



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

TESIS

**"IMPLEMENTACIÓN DE PLANES DE
INSPECCIONES PREDICTIVAS, MECÁNICAS,
ELÉCTRICAS E INSTRUMENTACIÓN DE LAS
ACTIVIDADES DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO
PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS
EQUIPOS DE LA PLANTA ORE SORTING DE LA
EMPRESA MINERA SAN RAFAEL MINSUR 2020"**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

Autor:

**Bach. Rivera Quintana Héctor Fernando
(ORCID: 0000-0001-6530-0993)**

Asesor:

**Mg. Larrea Colchado Luis Roberto
(ORCID: 0000-0002-7266-4290)**

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

**Pimentel – Perú
2021**

"Implementación de planes de inspecciones predictivas, mecánicas, eléctricas e instrumentación de las actividades del área de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos de la Planta ore Sorting de la empresa minera San Rafael Minsur 2020"

Aprobación del Jurado

Dr. Ramos Moscol Mario Fernando
Presidente de Jurado

Ing. Símpalo López Walter Bernardo
Secretario de Jurado

Mg. Larrea Colchado Luis Roberto
Vocal/Asesor de Jurado

DEDICATORIA

A Dios por darme la sabiduría, la salud y la fortaleza para siempre seguir adelante.

A mi esposa Yolanda Julia, mis hijos Carlos Héctor, Blanca Fiorella y Lesly Yolanda quienes supieron apoyarme y comprenderme al robarles un tiempo del que les correspondía como esposa e hijos para culminar este sueño y por demostrarles que, si se puede lograr nuestros sueños y metas, solo basta proponérselo. Y que con esfuerzo y constancia todo es posible.

A mi madre Digna Quintana por enseñarme que todo es posible hasta en las peores circunstancias

A todos mis amigos y compañeros que con su amistad, apoyo y constancia hicieron de la vida universitaria única con momentos inolvidables.

A mis Maestros por los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera y a todas las personas que colaboraron para el desarrollo de mi investigación.

A todos los que con esfuerzo y sacrificio logran cumplir cada una de sus metas y creen que el límite está en la imaginación.

Héctor Fernando Rivera Quintana.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la administración de la Unidad Minera San Rafael Minsur. Por haberme abierto las puertas y brindado todas las facilidades para realizar este proyecto.

Al Ing. José Zamudio por el soporte ofrecido para la realización de mi investigación

Al Ing. Edward León Peralta, Jefe de Planeamiento de Mantenimiento Planta Concentradora por su paciencia en la realización del presente proyecto, ya que mediante la acertada supervisión y guía se concluyó con gran éxito. Y a todos los colaboradores del área de mantenimiento por su valioso tiempo.

A mis compañeros de trabajo Willinton, Royder, Jaime y Jimmy del área de Mantenimiento.

A la Universidad Señor de Sipán y en especial a mi Querida Escuela “Ingeniería Industrial”, por permitirme cruzar mis estudios en sus aulas.

Héctor Fernando Rivera Quintana

"Implementación de planes de inspecciones predictivas, mecánicas, eléctricas e instrumentación de las actividades del área de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos de la Planta Pre Concentradora de la Unidad Minera San Rafael Minsur."

"Implementation of predictive, mechanical, electrical inspection plans and instrumentation of the activities of the maintenance area to improve the availability of the equipment of the Pre-Concentrator Plant of the South mining unit."

Héctor Fernando Rivera Quintana ¹

RESUMEN

La Unidad Minera San Rafael Minsur, cuenta con una nueva Planta de Pre Concentrado, que se encarga de clasificar de manera minuciosa y adecuada el mineral tratado. Afrontando problemas de disponibilidad de sus máquinas por la ausencia de planes de mantenimiento. Identificándose paradas intempestivas de los equipos. Se Plantea como hipótesis que la implementación de los planes de inspecciones predictivas, mecánicas, eléctricas e instrumentación de las actividades del área de mantenimiento mejorará la disponibilidad de los equipos de la planta Pre Concentrado.

Evaluándose cuantitativamente la disponibilidad inicial los equipos de la planta, se implementaron planes de mantenimiento preventivos, mecánicos, eléctricos, instrumentación y predictivas para los equipos de la planta, estableciéndose los lineamientos de evaluación de los tiempos promedios entre fallas MTBF, los tiempos promedio entre las reparaciones MTTR, la medición de la nueva disponibilidad, Lográndose incrementar la disponibilidad de los equipos de un 68% a un 98%. Con el análisis de costos – beneficio se demuestra que el proyecto es favorable para la organización. Con la conclusión de que se puede hacer sostenible esta condición con la mejora continua de todas las partes.

Palabras claves: Mantenimiento, disponibilidad, planes, maquinas.

¹ Adscrito a la escuela académico profesional de ingeniería industrial, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: rquintanahector@crece.uss.edu.pe Código ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6530-0993>

ABSTRACT

The San Rafael Minsur Mining Unit has a new Pre-Concentrate Plant, which is in charge of classifying the treated mineral in a meticulous and adequate way. Facing availability problems of their machines due to the absence of maintenance plans. Identifying untimely stops of the equipment. It is hypothesized that the implementation of the predictive, mechanical, electrical and instrumentation inspection plans for the maintenance area activities will improve the availability of the Pre-Concentrated plant equipment.

By quantitatively evaluating the initial availability of the plant equipment, preventive, mechanical, electrical, instrumentation and predictive maintenance plans were implemented for the plant equipment, establishing the evaluation guidelines of the average times between MTBF failures, the average times between the MTTR repairs, the measurement of new availability, managing to increase the availability of equipment from 68% to 98%. The cost-benefit analysis shows that the project is favorable for the organization. With the conclusion that this condition can be made sustainable with continuous improvement from all parties.

Key Words: Maintenance, availability, plans, machines.

¹ Adscrito a la escuela académico profesional de ingeniería industrial, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: rquintanahector@crece.uss.edu.pe Código ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6530-0993>

ÍNDICE

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
CAPITULO I	12
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Trabajos Previos	13
1.2.1. Local. (Lima Callao).....	13
1.2.2. Colombia.....	14
1.2.3. Región – Cajamarca - Perú.	14
1.3 Teorías relacionadas al tema	14
1.3.1 Gestión del Mantenimiento (Variable independiente)	14
1.3.2. Disponibilidad de los equipos (Variable dependiente)	16
1.4. Formulación del problema	17
1.5. Justificación e importancia de la investigación	17
1.5.1. Justificación económica	17
1.5.2. Justificación técnica.....	18
1.5.3. Justificación social.	18
1.6. Hipótesis	18
1.7. Objetivos	18
1.7.1. Objetivos Generales.	18
1.7.2. Objetivos específicos.....	18
CAPITULO II	20

II: MATERIAL Y METODO	21
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	21
2.1.1. Tipo de investigación.....	21
2.1.2. Diseño de la investigación	21
2.2. Población y muestra	21
2.2.1. La Población.....	21
2.3. Variables y Operacionalización.....	25
2.3.1. Variable independiente.....	25
2.3.2. Variable dependiente.....	25
2.4. Técnicas, instrumentos métodos de recolección de datos	26
2.4.1. Técnicas de investigación.....	26
2.4.2. Instrumentos de recolección de datos	26
2.4.3. Métodos de investigación.....	27
2.5. Procedimiento de análisis de datos.	27
2.5.1. Interpretación y análisis estadístico de los datos.....	28
2.6. Criterios éticos	29
2.7. Criterios de rigor científico	29
CAPITULO III.....	30
III: RESULTADOS.....	31
3.1. Diagnóstico de la empresa.....	31
3.1.1. Información general.....	31
3.1.2. Descripción del proceso productivo	32
3.1.3. Análisis de la problemática	33
3.1.3.1. Resultados de la aplicación de instrumentos	34
3.1.3.2. Herramientas de diagnóstico (Ishikawa, Pareto, VSM)	37
3.1.3.2.1 Diagrama de causa y efecto (diagrama de Ishikawa – Diagrama de espina de Pescado)	38
3.1.3.2.2. Análisis FODA.....	39
3.1.4. Situación actual de la variable dependiente.....	42
3.2. Propuesta de investigación	43

3.2.1. Fundamentación	43
3.2.2. Objetivos de la propuesta	43
3.2.3. Desarrollo de la propuesta.....	43
3.2.3.1 Planes de Inspección creadas	43
3.2.3.2. Criticidad de equipos.....	45
3.2.3.3. Creación de las actividades.....	46
3.2.3.4. Obligaciones Legales de Seguridad;	51
3.2.4. Situación de la variable dependiente con la propuesta	54
3.2.5. Análisis beneficio/costo de la propuesta	61
3.3. Discusión de resultados	67
3.3.1. Estableciéndose lineamientos de evaluación de indicadores de tiempo.	67
CAPITULO IV	70
IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
4.1. Conclusiones	71
4.2. Recomendaciones	73
REFERENCIAS	75
ANEXOS	78
Anexo 09: IPERC Inspección de Seguridad (Investigación y evaluación de riesgos).....	91
Anexo 10: Check List Orden y Limpieza Mantto.	92

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Población de la Pta. Pre Concentrado</i>	22
<i>Tabla 2. Lista de equipos críticos en la planta Pre Concentrado.....</i>	24
<i>Tabla 3. Nivel de Confianza.....</i>	24
<i>Tabla 4. Operacionalización de las Variables</i>	25
<i>Tabla 5. Disponibilidad junio–octubre del 2019 Planta Concentradora de Minera del Sur</i>	34
<i>Tabla 6. Rangos de evaluación de la disponibilidad según proceso.....</i>	35
<i>Tabla 7. Resultados de encuesta.....</i>	37

Tabla 8. FODA: Fortalezas	39
Tabla 9. FODA: Oportunidades	40
Tabla 10. FODA: Debilidades	41
Tabla 11. FODA: Amenazas	42
Tabla 12. Evaluación de criticidad de los equipos de Pre Concentrado.....	45
Tabla 13. Tareas Predictivas	46
Tabla 14. Tareas Mecánicas.....	49
Tabla 15. Cuadro de accidentabilidad en la minería peruana.....	52
Tabla 16. Disponibilidad Inicial Chancado	55
Tabla 17. disponibilidad Fajas Transportadoras	57
Tabla 18. Disponibilidad de Fajas Transportadoras. Continua.	58
Tabla 19. Disponibilidad de Alimentadores	59
Tabla 20. Disponibilidad Inicial de Separadores Ore Sorting.....	60
Tabla 21. Análisis beneficios / Costos de la propuesta.....	61
Tabla 22. Tendencias de Costos Planta Pre Concentrado.....	62
Tabla 23. Actividades Preventivas desarrolladas con nuevo plan.....	62
Tabla 24. Cumplimiento de inspecciones Predictivas	63
Tabla 25. Niveles de criticidad de equipos de la planta Pre Concentrado	65
Tabla 26. Benchmarking con otras empresas mineras	66
Tabla 27. Cálculo de disponibilidad	67
Tabla 28. Comparación de disponibilidad 2019 y 2020.	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Imagen 1. Áreas de Pre concentrado.....	21
Imagen 2. Etapas y Tareas de Procesamiento de datos de la Investigación	28
Imagen 3. Ubicación de Unidad Minera San Rafael Minsur.....	31
Imagen 4. Descripción de Proceso Productivo	32
Imagen 5. Método Ore Sorting. Fuente 911 Metallurgist.....	33
Imagen 6. Diagrama de Causa y Efecto -	38
Imagen 7. Plan de Mantenimiento. Fuente: García (2019).....	44
Imagen 9. Análisis de Pareto	64
Imagen 10. Estándar de severidad ISO 10816-3.....	66

CAPITULO I

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Las economías globalizadas permiten a las empresas productivas competir con un mercado extremadamente exigente en calidad y capacidad de respuesta, esta situación pone en evidencia las limitaciones que tienen muchas empresas en sus procesos y puedan competir con organizaciones de clase mundial. El sector minero, gracias a los grandes índices de ganancias, se permite realizar cambios sustanciales en sus procesos de tal manera que tienen que optimizar sus procesos en aras de obtener mejores rentabilidades y lograr permanencia en el mercado.

Oliva y Graterol (2012). Indican que la exigencia de alcanzar ganancias, exige a las organizaciones a solicitar mejor indagación y establecer sistemas que les ayude a acceder y dirigirla adecuadamente.

Las personas responsables de tomar decisiones saben que la información ayuda a los diversos negocios a obtener éxito o fracaso en algunos casos.

Desde su arranque La empresa Minera del Sur ha venido presenciando actividades de Mantenimiento no programadas, generando problemas de:

- Calidad variable.

- Retraso en las entregas.

- Volumen de reacción.

- Tolerancia en la transformación

- Altos Costos.

1.2. Trabajos Previos.

1.2.1. Local. (Lima Callao)

Gavelán y Ccama (2019) en su investigación, titulada “Plan de Mantenimiento Preventivo en una planta de tubos estructurados de polietileno, para incrementar la producción” conscientes de descubrir mediante las herramientas de inspección que tienen equipos críticos que deben mejorar su disponibilidad, aplicando el mantenimiento preventivo, por lo cual recomiendan la implementación de esta estrategia para la gestión de los equipos críticos.

Con la ayuda de técnicas como el Lean Manufacturing: 5S, SMED, TPM, Benchmarking.

Se rescata en esta investigación el uso del mantenimiento planificado como base para implementar un mantenimiento preventivo y poder incrementar la disponibilidad de los equipos y mejorar la productividad de la planta.

1.2.2. Colombia.

Barreto y Polanco (2020) en su investigación “Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la cortadora de plasma cnc Combirex 4000 de la empresa metalmecánica Idemec Sa” presentan que las tareas de mantenimiento presentaban serios cuestionamientos que evidencian frecuentes fallas en los equipos obedeciendo a una falta de planificación y seguimiento de los controles. Recomendando la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), para esto recomienda manejar el historial de fallas de los equipos e implementar indicadores de gestión que ayuden a mantener un control de los procesos.

En esta investigación como en todas siempre está presente el querer asegurar la eficiencia operativa, optimizando el uso y la conservación de la maquinaria, conservando procesos de calidad orientadas a obtener un buen producto y la satisfacción del cliente,

1.2.3. Región – Cajamarca - Perú.

Gonzales (2020) en su investigación “Gestión de mantenimiento para incrementar la productividad en el área mecánica de la empresa Guvi Servis e.i.r.l. 2020” indica que la gestión del área de mecánica no tiene un plan de mantenimiento de sus equipos generando paradas repentinas y muy severas que producen retrasos en las entregas de los productos generando sobrecostos de producción. Para lo cual se hizo un análisis de criticidad de los equipos y se implementó un programa de mantenimiento preventivo de limpieza y lubricación de las partes móviles. Recomendando se establezca el área de planeamiento para establecer el mantenimiento planificado de los equipos y repuestos con una gestión de indicadores con la ayuda de un CMSS. (Software de mantenimiento).

1.3 Teorías relacionadas al tema.

1.3.1 Gestión del Mantenimiento (Variable independiente)

Planes de inspecciones preventivas mecánicas, eléctricas, instrumentación y predictivas basado en indicadores de desempeño.

Mantenimiento: Son conjuntos de acciones técnicas y administrativas que tienen como objetivo conservar o restaurar un activo para que pueda desarrollar una función determinada para lo que fue diseñado o seleccionada.

Tipos de Mantenimiento

Mantenimiento Planificado: Son actividades o tareas de mantenimiento que son programados como mínimo 6 días antes y cuentan con un plan de acción en donde se considera estimación de herramientas, recursos, materiales, mano de obra, procedimientos. SMRP (2020).

Mantenimiento Correctivo: Consiste en ir reparando las averías a medida que se van produciendo. El personal encargado de avisar de las averías es el propio usuario de los equipos y el encargado de las reparaciones el personal de mantenimiento. Navarro, Pastor, Mugaburu (2017).

Mantenimiento Preventivo: Son todas las acciones periódicas basadas en el tiempo, que se toman para prevenir fallas funcionales y prolongar la vida del equipo. Teniendo como referencias: Horas de trabajo, kms recorrido, tonelaje tratado, unidades producidas. SMRP (2020).

Mantenimiento Predictivo: Es la técnica que estudia la evolución temporal de ciertos parámetros para asociarlos a la ocurrencia de fallas, con el fin de determinar en qué período de tiempo esa situación va a generar escenarios fuera de los estándares, para planificar todas las tareas proactivas con tiempo suficiente, para que esa avería no cause consecuencias graves ni genere paradas imprevistas de equipos. A. Mora (2009).

Mantenimiento Productivo total (TPM): Es un moderno sistema gerencial de soporte al desarrollo industrial, que permite con la participación total de la organización tener equipos de producción siempre listo.

Mejora la eficacia de los equipos.

Mantenimiento Autónomo por operadores

Planeación y programación óptima de un sistema proactivo

Mejoramiento de la habilidad operativa del personal

Gestión temprana de equipos para evitar problemas futuros

García (2012)

Planificación del Mantenimiento: es definir las actividades de mantenimiento que se tienen que realizar, como se van a hacer y que recursos son requeridos para hacerlas.

Programación del Mantenimiento: Es un plan detallado con fechas y personal asignado para ejecutar ordenes de trabajo pendientes, que se trabajarán durante la siguiente semana, centrado en la prioridad asignada, en la duración de las mismas y en las horas disponibles de personal manual. SMRP (2020).

Benchmarking: La SMRP (2020) Conceptualizo el Benchmarking como en tomar "comparadores" a aquellos productos, servicios y procesos de trabajo que pertenezcan a organizaciones que evidencien las mejores prácticas sobre el área de interés, con el propósito de transferir el conocimiento de las mejores prácticas y su aplicación; es decir "copiar al mejor".

Empowerment: Según Yohann Jonson: "Es el hecho de delegar poder y autoridad a los subordinados y de conferirles el sentimiento que son dueños de su propio trabajo".

Indicadores de desempeño (KPI: key Performance Indicators): La SMRP (2020) Indica que su propósito fundamental es medir cuantitativamente el nivel de desempeño de los procesos de producción y mantenimiento de centros de trabajo o de instalaciones para posteriormente evaluar estos procesos y detectar áreas de oportunidad.

Pudiendo dividirse en indicadores

Cumplimiento PM

Confiabilidad de equipo

Costos de Mantenimiento

Rentabilidad

1.3.2. Disponibilidad de los equipos (Variable dependiente)

Aumentar la disponibilidad de los equipos de la planta Pre Concentrado.

