocolos, procedimientos e instructivos de trabajo

Los protocolos, procedimientos e instructivos se deben tener en cuenta como el documento para el control de calidad durante el proceso de ejecución del proyecto, considerando especificaciones de técnicas, normativas contempladas en el proyecto.

Optimización de recursos

Realizar un control estricto de los recursos para garantizar la ejecución del proyecto en el tiempo planificado.

5.5. Análisis

El análisis es simultáneo. No solo se realiza un pronóstico, sino también un seguimiento de un plan de trabajo según las órdenes de mantenimiento durante la ejecución del proyecto.

En el presente proyecto se busca demostrar la efectividad de las herramientas de planeamiento para así optimizar tiempos y recursos para el Overhaul del equipo.

La necesidad de cumplir con metas pactadas para entregar el equipo en funcionamiento y validado por el cliente y no exceder costos asignados para realizar el proyecto.

Específicamente, el proyecto de optimización de tiempo en el servicio de mantenimiento Overhaul filtros Larox de cobre SMCV es desarrollado bajo herramientas de programación, realizando un control en tres etapas como son el plan inicial, look ahead y plan semanal medidos por un porcentaje de cumplimiento semanal juntamente con las restricciones e impactos que se desarrollan semanalmente.

Es así como, complementando la supervisión del proyecto con las herramientas de programación, se obtiene un adecuado proceso de ejecución y control de la programación optimizando los recursos juntamente con la seguridad y armonía con el medio ambiente.

5.6. Aporte del bachiller en la empresa y/o institución

El presente informe de trabajo aporta la experiencia y práctica obtenida en otras empresas, así como conocimientos de los cursos desarrollados en la universidad y otras instituciones.

El bachiller hizo cumplir con los métodos y procedimientos empleados en la ejecución de la orden de mantenimiento dando como resultado la confiabilidad del equipo, optimizando recursos.

Colabora y coordina con el jefe de operaciones en la definición y concreción de los objetivos del servicio de Overhaul del filtro de cobre.

Elabora, solicita, coordina y hace seguimiento del requerimiento de los recursos a emplearse para la ejecución del proyecto.

Toma decisiones en coordinación con su jefe inmediato para aplicar medidas correctivas con la finalidad de solucionar problemas de desviaciones que se hubieran detectado en el trabajo o servicio a su cargo.

Programa, organiza, dirige, revisa, coordina, controla y evalúa las actividades que tienen relación con el mantenimiento del equipo.

Toma decisiones necesarias sobre la situación de avance de los trabajos o servicios en relación con los objetivos establecidos para la tarea en el área asignada.

Coordina con el área de Logística los requerimientos de equipos, herramientas, insumos, y otros materiales que garanticen la entrega puntual de lo requerido para prestar un óptimo servicio al cliente.

Elabora una programación del mantenimiento e inspección en los sectores de trabajo, con un historial de avance del equipo.

Soporte en la elaboración, planificación, ejecución, supervisión y gestión de la entrega del proyecto hasta su entrega definitiva y conformidad con el cliente.

Establece contacto directo cuando el cliente realiza un requerimiento, con el objetivo de detectar todas sus necesidades como servicios y/o materiales adicionales durante la ejecución del servicio; así como absolver dudas e inquietudes técnicas concernientes al proyecto desde el inicio, durante y final.

Colabora y coordina con administración en la definición y concreción de los objetivos del servicio en el área asignada.

Apoyo en la elaboración de la propuesta económica preliminar del servicio por concurso de licitación para el cliente y la presentación a administración y gerencia general.

Visitas técnicas necesarias para el replanteo del presupuesto del cliente.

Controla el requerimiento de los recursos a emplearse para la ejecución del trabajos o proyecto.

Realiza la valorización y el reporte semanal referente al avance de los trabajos, para la gerencia administrativa y gerencia general.

Se encarga de llevar el file de la documentación histórica de cada avance del servicio desde la misma propuesta económica hasta su conformidad definitiva.

Coordina con la supervisión del cliente los trabajos a ejecutarse y supervisa su ejecución en todos sus aspectos identificando las actividades a realizar, los recursos a poner en juego y los plazos.

Coordina sobre todos los recursos a emplearse en la ejecución de los trabajos diarios.

Emite informes a su jefe inmediato y si es preciso a la gerencia general sobre la consecución de los objetivos de su frente.

Toma decisiones en coordinación con su jefe inmediato para aplicar medidas correctivas con la finalidad de solucionar problemas de desviaciones que se hubieran detectado en el proyecto.

Propone modificaciones y/o límites ante objetivos básicos del proyecto cuando concurren circunstancias que así lo ameriten.

Realiza todas las actividades propias de la profesión de técnico mecánico.

En el área de competencias elabora todo tipo de trabajos mecánicos según el requerimiento de los jefes competentes de la empresa.