Disponibilidad: La probabilidad que un equipo funcione satisfactoriamente en el momento que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa en condiciones estables. A. Mora (2009).

$$\begin{aligned} \text{Disponibilidad \%} &= \\ &= \frac{\text{Tiempo de Operación horas}}{\text{Tiempo Total Disponible horas} - \text{Tiempo de Stand by (horas)}} 100 \end{aligned}$$

Tiempo promedio entre fallas (MTBF): Nos permite conocer las frecuencias de tiempo en que ocurren las fallas.

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de Horas totales del periodo de tiempo analizado}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$$

Tiempo promedio para reparar (MTTR): Es el tiempo que se tomara para reparar el equipo la cual nos indicara la capacidad de los mantenedores

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{N^{\circ} \text{ de reparaciones}}$$

1.4. Formulación del problema

¿En qué medida aumentará la disponibilidad de los equipos con la implementación de planes de inspección predictivas, mecánicas, eléctricas e instrumentación de las actividades del área de mantenimiento en los equipos de la Planta Pre Concentrado de la Unidad Minera San Rafael Minsur?

1.5. Justificación e importancia de la investigación

El enfoque sustancial de este proyecto es mejorar el Plan de Mantenimiento actual implementando planes de inspecciones preventivas para los equipos de la Planta Pre Concentrado.

El porqué, de la investigación se basa en el desarrollo del país con respecto a este sector productivo, de tal manera que se debe buscar mejorar constantemente los procesos para poder seguir siendo la mejor empresa a nivel mundial ofreciendo lógicamente un producto con altos estándares de calidad.

El para qué, de la investigación, se precisa a que la administración del área de Mantenimiento de la Planta Pre Concentrado de la Unidad Minera San Rafael Minsur busca mejorar su sistema de mantenimiento, implementando un programa de inspecciones de actividades preventivas de corte mecánico, eléctrico, instrumentación y predictivas que a la actualidad no lo cuenta, esto dificulta el proceso y el desempeño de las máquinas óptimamente.

1.5.1. Justificación económica

Se considera beneficioso económicamente ya que, con los planes de inspecciones preventivas, mejorará la identificación en sus inicios, los problemas potenciales que puedan causar paradas intempestivas, la cual ayudará a reducir

los costos por paradas no programadas, los cuales generan gastos por reparaciones y mano de obra especializada.

1.5.2. Justificación técnica.

Lo que busca con esta mejora es mantener su posición como una de las mejores empresas mineras, y esto se logra con un proceso adecuado y manejable apoyado de una buena gestión del área de Mantenimiento y administración directiva. Es por ello que con las inspecciones preventivas mecánicas, eléctricas, instrumentación y predictivas se garantizara el funcionamiento correcto de los equipos de la Planta Pre Concentrado.

1.5.3. Justificación social.

Se consideró incrementar la calidad de vida de los colaboradores que prestan sus servicios en el transcurso del proceso productivo, brindándoles un ambiente laboral más organizado evitando incomodidades de función por problemas de paradas no programadas y labores fuera del horario establecido.

1.6. Hipótesis.

Los planes de inspecciones predictivas, mecánicas, eléctricas e instrumentación de las actividades del área de mantenimiento mejoran la disponibilidad de los equipos de la Planta Pre Concentrado de la Unidad Minera San Rafael Minsur.

1.7. Objetivos.

1.7.1. Objetivos Generales.

Elaborar planes de inspecciones predictivas, mecánicas, eléctricas e instrumentación de las actividades del área de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos de la Planta Pre Concentrado de la Unidad Minera San Rafael Minsur 2020.

1.7.2. Objetivos específicos.

Medir la disponibilidad de la situación actual: de los equipos de la planta “Pre Concentrado” de la Unidad Minera San Rafael Minsur en base al Plan de Mantenimiento actual.

Elaborar planes de inspecciones preventivos, mecánicos, eléctricos, instrumentación y predictivas: para los equipos de la Planta Pre Concentrado de la minera del Sur.

Establecer los lineamientos de evaluación de indicadores de tiempo promedio entre falla MTBF: el tiempo promedio entre la reparación MTTR e Indicadores de la disponibilidad.

Desarrollar los formatos y documentos necesarios para la mejora de inspecciones: para los equipos de la Planta “Pre Concentrado” de la minera del Sur.

Medir el nuevo valor de la Disponibilidad de la situación actual: después de la mejora de los equipos de la Planta “Pre Concentrado” de la minera del Sur. en base al nuevo Plan de Mantenimiento.

Elaborar un análisis de Costo – beneficio de lo que nos resultaría de implementar los planes.

CAPITULO II

II: MATERIAL Y METODO

2.1. Tipo y diseño de investigación.

2.1.1. Tipo de investigación.

Aplicada: Ya que se aplica teorías, conocimientos para la comprensión y desarrollo del plan de inspecciones preventivas que se ejecutan a los equipos de la Planta de Pre Concentrado.

Descriptiva: Por el hecho que se va evaluar algunos aspectos del porque actualmente no se está ejecutando un plan de inspecciones preventivas y que beneficios nos podría resultar al mejorar las condiciones de la Planta de Pre Concentrado.

2.1.2. Diseño de la investigación

No experimental – transversal – cuantitativa

No experimental: Es aquel resultado de la investigación que se evaluó a través de la observación directa, etc.

Transversal: Es porque mide la prevalencia de exposición y elige la población, es decir ayuda a elegir la magnitud y cualidades en el contexto adecuado.

Cuantitativa: Se refirió porque investiga datos científicos en forma numérica, mediante estadísticas y analiza la situación problema para brindar resultados exactos.

2.2. Población y muestra

2.2.1. La Población

Está dada por todos los equipos que se necesitan para procesar el producto final: Concentrado de estaño. Además de todo el personal que labora en la organización minera del Sur, que en total son (1500) personas. Como se puede ver en la tabla 01



Imagen 1. Áreas de Pre concentrado

Tabla 1. Población de la Pta. Pre Concentrado

Población de la Planta Pre Concentrado			Cant.	CC
RECEPCIÓN DE MINERAL				
S1301-01	S1301-01003	ALIMENTADOR VIBRATORIO	1	
	S1301-01004	ELECTROIMAN 1	1	
CHANCADO				
S1301-02	S1301-02001	CHANCADORA DE QUIJADAS	1	
	S1301-02002	SISTEMA COLECTOR DE POLVO	1	
	S1301-02003	CHANCADORA SECUNDARIA	1	
CLASIFICACION DE MINERAL				
S1301-03	S1301-03001	ZARANDAS	1	
	S1301-03001-01	ZARANDA 01 VIBRATORIA	1	
	S1301-03001-02	ZARANDA 02 VIBRATORIA DOBLE PISO	1	
	S1301-03001-03	ZARANDA 03 VIBRATORIA TRIPE PISO	1	1602001
FAJAS TRANSPORTADORAS CH				
S1301-03002	S1301-03002-01	FAJA 01 DE DESCARGA	1	
	S1301-03002-02	ELECTROIMAN 2	1	
	S1301-03002-03	FAJA 02 EN Z DE ALIMENT A ZARANDA 2	1	
	S1301-03002-04	FAJA 03 DE RECIRCULACION	1	
	S1301-03002-05	FAJA 04 DE ALIMENT A SEPARADOR 1	1	
	S1301-03002-07	FAJA 05 DE ALIMENT A SEPARADOR 2	1	
	S1301-03002-09	FAJA 06 DE ALIMENT A SEPARADOR 3	1	
	S1301-03002-11	FAJA 07 DE ALIMENT A SEPARADOR 4	1	
	S1301-03002-13	FAJA 08 DE ALIMENT A FAJA CB-09	1	
	S1301-03002-15	FAJA 09 DE ALIMENT A PILA DE FINOS	1	
SEPARACION DE MINERAL				
	S1302-01002	Alimentador 1	1	
ORE SORTING 01	S1302-01003	SEPARADOR DE MINERAL (ORE SORTER) 1	1	
	S1302-01004	ZARANDA VIBRATORIA DE SEGURIDAD N°1	1	
	S1302-02002	Alimentador 2	1	
ORE SORTING 02	S1302-02003	SEPARADOR DE MINERAL (ORE SORTER) 2	1	
	S1302-02004	ZARANDA VIBRATORIA DE SEGURIDAD N°2	1	
	S1302-03002	Alimentador 3	1	1603001
ORE SORTING 03	S1302-03003	SEPARADOR DE MINERAL (ORE SORTER) 3	1	
	S1302-03004	ZARANDA VIBRATORIA DE SEGURIDAD N°3	1	
	S1302-04002	Alimentador 4	1	
ORE SORTING 04	S1302-04003	SEPARADOR DE MINERAL (ORE SORTER) 4	1	
	S1302-04004	ZARANDA VIBRATORIA DE SEGURIDAD N°4	1	
FAJAS TRANSPORTADORAS - SEPARACION DE MINERAL				
S1302-05	S1302-05001	FAJA 10 DE PRE-CONCENTRADO	1	1603001

	S1302-05004	FAJA 11 DE DESMONTE	1	
	S1302-05007	FAJA 12 DE ALIMENT A PILA DE PRE-CONCENT	1	1604001
	S1302-05008	FAJA 13 DE ALIMENT A PILA DE DESMONTE	1	
	S1302-05009	FAJA 14 DE FINOS	1	
SISTEMA COLECTOR DE POLVO				
CONCENTRACION GRAVIMETRIA				
	S1303-01002	ALIMENTADOR VIBRATORIO	1	
	S1303-01003	FAJA 15 DE DESCARGA DE ALIMENTADOR	1	
	S1303-01005	FAJA 16 ALIMENT A TANQUE HOMOGENIZADOR	1	
	S1303-02001	JIG GEKKO IPJ1500	1	
	S1303-02002	ZARANDA VIBRATORIA	1	
	S1303-02004	BOMBA DE ALIMENT A DISTRIBUIDOR 2	1	
SEPARACION GEKKO	S1303-02005	BOMBA DE ALIMENT A DISTRIB. 2 (STAND BY)	1	
	S1303-02007	BOMBA DE AGUA (ROCEADORES)	1	1604001
	S1303-02008	BOMBA DE AGUA INDUSTRIAL	1	
	S1303-02011	AGITADOR	1	
	S1303-03001	JIG TRIPLEX BENDELARI	1	
	S1303-03003	JIG TRIPLEX BENDELARI	1	
SEPARACION Jigs	S1303-03005	BBA DE RECIRC. JIG TRIPLEX CLEANER	1	
	S1303-03006	BBA DE RECIRC. JIG TRIPLEX CLEANER (SB)	1	
	S1303-03009	BOMBA DE ALIMENT A DISTRIB 2	1	
	S1303-03010	BOMBA DE ALIMENT A DISTRIB 2 (STAND BY)	1	
	S1303-04001	CONCENTRADOR CENTRÍFUGO 1	1	
	S1303-04002	CONCENTRADOR CENTRÍFUGO 2	1	
SEPARACION CONCENTRACION FALCON	S1303-04004	BOMBA DE RECIRC. CONCENTR CENTRÍFUGO 1	1	
	S1303-04005	BOMBA DE RECIRC CONCENTR CENTRIFUGO 1 SB	1	
	S1303-04006	COMPRESOR PARA CONCENTRADOR N°1	1	
	S1303-04007	COMPRESOR PARA CONCENTRADOR N°2 (SB)	1	1603001
	S1303-04008	COMPRESOR PARA CONCENTRADOR N°3	1	
	S1303-05003	BOMBA DE ALIMENT GEKKO IPJ 2400	1	
	S1303-05004	BOMBA DE ALIMENT GEKKO IPJ 2400 (SB)	1	
SERVICIO AIRE COMPRIMIDO	S1303-06001	COMPRESOR DE AIRE 1	1	
	S1303-06002	COMPRESOR DE AIRE 2 (STAND BY)	1	
	S1303-06003	COMPRESOR DE AIRE 3	1	
ENERGIA PRE-CONCENTRACION				
	S1304-01001	CELDA MEDIA TENSION C/ INTERR. EN VACIO	1	
SUBESTACIÓN PRINCIPAL Y DISTRIB. PRIMAR.	S1304-01002	SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA UNITARIA	1	
	S1304-01003	SECCIÓN LLEGADA-C.M.T.-SECCIONA FUSIBLE	1	
	S1304-01004	SECCIÓN DE TRANSF-TRANSF. DISTRIBUCION	1	
	S1304-01005	SECCIÓN DE SALIDA - GAB INTERR TERMOMAG	1	1603001
	S1304-02001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	1	
ENERGIA – DISTRIBUCION SECUNDARIA	S1304-02002	TRANSFORMADOR SECO DE ALUMBRADO	1	
	S1304-02003	PANEL DE ALUMBRADO	1	
	S1304-02005	PANEL DE INSTRUMENTACIÓN	1	
	S1304-02006	BANCO DE CONDENSADORES AUTOMÁTICO	1	

Fuente: Planta Pre Concentradora Minera del Sur

2.2.2. La Muestra: A evaluar son los equipos críticos de la Planta Pre Concentrado en la Unidad Minera San Rafael Minsur. También se tomará en cuenta los colaboradores del área de mantenimiento y operarios encargados del manejo del área donde se encuentran ubicadas las maquinas críticas, como se puede observar en la tabla 02.

Tabla 2. Lista de equipos críticos en la planta Pre Concentrado

ITEM	CHANCADO
1	CHANCADORA DE QUIJADAS
2	CHANCADORA CONICA
FAJAS	
3	FAJA TRANSPORTADORA DE DESCARGA
4	FAJA TRANSPORTADORA DE RECIRCULACION
5	FAJA TRANSPORTADORA EN Z DE ALIMENTACION A ZARANDA 1
6	FAJA TRANSPORTADORA DE ALIMENTACION A SEPARADOR 1
7	FAJA TRANSPORTADORA DE ALIMENTACION A SEPARADOR 2
8	FAJA TRANSPORTADORA DE ALIMENTACION A SEPARADOR 3
9	FAJA TRANSPORTADORA DE ALIMENTACION A SEPARADOR 4
ALIMENTO DE MINERAL	
10	ALIMENTADOR DE SEPARADOR 1
11	ALIMENTADOR DE SEPARADOR 2
12	ALIMENTADOR DE SEPARADOR 3
13	ALIMENTADOR DE SEPARADOR 4
SEPARADORES DE MINERAL	
14	SEPARADOR DE MINERAL (ORE SORTER) 1
15	SEPARADOR DE MINERAL (ORE SORTER) 2
16	SEPARADOR DE MINERAL (ORE SORTER) 3
17	SEPARADOR DE MINERAL (ORE SORTER) 4

Fuente: Planta Concentradora Minera del Sur.

Para calcular la muestra de los operarios que fueron encuestados se hace uso de la siguiente formula:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N-1)) + k^2 * p * q}$$

N: Cantidad de la población encuestada

k: Constante, el nivel de confianza menciona la probabilidad que los resultados seas ciertos, será 95.5%.

Los siguientes valores son los que más se usa:

Tabla 3. Nivel de Confianza.

K	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2,00	2,58

Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95,5%	99%
---------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-------	-----

Fuente: Elaboración propia

e: Error de muestreo es la disimilitud que pueda existir entre el resultado que adquirimos preguntando a una muestra de la población y al total en general, por eso se considera solo el 10% de error.

p: Es la relación de personas que pertenecen a la población de estudio es $p=q=0.5$

q: Es la relación de personas que no adquieren esa cualidad, es decir, es $1-p$.

n: Es el tamaño de la muestra (cantidad de encuestas que se realizarán)

2.3. Variables y Operacionalización

2.3.1. Variable independiente

Planes de inspecciones preventivas mecánicas, eléctricas, instrumentación y predictivas basado en indicadores de desempeño.

2.3.2. Variable dependiente

Incrementar la disponibilidad de las máquinas y equipos de la Planta Pre Concentrado.

Tabla 4. Operacionalización de las Variables

Variable	Definición del indicador	Dimensión	Indicador	Técnicas e instrumentos de recolección de datos
<u>Variable Independiente:</u>		Seguimiento de las actividades de mantenimiento actual.	Horas extras consumidas al mes.	Observación
Planes de inspecciones preventivas basadas en indicadores de desempeño.	Describe el conjunto de documentos e información a considerar para mejorar las tareas del mantenimiento, mediante la implementación de planes de inspecciones preventivas basadas en indicadores de desempeño.	Funcionamiento de los equipos.	Materia prima utilizada por producto.	Encuesta
		Planes de documentación del mantenimiento para los equipos y máquinas.	N.º de fallas detectadas en el producto.	Recolección de información
		Participación del personal de mantenimiento.	N.º de paradas de maquinaria por mes.	
			% de cumplimiento en plazo de entrega.	
			N.º promedio de horas de formación pro empleado.	

<u>Variable Dependiente:</u>	Se busca mejorar las labores del Mantenimiento actual mediante planes de inspección preventivas que permitan	Tiempo promedio entre fallas (MTBF)	$MTBF = \frac{NOIT \cdot HROP}{\sum NTMC}$	Fichas técnicas
	Incrementar la disponibilidad de las máquinas y equipos de la organización Pre Concentrado.	Tiempo promedio entre las reparaciones (MTTR)	$MTTR = \frac{\sum HTMC}{NTMC}$	Tablas y graficas
Aumentar la disponibilidad de los equipos de la planta pre concentrado.		Indicadores de eficiencia y efectividad	H –h empleadas en trabajos de emergencias/ total de H-h trabajadas	Recolección de información
			Costo directo por reparación de falla/ costo directo total de mantenimiento	
			Horas extras trabajadas/ total de horas trabajadas	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Operacionalización de las variables presentes mostradas en la tabla 04.

2.4. Técnicas, instrumentos métodos de recolección de datos

2.4.1. Técnicas de investigación

Observación: Relacionado a las máquinas y equipos del área de producción de la organización, su objetivo fue tomar nota lo que podemos visualizar acerca de la realidad en la que se encuentra la empresa.

Encuesta: Esta técnica se aplicó a los operarios y al personal de mantenimiento, para la adquisición de datos para del desarrollo mi investigación. Ver anexo1.

Análisis documentario: Recolección y análisis de información a través de documentos existentes ya sean en libros, revistas, tesis e Internet entre otras.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Ficha u hoja de observación: Se anotó todas las características y acciones propias del funcionamiento de las máquinas y equipos por parte de los operadores.

Cuestionario de preguntas: Fue de corte operativo y de mantenimiento, de tal manera obtener los datos necesarios para el desarrollo e implementación del plan de mantenimiento preventivo.

Check List: Lista previamente elaborada de acuerdo a la necesidad informática del investigador para sustentar el desarrollo del proyecto.

Fichas técnicas: Su utilización fue para la obtención de los datos para cada uno de los equipos críticos como manuales de reparaciones. Ver anexo 9.

Foto documental: Las cuales apoyaron la investigación, proporcionándonos una visión del estado actual de los equipos y máquinas.

2.4.3. Métodos de investigación

Una vez realizada la investigación inicial de la forma como se realizaban el mantenimiento actual, se estableció que el método de investigación sería Inductivo - Deductivo, por el hecho que se busca dar mejora al Plan de Mantenimiento actual apuntando hacia funcionamiento adecuado de los equipos.

Todo el desarrollo siguió un proceso ordenado y secuencial, iniciando por el análisis de la situación de las máquinas con respecto a la gestión actual, seguido se identifica y diseña unos Planes de inspecciones preventivas mecánicas, eléctricas, instrumentación y predictivas necesarios para gestionar un correcto Plan de Mantenimiento programado. Estas mejoras se orientaron a que la empresa presencie ahorros en materiales, recursos humanos y también en tiempo, debido a que contara con información anticipada y oportuna de sus equipos.

2.5. Procedimiento de análisis de datos.

La información recolectada para la realización del proyecto fue mediante encuestas que se tomaron al personal operativo y de mantenimiento con referencia a los equipos, con una entrevista al supervisor del área de producción, donde el tema tratado fue de qué manera afronta el quehacer diario de los equipos y cuáles fueron las mayores incidencias de fallas en los equipos y de qué manera les ayudaría a realizar sus labores diarias las inspecciones de los equipos por el personal de mantenimiento. No sin antes indicarnos cuales son los equipos que generarían una parada mayor de sus operaciones.

Otro punto importante es la valoración de los indicadores de desempeño para poder incrementar la disponibilidad de la planta Pre Concentradora y garantizar una efectiva gestión del mantenimiento, evitando paros no programados que limiten el proceso de producción. La validación y sustentación de la investigación se basó con información de libros, proyectos investigativos, tesis, normas internacionales de gestión del mantenimiento y manuales y datos de internet veraces que respalden el proyecto.

En la figura 01 se puede observar el procedimiento de los análisis de datos realizados mostrando la secuencia del procesamiento adecuado para esta investigación.

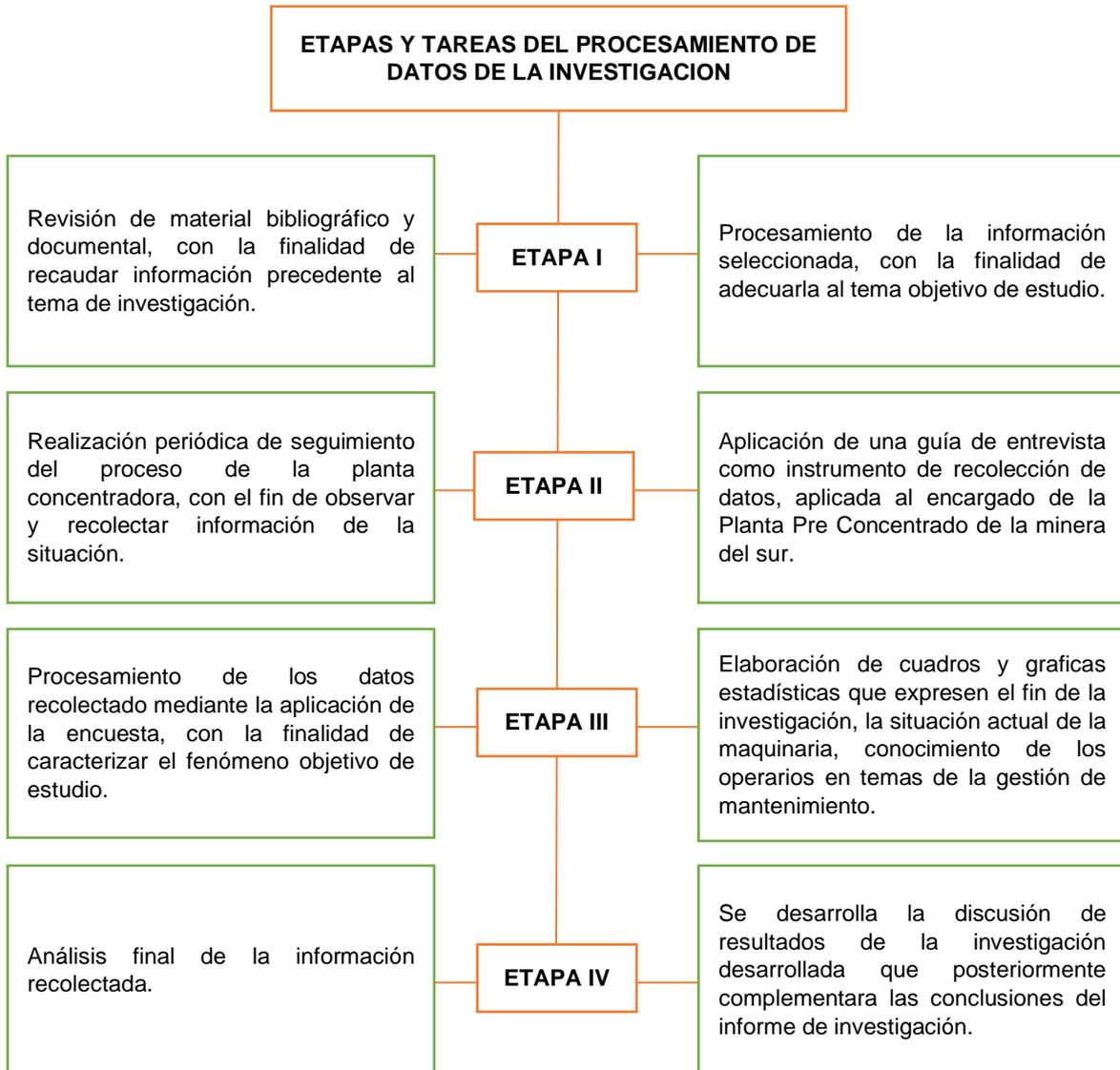


Imagen 2. Etapas y Tareas de Procesamiento de datos de la Investigación

Fuente: Elaboración propia

2.5.1. Interpretación y análisis estadístico de los datos

Lo que se quiere lograr con un análisis estadístico adecuado es que nos permita sustentar la problemática de la investigación, para ello se siguen una serie de actividades de clasificación de información como las cantidades de fallas en los

equipos que ocasionaron paradas no programadas midiéndose en relación del tiempo que se tomaron.

El fin de aplicar técnicas estadísticas de datos es la reducción de las posibles paradas por fallas en el funcionamiento de los equipos, aplicando el tiempo y el plan de inspecciones preventivas en los equipos.

2.6. Criterios éticos

Para la realización y ejecución de la investigación es imprescindible el aporte y aceptación de la organización Minera del Sur, ya que es necesario recolectar los datos para la sustentación de este proyecto. El fin primordial planteado de esta investigación fue generarle una utilidad a la organización, ejecutando un convenio en la que garantice que los datos obtenidos no serán empleados para otros fines.

El propósito es incrementar el Plan de mantenimiento actualmente, enfocándose en la implementación de planes de inspección preventivas para las máquinas y equipos de la Planta Pre Concentrado de la Minera del Sur.

Toda la información tomada en el primer capítulo como: Trabajos Previos estuvo adecuadamente citada para no tener problemas de coincidencia con otras investigaciones.

2.7. Criterios de rigor científico

La investigación se desarrollada bajo criterios de rigor científico como:

Confirmabilidad: Se buscó mantener una documentación apropiada y relacionada a las estrategias establecidas para lograr el fin del proyecto, comparándolo con estudios similares o que presentan un mismo fin con una metodología concisa y veraz.

Credibilidad: ya que buscó de una manera organizada mostrar interpretaciones para la colaboración impulsada de todos los trabajadores de la organización dándoles a conocer materiales referenciales de suma ayuda para cumplir con el objetivo de la propuesta.

Transferibilidad: presentar los resultados de la indagación considerándose su finalidad, para asegurar que la investigación es propicia para la entidad, mediante el análisis minucioso de los datos recolectados.

CAPITULO III

III: RESULTADOS

3.1. Diagnóstico de la empresa

3.1.1. Información general

La empresa Minera del Sur empresa peruana ubicada en el departamento de Puno a 4,500 msnm, líder en la producción de estaño, ocupa el 3° lugar en la producción de estaño a nivel mundial después de China e Indonesia.

El estaño es un metal blanco, duro y poco maleable. Formando aleaciones con casi todos los metales, como el hierro y el cobre, se obtiene hoja de latas y partes electrónicas muy cotizadas. El estaño que produce la empresa Minera del Sur compite ventajosamente en los mercados internacionales, por su alta pureza de 99,95% de estaño y un 0,01% de plomo, cumpliendo con los estándares mundiales BS EN 610:1996 y ASTM-B339-1995, de grado "A". Con una presentación de lingotes de 25kg. El estaño se obtiene a partir de la casiterita. Por tratarse de un metal versátil y no tóxico.

De la misma manera viene desarrollando programas para garantizar el cuidado y protección del medio ambiente y responsabilidad con los lugares de influencias directas donde desarrolla sus operaciones.



Imagen 3. Ubicación de Unidad Minera San Rafael Minsur.

3.1.2. Descripción del proceso productivo.

El proceso productivo de la Unidad Minera San Rafael Minsur lleva la siguiente

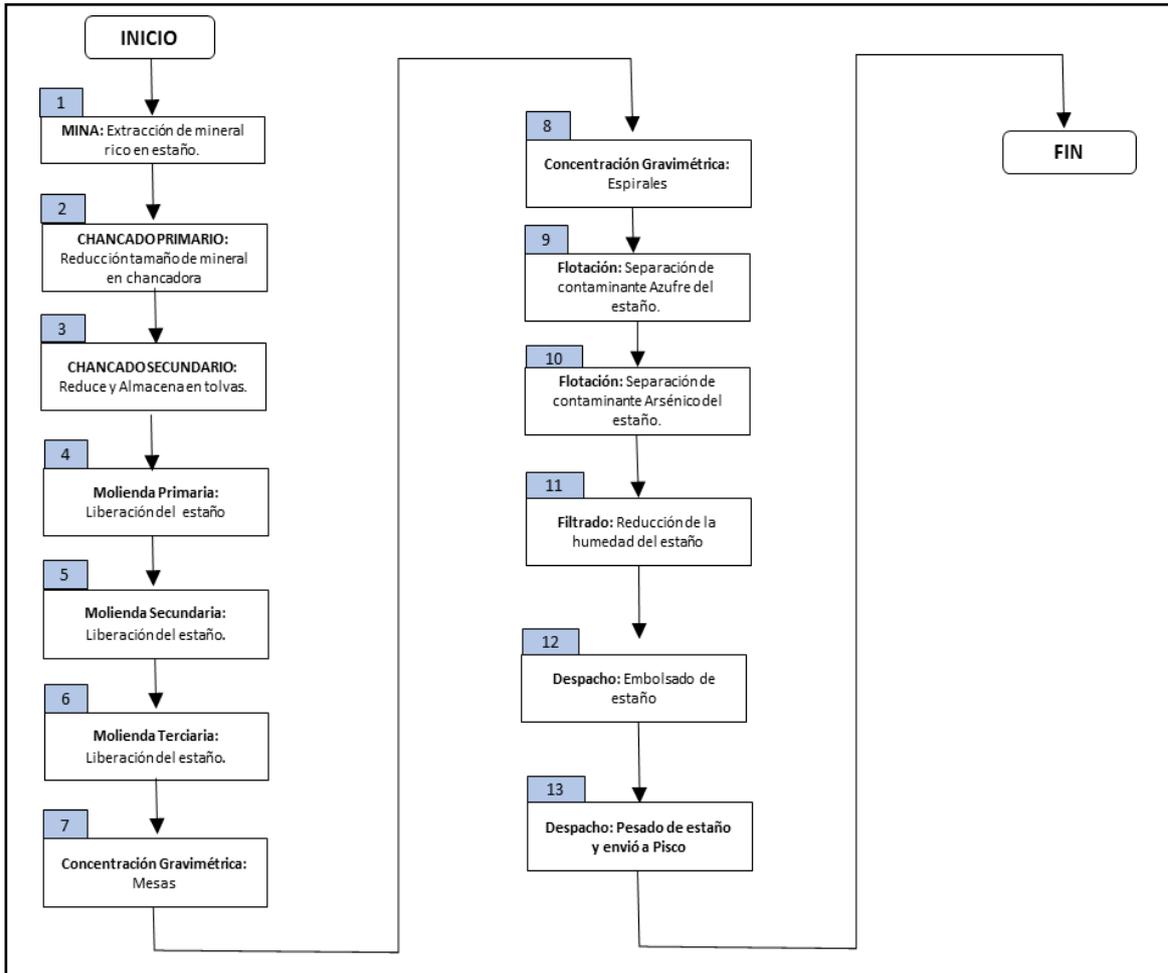


Imagen 4. Descripción de Proceso Productivo

Fuente: Elaboración propia.

1. Se separa material roqueño de la mina subterránea que son extraídas con volquetes de 30 a 40 tm de capacidad.
2. Las rocas almacenadas a una tolva gruesa que son trituradas por una chancadora que minimizan el tamaño de dicho mineral.
3. Las rocas aun pasan a un segundo chancador y seguir reduciendo el tamaño.
4. El estaño no liberado ingresa por una molienda primaria.
5. El estaño no liberado ingresa por una molienda Secundaria.
6. El estaño no liberado ingresa por una molienda Terciaria.
7. El material minimizado de la molienda, ingresa por la 2° etapa de concentración gravimétrica a Mesas Gravimétricas.

8. El material minimizado de la molienda, pasa por la 2° etapa de concentración gravimétrica a Espirales Gravimétricas.
9. Por Flotación (separación) se separan los contaminantes como el azufre del estaño.
10. Por Flotación (separación) se separan los contaminantes como el arsénico del estaño.
11. Se separa la humedad del estaño para ser enviado a la zona de despacho.
12. Codificación y Embolsado de concentrado de estaño.
13. Pesado de estaño y envió a Pisco.

3.1.3. Análisis de la problemática.

Con la reducción de sus reservas de mineral de estaño en sus excavaciones y los precios desfavorables en los mercados mundiales la empresa decide implementar una nueva planta con tecnología de punta con la técnica "Ore Sorting", para optimizar su proceso que les permitirá reducir los costos y recuperar los relaves almacenados de campañas pasadas.

Método de selección "Ore Sorting"

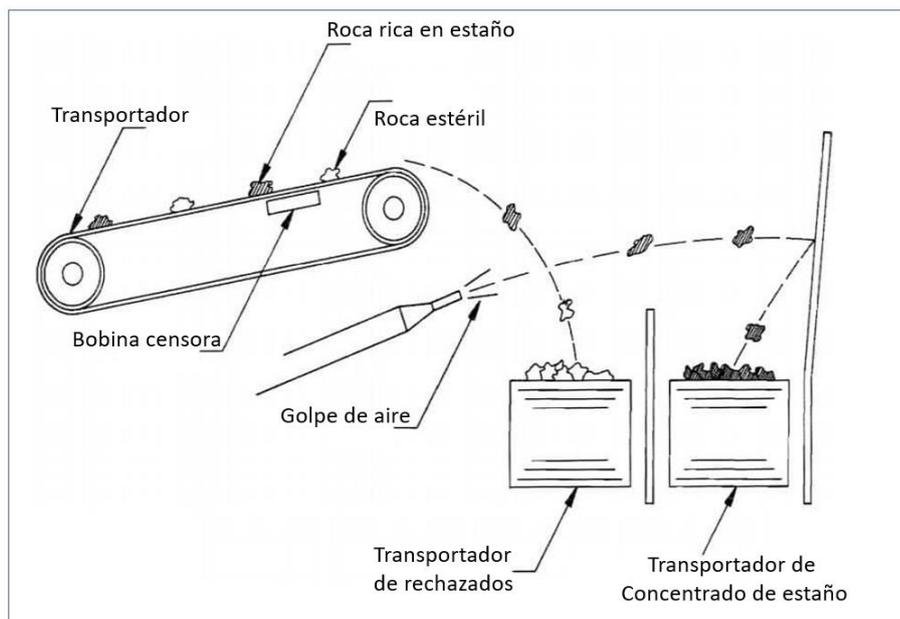


Imagen 5. Método Ore Sorting. Fuente 911 Metallurgist.

En la figura 5 se menciona como es el proceso de selección con el método “ore Sorting” con esta técnica se clasifica el mineral usando potentes sensores fusionado a un procesador de información. Además, reconocen el mineral en base a las características y propiedades como color, densidad, transparencia o conductividad.

Con la instalación de muchos equipos en esta Planta Pre Concentradora indicados en la Tabla 3; se inició las pruebas de arranque con bajo tonelaje, viniéndose realizando los ajustes en las máquinas. Fue un periodo de ajustes operacionales que devinieron en muchos cambios desde la capacitación del personal, siendo esta planta una innovación de tecnológica de punta, que propiciaron algunas fallas en los equipos,

3.1.3.1. Resultados de la aplicación de instrumentos

Análisis Documentario

En los primeros reportes de disponibilidad se muestran las diferentes paradas de los equipos, evidenciándose la exigencia de mejorar la gestión de los planes de mantenimiento tomando como indicadores la disponibilidad de las máquinas. Dentro de estos se puede evaluar las paradas por hora que sufren las máquinas. La disponibilidad porcentual y la cantidad de fallas que surgieron en el periodo de junio-octubre 2019, se puede visualizar en la tabla 01.

Tabla 5. Disponibilidad junio–octubre del 2019 Planta Concentradora de Minera del Sur

Etiquetas de fila	PARADA (H)	DISPONIBILIDAD (%)	CANT. DE FALLAS
GRAVIMETRIA	44	77%	8
CONCENTRACION_FALCON	8	89%	3
CONCENTRACION_GEKKO	9	81%	2
CONCENTRACION_JIGS_BENDEL ARI	17	65%	2
EQUIPOS_DE_SERVICIO	10	58%	1
PRE_CONCENTRACION	29	87%	9
CHANCADO	6	75%	1
ORE_SORTER_2	6	88%	2

ORE_SORTER_4	5	90%	2
ORE_SORTER_3	3	94%	2
RECOLECCION_CONCENTRADO_FINAL	2	92%	1
ORE_SORTER_1	7	71%	1
Total, general	73	82%	17

Fuente: Planta Pre Concentradora Minera del Sur

Como se puede visualizar en la tabla 01, la disponibilidad obtenida de La empresa Minera del Sur, en el periodo de evaluación junio–octubre 2019, fue de 82%; porcentaje preocupante ya que, por el tipo de proceso continuo, sus índices deberían apuntar a >95% para considerarse una disponibilidad apropiada y favorable.