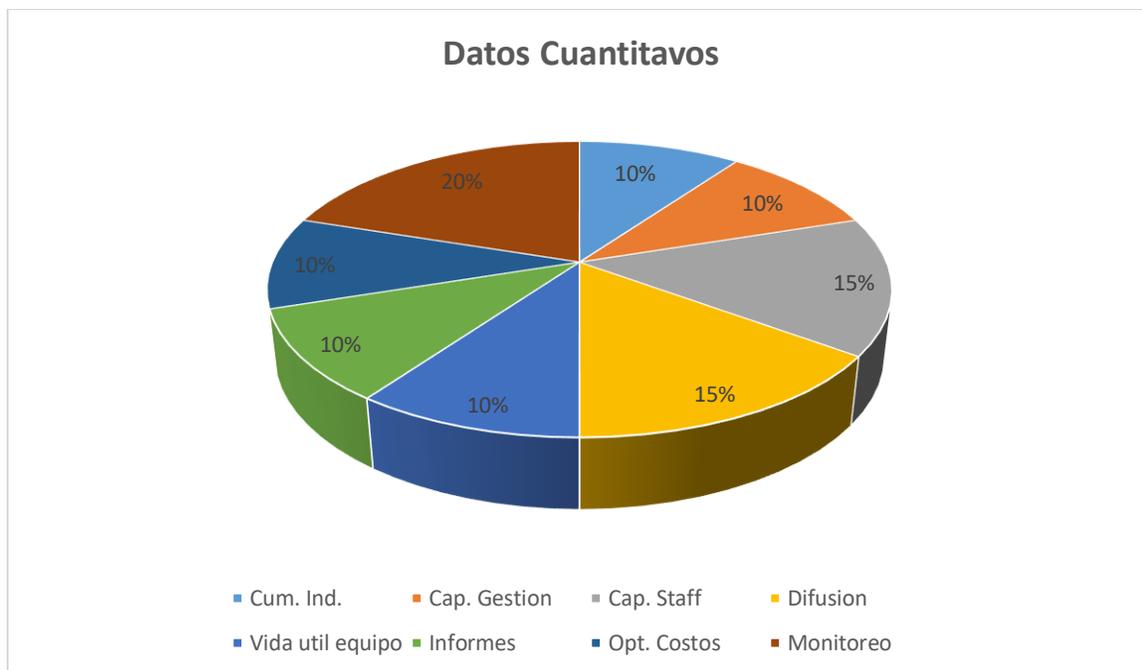
Controla los trabajos del personal de menor cualificación en el área funcional.

Aporta compromiso e identificación con la empresa y actitudes positivas de liderazgo obteniendo mayor experiencia y fortaleciendo sus conocimientos.

Cuantificación de datos

1. Cumplimiento de los indicadores.
2. Capacitación en documentos de gestión y procedimientos de trabajo.
3. Capacitación Staff y trabajadores en SSO.
4. Difusión, cumplimiento de normas.

5. Tiempo de vida del equipo.
6. Informe de indicadores de operaciones.
7. Optimizar costos del proyecto.
8. Monitorear cumplimiento del plan de trabajo.



CONCLUSIONES

Reducir los tiempos actuales de ejecución del mantenimiento Overhaul filtros Larox de cobre SMCV.

Se redujo las horas-hombre, en cuanto al mantenimiento del equipo. Se concluye en este punto que se realizó el trabajo de mantenimiento en un tiempo estimado menor y así se pudo arrancar el equipo lo más antes posible para evitar pérdidas de producción, pero se debe tener en cuenta que se tiene que realizar un trabajo de calidad y seguro.

Evaluar los costos operativos que se generan en cada mantenimiento en los Overhaul filtros Larox de cobre SMCV.

Se optimizaron los costos con respecto a recursos como consumibles, herramientas, etc. Los equipos del área de logística en coordinación con planeamiento realizaron un plan de trabajo, de manera tal que se optimizó costos con respecto al proyecto para no excederse en los mismos. Se realizó una programación de trabajos para ejecutar tareas y asignar recursos para que no exista pérdidas o sobrecostos.

Mejorar la calidad del mantenimiento para poder alargar la vida útil de los componentes del filtro y el rendimiento en la operación del filtro.

Analizar, mejorar y aumentar el rendimiento y la vida útil del equipo. Se realizó un análisis encargado por especialistas del área de operaciones tanto de SMCV como de la empresa encargada para realizar el mantenimiento y procedimientos de mejora para lograr un mejor rendimiento del equipo a futuro.

RECOMENDACIONES

Se propone como actividad adicional en cuanto al análisis y mejora de rendimiento del equipo realizar un trabajo en conjunto de todas las áreas y que exista comunicación continua para que no haya retrasos en el desarrollo del trabajo.

En lo que se refiere a la optimización de costos y recursos, se recomienda realizar bien una evaluación del proyecto para poder sacar un buen presupuesto, ver cuánto personal, tiempos de trabajos, proveedores, etc.

Por último, para las horas-hombre se recomienda la correcta selección y distribución de personal especializado y calificado para que no ocurra demoras en los trabajos de mantenimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Esermin Perú S.A.C. (2018a). Procedimiento de armado de placas. Versión 3

----- (2018b). Procedimiento enderezado de placas.

----- (2018c). Procedimiento inspección de marcos.

----- (2018d). Procedimiento inspección de placas.

----- (2018e). Procedimiento soldeo de pines.

Manuel, V. (2018). *Mantenimiento productivo total TPM*.