Comparando la situación actual de la disponibilidad con los estándares mundiales, tomando el tipo de proceso, se puede visualizar en la tabla 02. Que estamos por debajo de lo requerido.

Tabla 6. Rangos de evaluación de la disponibilidad según proceso

Indicador 2.1.1 Disponibilidad - Mejor en su clase	
85% @ 100%	Para manufactura por lotes
90% @ 100%	Para Manufactura continua discreta
95% @ 100%	Para proceso continuo

Fuente: (CMRP 2020)

Análisis por encuesta.

Para respaldar nuestra hipótesis que se debe hacer unos cambios dentro de las labores de Mantenimiento, se levanta esta encuesta para ver un panorama de como perciben los operarios la situación actual.

Encuesta a colaboradores de la Unidad Minera San Rafael Minsur

Fechas _____

Marque la opción que consideres la más conveniente.

1. ¿Piensa usted que mantenimiento realizar una buena labor con sus equipos?

- a. Si
- b. No

2. ¿En la Pta. Pre Concentrado se realiza labores con orden y limpieza?

a. Si

b. No

3. ¿Sabe Ud. si el área de mantenimiento realiza un programa de mantenimiento en sus motores?

a. Si

b. No

4. ¿Cuentan con las herramientas necesarios para la realización del mantenimiento?

a. Si

b. No

5. ¿El área de mantenimiento realiza correctamente las reparaciones en la planta?

a. Si

b. No

6. ¿En la planta pre concentrado sabe que hay un plan de mantenimiento planificado?

a. Si

b. No

7. ¿Usted cree que es importante realizar un mantenimiento preventivo en el área de chancado y clasificado?

a. Si

b. No

8. ¿Usted es capaz de detectar una falla en los equipos en el área de chancado y clasificado?

a. Si

b. No

9. Generalmente los problemas en los equipos se deben a mala operación?

a. Si

b. No

10. Si Ud. tendría herramientas podría hacer los primeros ajustes?

a. Si

b. No

Tabla 7. Resultados de encuesta



Del resultado de la encuesta se podría rescatar varias afirmaciones como:

- Las estrategias y programación de labores de Mantenimiento no son conocidas por el personal operativo.
- La personal duda de que un plan preventivo mejore el estado de los equipos.
- El personal operativo tiene la experiencia en conocer mejor los equipos que cualquier otro personal.
- El personal está abierto a experimentar el mantenimiento productivo total (TPM).

3.1.3.2. Herramientas de diagnóstico (Ishikawa, Pareto, VSM)

Para reconocer las probables causas y efectos que repercuten en el gran problema de la baja disponibilidad de planta en torno la Planta Pre Concentrado, se usa la herramienta con la intención de mostrar las oportunidades de mejora de la Planta.

3.1.3.2.1 Diagrama de causa y efecto (diagrama de Ishikawa – Diagrama de espina de Pescado)

Es considerado un método para clasificar hipótesis sobre el origen o causas de los Problemas. Fue desarrollado por Kauro Ishikawa como parte de una herramienta para alcanzar la calidad en los procesos industriales.

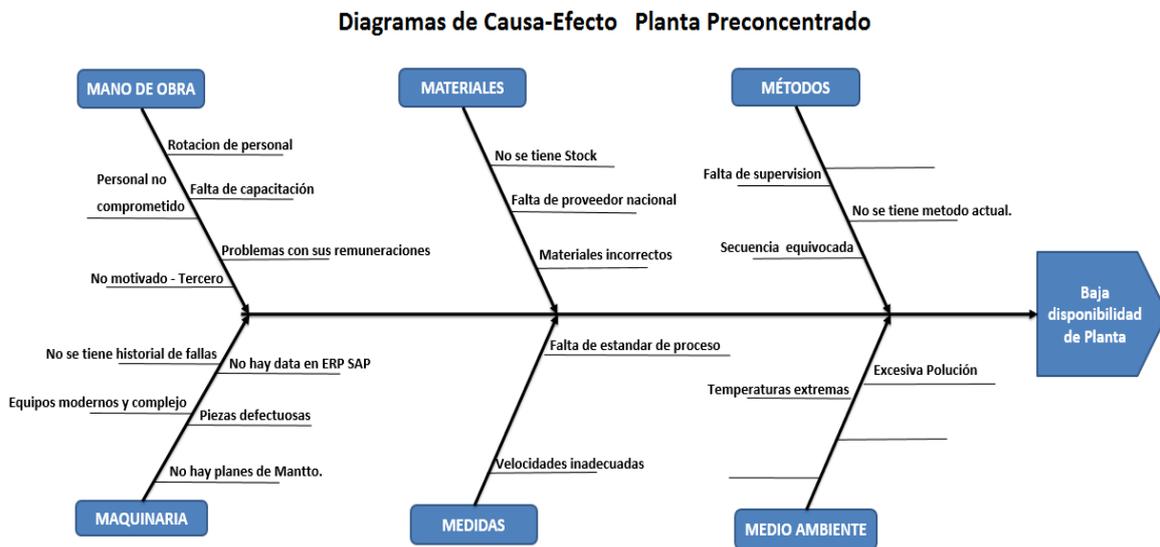


Imagen 6. Diagrama de Causa y Efecto -

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones del análisis causa efecto:

Podemos concluir que es un equipo único de tecnología moderna que requiere mejor atención, con personal calificado

Personal no tiene capacitación y se siente desmotivado por problemas de pago con su empleador.

El área de trabajo está expuesto a las altas temperaturas y no tiene protección contra las lluvias, granizadas y ventarrones de viento.

No se tiene un plan de mantenimiento preventivo para atender los equipos de la planta.

No se tiene un plan de inspecciones y monitoreo de equipos para determinar el estado de los múltiples de los componentes

Falta de experiencia en el uso del equipo de tecnología de punta

Falta de proveedores locales y nacionales para atender los requerimientos del recambio de repuestos

3.1.3.2.2. Análisis FODA

Es una herramienta estratégica que nos ayuda a realizar un análisis de la situación de una institución, proyecto, empresa o persona. Analizando las fortalezas, oportunidades, debilidades y las amenazas que pueden experimentar.

En esta investigación se complementa con un análisis FODA que nos servirá para identificar e implementar medidas correctivas en el sostenimiento de la implementación de los planes preventivos en la Planta Pre Concentrado, considerándose factores económicos, políticos, sociales y culturales que de una u otra forma repercuten en el buen desarrollo del cumplimiento de los planes preventivos en la planta implementada.

Tabla 8. FODA: Fortalezas

Ítem	Descripción	Impacto
1	El uso de un ERP como el SAP R/3 para la gestión del mantenimiento lo que ayuda a ingresar de manera eficiente y rápida a los datos de la información acerca del mantenimiento.	Toda la información se tiene centralizada en el SAP que automatiza e integra todas las etapas de un negocio desde las finanzas y contabilidad hasta la producción y distribución.
2	Logros de estándares mundiales como las normas ISO 9001 - ISO 14001- OSHA 18001	ISO 9001 que orientan nuestro proceso con el cuidado de la calidad de nuestro proceso. ISO 14001 nos orienta a un buen cuidado del medio ambiente. OSHA 18001 orienta nuestro SGST
3	Se implementó un grupo de trabajo para realizar seguimiento si cumple con las condiciones y entrego instrucciones al respecto. Además, se buscó a colaboradores especialistas y certificados en ciertos temas.	Detección temprana de fallas en los equipos. Apoyo al cambio planificado de partes.
4	Para direccionar los gastos, consumos e inversiones por nuestras operaciones se crean el CAPEX - OPEX:	CAPEX: El programado para direccionar las inversiones en lo referente a los establecimientos con el propósito de conservar la producción. OPEX: hace referencia a los costos relacionados con el mantenimiento de equipos y otros gastos asociados a funcionamiento de la empresa.

5	Disminución progresiva de las paradas por temas de mantenimiento en la empresa, causando costos y volúmenes grandes de producción. Esta disminución es consecuencia de una adecuada planificación de planes sobre inspección de equipos críticos.	Minimización de costos y considerable tratamiento al año de mineral para lograr incrementar la disponibilidad de los equipos, por ende, mejor rentabilidad para la organización.
6	Al tener una planta de última generación se tiene implementado una instrumentación y controles de los diferentes parámetros operativos "on line" en una sala de control.	1. Accede a la seguridad de los equipos. 2. Mínimos costos de mantenimiento. 3. Ayuda al mantenimiento por condición.
7	Tenemos el soporte de la alta gerencia de operaciones para la aceptación y ejecución de los proyectos de mejoras en la gestión	Recursos disponibles
8	Al estar integrado al sistema nacional de electrificación, tenemos aceptación ante posibles fallas en el suministro eléctrico.	Mínimos tiempos para reparar el fluido eléctrico
9	Hemos desarrollado socios estratégicos con fabricantes, proveedores y empresas especializadas.	Obtención planificada de recursos logísticos y servicios en el menor tiempo teniendo en cuenta nuestra ubicación geográfica.
10	Alta capacidad de respuesta técnica y operativa del personal ante situaciones de emergencia en equipos de la Planta.	Mínimos tiempos de reparación y mejor disponibilidad de los equipos
11	El alto costo del concentrado de estaño en los mercados internacionales.	Mejores utilidades y poder desarrollar nuevos proyectos.

Tabla 9. FODA: Oportunidades

Ítem	Descripción	Impacto
1	Mejorar el mantenimiento planificado empleando el uso del ERP-SAP, estableciendo planes basados en el tiempo y en estrategias de contador. Practicando la mejora continua y la retroalimentación.	Optimizar estrategias del mantenimiento. Mejorar la gestión de mantenimiento. Contar con un historial de equipos actualizado y detallado.
2	La implementación de uno de las 4 metodologías de análisis de fallas (ACR) para entender las causas de eventos pasados con el fin de evitar su recurrencia.	Crear base de datos de los análisis de causa raíz hechos en los diferentes equipos.

3	Implementar un software para controlar los repuestos en el almacén de manera que se pueda verificar y controlar la calidad de los componentes y dar conformidad.	Asegurar que los componentes que se encuentran son los que realmente se necesitan sobre todo cuando se presenta una emergencia.
4	Trabajar en la Integración de las empresas especializadas que trabajan con nosotros a fin de coincidir con las metas y objetivos trazados por la organización en favor de mejorar la productividad, cuidando el trabajo seguro y el medio ambiente.	Obtención de planes de operatividad y un ambiente seguro y saludable de acorde al cuidado del medio ambiente.

Tabla 10. FODA: Debilidades

Ítem	Descripción	Impacto
1	El mantenimiento planificado no se viene desarrollando en forma puntual por la demora de repuestos especializados.	Mejorar el mantenimiento correctivo en los trabajos mecánicos y eléctrico.
2	La gestión del mantenimiento por parte de la empresa contratista no viene siendo auditada o controlada por el personal de Minera del Sur	Puede producir algún conflicto de intereses
	Baja ley de cabeza de mineral extraída de la mina	Mayor tonelaje de tratamiento e incremento de costo de producción
3	Se recomienda el uso de tecnología buena, se visualiza poco conocimiento por parte de los colaboradores, esto se debe porque no establecen de manera correcta los mantenimientos de estos equipos.	Baja eficiencia y rotación continua de los colaboradores, excesivos costos de mantenimiento
4	Herramientas y/o equipos no previstos para realizar los mantenimientos de las chancadoras de quijadas, como elementos de izaje. Grúas de alto calaje.	Contratación de equipos a terceros la cual incrementa el costo de mantenimiento.
5	Excesiva polución en los alrededores de toda la planta	Escasez de trabajadores especialistas en ejecutar el mantenimiento de los extractores de polvo instalados.
6	Personal de mantenimiento no cuenta con un área adecuada para realizar sus actividades diarias.	Bajo rendimiento y demora en sus funciones.
7	En los planes Preventivos no se identifica bien a los equipos instalados, están identificados por su proceso debe ser identificados por su TAG	Retrasa la ubicación de los equipos, la planificación y el historial de hechos.

8	Falta base de datos en recurrencia de fallas en los diferentes equipos	Ayudar a ejecutar un adecuado plan de mantenimiento preventivo y desplegar el análisis de costo de vida de cada uno de los equipos críticos
---	--	---

Tabla 11. FODA: Amenazas

Ítem	Descripción	Impacto
1	Al tener tercerizado el personal de mantenimiento de la planta por una contrata, no hay una nivelación salarial de acorde al mercado del sector minero para el personal capacitado, hay mucha rotación de personal migrando a otras unidades Mineras.	Resguardo de colaboradores eficientes por mejoras en el trabajo en otras organizaciones.
2	Personal de Contrata recibe malos tratos por parte de su administración como reduciéndoles beneficios laborales, retrasos en sus pagos, incumplimiento de acuerdos.	Problemas en el trabajo, multas administrativas, descontento del personal y personal no atento con sus labores que podrían ocasionar accidentes de trabajo.

3.1.4. Situación actual de la variable dependiente

Con los análisis previos podemos ejecutar nuestra variable dependiente que es el incrementar la disponibilidad de las máquinas y equipos de la Planta Pre Concentrado con acciones concretas orientadas a un mantenimiento planificado.

Teniendo en cuenta que contamos con un socio estratégico que realiza las labores cotidianas de mantenimiento en la Planta Pre Concentrado siendo la empresa especializada – Contratista, que asume la tarea diaria de mantener los equipos de la Planta Pre Concentrado, con la colocación de la mano de obra especializada, y el correcto funcionamiento de las instalaciones recibiendo por este servicio una retribución económica independiente a los resultados obtenidos durante su contrato.

Siendo la Unidad Minera San Rafael Minsur quien asume los costos de materiales, repuestos, insumos, energías y del diseño y construcción de la ingeniería de la planta.

3.2. Propuesta de investigación

Se propone mantener un proceso continuo de la producción de mineral de estaño haciendo un trabajo en conjunto con las áreas comprometidas de operaciones y mantenimiento. Para esto debe haber un sinceramiento de condiciones actuales que se reportan en esta investigación.

3.2.1. Fundamentación

Los indicadores mostrados en la tabla 5, nos permiten ver que no estamos de acorde con los estándares internacionales que hace referencia la tabla 6.

Otro de los fundamentos son los resultados de las encuestas, el análisis FODA y el Diagrama Causa y efecto realizado donde nos muestras que todavía tenemos que mejorar en varios aspectos mencionados en estos.

Por otro lado, tenemos a un personal tercerizado que realiza las labores de mantenimiento de la Planta Pre Concentrado, personal que muchas veces viene siendo mancillado en sus derechos sociales y económicos.

3.2.2. Objetivos de la propuesta

El área de mantenimiento no debe abocarse a ser un ente reparador de equipos, debe apuntar al mantenimiento planificado ejerciendo una gestión de sus activos con el área de operaciones, viendo sus necesidades y velocidades de producción. Uno de estos indicadores básicos es la Disponibilidad de los equipos, mantenerlos operativos para los programas de producción acordadas y que nuestras actividades puedan recortar los costos operativos ajustándonos a un presupuesto anual para mantenimiento, donde se haga una correcta distribución de gastos identificando claramente los centros de costos y tener un Capex y Opex sincerado.

3.2.3. Desarrollo de la propuesta

Ante esta necesidad de mejora se tomaron acciones que garanticen el correcto funcionamiento del sistema productivo actual. Implementando planes de inspección Mecánica, eléctrica, predictiva e instrumentación métodos que ayudara a predecir específicamente las fallas de las máquinas, de manera que tenga que ser sustituida antes de la falla, consiguiendo optimizar el tiempo de vida de los componentes.

3.2.3.1 Planes de Inspección creadas

Garrido (2019). "Planes es un conjunto de tareas habituales para realizar en una instalación debiendo ser de diferentes especialidades determinadas y las

frecuencias que tan a menudo debemos hacer estas tareas pudiendo ser diariamente, semanalmente o mensualmente”.

En toda elaboración de un plan de mantenimiento genérica debe considerarse lo siguiente:

Cuadro operación y mantenimiento de centrales de ciclo combinado



Imagen 7. Plan de Mantenimiento. Fuente: García (2019)

En la figura 9. Cuadro operación y mantenimiento de centrales de ciclo combinado.

Como indica S. García, para elaborar un plan de mantenimiento se debe considerar.

1. **Listado de Equipos Críticos**, Esta lista de equipos se encuentran descrita en la Tabla 2.

2. **Elaboración de las tareas** o actividades a realizarse en la inspección preventiva de los equipos críticos; se debe tener criterios como:

El responsable de la actividad

El sistema o equipo que pertenece

La especialidad de las actividades

La frecuencia de los planes de mantenimiento

Para Elaborar un plan de Inspecciones y de tareas preventivas se siguió con el procedimiento que indica García (2019). “Organización y gestión integral del mantenimiento”.

Se selecciona los equipos críticos considerándose ciertas razones de evaluación, presentadas en la tabla 19.

3.2.3.2. Criticidad de equipos

Para lograr objetivos trazados de debe realizar un análisis detallado de la criticidad de los equipos evaluando potencialidad de fallas a la salud y el medio ambiente, haciéndonos la pregunta es necesario darles el título de “critico” a todos los activos o evaluar su valor técnico, dependencia logística o costo del activo. Para esto el estándar NORSOK S006 nos da las pautas para realizar un análisis de riesgo para el personal y criticidad de los equipos.

Tabla 12. *Evaluación de criticidad de los equipos de Pre Concentrado*

ÍTEM	VARIABLES	CONCEPTO
1	Efecto sobre el Proceso que proporciona:	Para Reduce No para
2	Valor Técnico - Económico: Considerar el costo de Adquisición, Operación y Mantenimiento.	Alto Medio Bajo
3	La falla Afecta:	
	a. Al Equipo en si	SI NO
	b. Al Proceso	SI NO
	c. Al operador:	Riesgo Sin Riesgo
	d. A la seguridad en general.	Si No
4	Flexibilidad del Equipo en el Sistema:	Único By pass Stand by
5	Dependencia Logística:	Extranjero Loc./Ext.

		Local
6	Dependencia de la Mano de Obra:	Terceros
		Propia
7	Facilidad de Reparación (Mantenibilidad):	Baja
		Alta

Fuente: Planta Pre Concentradora Minera del Sur

Para determinar los tipos de actividades se determinan los puestos de trabajo que se cargaran al SAP y poder hacer seguimientos por clase de actividad.

Se crearon los puestos de trabajo según las especialidades requeridas

MECPRE1E	Mecánico Pre concentración Externo
MECPRE2E	Lubricador Pre concentración Externo
SOLPRE1E	Soldador Pre concentración externo.
INTPRE1E	Instrumentista Pre concentración Externo
TECPLA01	Técnico de planeamiento – Labores predictivas

3.2.3.3. Creación de las actividades

Se elaboran las actividades a los equipos críticos por especialidad.

Estructura de los Planes de Inspección.

Tabla 13. Tareas Predictivas

TAREAS PREDICTIVO			
P. Trabajo	IPSR_PC_CHANCADORA	Tiempo	PLAN
TECPLA01	Insp de tablero eléctrico y controles	0,3	CHANC_P1
TECPLA01	Insp sist de lubricación	0,3	CHANC_P1
TECPLA01	Insp Vibraciones del motor	0,3	CHANC_P1
TECPLA01	Insp fugas / pérdidas de mineral	0,3	CHANC_P1
TECPLA01	Análisis y reporte de condición	0,3	CHANC_P1
		1,5	Total
Pto. trabajo	IPSR_PC_SISTEMA COLECTOR DE POLVO	Tiempo	PLAN
TECPLA01	Insp de tablero eléctrico y controles	0,3	COLEC_P1
TECPLA01	Insp sistema línea de ventilación	0,3	COLEC_P1
TECPLA01	Insp Vibraciones del motor	0,3	COLEC_P1
TECPLA01	Insp de válvula rotativa	3	COLEC_P1

		3,9	Total
Pto. trabajo	IPSR_PC_ALIMENTADOR VIBRATORIO	Tiempo	Plan
TECPLA01	Insp de tablero eléctrico y controles	0,3	ALIME_P1
TECPLA01	Insp Vibraciones del Mecanismo vibratorio	0,3	ALIME_P1
TECPLA01	Insp Estructuras y soportes	0,3	ALIME_P1
TECPLA01	Insp sist de suspensión/resortes	0,3	ALIME_P1
		0,9	Total
Pto. trabajo	IPSR_PC_ZARANDA VIBRATORIA	Tiempo	Plan
TECPLA01	Insp de tablero eléctrico y controles	0,3	SARAN_P1
TECPLA01	Insp Vibraciones del Mecanismo vibratorio	0,3	SARAN_P1
TECPLA01	Insp Estructuras y soportes	0,3	SARAN_P1
TECPLA01	Insp sist de suspensión/resortes	0,3	SARAN_P1
		0,9	Total
Pto. trabajo	IPSR_PC_FAJA TRANSPORTADORA	Tiempo	Plan
TECPLA01	Insp de tablero eléctrico y controles	0,3	FAJAS_P1
TECPLA01	Insp alineamiento y estado de banda transportadora	0,3	FAJAS_P1
TECPLA01	Insp banda transportadora polines / tambores	0,3	FAJAS_P1
TECPLA01	Insp Vibraciones de motor y reductor	0,3	FAJAS_P1
		1,2	Total
Pto. trabajo	IPSR_PC_EQUIPO SORTER	Tiempo	Plan
TECPLA01	Insp de tablero eléctrico y controles	0,3	SORTE_P1
TECPLA01	Insp Vibraciones de motor y reductor	0,3	SORTE_P1
TECPLA01	Insp alineamiento y estado de banda transportadora	0,3	SORTE_P1
TECPLA01	Insp banda transportadora polines / tambores	0,3	SORTE_P1
		1,2	Total
Pto. trabajo	IPSR_PC_BOMBAS - AGUA	Tiempo	Plan
TECPLA01	Insp de tablero eléctrico y controles	0,3	BOMBA_P1
TECPLA01	Verificación de presiones de trabajo	0,3	BOMBA_P1
TECPLA01	Insp Vibraciones de bomba y motor	0,3	BOMBA_P1
TECPLA01	Insp Sistema de transmisión	0,3	BOMBA_P1
TECPLA01	Insp fugas / pérdidas de mineral	0,3	BOMBA_P1
		1,2	Total
Pto. trabajo	IPSR_PC_BOMBAS - PULPA	Tiempo	Plan
TECPLA01	Insp de tablero eléctrico y controles	Tiempo	Plan

TECPLA01	Insp Vibraciones de bomba y motor	0,3	BOMBA_P2
TECPLA01	Insp Sistema de transmisión	0,3	BOMBA_P2
TECPLA01	Insp fugas / pérdidas de mineral	0,3	BOMBA_P2
		1,2	Total
Pto. trabajo	IPSR_PC_JIGS GEKKO	Tiempo	Plan
TECPLA01	Insp de tablero eléctrico y controles	0,3	JIGGE_P1
TECPLA01	Insp vibraciones de motor Eléctrico	0,3	JIGGE_P1
TECPLA01	Insp sist hidráulico / enfriamiento	0,3	JIGGE_P1
		0,9	Total
Pto. trabajo	IPSR_PC_JIGS BENDELARI	Tiempo	Plan
TECPLA01	Insp de tablero eléctrico y controles	0,3	JIGGE_P2
TECPLA01	Insp vibraciones de motor y reductor	0,3	JIGGE_P2
TECPLA01	Insp de golpes en bielas y chumaceras	0,3	JIGGE_P2
TECPLA01	Verificación de lubricación de Bielas Y chumaceras	0,3	JIGGE_P2
		1,2	Total
Pto. trabajo	IPSR_PC_COMPRESORES ALTERNATIVOS 1-2-3	Tiempo	Plan
TECPLA01	Insp de tablero eléctrico y controles	0,3	COMPR_P1
TECPLA01	Insp vibraciones de motor	0,3	COMPR_P1
TECPLA01	Verificación de Presiones de trabajo.	0,3	COMPR_P1
Puesto Trabajo	IPSR_PC_COMPRESORES TORNILLOS 1-2-3	Tiempo	Plan
TECPLA01	Insp de tablero eléctrico y controles	0,3	COMPR_P2
TECPLA01	Insp vibracional de motor	0,3	COMPR_P2
TECPLA01	Verificación de Presiones de trabajo.	0,3	COMPR_P2
		0,9	Total
Pto. trabajo	IPSR_PC_AGITADOR	Tiempo	Plan
TECPLA01	Insp de tablero eléctrico y controles	0,3	AGITA_P1
TECPLA01	Insp vibracional de motor y reductor	0,3	AGITA_P1
TECPLA01	Insp Sistema de transmisión	0,3	AGITA_P1
		0,9	Total
Pto. trabajo	IPSR_PC_ENERGIA PRE-CONCENTRACION	Tiempo	Plan
TECPLA01	Insp termografía de tablero y componentes de control eléctrico	1.0	TERMO_P1
		1.0	Total
Pto. trabajo	IPSR_PC_CONCENTRADOR CENTRIFUGO	Tiempo	Plan
TECPLA01	Insp de tablero eléctrico y controles	0,3	CONCE_P1

TECPLA01	Insp vibraciones de mecanismo y motor	0,3	CONCE_P1
TECPLA01	Insp Sistema de transmisión	0,3	CONCE_P1
TECPLA01	Insp fugas / pérdidas de mineral	0,3	CONCE_P1
		1.2	Total

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13, se muestra las descripciones de las actividades predictivas del técnico de planeamiento (TECPLA01) incluyendo los tiempos programados y el tipo de plan creada en el SAP.

Tabla 14. Tareas Mecánicas

TAREAS MECANICAS PRE-CONCENTRADO			
P. Trabajo	CHANCADORAS	Tiempo	Plan
MECPRE1E	Insp sist de lubricación Hidráulica	0.2	CHANC_P2
MECPRE1E	Insp sist de transmisión fajas poleas	0.2	CHANC_P2
MECPRE1E	Insp de ajustes de pernos de sujeción	0.2	CHANC_P2
MECPRE1E	Insp de desgastes de forros fijos móviles	0.2	CHANC_P2
MECPRE1E	Insp de desgaste de forros laterales inferior y superior	0.2	CHANC_P2
MECPRE1E	Insp de desgaste de templadores y resortes	0.2	CHANC_P2
MECPRE1E	Insp de desgaste de contrapeso y pitman de protección	0.2	CHANC_P2
MECPRE1E	Insp de desgaste de tocble	0.2	CHANC_P2
MECPRE1E	Insp de desgaste de asiento de tocble	0.2	CHANC_P2
MECPRE1E	Insp de pistón hidráulica y vástago	0.2	CHANC_P2
MECPRE1E	Insp de pernos de anclaje	0.2	CHANC_P2
MECPRE1E	Insp de guardas de protección	0.2	CHANC_P2
	IPVR_INSP CHANCADORAS P-C	2.4	Total:
P. Trabajo	COLECTOR DE POLVO	Tiempo	Plan
MECPRE1E	Insp sist de transmisión fajas poleas	0.2	COLEC_P2
MECPRE1E	Insp Lubricación de chumaceras	0.2	COLEC_P2
MECPRE1E	Insp sistema línea de ventilación	0.2	COLEC_P2
MECPRE1E	Insp de ajustes de pernos de sujeción	0.2	COLEC_P2
MECPRE1E	Insp de válvulas solenoides	0.2	COLEC_P2
MECPRE1E	Insp guardas de protección	0.2	COLEC_P2
MECPRE1E	Insp de chumaceras	0.2	COLEC_P2
MECPRE1E	Insp de carril de transporte de big bag	0.2	COLEC_P2
	IPVR_INSP SISTEMA COLECTOR DE POLVO PC	1.6	Total:

P. Trabajo	ALIMENTADOR VIBRATORIO	Tiempo	Plan
MECPRE1E	Revisar resortes y pernos de sujeción	0.2	ALIME_P2
MECPRE1E	Revisar Estructura por rajadura desgaste	0.2	ALIME_P2
MECPRE1E	Revisar ruido del vibrador	0.2	ALIME_P2
MECPRE1E	Revisar Faja transmisión y polea de desgaste	0.2	ALIME_P2
MECPRE1E	Revisar lubricación	0.2	ALIME_P2
MECPRE1E	Revisar pernos de anclaje	0.2	ALIME_P2
	IPVR_INSP ALIMENTADOR VIBRATORIO P-C	1.2	Total:
P. Trabajo	ZARANDA VIBRATORIA	Tiempo	Plan
MECPRE1E	Revisar resortes y pernos de sujeción	0.4	SARAN_P2
MECPRE1E	Revisar Estructura por rajadura desgaste	0.4	SARAN_P2
MECPRE1E	Revisar gomas de descanso	0.3	SARAN_P2
MECPRE1E	Revisar chute de alimentación y descarga	0.2	SARAN_P2
MECPRE1E	Revisar planchas de protección	0.2	SARAN_P2
MECPRE1E	Revisar pernos de anclaje	0.4	SARAN_P2
	IPVR_INSP ZARANDAS P-C	1.9	Total:
P. Trabajo	FAJA TRANSPORTADORA	Tiempo	Plan
MECPRE1E	Insp motor reductor ruidos recalentamiento	0.2	FAJAS_P2
MECPRE1E	Rev. Estado de nivel de aceite reductor	0.2	FAJAS_P2
MECPRE1E	Insp sist de transmisión fajas poleas y guidores	0.2	FAJAS_P2
MECPRE1E	Insp banda transp. polines / tambor/contrapeso	0.2	FAJAS_P2
MECPRE1E	Insp estado de tambores, contrapesas	0.2	FAJAS_P2
MECPRE1E	Insp de guardillas laterales	0.2	FAJAS_P2
MECPRE1E	Insp de chumaceras de tambor de cabeza y cola	0.2	FAJAS_P2
MECPRE1E	Insp de guardas de protección	0.2	FAJAS_P2
MECPRE1E	Insp de pernos de anclaje	0.2	FAJAS_P2
MECPRE1E	Insp de chutes de alimentación y descarga	0.2	FAJAS_P2
	IPVR_INSP FAJA TRANSPORTADORAS P-C	2	Total:
P. Trabajo	EQUIPO SORTER	Tiempo	Plan
MECPRE1E	Insp motor reductor ruidos recalentamiento	0.2	SORTE_P2
MECPRE1E	Insp banda transp. polines / tambor cabeza y cola	0.2	SORTE_P2
MECPRE1E	Insp polines guidores y polín de retorno	0.2	SORTE_P2

MECPRE1E	Insp chumaceras y templadores	0.2	SORTE_P2
MECPRE1E	Insp guardas de protección	0.2	SORTE_P2
MECPRE1E	Insp guardillas laterales	0.2	SORTE_P2
MECPRE1E	Insp raspadores auto limpiantes	0.2	SORTE_P2
MECPRE1E	Insp chute de descarga Pre-Concentrado	0.2	SORTE_P2
	IPVR_INSP SEPARADOR DE MINERAL (ORE SORTER) P-C	1.6	Total:

Elaboración propia

En la Tabla 14, se muestra las descripciones de las actividades Preventivas del Mecánico de mantenimiento (MECPRE1E) incluyendo los tiempos programados y el tipo de plan creada en el SAP.

Para levantar estas actividades se hace las consultas de los manuales de mantenimiento; Se debe considerar los manuales del fabricante evitando información genérica del equipo, por presentar condiciones de operación diferentes, materiales de diseño específicos relacionados a la ratio de operaciones, tonelajes específicos. Ver Anexo 9.

3.2.3.4. Obligaciones Legales de Seguridad; Toda actividad laboral debe tener responsabilidades intrínsecas que debe estar orientadas a la salud ocupacional y el cuidado del medio ambiente.

Seguridad

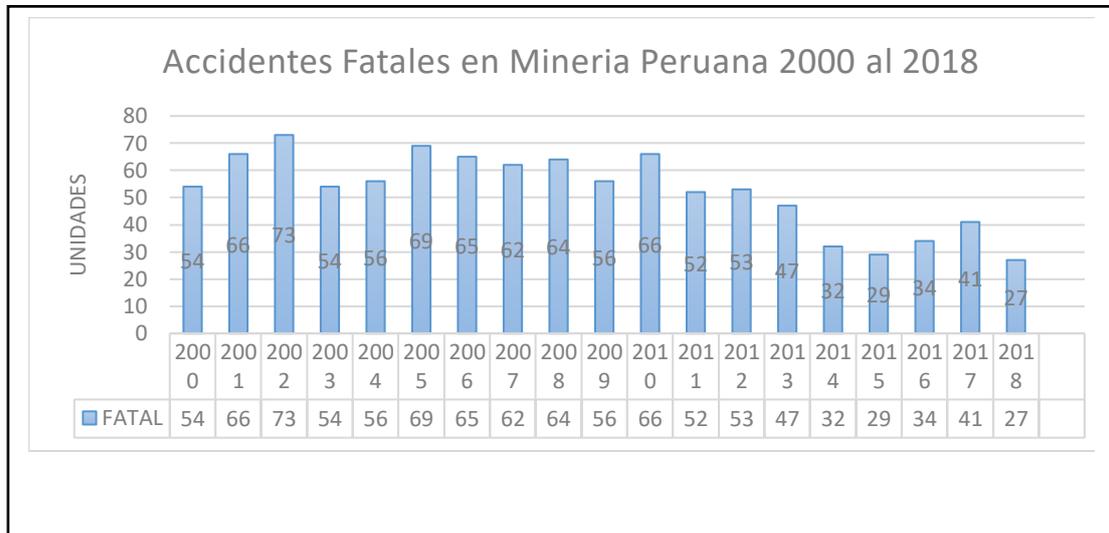
Conscientes de que toda labor manual frente a equipos rotativos y transmisores de energía aún más en minería, un sector que es catalogado con un “Sector de alto riesgo” por las distintas labores sometidos a temperaturas y condiciones extremas Se resalta que todas las labores realizadas en la Unida Minera del Sur - Pre Concentrado se deben realizar con el estricto cumplimiento al Decreto Supremo 024-2016-MEM decreto que precisa un Reglamento de Seguridad y salud Ocupacional en Minería para toda la Republica del Perú.

En donde recomienda conservar el orden y limpieza de los ambientes de trabajo, identificar peligros, evaluar riesgos y adaptar medidas de control como lo son: PETS, PETAR, ATS y reglamentos de seguridad y salud laboral:

Como se muestra en el cuadro de cuadro adjunto, el Ministerio de Energía y Mina presenta los últimos reportes, indicando las tasas de alta mortalidades de

accidentes en el Perú. Indicadores alarmantes que nos llama a reflexionar a realizar nuestras labores mineras con mucha precaución.

Tabla 15. Cuadro de accidentabilidad en la minería peruana.



Fuente: MEM

PETS (Procedimiento Escrito de trabajo Seguro). Ver Anexo 03. Es el documento que incluye la descripción de cómo realizar cada actividad de inicio hasta final.

Los planes de inspección preventiva y predictivas debe realizarse en cumplimiento de las normas de seguridad contempladas en el DS 024-2016-MEM).

IPERC (Identificación de peligros, evaluación y control de riesgos) Es un documento de gestión de la seguridad que se debe realizar en cada actividad laboral, a fin de identificar y evaluar los riesgos. Ver Anexo 04

Medio ambiente

Todos los trabajos realizados en la Planta Pre Concentrado deben realizarse en armonía con el medio ambiente, ejecutado con las 5 reglas de sostenibilidad ambiental

1° Regla de sostenibilidad ambiental: Cumplir con los estándares del sistema de gestión ambiental.

Manejo adecuado de sustancias químicas

Manejo adecuado de Hidrocarburos

Manejo de residuos solidos

2° Regla de sostenibilidad ambiental: Clasificación de Residuos. Evitar generar residuos, reutilízalos cuando puedas y clasificados, de acuerdo al código de colores ver Anexo 08.

El generador es responsable de la segregación.

Los residuos deben disponerse en los puntos de acopio autorizados.

Las Empresas Especializadas son los encargados de los desperdicios desde la obtención hasta el acopio en los almacenes temporales

3° Regla de sostenibilidad ambiental: Socialmente Responsable.

Actúa siempre con respeto hacia nuestros vecinos o zona de influencias.

Toma conciencia del impacto que pueden generar tus actividades.

4° Regla de sostenibilidad ambiental: Elabora tu Plan de Manejo Ambiental.

Identifica los aspectos ambientales del proyecto que ejecutes y verifica si requiere de permisos ambientales. Cumple con los controles y compromisos del inicio al cierre del proyecto.