Nakajima, S. (1991). *TPM Introduction to TPM Total Productive Maintenance*. 2da. Edición.

Cambridge.

Sociedad Minera Cerro Verde (2015). *Manual de operaciones planta concentradora CV2. Área espesamiento filtrado y despacho de concentrado de cobre*.

OUTOTEC Larox Filter (2012). *Instalación operación mantenimiento*. Volumen 1.

Tecsup. (2017). *Mantenimiento Filtros Larox componentes mecanismos sistemas*.

ANEXOS

Anexo 1: 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:		HORA:				
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, DIVIDIDA EN UN CONJUNTO DE PASOS CONSECUTIVOS Y SISTEMÁTICOS. RESUELVE LA PREGUNTA DE ¿CÓMO HACER EL TRABAJO/TAREA DE MANERA CORRECTA Y SEGURA? (D.S. 024-2016-EM) y sus(Revisiones).												
¿EXISTE UN PROCEDIMIENTO PARA LA TAREA DISPONIBLE EN EL LUGAR DE TRABAJO?					<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	COMUNICA A TU SUPERVISOR, SE DEBE COMPLETAR UN ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO (ATS)					
¿EL PETS DESCRIBE LOS CONTROLES FRENTE AL COVID-19?					<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	COMUNICA A TU SUPERVISOR, SE DEBE COMPLETAR UN ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO (ATS) INCLUYENDO LA METEOROLOGÍA DE CONTROLES FRENTE AL COVID-19					
¿EL PETS y/o ATS HA SIDO REVISADO ANTES DE INICIAR LA TAREA?					<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	LOS INTEGRANTES DEBEN REVISAR Y CONOCER EL PETS y/o ATS ANTES DE EJECUTAR LA TAREA					
¿SE TIENE LA SUFICIENTE CANTIDAD DE RECURSOS (PERSONAL, HERRAMIENTAS, EQUIPOS) PARA DESARROLLAR LA TAREA DE MANERA SEGURA?					<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	SE DEBE IMPLEMENTAR LOS RECURSOS ANTES DE CONTINUAR CON LA EJECUCIÓN DE LA TAREA					
3. REGLAS DE VIDA: ASEGURAR QUE TODOS LOS CONTROLES CRÍTICOS ESTAN IMPLEMENTADOS DE MANERA EFECTIVA ANTES DE REALIZAR LA TAREA/PASO QUE INCLUYERE UNA REGLA DE VIDA. FIRMA DEL RESPONSABLE DEL EQUIPO DE TRABAJO. / SE RECOMIENDA USAR LA GUIA DE REGLAS DE VIDA												
PIC	DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	RIESGO	DE LA TAREA NO APLICA	EVALUACIÓN SPIC NO APLICA	EVALUACIÓN SPIC			MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR	EVALUACIÓN RIESGO RESIDUAL			
					ALTO	ME	B		ALTO	ME	B	
	Trabajos en equipos temporalmente desenergizados (LOTOTO)	Atrapamiento Contacto con sustancias peligrosas Contacto con energía eléctrica										
	Trabajo en espacios confinados.	Atrapamiento Atmosfera deficiente o enrañada										
	Operación de Equipos de izaje / Cargas suspendidas	Caída de carga suspendida Voicaduras en maniobras Contacto con líneas eléctricas energizadas Colisión con equipos móviles o fijos										
	Trabajo en altura o desnivel (Open Hole)	Caídas a distinto nivel										
	Excavaciones	Atrapamiento Contacto con líneas eléctricas energizadas / tuberías enterradas Caída de material										
	Trabajo en caliente	Quemaduras Incendios										
	Operación de equipos móviles (pesado y liviano)	Voicaduras 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 / sofocación / asfixia										
	Trabajos con explosivos	Explosiones Incendios Proyecciones de fragmentos o partículas										
	Almacenamiento, transporte y manipulación de tuberías flexibles y HDPE	Atrapamiento Golpes Caída de cargas suspendidas Energía potencial almacenada Contacto con equipos en movimiento										
	Ingreso a áreas restringidas sin autorización	Exposición a energías peligrosas										
4. DESCRIBA LOS PUNTOS DE BLOQUEO (LOTOTO) PARA LA TAREA:			1.-	2.-	3.-	4.-	5.-	6.-	7.-	8.-		
5. PREPARACIÓN Y RESPUESTA A EMERGENCIAS												
1.- ¿LOS TRABAJADORES CONOCEN EL PROCEDIMIENTO DE COMUNICACIÓN EMERGENCIAS Y RECONOCEN SU PUNTO DE ENCUENTRO MAS CERCA? Indique el Punto de Encuentro ()					<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	PARA COMUNICAR UNA EMERGENCIA, UTILICE EL BOTÓN NARANJA DE SU RADIO Y/O LLAMAR AL 2222 O 943413222					
2.- ¿LOS SISTEMAS DE ALARMA, EQUIPOS DE RESCATE, CASILLAS DE EMERGENCIA, LARAJOS, ESPANTADORES DEL ÁREA ESTÁN OPERATIVOS Y ACCESIBLES?					<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	COMUNICAR A LA CENTRAL DE EMERGENCIAS 2222 O 943413222					
3.- ¿LAS RUTAS DE EVACUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA SE ENCUENTRAN DESPEJADAS Y EN CONDICIONES DE SER UTILIZADAS EN CUALQUIER MOMENTO?					<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	DETENTE ASEGURANTE DE TENER LAS RUTAS DE EVACUACIÓN DESPEJADAS					

Nota. Sociedad Minera Cerro Verde.