Política Ambiental

Identificación de Aspectos Ambientales

Objetivos, Metas y Programas

Programa de capacitación e Inspecciones.

Gestión de Residuos Solidos

Plan de Contingencia

Programa de Simulacro

5° Regla de sostenibilidad ambiental: Efectúa con los Requisitos Legales Aplicables.

Asegúrate que todas las actividades y componentes mineros cuenten con los permisos necesarios y cumplan con los LMP (Límites máximos Permisibles) y ECA (El Estándar de Calidad Ambiental)

3.2.4. Situación de la variable dependiente con la propuesta

De la situación inicial de los equipos de la planta Pre Concentrado en base a las primeras actividades de Mantenimiento, Mostrada en las tablas del 12 a 18. Midiendo la disponibilidad de la planta se calculó que estaba fuera de los estándares, alcanzando solo 68% de Disponibilidad. Originados por problemas de diseño, mala operación y mala programación del mantenimiento; Teniéndose que aplicar estrategias para revertir esta situación.

Tabla 16. Disponibilidad Inicial Chancado

Nombre del equipo	Fecha	Disponibilidad			Implica para de equipo	Tipo de mantenimiento	Razón	Cantidad	Disponibilidad diaria	Acciones correctivas
		Hora inicio	Hora final	Duración				Fallas/día		
CHANCADORA QUIJADA	10/12/2019	8:00	14:00	6,0	Si	Preventivo	Desgaste de forros móvil y fija	1	75%	Se realizó el cambio de forros tanto como móvil y fija
CHANCADORA QUIJADA	24/12/2019	8:40	18:30	9,8	Si	Correctivo Programado	Desgaste operativo por uso	1	59%	Ninguna acción correctiva, se mantiene el estándar, el desgaste es por uso
CHANCADORA QUIJADA	3/01/2020	8:40	16:00	7,3	Si	Preventivo	invertir forros fija y móvil	1	69%	Programar para su cambio.
CHANCADORA QUIJADA	8/01/2020	4:30	17:00	12,5	Si	Preventivo	no se puede ajustar el setting por desgaste de forro	1	48%	Instalación de toggle longer
CHANCADORA QUIJADA	14/01/2020	9:00	14:00	5,0	Si	Preventivo	Desgaste final de forro	1	79%	
CHANCADORA QUIJADA	26/01/2020	8:15	14:30	6,3	Si	Preventivo	invertir forro fijo	1	74%	
CHANCADORA QUIJADA	3/02/2020	8:15	16:30	8,3	Si	Preventivo	Desgaste operativo de forros de chancadora	1	66%	

Análisis de disponibilidad inicial Chancado. Continuación.

Área	Nombre del equipo	Fecha	Disponibilidad			Implica para de equipo	Tipo de mantenimiento	Razón	Cantidad	Disponibilidad diaria	Acciones correctivas
			Hora inicio	Hora final	Duración						
CHANCADO	CHANCADORA DE QUIJADAS	21/02/2020	09:00	15:30	6,5	Si	Preventivo	Cambiar forros	1	73%	Se cambió solo el forro Fijo el móvil solo se volteó muela fija de 18%.
CHANCADO	CHANCADORA DE QUIJADAS	25/02/2020	09:30	19:30	10,0	Si	Instalación y Fabricación	Proyecto de mejora (COMECO)	1	58%	
CHANCADO	CHANCADORA DE QUIJADAS	26/02/2020	08:20	14:00	5,7	Si	Instalación y Fabricación	Proyecto de mejora (COMECO)	1	76%	
CHANCADO	CHANCADORA DE QUIJADAS	27/02/2020	09:20	15:30	6,2	Si	Instalación y Fabricación	Proyecto de mejora (COMECO)	1	74%	
CHANCADO	CHANCADORA DE QUIJADAS	03/03/2020	08:00	15:38	7,6	Si	Correctivo Programado	Forro fijo de chancadora desgastado, parte inferior	1	68%	
CHANCADO	CHANCADORA DE QUIJADAS	03/03/2020	08:00	15:38	7,6	Si	Correctivo Programado	Pernos de las placas laterales con cabeza desgastadas	1	68%	
CHANCADO	CHANCADORA DE QUIJADAS	13/03/2020	08:10	14:00	5,8	Si	Preventivo	Cambiar forros por desgaste.	1	76%	Se cambió forro fijo y móvil de la chancadora trio 18% VULCO.

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 15 y continuación, se presenta la disponibilidad diaria de la chancadora de quijadas, en un periodo entre diciembre del 2019 y marzo 2020. Observándose que el comportamiento de la disponibilidad va de un rango de 48% a 79%, teniendo en cuenta que el porcentaje para el proceso de una planta óptimo va entre 85-95%, lo que en ese momento no cumplía.

Las razones sustentadas de que las maquinas no cumplan con el porcentaje óptimo de disponibilidad son por desgaste de forros móvil y fija. Realizando acciones correctivas generales como el cambio de forros tanto como móvil y fija, programaciones establecidas para cualquier cambio de pieza en mantenimiento, la Instalación de toggle longer y la verificación de la tasa de desgaste.

Tabla 17. disponibilidad Fajas Transportadoras

Área	Nombre del equipo	Fecha	Disponibilidad			Implica para de equipo	Tipo de mantenimiento	Razón	Cantidad	Disponibilidad diaria	Acciones correctivas
			Hor a inicio	Hor a final	Du ración				Falla s/día		
CLASIFICACION DE MINERAL	FAJA 02 EN Z DE ALIMENTACIÓN A ZARANDA 2	03/01/2020	09:40	18:00	8.3	si	Preventivo	cambiar tambor auxiliar de carga	1	65%	reparar ruedas auxiliares de carga.
CLASIFICACION DE MINERAL	FAJA 01 DE DESCARGA	07/01/2020	05:10	18:15	13.1	Si	Preventivo	Corte de faja por piedras de mineral	1	45%	Inspección de piedras atrapadas
CLASIFICACION DE MINERAL	FAJA 02 EN Z DE ALIMENTACIÓN A ZARANDA 2	07/01/2020	05:10	18:15	13.1	Si	Preventivo	Conservación de partes rodantes	1	45%	
CLASIFICACION DE MINERAL	FAJA 01 DE DESCARGA	07/01/2020	05:10	18:15	13.1	Si	Instalación y Fabricación	Evitar acumulación de carga en chute	1	45%	Cambio de diseño de chute de descarga, caída en pendiente
CLASIFICACION DE MINERAL	FAJA 07 DE ALIMENTACIÓN A SEPARADOR 4	08/01/2020	02:15	17:00	14.8	Si	Correctivo Programado	base de motor-vibrador rajado-en chute alimentación	1	39%	Instalación de jebe en base de motor-vibrador para amortiguar y evitar rajaduras

Tabla 18. Disponibilidad de Fajas Transportadoras. Continua.

Área	Nombre del equipo	Fecha	Disponibilidad			Implicación para de equipo	Tipo de mantenimiento	Razón	Cantidad	Disponibilidad diaria	Acciones correctivas
			Horario inicio	Horario final	Duración						
CLASIFICACION DE MINERAL	FAJA 02 EN Z DE ALIMENTA ZARANDA 1	02/02/2020	02:15	16:00	13.8	Si	Correctivo Programado	Chute de descarga de faja presenta rotura en el casco	1	43%	
CLASIFICACION DE MINERAL	FAJA 01 DE DESCARGA	02/02/2020	02:15	16:00	13.8	Si	Correctivo Programado	carga de finos se pega en faja	1	43%	Limpieza
CLASIFICACION DE MINERAL	FAJA 01 DE DESCARGA	25/02/2020	09:30	18:00	8.5	Si	Correctivo Programado	Zona de faja rota	1	65%	
CLASIFICACION DE MINERAL	FAJA 04 DE ALIMENTA SEPARADOR 1	25/02/2020	09:30	18:00	8.5	Si	Correctivo Programado	Revestimiento de jebe desgastado en chute de descarga	1	65%	
CLASIFICACION DE MINERAL	FAJA 03 DE RECIRCULACION	25/02/2020	09:30	18:00	8.5	Si	Correctivo Programado	Revestimiento de jebe desgastado en chute de descarga	1	65%	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 y 17 se observa una disponibilidad diaria de fajas transportadoras, en el primer bimestre del 2020.

Observándose que el comportamiento de la disponibilidad va de un rango de 39% a 73%, teniendo en cuenta que el porcentaje para el proceso de la planta óptimo es de 85-95%, lo que en ese momento no cumplía.

Las razones sustentadas de que las maquinas no cumplan con el porcentaje óptimo de disponibilidad son por el cambiar tambor auxiliar de carga, corte de faja por piedras de mineral, conservación de partes rodantes, evitar acumulación de carga en chute,

base de motor-vibrador rajado-en chute alimentación, por carga de finos se pega en faja, revestimiento de jebe desgastado en chute de descarga, por colocar malla divisora de la faja transportadora en “Z”.

Realizando acciones correctivas generales como la reparación de ruedas auxiliares de carga, inspección de piedras atrapadas, cambio de diseño de chute de descarga, caída en pendiente, instalación de jebe en base de motor-vibrador para amortiguar y evitar rajaduras.

Tabla 19. *Disponibilidad de Alimentadores*

Área	Nombre del equipo	Fecha	Disponibilidad			Implica para de equipo	Tipo de mantenimiento	Razón	Cantidad Fallas/día	Disponibilidad diaria	Acciones correctivas
			Hora inicio	Hora final	Duración						
RECEPCIÓN DE MINERAL	ALIMENTADOR VIBRATORIO	03/01/2020	09:00	14:00	5,0	Si	Preventivo	completar los pernos faltantes	1	79%	pedir pernos adecuados
ORE SORTING_01	"ALIMENTADOR DE SEPARADOR 1, BELT FEEDER	07/01/2020	05:10	18:15	13,1	Si	Correctivo Programado	Desgaste operativo de guardera lateral	1	45%	Cambiar faldones
RECEPCIÓN DE MINERAL	ALIMENTADOR VIBRATORIO	25/02/2020	09:30	18:00	8,5	Si	Correctivo Programado	Correas de transmisión rotas, se observó carga acumulada entre guarda y correas	1	65%	Cambiar faldones
ORE SORTING_03	"ALIMENTADOR DE SEPARADOR 3, BELT FEEDER	27/02/2020	09:20	15:30	6,2	Si	Correctivo Programado	Guardilla de jebe desgastada	1	74%	Cambiar faldones

Tabla 20. Disponibilidad Inicial de Separadores Ore Sorting

Área	Nombre del equipo	Fecha	Disponibilidad			Implicación para de equipo	Tipo de mantenimiento	Razón	Cantidad	Disponibilidad diaria	Acciones correctivas
			Horario inicio	Horario final	Duración						
ORE SORTING 01	SEPARADOR DE MINERAL (ORE SORTER) 1	08/01/2020	02:15	16:10	13.9	Si	Correctivo Programado	Parche en zona de empalme con rotura	1	42%	Parchar faja
ORE SORTING 02	SEPARADOR DE MINERAL (ORE SORTER) 2	08/01/2020	02:15	17:00	14.8	Si	Correctivo Programado	Faldón de jebe desgastado en chute de descarga Pre-concentrado	1	39%	Ninguna acción correctiva, se mantiene el estándar, el desgaste es por uso
ORE SORTING 03	SEPARADOR DE MINERAL (ORE SORTER) 3	14/01/2020	09:00	14:00	5	Si	Preventivo	desgaste de plancha de revestimiento de chute	1	79%	Se requiere cambiar el tipo de material de plancha revestida para mayor duración
ORE SORTING 01	SEPARADOR DE MINERAL (ORE SORTER) 1	26/01/2020	08:15	15:45	7.5	Si	Preventivo	instalar sistema auxiliar de limpieza de toberas	1	69%	

En la tabla N°18 y 19 se presenta la disponibilidad diaria de las maquinarias de alimento de mineral y los equipos Sorting, en un periodo entre enero del 2020 y febrero del 2020.

Observándose que el comportamiento de la disponibilidad va de un rango de 42% a 79%, teniendo en cuenta que el porcentaje para el proceso de la planta optimo es de 85-95%, lo que en ese momento no cumplía.

Las razones sustentadas de que las maquinas no cumplan con el porcentaje óptimo de disponibilidad son por completar los pernos faltantes, desgaste operativo de guardera lateral, correas de transmisión rotas, por carga acumulada entre guarda y correas, por faldones, guardillas de jebe desgastada.

3.2.5. Análisis beneficio/costo de la propuesta

En este análisis del costo mostramos resultados de las labores de mantenimiento incurridos desde enero-abril. Como se muestra ya se observan un importante descenso de los costos en el primer trimestre, siendo un indicador que las tareas implementadas están dando resultado.

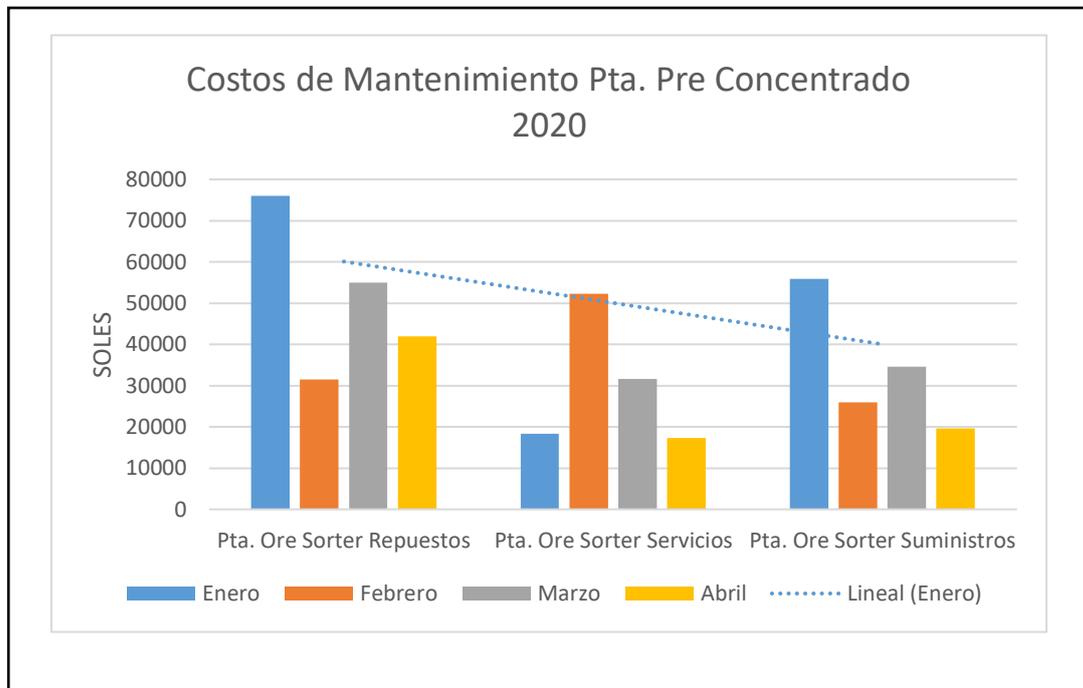
Tabla 21. Análisis beneficios / Costos de la propuesta

2020	AREA	Suma			
		Enero	Febrero	Marzo	Abril
	Pta. Pre Concentrado	150.143	139.726	121.198	78.846
	Repuestos \$	75.970	61.465	55.003	41.907
	Servicios \$	18.265	52.271	31.553	17.292
	Suministros \$	55.908	25.990	34.641	19.647
\$ Total, General		150.143	139.726	121.198	78.846
	Ahorro por mes		40.417	18.598	42.352

Fuente: *Elaboración propia*

Como se muestra en la tabla 20, se obtiene una reducción de costo mensual promedio de US\$ 33.789, que anualmente se estima el ahorro en US\$ 405.468 entre repuestos, servicios y Suministros.

Tabla 22. Tendencias de Costos Planta Pre Concentrado



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22 se observa como viene decreciendo los gastos de repuestos, servicios y suministros, Esto se refleja en un ahorro de costos.

En la tabla se observa las cantidades de ordenes de trabajo realizadas en las diferentes actividades, resaltando el mes de enero en que tuvimos una parada de planta programada y en febrero 29 días de labores por el año bisiesto.

Tabla 23. Actividades Preventivas desarrolladas con nuevo plan

Cuenta de Valor/mon.inf.	Suma			
AREA	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Mantenimiento Correctivo.	73	45	50	59
Mantenimiento Preventivo.	2,367	1,339	1,979	1,956
Mantenimiento Predictivo	369	274	419	348
Total, general	2,809	1,658	2,448	2,363

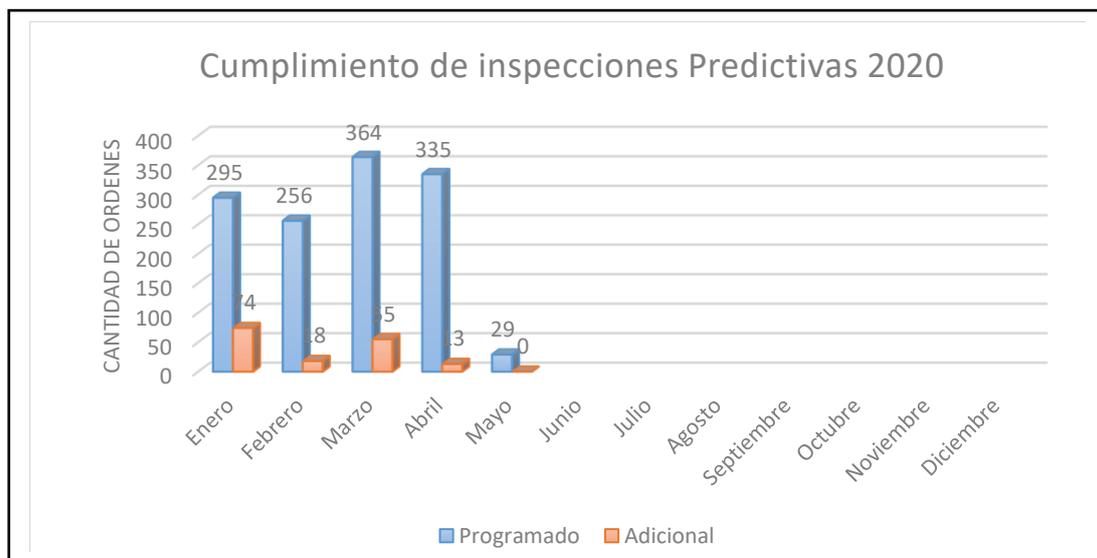
Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 23. La tabla muestra las cantidades de actividades de mantenimiento, destacándose las actividades preventivas implementadas.

Indicadores de desempeño del área de Mantenimiento Predictivo

También se implementó indicadores por áreas evaluando indicadores de desempeño; en este cuadro mostramos el cumplimiento de las ordenes planeadas a la fecha de cierre del proyecto de investigación

Tabla 24. Cumplimiento de inspecciones Predictivas



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 24, se muestran el indicador de ejecución de las inspecciones predictivas realizadas en los primeros meses del 2020, mostrándonos el seguimiento a los indicadores de desempeño del área.

Análisis de Diagrama de Pareto

Se realizó un análisis de la Pareto identificando la mayor incidencia de las fallas observadas en la inspección predictiva realizada, se observa la mayor incidencia de fallas se da por problemas de fatiga de rodamientos, que son aceleradas por la

cavitación y la soltura de base por falta de pernos de anclaje y/o pernos de base corroídos – agarrotados.

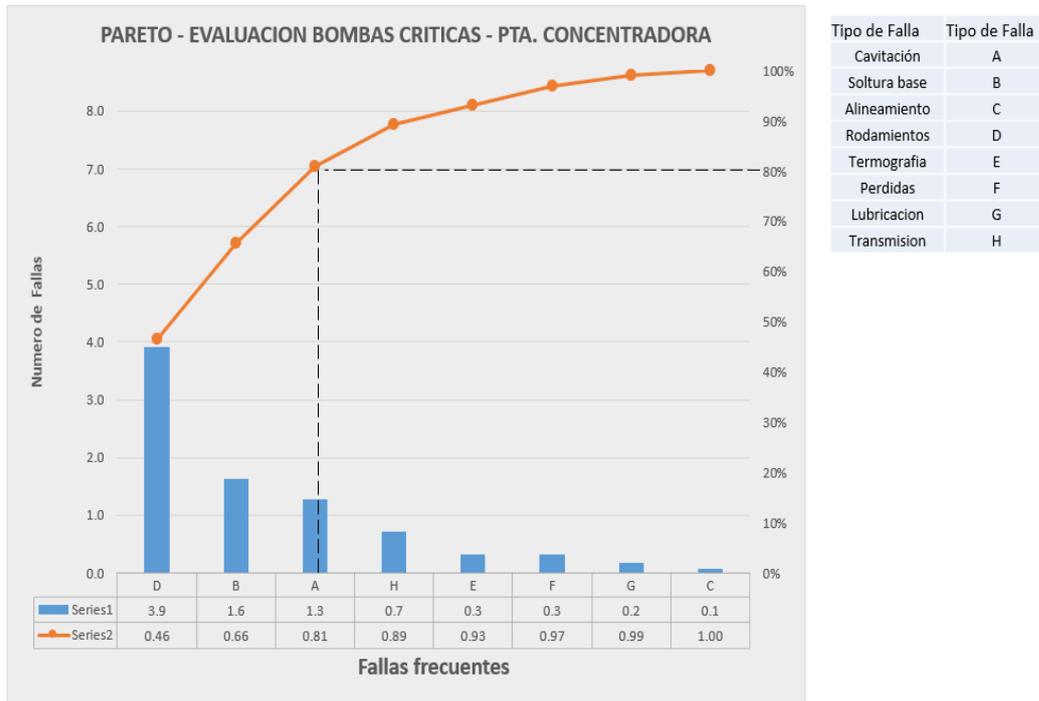


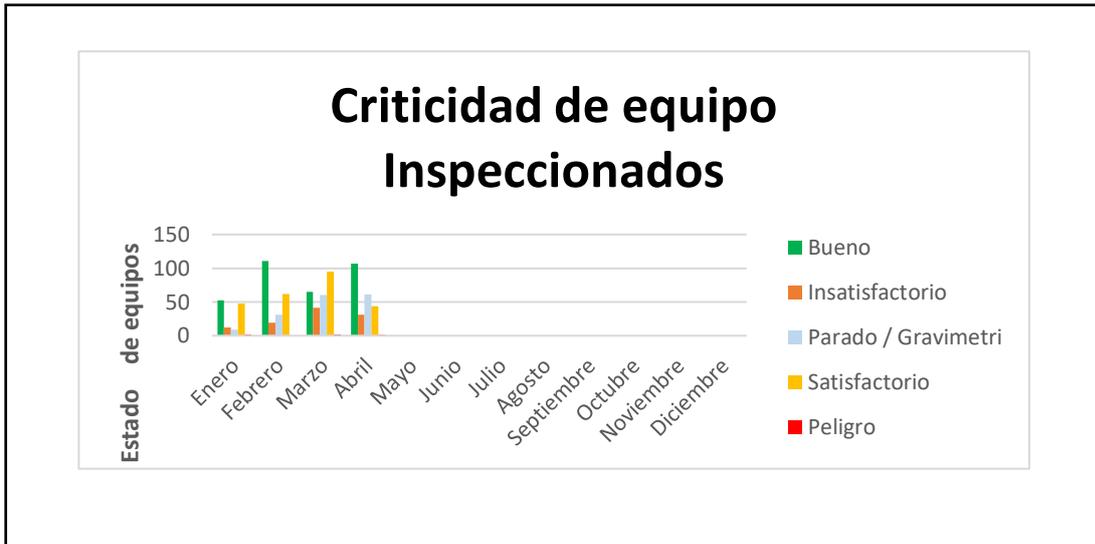
Imagen 8. Análisis de Pareto

Recomendaciones del Análisis de Pareto:

1. Con la mejora en los anclajes de las bases, se logrará obtener mayor rigidez reduciéndose la fatiga prematura de los rodamientos del motor eléctrico y la bomba centrífuga.
2. Evaluación de circuitos de bombeo para determinar el punto óptimo de bombeo, evitando la cavitación de la bomba.

Estado de los equipos de la planta Pre Concentrado.

Tabla 25. Niveles de criticidad de equipos de la planta Pre Concentrado



Fuente: Elaboración propia

En esta tabla 25. Producto de las inspecciones predictivas nos da un panorama global del estado general de los equipos críticos de la Planta Pre Concentrado, donde se destaca la condición de “Bueno y Satisfactorio” de los equipos.

Y los “Insatisfactorios” deben ser monitoreados con cierta cautela usando la tabla de severidad de vibraciones la ISO 10816-3 que establece recomendaciones de como determinar su criticidad vibracional y la manera de cómo hacer la toma de vibración en los equipos rotativos.

TABLA DE SEVERIDAD ISO 10816-3

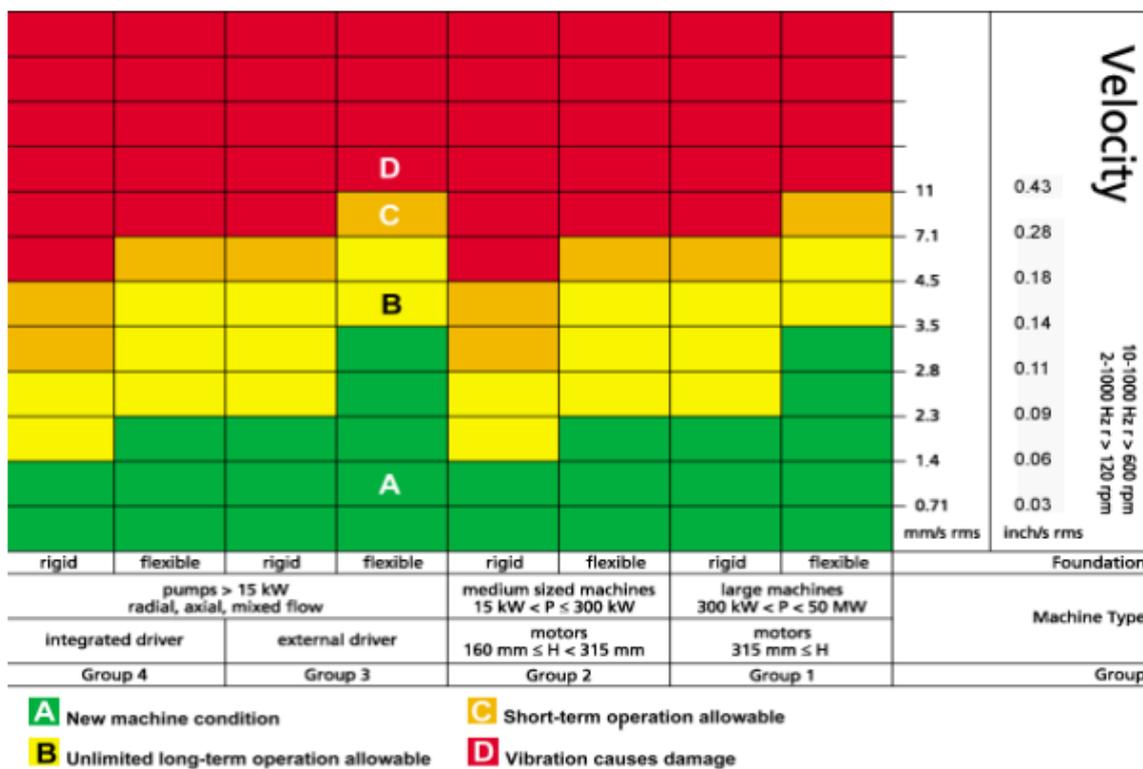
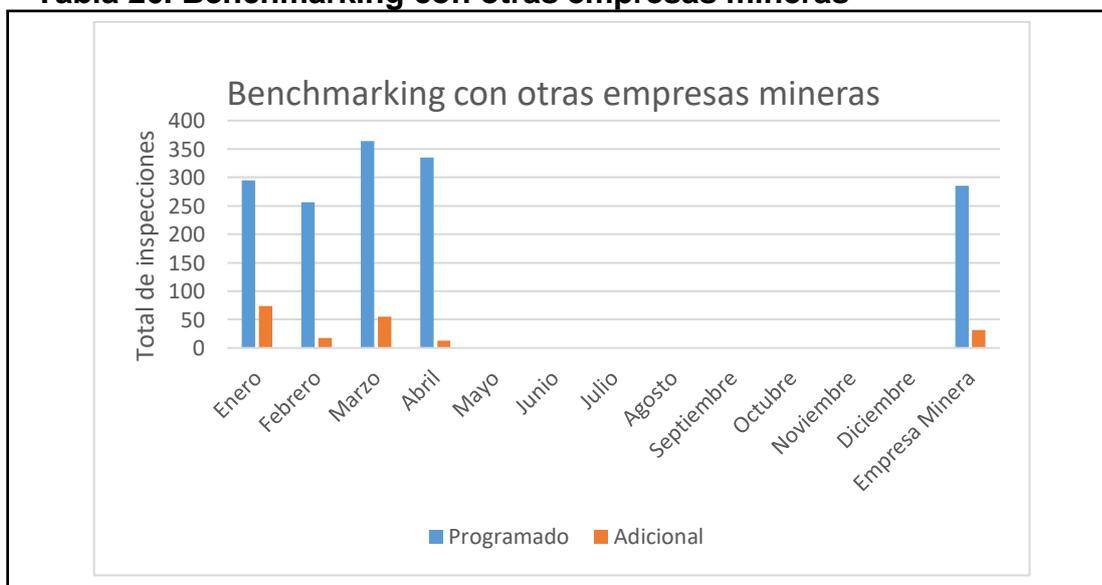


Imagen 9. Estándar de severidad ISO 10816-3

Fuente: Extraída del foro www.predic.com

Tabla 26. Benchmarking con otras empresas mineras



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 26 se muestra el Benchmarking (Comparación) de cumplimiento de actividades de inspecciones predictivas cumplidas en la Planta Pre Concentrado, con una organización del sector que tiene buenas prácticas en la especialidad, con el propósito de transferir las buenas prácticas y sus conocimientos. Encaminada a la mejora continua.

3.3. Discusión de resultados

En esta investigación se desarrolló la medida inicial de la Disponibilidad de los equipos de la Planta Pre Concentrado indicándonos que había una oportunidad de mejora como se muestran en las tablas presentadas en 15 al 19. Con la implementación del mantenimiento planificado se logra alcanzar una disponibilidad de 97.22 %. Mostrada en la tabla 26.

3.3.1. Estableciéndose lineamientos de evaluación de indicadores de tiempo.

Promedio entre falla MTBF, el tiempo promedio entre la reparación MTTR e Indicadores de la disponibilidad.

Quedándonos muy claro que toda gestión de mantenimiento debe ser registrado y valorado de forma cuantitativa con la ayuda de indicadores o KPI (key performance indicator) estos Indicadores son dinámicos, que analizan, especifican y sobretodo nos muestra la evolucionan de nuestra gestión, que ayuda a:

Conocer la situación actual

Generar reportes

Autoevaluar nuestra Gestión

Tabla 27. Cálculo de disponibilidad

CALCULO DE MTBF - MTTR – DISPONIBILIDAD PRE CONCENTRADO	
Mes	Marzo 2020
Nombre del equipo	Chancadora Trio
Tiempo disponible (Hora)	720
Frecuencias paradas	3
MTBF (hora)	233
MTTR (hora)	7

Disponibilidad (%)		97.22			
No.	Fecha	Hora inicio	Hora fin	Paradas/hora	Reemplazos
1	03-03-2020	07:00 a.m.	13:00 p.m.	6	Voltear forros
2	13-03-2020	07:00 a.m.	11:00 a.m.	4	Cambio de forros
3	24-03-2020	07:00 a.m.	17:00 p.m.	10	Voltear forros
TOTAL, DE PARADAS / HORAS				20	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27 se determina el control de cómo llevar los indicadores del *MTBF*, *MTTR*, y la Disponibilidad de un equipo como la Chancadora TRIO, en base a las actividades realizadas en el mes de marzo 2020. Se observa que la disponibilidad alcanzó el 97.22%, valor que será sujeto a control periódico e indicador de nuestra gestión de mantenimiento en el tiempo.

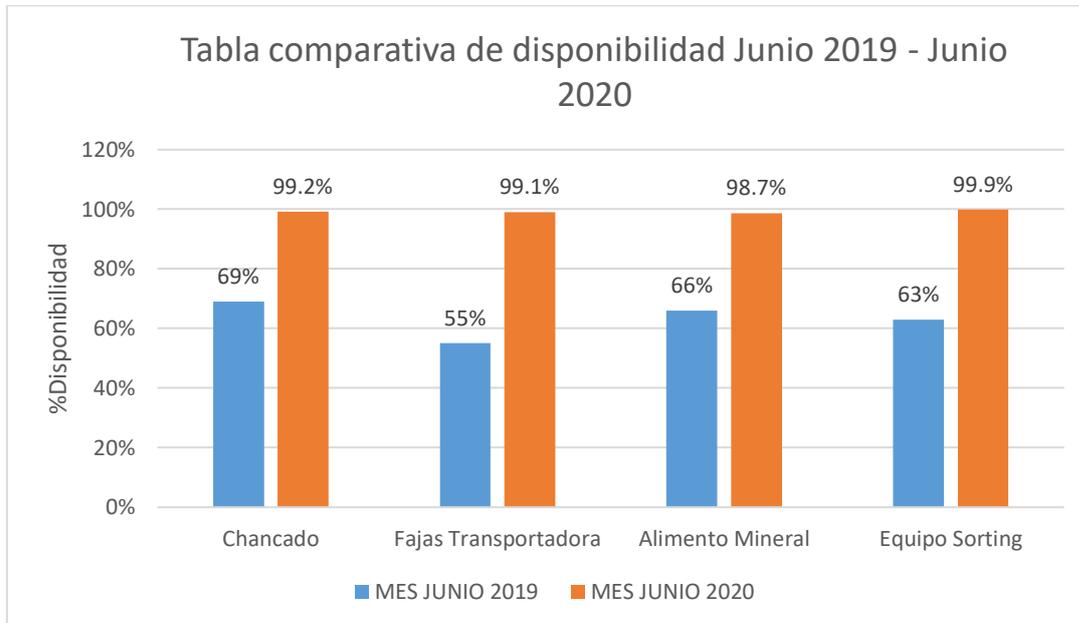
Como apoyo para levantar datos de campo se desarrolla los formatos y documentos necesarios para la mejora de inspecciones para los equipos de la planta Pre Concentrado.

En esta investigación se elaboran muchos documentos de gestión como:

Listado de equipos críticos	Reportes de trabajo diario
Lista de equipos por especialidad	Reporte de backlog
Lista de codificación de equipos	Reportes de disponibilidad
Ordenes de trabajo	Lista de repuestos críticos
Check list de Inspecciones	Reporte de reparto de guardia
	Procedimientos de trabajo

Estos documentos nos ayudan a realizar un análisis de nuestra Gestión en mucho de los casos algunos se convertirán en indicadores de gestión KPI. Se compara la disponibilidad obtenida antes de los cambios y se obtiene un nuevo cuadro donde se muestra los cambios obtenidos con las mejoras aplicadas en la planta Pre Concentradora aplicando las inspecciones a los equipos críticos.

Tabla 28. Comparación de disponibilidad 2019 y 2020.



En la tabla 28 se muestra cómo se incrementó el % de la disponibilidad de los equipos. Logrando una buena disponibilidad con las actividades realizadas, con esto conseguiremos que los equipos estén aptos para sus uso y operatividad durante el tiempo programado y esto nos servirá para lograr mejores indicadores de productividad, retrasos, costos.

CAPITULO IV

IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Concluyo, que he demostrado la hipótesis propuesta, Indicada en el capítulo 1.6 (página 17). Que los planes de inspecciones predictivas, mecánicas, eléctricas e instrumentación de las actividades del área de mantenimiento mejoraron la disponibilidad de los equipos de la Planta Pre Concentrado. Aumentando la disponibilidad de los equipos en 97.22% como se muestra en la tabla 26 (Pág. 58). El desarrollo de esta investigación nos permitió evaluar todos los aspectos relacionados al proceso productivo, la gestión de las actividades de Mantener una planta que conserva ciertas características especiales y del recurso humano que labora en esta.

Con el análisis y el desarrollo de la situación se determina que hay estrategias varias, para gestionar el Mantenimiento de una Planta. Donde toda labor orientada a este objetivo debe ser sostenible en el tiempo, los planes implementados requieren de una revisión y control periódica apuntando a la mejora continua, siempre todo proceso es susceptible de ser mejorado o cambiado.

Con el desarrollo de estas actividades en la Planta Pre Concentrado, creemos que se ha puesto los primeros cimientos para el siguiente paso al Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).