Anexo 2: IPERC Continuo (Lado posterior)

6. PELIGRO, RIESGO Y CONTROLES FRENTE AL COVID-19													
PELIGRO	RIESGO	EVALUACIÓN IPERC			ASEGURAR EL CUMPLIMIENTO DE LOS CONTROLES CRÍTICOS PARA LA PREVENCIÓN DEL COVID-19						EVALUACIÓN RIESGO RESIDUAL		
		R	M	B							R	M	B
 <p>Exposición al virus SARS-COV-2 (trabajo en cercanía o contacto con otros trabajadores, ambiente de trabajo, transporte de personal, entre otros)</p>	<p>Contagio en el lugar de trabajo y generación de la Enfermedad COVID-19.</p>	X			<p>1. Para el desarrollo de la tarea ¿Se mantendrá el distanciamiento social entre trabajadores como mínimo de 1,00 m? (*) Marque el EPP técnico obligatorio: <input type="checkbox"/> Mascara comunitaria <input type="checkbox"/> Respirador descartable (N95 o equivalente) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Respirador de media cara (personal) <input type="checkbox"/> Lentes de seguridad <input type="checkbox"/> Otro</p>						<p>Comunica a tu Supervisor, de manera obligatoria se debe implementar barreras físicas adicionales al EPP (Barreras) seleccionando para el desarrollo de la tarea: Marque de Barreras Físicas a Implementar: <input type="checkbox"/> Carina facial <input type="checkbox"/> Respirador de Cara Completa (Full face) <input type="checkbox"/> Respirador purificador de aire <input type="checkbox"/> Traje tipo tyvek <input type="checkbox"/> Guantes de Látex o Nitrilo <input type="checkbox"/> Otro</p>		
					<p>2. ¿Toda el equipo de trabajo cuenta con el equipo de protección respiratoria (Específico al agente ocupacional) y está en buen estado?</p>						<p><input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO (DETENTE) todo el equipo de trabajo debe contar con equipo de protección respiratoria.</p>		
					<p>3. ¿Se realizó la desinfección de superficies de trabajo, herramientas y/o equipos a utilizar en la tarea?</p>						<p><input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO (DETENTE) realiza la desinfección correspondiente antes de iniciar la tarea.</p>		
					<p>4. Para el lavado o desinfección de manos ¿Se cuenta con lavamanos (agua y jabón) o alcohol en gel disponible en el área de trabajo?</p>						<p><input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO (DETENTE) Implemente los recursos para la limpieza y/o desinfección de manos.</p>		
					<p>5. ¿Algun participante del equipo de trabajo presenta síntomas relacionados al COVID-19 (tos, escarlatina, dolor de garganta, dificultad respiratoria, fiebre, pérdida de olfato o gusto)?</p>						<p><input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO (DETENTE) Comunica al Supervisor, se debe brindar la atención médica inmediata al personal sintomático.</p>		
<p>Controles adicionales:</p>													
7. OTROS PELIGROS Y RIESGOS DE LA TAREA Y EL ENTORNO DE TRABAJO													
PELIGRO	RIESGO	DE LA TAREA	DEL ENTORNO	DE LA ACTIVIDAD	EVALUACIÓN IPERC			MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR			EVALUACIÓN RIESGO RESIDUAL		
					R	M	B				R	M	B
Trabaja en o próximo a taludes / suelos conformados	Colapso de taludes naturales / lesiones / atrapamiento Colapso de taludes conformados / Lesiones / Atrapamiento / Volocadura Colapso de suelos conformados / Lesiones / Atrapamiento / Volocadura												
Atravesamiento, transporte y manipulación de tuberías y elementos circulares	Atravesamiento Golpes en distintas partes del cuerpo												
Acarreo / transporte de material a granel (uso de cajas transportadoras)	Caida de carga manuscrita Contacto con equipos en movimiento												
Trabajo en o próximo a aguas o embalses de líquidos peligrosos y/o no peligrosos	Caida de material Atravesamiento												
Trabaja con fluidos a alta presión / temperatura	Caida de equipos Lesiones en distintas partes del cuerpo												
Trabaja con equipos o herramientas de poder	Quemaduras Golpes en distintas partes del cuerpo / Atravesamiento												
Trabaja con equipos o herramientas manuales	Electrocución Golpes en distintas partes del cuerpo												
Trabajo con gases comprimidos	Explosión / Incendio / Quemaduras												
Trabaja simultáneos en la misma área	Exposición a diversas energías (línea de fuego)												
Trabaja simultáneos a diferente nivel	Caida de Objetos, rocas, materiales / Golpes en distintas partes del cuerpo / Atravesamiento												
Presencia de Fatiga en los integrantes	Somnolencia / Pérdida de Concentración / Disminución del Estado de Alerta												
Consumo de medicamentos o drogas sin prescripción	Somnolencia / Desorientación												
8. SECUENCIA PARA CONTROLAR EL PELIGRO Y REDUCIR EL RIESGO (confirme su cumplimiento marcando en el recuadro):													
1. IDENTIFICAR LOS PELIGROS Y EL RIESGO Y LA MEDIDA DE RESERVA DE RESPUESTA			2. EVALUAR EL RIESGO Y EL RIESGO RESIDUAL			3. TOMAR EL TIEMPO NECESARIO PARA HACER EL TRABAJO DE FORMA SEGURA							
<p>8. GESTIÓN AMBIENTAL (marque en su caso según aplique):</p> <input type="checkbox"/> Potencial fuga de gases <input type="checkbox"/> Potencial daño a sitios arqueológicos <input type="checkbox"/> Potencial afectación a la flora, fauna o habitats naturales <input type="checkbox"/> Generación de emisiones (polvo, gases, vapores) y residuos													
<p>Describa los Controles Ambientales:</p> <p>12. COMPROMISO CON LA PRODUCCIÓN SEGURA: TODO EL EQUIPO DE TRABAJO DEBE ESTAR DE ACUERDO CON LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS Y FIRMAR EN SEÑAL DE COMPROMISO. SI ALGUNO DE LOS INTEGRANTES NO ESTÁ DE ACUERDO, NO DEBERÁ PARTICIPAR DEL TRABAJO. TODOS LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO SE COMPROMETEN A OBTENER LA ACTIVIDAD SI OBTIENEN QUE LAS CONDICIONES EVALUADAS CAMBIAN O LOS CONTROLES NO SE CUMPLEN ADECUADAMENTE DE MANERA EFECTIVA.</p>													
NOMBRE Y APELLIDO	DNI	FIRMA	NOMBRE Y APELLIDO	DNI	FIRMA	<p>1. ¿Los controles críticos de seguridad y COVID-19 se encuentran implementados y son efectivos para controlar el riesgo?</p> <p>2. ¿Los recursos (herramientas, equipos, etc) son adecuados y suficientes para el desarrollo de la tarea?</p> <p>3. ¿La tarea se desarrolla de acuerdo a lo indicado en el PETS y/o ATB?</p>				<p>11. LIBERAZO ACTIVO Y MEDIDAS CORRECTIVAS VERIFICACIÓN DEL TRABAJO Y CONTROLES IMPLEMENTADOS (Esta sección deberá ser verificada en campo por el Supervisor del Trabajo)</p>			
						<p>Comentarios y Acciones tomadas:</p>							
								APELLIDOS Y NOMBRES DEL SUPERVISOR RESPONSABLE DEL TRABAJO		FIRMA		HORA	

Nota. Sociedad Minera Cerro Verde.

Anexo 5: Hoja de datos de seguridad FDS



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

1. Identificación

Identificador de producto	LPS® Copper Anti-Seize Aerosol
Otros medios de identificación	
Número de Parte	02916
Uso recomendado	Lubricante anti-adherente de baja fricción diseñado para evitar el agarrotamiento y la fusión en frío de metales que resiste el asentamiento y endurecimiento de la soldadura.
Restricciones recomendadas	Ninguno conocido/Ninguna conocida.
Información sobre el fabricante/importador/proveedor/distribuidor	
Fabricante	
Fabricante	
Nombre de la empresa	ITW Pro Brands
Dirección	4647 Hugh Howell Rd. Tucker, GA 30084 (U.S.A.)
Pais	(U.S.A.)
In Case of Emergency	Tel: +1 770-243-8800 1-800-424-9300 (inside U.S.) +001 703-527-3887 (outside U.S.)
Página web	www.lpslabs.com
Correo electrónico	lpssds@itwprobrands.com



2. Identificación de peligros

Peligros físicos	Aerosoles inflamables	Categoría 1
	Gases a presión	Gas licuado
Peligros para la salud	Corrosión/irritación cutáneas	Categoría 2
	Lesiones oculares graves/irritación ocular	Categoría 2A
	Toxicidad sistémica específica de órganos diana tras una exposición única	Categoría 3, efectos narcóticos
Peligros para el medio ambiente	No clasificado.	
Peligros definidos por OSHA	No clasificado.	

Elementos de la etiqueta



Palabra de advertencia	Peligro
Indicación de peligro	Aerosol extremadamente inflamable. Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta. Provoca irritación cutánea. Provoca irritación ocular grave. Puede provocar somnolencia o vértigo.
Consejos de prudencia	
Prevenición	Mantener alejado del calor/de chispas/de llamas al descubierto/de superficies calientes. – No fumar. No vaporizar sobre una llama al descubierto o cualquier otra fuente de ignición. Recipiente a presión: No perforar ni quemar, incluso después del uso. Evitar respirar gases. Lavarse cuidadosamente después de la manipulación. Usar solo al aire libre o en un lugar bien ventilado. Usar equipo de protección para los ojos/la cara. Usar guantes de protección.

Nota. Sociedad Minera Cerro Verde.

Anexo 7: Lista de auditoría trabajos críticos

LISTAS DE VERIFICACIÓN (si alguna de las respuestas es negativa no se puede iniciar el trabajo)					
TRABAJOS EN CALIENTE	SI	NA	TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS (EC)	SI	NA
¿Existe material combustible, inflamable o con potencial de incendio sin cubrir totalmente con materiales incombustibles a menos de 11 metros de distancia del lugar de trabajo. Si la respuesta es SI requiere vigia?			¿Cada persona que ingresa al EC utiliza una línea de recuperación conectada a su espalda para asegurar el retiro exitoso en una situación de recuperación remota?.		
¿Antes de realizar el trabajo en tanques, recipientes, ductos, sistemas de tuberías, etc. se ha inspeccionado, drenado, ventilado, lavado y/o rellenado con líquido o gas inerte (de ser necesario)?			¿El personal involucrado en el trabajo cuenta con EPP específico?		
¿En caso de requerirse monitoreo se cumplieron los requisitos del estándar de espacios confinados?			¿Los tanques o cilindros de gases comprimidos distintos a los de aire normal se encuentran fuera del espacio confinado?.		
¿Se instalaron bombos o pantallas de material resistente al fuego (incombustible) para proteger al personal ajeno a los trabajos de la proyección de partículas y radiación (luminosidad)?			¿De requerirse equipo de respiración autónomo, ha sido previamente inspeccionado?.		
¿Se tiene una válvula antirretorno instalada a la salida de cada regulador de presión de las botellas de gases comprimidos inflamables?			¿En caso existan posibles atmósferas explosivas el equipo eléctrico está calificado para estas atmósferas?.		
¿Los equipos contra incendio fijos o provistos están operativos y se mantienen en servicio mientras se realiza este trabajo. El personal está entrenado para su uso?			¿Los equipos de monitoreo están calibrados y con la batería cargada?		
¿Todos los vacíos o aberturas que conducen a otras áreas (cuartos, pisos) han sido cubiertos?			¿En caso se requiera se han instalado los sistemas de extracción de humos y gases?.		
			¿En caso aplique se han difundido la FDS del producto contenido en el espacio confinado?.		
			¿Para EC que requieren permiso se comunicó al equipo de respuesta a emergencia y aseguró su disponibilidad?.		
			¿Implementará los anexos para el monitoreo y control de ingreso y salida del EC del estándar?.		
TRABAJO CON OPEN HOLE	SI	NA	TRABAJOS EN ALTURA	SI	NA
¿Hay iluminación adecuada?			¿Los puntos de anclaje están ubicados por encima del nivel de la cabeza del trabajador?.		
¿Se tiene pre-establecida una vía de evacuación asegurando que los accesos y el piso son estables, están asegurados y libres de obstáculos?.			¿El sistema de detención de caída está configurado para minimizar la distancia de caída libre, prevenir el contacto con un nivel inferior o minimizar el potencial de balanceo?.		
¿El Área de trabajo está libre de peligros de tropiezo?			¿Se cuenta con protección contra caídas para los trabajos en Plataformas Aéreas y Plataformas Móviles?		
¿Los trabajadores han sido instruidos para conocer dónde andarse antes de exponerse a un Open Hole?					
¿El personal permanece con la protección contra caídas durante la instalación del open hole y antes de retirar cintas, letreros y elementos de demarcación?			¿Las líneas de vida horizontales cuentan en cada extremo accesible con una etiqueta que indique la cantidad máxima de personas que se permiten?.		
TRABAJOS ELÉCTRICOS EN ALTA TENSIÓN	SI	NA	¿Los componentes individuales del andamio se inspeccionaron antes de levantar el andamio?		
El equipo de protección personal se selecciona de acuerdo a estudio de arco eléctrico			¿Para situaciones con potenciales dificultades para rescatar (altura extrema o suspensión sobre una condición peligrosa) se desarrolló un plan escrito de rescate antes de comenzar el trabajo?		
Las herramientas que entran en contacto con las partes energizadas son aisladas.					
Conoce la ubicación del DEA			¿El andamio que exceda 3 m de alto es levantado por personal capacitado bajo especificaciones del fabricante?		
Se realizó la prueba de inflado del guante dieléctrico antes de su uso.					
Frontera de protección contra arco (dato para vigia). DISTANCIA (m) _____					
Trabajos de instalación, operación, manejo de equipos y Materiales Radiactivos.	SI	NA	IZAJES CRÍTICOS	SI	NA
¿Los trabajadores cuentan con licencia otorgada por IPEN?			¿Se cuenta con el plan de izaje antes del inicio de los trabajos?		
EXCAVACIONES	SI	NA	HDPE	SI	NA
¿Se completaron los requisitos establecidos en el estándar Blue Stake Detección de instalaciones enterradas?			¿Se completaron los requisitos de los anexos del estándar manipulación de tuberías HDPE?		

Nota. Sociedad Minera Cerro Verde.

Anexo 9: Riegos y controles críticos

TABLA 1: RIESGOS Y CONTROLES CRÍTICOS											
RIESGOS CRÍTICOS	N° CC	CONTROLES CRÍTICOS	SI	NO	NA	RIESGOS CRÍTICOS	N° CC	CONTROLES CRÍTICOS	SI	NO	NA
1. LOTOTO	1.1	Personal acreditado y Coordinador de Bloques de Energía (CBE) apropiado asignado de acuerdo al estándar de Bloques (Límites)				8. TRABAJOS EN CIRCUITOS ENERGIZADOS	8.1	Personal electricista calificado y con acreditación vigente.			
	1.2	Identificación de todas las fuentes de energía (líneas arriba y abajo) de los equipos a circuitos a intervenir.					8.2	EPP en buen estado de acuerdo a nivel de tensión y categoría indicado en los cuadros de arco eléctrico.			
	1.3	Aislamiento y bloqueo efectivo de las Fuentes de energía.					8.3	Asistencia de 2 personas para todo trabajo de diagnóstico a más de 250V hasta 650V.			
	1.4	Todas las personas involucradas en la tarea han realizado el bloqueo personal.					8.4	Uso de herramientas aisladas.			
2. TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS	2.1	Identificar, purgar, aislar y bloquear todas las fuentes de energía de ingreso y salida del espacio confinado. LOTOTO				9. OPERACIÓN DE EQUIPO PESADO/ LÍNEAS/ MÓVILES	9.1	Personal acreditado.			
	2.2	Demarcar el espacio confinado.					9.2	Verificación pre operacional de operadores/Vehículos y equipos móviles.			
	2.3	Monitorizar la atmósfera antes y durante la realización de la tarea, considerando las mediciones en diferentes niveles.					9.3	Uso de cinturón de seguridad de todos los ocupantes.			
	2.4	Asegurar comunicación entre el personal que se encuentra dentro del espacio confinado, supervisor, respuesta a emergencias y vigía.					9.4	El conductor/operador debe de estar en condiciones apropiadas para operar el equipo y cumplir con la política de manejo de fatiga.			
	2.5	Antes del ingreso comunicar al Servicio de Respuesta o Emergencia la ubicación y el trabajo que se realizará.					9.5	Sistema de comunicación vía autorización con el operador de equipos personal de la zona cercanas.			
	2.6	Personal acreditado y vigía calificado.					9.6	Control del acceso o área de trabajo.			
	2.7	Registro de control de ingreso y salida del espacio confinado.					9.7	Registrar LOTOTO en los equipos cuando estén en labores de mantenimiento. Aplicación de cierre perimetral al equipo (pala, camión y otros definidos por el área).			
	2.8	En las tuberías que ingresan a un espacio confinado que lleve gas, líquido o otros materiales deben ser cerradas, desarmadas o desconectadas, si la condición no la permite se debe usar doble bloqueo y purga.					9.8	Al parquearse el vehículo o equipo aplicar sistema de freno (parquear, fular, freno) cuando se requiere.			
	2.9	Elaborar el permiso escrito para trabajos de alto riesgo. (PETAR)					9.9	Las vías son mantenidas y la altura del muro de seguridad no deberá ser menor a 3/4 parte del diámetro del neumático del vehículo más grande que circula por la vía.			
3. TRABAJOS CON OPEN HOLE	3.1	Sistema de protección certificado contra caídas, inspeccionados y adecuadamente instalados.				10. TRABAJOS CON/CERCA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS (GASES (H2S, CLORO), OTROS)	10.1	Ficha de datos de Seguridad (FDS) aprobada por SMCV			
	3.2	Barneras rígidas señalizadas.					10.2	Etiquetado y rotulado del producto.			
	3.3	Plataformas y pisos de trabajo asegurados, barandas removidas y señalizadas.					10.3	Manipulación, transporte de acuerdo a la FDS			
	3.4	Vigía de "Open Hole" (permiso mientras se implementan barneras rígidas).					10.4	Uso de EPP de acuerdo a la FDS.			
	3.5	Establecer rutas de evacuación.					10.5	Consideraciones de compatibilidad para el almacenamiento.			
	3.6	Personal calificado.					10.6	Asegurar la implementación de sensores de gases fijos y/o detectores portátiles.			
	3.7	Permiso Escrito para Trabajo de Alto Riesgo (PETAR).					10.7	Entrenamiento del personal para la manipulación y transporte de la sustancia química.			
4. TRABAJOS CON IZAJE O CARGAS SUSPENDIDAS	4.1	Operador acreditado para el TIPO de equipo a utilizar.				11. TRABAJOS CON EXPLOSIVOS	11.1	Personal acreditado para manipulación de explosivos (SUCAMEC)			
	4.2	Manejería o rigger acreditado.					11.2	Transporte de explosivos en vehículos acondicionados/autorizados según su compatibilidad.			
	4.3	Inspección Pre Uso del equipo, accesorios y elementos de izaje.					11.3	Almacenamiento de Explosivos en polverinas autorizadas según normatividad.			
	4.4	Inspección del área de trabajo.					11.4	Ejecución de protocolos/cumplimiento de PETS de manipulación y cargado de explosivos y control de accesos para evitar ingreso a personal no autorizado.			
	4.5	Área de la maniobra demarcada.					11.5	Notificación sobre horarios y lugar de voladura a personal afectado y bloqueo de accesos durante la voladura que entran al ingreso de personal al cono de influencia.			
	4.6	Verificar la tabla de carga del equipo de izaje.					11.6	Asegurar el área y cumplimiento de PETS de TQ.			
	4.7	Plan de izaje y/o Permiso de izaje escrito (cuando corresponda).					11.7	Personal calificado y acreditado.			
	4.8	Comunicación efectiva entre operador y rigger.					11.8	Permiso escrito para trabajos de alto riesgo (PETAR) y formatos del estándar de Manipulación de tuberías HDPE según apliquen.			
	4.9	Niveles de seguridad de los gases.					11.9	Demarcar y colocar barneras a las zonas de "línea de fuego".			
	4.10	Personal asignado del área de influencia de la carga suspendida.					12.0	Vigía de seguridad permanente y de función específica.			
5. TRABAJOS EN ALTURA O DENIVEL	5.1	Sistemas de protección contra caídas certificado, inspeccionados y adecuadamente instalados.				12. TRABAJOS CON TUBERÍAS DE HDPE	12.1	Los equipos, elementos, herramientas y/o accesorios aprobados para el traslado/manipulación.			
	5.2	Demarcación e inspección de niveles inferiores y superiores según aplique.					12.2	Altura máxima de apilamiento de tuberías de HDPE			
	5.3	Plataformas nomadas y andamios normados e inspeccionados.					12.3	Establecer zonas de seguridad para la descarga y manipulación de tuberías.			
	5.4	Si se utiliza plataformas elevadoras (Man Lift), verificar la capacidad, extensión, condición del terreno y ángulo de las plataformas portátiles con registro de inspección y mantenimiento, adecuadamente aseguradas.					12.4	Asegurar comunicaciones.			
	5.5	Personal calificado y acreditado.					12.5	Identificar puntos de atravesamiento, corte, abrasión o proyección.			
	5.6	Permiso Escrito para Trabajo de Alto Riesgo (PETAR).					12.6	Identificar todas las potenciales Fuentes de energía.			
6. APLICACIÓN DEL ESTÁNDAR "BLUE STAKE" EXCAVACIONES	6.1	Completar Formulario de Investigación Blue Stake (según correspondiente).				13. TRABAJO CON/CERCA DE ENERGÍA O PARTES MÓVILES	13.1	Guardas de protección implementadas y en buen estado alrededor de las piezas móviles y Fuentes de energía potencialmente peligrosas.			
	6.2	Líneas de servicio enterradas o empotradas identificadas.					13.2	Señalizar para identificar las Fuentes de energía.			
	6.3	El diseño del sistema de contención de tierra, está realizado por el ingeniero especialista (geotécnico).					13.3	Dispositivos de encubrimiento o paradas de emergencia.			
	6.4	El tamaño y provisorio de la excavación está a una distancia que equivale a la mitad de la profundidad de la excavación o mayor según corresponda.					13.4	Evaluar el área y demarcar condiciones generadas por el trabajo, áreas afectadas, etc.			
	6.5	Para trabajos en taludes o cerca de excavaciones mayores a 1.2 m de profundidad se usa sistema de prevención y detección de caídas.					13.5	Visibilidad de la demarcación.			
	6.6	Todas las días y cada vez que las condiciones cambian, el Supervisor realiza una inspección documentada a todas las excavaciones.					13.6	Autorización de ingreso a áreas demarcadas.			
	6.7	Proteger la apertura a instalaciones eléctricas.					13.7	Control de ingreso y salida de áreas restringidas demarcadas y señalizadas.			
	6.8	Durante las excavaciones eliminar los objetos que pueden caer.					13.8	Inspección regular del área demarcada y señalizada.			
7. TRABAJOS EN CALIENTE	7.1	Inspección previa del área de trabajo y lugares adyacentes.				14. INGRESO A ÁREAS RESTRINGIDAS SIN AUTORIZACIÓN	14.1	Riesgo de demarcación al final del trabajo.			
	7.2	Inspeccionar los equipos de soldadura y oxígeno.					14.2	Debido de las áreas restringidas temporales se prohíbe el uso de celular.			
	7.3	Demarcar del área de trabajo y según sea necesario arriba y abajo.					14.3	Inspección regular del área demarcada y señalizada.			
	7.4	Monitoreo de atmósfera en tanques, estancos, recipientes o sistemas de tuberías que contengan o hayan contenido líquidos o gases a presión.					14.4	Control de ingreso y salida de áreas restringidas demarcadas y señalizadas.			
	7.5	Cables de puesta a tierra (masa).					14.5	Inspección regular del área demarcada y señalizada.			
	7.6	EPP específico para trabajos en caliente.					14.6	Riesgo de demarcación al final del trabajo.			
	7.7	Extintores mínimos de 9 kg polivalente según el tipo de material combustible.					14.7	Debido de las áreas restringidas temporales se prohíbe el uso de celular.			
	7.8	Vigía para trabajos en caliente y permanecer en el área 30 minutos después de haber concluido el trabajo.									
	7.9	Personal calificado y acreditado.									
	7.10	Permiso escrito para trabajos de alto riesgo (PETAR).									
	7.11	Permiso escrito para trabajos de alto riesgo (PETAR).									

CERRO VERDE ES PRODUCCIÓN SEGURA

Datos del Formato
(Versión: 06; Fecha: Febrero 2021)

Nota. Sociedad Minera Cerro Verde.