4.1. Conclusiones

Debo concluir que se logró comprobar la hipótesis de que elaborando planes de inspecciones preventivas en las especialidades mecánicas, eléctricas, predictivas e instrumentación se mejorara la disponibilidad de los equipos en la planta concentradora de la minera del Sur.

De la situación inicial de los equipos de la planta Pre Concentrado en base a las primeras actividades de Mantenimiento, Mostrada en las tablas del 15 al 19 (pág. 48 al 52). Midiendo la disponibilidad de la planta se calculó que estaba fuera de los estándares, alcanzando solo 68% de Disponibilidad. Originados por problemas de diseño, mala operación y mala programación del mantenimiento; Teniéndose que aplicar estrategias para revertir esta situación. Con la implementación del mantenimiento planificado se logra alcanzar una disponibilidad de 99.2%. Mostrada en la tabla 27 (página 60).

Para el segundo objetivo específico se elaboraron planes de inspecciones preventivos

Planes Preventivos mecánicos, eléctricos, instrumentación y predictivas para los equipos de la Planta Pre Concentrado. Resaltando que la mayor incidencia de las fallas, donde se debería aplicar mayor control, eran las actividades mecánicas eléctricas y de control. Con estas actividades planificadas se identificaron problemas iniciales o potenciales que podrían generar daños a los activos resultando en una parada de equipo. Resultando muy provechoso, reduciendo las paradas de los equipos por daños en los componentes. Estas tareas preventivas se encuentran en las tablas 13 y 14 (Página 41 al 45).

Para el tercer objetivo específico, se estableció los lineamientos de cálculo y evaluación de indicadores de tiempo.

Indicadores como Tiempo Promedio entre Falla MTBF, el Tiempo Promedio entre la Reparación MTTR e Indicadores de Disponibilidad. Con la ayuda de los planes se consiguió establecer tiempos razonables de parada, la cual se debía medir y establecer un estándar que permita acotar el número de reparaciones de mantenimiento, siendo programadas en un plan de mantenimiento como indicadores MTBF y MTTR. Estos ayudaran a la gestión de logística y planificación de labores operativas a futuro. Estos lineamientos se encuentran en la tabla 26 (pág. 58).

Para el cuarto objetivo específico se desarrollaron formatos y documentos necesarios en la implementación de las inspecciones

De los equipos de la Planta Pre Concentrado. Con estos documentos, registros y procedimientos sustentables damos sostenibilidad a nuestra Gestión y a la vez sustentabilidad ante una auditoria interna o externa frente al organismo gubernamental. Pudiendo ser check List, diagrama de Gant, órdenes de trabajo, informes técnicos etc. Estos documentos se encuentran sustentados en la página 68. Anexos 1 al 5.

Para el quinto objetivo específico, se realizó la medición del nuevo valor de la Disponibilidad

Actual de los equipos de la Planta Pre Concentrado en base al nuevo Plan de Inspecciones preventivas de Mantenimiento. Con estas, se logra un mejor control de la planta pudiendo optimizar la medición de su Disponibilidad, identificando las oportunidades de mejora en los equipos de la Planta Pre Concentrado. Se observa el incremento de la disponibilidad a 99.2%. Valor optimo que está dentro de los estándares mundiales para las plantas de proceso continuo. Este nuevo valor se encuentra desarrollado en la tabla 27 (pág. 60).

Para el sexto objetivo específico se elabora un análisis de Costo – beneficio

De lo que nos resultó la implementar los planes preventivos. Ahora es factible realizar el análisis de costos de los tipos de mantenimiento y poder realizar los costos incurridos. Pudiendo realizar ajustes e identificar los centros de costos factibles de mejorar.

Este desarrollo se encuentra en la tabla 20 (pág. 53).

4.2. Recomendaciones

Fuente (2018), recomienda, incentivar continuamente a los colaboradores encargados de mantenimiento, mencionando la importancia de capacitar en estos temas a corto y largo plazo. Además, establecer mecanismos de organización para realizar operaciones en análisis de criticidad, OEE (Eficiencia general de los equipos), Gestión de activos (Asset management), entre otros.

Garantizar la sostenibilidad del Programa.

Los directivos deben garantizar la sostenibilidad en el tiempo de esta implementación orientando a los equipos de trabajo hacia la detección y reducción del despilfarro. Aclarándoles los objetivos del área de calidad y servicio para minimizar los costos y tiempos.

El cumplimiento de los propósitos planteados, de los resultados adquiridos se puede resumir en que la empresa se alinea a las buenas costumbres practicadas por las grandes empresas de nivel y esta acción se refleja en todas sus actividades de ser una empresa propia de clase mundial.

Implementar el TPM.

La superintendencia de operación debería considerar La etapa siguiente que es la implementación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) porque tiene como objetivos la reducción de pérdidas ocasionados por paradas y el mejoramiento de la calidad pasando por ahorrar costos de producción. Y descarta la idea que se tiene aún, con el viejo precepto de que “una persona opera los equipos y otro lo repara”. El TPM promueve que todas las áreas participen en la limpieza y cuidado de los activos y no se produzcan averías o pérdidas de calidad.

Desarrollar el Empowerment en el personal.

Para lograr el funcionamiento sostenido de los equipos y mantener la alta productividad a través de la disponibilidad de los equipos en todas sus etapas, debemos conseguir que el personal operativo de nivel técnico adquiera un sentido de pertenencia hacia con los equipos y dedique su tiempo en vigilar su buen desempeño de estas. Para estos los trabajadores deben de tener un trato recíproco, reflejados en salarios adecuados del mercado, buscando que la empresa contratista asuma la responsabilidad social con sus trabajadores.

Desarrollo de Indicadores.

Toda gestión de cambio en el área de Mantenimiento debe responder a una métrica cuantitativa, que nos refleje lo que estamos haciendo o dejando de hacer, usando los indicadores claves de desempeño (KPI) adecuados para cada realidad, estos brindan información importante para la organización, contienen tendencias que puedan confrontarse en el tiempo.

REFERENCIAS

Alberto Mora Gutiérrez (2009) Mantenimiento Planeación, ejecución y control, México: Alfaomega.

Ángel, R., & Olaya, H. (2014). Repositorio UTP. Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4620/6200046A581.pdf?sequence=1>

Barrata, M. (2016). Mantenimiento industrial. Obtenido de <http://manteingdus.blogspot.pe/p/glosario-de-terminos-tecnicos-de-la.html>

Bonnefory, J. (marzo de 2006). Indicadores de desempeño. Obtenido de <http://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/2/23992/Indicadores%20de%20Desempe%C3%B1o.pdf>

Capacidad. (2016). capacidad productiva. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Capacidad_de_producci%C3%B3n

Cruz, A. (mayo de 2011). Implementación del mantenimiento predictivo en la empresa Agr-Rackend. Obtenido de <http://www.uttt.edu.mx/CatalogoUniversitario/imagenes/galeria/63A.pdf>

Cruz, J. (mayo de 2011). Implementación del mantenimiento predictivo en la empresa AGR - RACKERD. Obtenido de <http://www.uttt.edu.mx/CatalogoUniversitario/imagenes/galeria/63A.pdf>

David (2017) Electronic Ore Sorting Copper. Recuperado de <https://www.911metallurgist.com/sorting-copper-ore/> Copyright 2012-2021

Desiree, G. (2013). Social medio empresarial. Obtenido de <http://socialmediaempresario.com/eficacia-eficiencia-efectividad-socialmedia/>

Emerson. (2002). Emerson Process. Obtenido de http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Central%20Web%20Documents/BusSch-OEE_102es.pdf

Fuentes, P. (enero de 2014). Propuesta de un modelo de planificación para el mantenimiento preventivo de ENAP refinería BIO Procesos. Obtenido de http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/222/1/Fuentes_Stuardo_Paulina.pdf

Gerencie. (2016). diferencia entre eficiencia y eficacia. Obtenido de <http://www.gerencie.com/diferencias-entre-eficiencia-y-eficacia.html>

Mantenimiento. (2012). Mantenimiento predictivo. Obtenido de <http://www.mantenimientopetroquimica.com/mantenimientopredictivo.html>

Mantenimiento, I. d. (2010). <http://ingenierademantenimiento.blogspot.pe/p/terminologia.html>.

Muñoz, J. (2014). Propuesta de desarrollo y análisis de la gestión del mantenimiento industrial en una empresa de fabricación de cartón corrugado. Obtenido de http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/322311/2/munoz_ij-pub-tesis.pdf

Navarro, Pastor, Mugaburu (2017) Gestión Integral de Mantenimiento, Barcelona: Marcombo

Oliverio García Palencia (2012) Gestión moderna del mantenimiento industrial. Principios fundamentales, Colombia: Ediciones de la U.

Oliva, K., & Graterol, A. (2012). Sistema de Información SAP en los ámbitos industrial y de servicio del Estado Zulia. REVECITEC URBE.

Pauro, R. (2012). Indicadores de mantenimiento. Obtenido de <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/IndicadMant.pdf>

Ruiz, D. (2015). Indicadores de productividad mantenimiento. Obtenido de <http://es.slideshare.net/idruizh/indicadores-de-productividad-mantenimiento>

- Salazar, B. (2016). Mantenimiento. Obtenido de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/mantenimiento/>
- S García (2013). Organización y gestión integral del mantenimiento (versión de e-libro) <http://site.ebrary.com/lib/bibsipansp/home.action>
- S García (2016) Los principales objetivos del mantenimiento obtenido <http://www.reporteroindustrial.com/blogs/Los-principales-objetivos-del-mantenimiento+114923>
- SMRP Society for Maintenance & Reliability Professionals (2020) Body of Knowledge – book. EEUU
- Tarina, C. (2012). indicadores de desempeño para administración de mantenimiento. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/arias_s_II/apendiceI.pdf

ANEXOS

Anexo 01: Documento de autorización para recoger data de Investigación



“Año del buen servicio al ciudadano”

Autorización de recojo de información

San Rafael, 14 febrero del 2017

El que suscribe:

Ing. José Luis Zamudio Rojas

Superintendente de Mantenimiento Planta Concentradora Minsur San Rafael.

Se autoriza el recojo de información pertinente para desarrollar proyecto de investigación denominado: “Implementación de Planes de inspección predictiva, mecánica, eléctrica e instrumentación en el área de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la planta Pre Concentrado en la unidad minera san Rafael Minsur 2017”.

Se le autoriza a Héctor Fernando Rivera Quintana con DNI: 15683663, trabajador y estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Industrial, siendo autor del trabajo de investigación de “Implementación de Planes de inspección predictiva, mecánica, eléctrica e instrumentación en el área de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la planta Pre Concentrado en la unidad minera San Rafael Minsur 2017”.

Al uso de la información que forma parte del expediente técnico, así como hojas de memorias, cálculos entre otros como planos flujogramas para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis mencionada líneas arriba.

Se garantiza la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

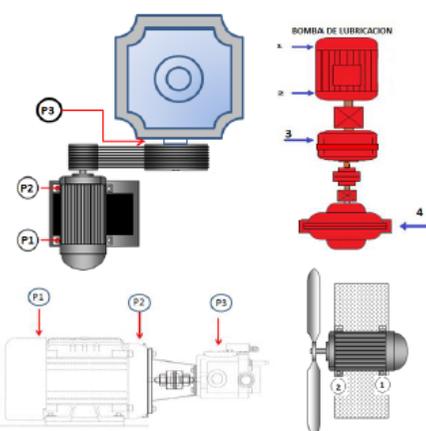
Atentamente.

Ing. José Luis Zamudio Rojas
Superintendente de Mantenimiento

Anexo 02: Formato de Check List de Inspecciones de la Planta Pre Concentrado - Ore Sorting



CHECL LIST - CHANCADORA CONICA HP-200 PTA. PRECONCENTRADO

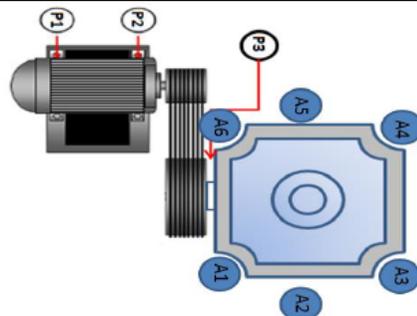
INSPECCION REALIZADA POR:					FECHA DE LA INSPECCION:																																																																																
 <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <caption>VELOCIDAD</caption> <thead> <tr> <th colspan="2">ISO 10816-3</th> <th colspan="2">Machinery Groups 2 and 4</th> <th colspan="2">Machinery Groups 1 and 3</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Velocity</th> <th colspan="4">Rated power</th> </tr> <tr> <th colspan="2">CMS 100-5L</th> <th colspan="2">15 kW - 300 kW</th> <th colspan="2">Group 1: 300 kW - 50 MW (Group 3: Above 15 MW)</th> </tr> <tr> <th>In/sec. ea. Peak</th> <th>mm/sec RMS</th> <th colspan="4"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.63</td><td>13.0</td><td colspan="4" rowspan="2" style="text-align: center;">DAMAGE OCCURS</td></tr> <tr><td>0.39</td><td>7.3</td></tr> <tr><td>0.25</td><td>4.5</td><td colspan="4" rowspan="2" style="text-align: center;">RESTRICTED OPERATION</td></tr> <tr><td>0.19</td><td>3.5</td></tr> <tr><td>0.16</td><td>2.8</td><td colspan="4" rowspan="2" style="text-align: center;">UNRESTRICTED OPERATION</td></tr> <tr><td>0.13</td><td>2.3</td></tr> <tr><td>0.08</td><td>1.4</td><td colspan="4" rowspan="2" style="text-align: center;">NEWLY COMMISSIONED MACHINERY</td></tr> <tr><td>0.04</td><td>0.7</td></tr> <tr><td>0.00</td><td>0.0</td><td colspan="4"></td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <caption>ENVOLVENTE</caption> <thead> <tr> <th>Clase</th> <th>OK</th> <th>Alerta</th> <th>Peligro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CL1</td> <td>0-1 gE</td> <td>1-2 gE</td> <td>más de 2 gE</td> </tr> <tr> <td>CL2</td> <td>0-2 gE</td> <td>2-4 gE</td> <td>más de 4 gE</td> </tr> <tr> <td>CL3</td> <td>0-4 gE</td> <td>4-10 gE</td> <td>más de 10 gE</td> </tr> </tbody> </table>	ISO 10816-3		Machinery Groups 2 and 4		Machinery Groups 1 and 3		Velocity		Rated power				CMS 100-5L		15 kW - 300 kW		Group 1: 300 kW - 50 MW (Group 3: Above 15 MW)		In/sec. ea. Peak	mm/sec RMS					0.63	13.0	DAMAGE OCCURS				0.39	7.3	0.25	4.5	RESTRICTED OPERATION				0.19	3.5	0.16	2.8	UNRESTRICTED OPERATION				0.13	2.3	0.08	1.4	NEWLY COMMISSIONED MACHINERY				0.04	0.7	0.00	0.0					Clase	OK	Alerta	Peligro	CL1	0-1 gE	1-2 gE	más de 2 gE	CL2	0-2 gE	2-4 gE	más de 4 gE	CL3	0-4 gE	4-10 gE	más de 10 gE	POS.	VALOR VIBRACION (mm/seg)	TEMPERATURA (°C)		CONDICIONES DE OPERACIÓN		SI/ NO
	ISO 10816-3		Machinery Groups 2 and 4		Machinery Groups 1 and 3																																																																																
	Velocity		Rated power																																																																																		
	CMS 100-5L		15 kW - 300 kW		Group 1: 300 kW - 50 MW (Group 3: Above 15 MW)																																																																																
	In/sec. ea. Peak	mm/sec RMS																																																																																			
	0.63	13.0	DAMAGE OCCURS																																																																																		
	0.39	7.3																																																																																			
	0.25	4.5	RESTRICTED OPERATION																																																																																		
	0.19	3.5																																																																																			
	0.16	2.8	UNRESTRICTED OPERATION																																																																																		
	0.13	2.3																																																																																			
	0.08	1.4	NEWLY COMMISSIONED MACHINERY																																																																																		
	0.04	0.7																																																																																			
	0.00	0.0																																																																																			
	Clase	OK	Alerta	Peligro																																																																																	
	CL1	0-1 gE	1-2 gE	más de 2 gE																																																																																	
	CL2	0-2 gE	2-4 gE	más de 4 gE																																																																																	
	CL3	0-4 gE	4-10 gE	más de 10 gE																																																																																	
	TRANSMISION DE CHANCADORA	PUNTO 1	1H		20		01	La bomba de aceite tiene ruidos extraños																																																																													
			1E				02	Recalienta la bomba hidráulica																																																																													
PUNTO 2		2H		26		03	Hay pérdidas de aceite por conectores y mangueras																																																																														
		2E					04	Indicador de limpieza del filtro marca "filtro sucio"																																																																													
PUNTO 3		3H		20		05	Retorno de aceite esta contaminado con agua o carga																																																																														
		3E					06	Perdida agua en enfriador de aceite, tuberías, conexiones																																																																													
SISTEMA DE LUBRICACION	PUNTO 1	1H		26		07	La zona esta sucia o llena de carga																																																																														
		1E				TRANSMISION DE FUERZA																																																																															
	PUNTO 2	2H		34		08	Los pernos de anclaje del motor estan flojos																																																																														
		2E				09	Recalienta el estator del motor eléctrico																																																																														
	PUNTO 3	3H		34		10	Hay ruidos extraños en el motor electrico																																																																														
		3E				11	El protector del motor eléctrico esta fuera de su lugar																																																																														
	PUNTO 4	4H		20		12	Poleas de transmisión estan desalineadas																																																																														
		4E				13	Fajas de transmisión rota/cuarteada/elongada																																																																														
	ENFRIADOR DE ACEITE HYDACE	PUNTO 1	1H		26		14	Ruidos en la faja de transmision																																																																													
			1E				15	Poleas de transmisión estan deterioradas																																																																													
		PUNTO 2	2H		34		TRITURADORA																																																																														
			2E				16	Hay fuga de aceite por el tapa de contraeje																																																																													
PUNTO 1		1H		26		17	Esta flojos pernos de la excéntrica.																																																																														
		1E				18	Hay demasiado juego axial en eje longitudinal del contraeje																																																																														
BOMBA SISTEMA HIDRAULICO	PUNTO 1	1H		26		19	Esta torcido el eje longitudinal.																																																																														
		1E				20	Tiene demasiado juego la bocinas de contraeje																																																																														
		1E				21	Pernos flojos en anclaje de chancadoras.																																																																														
MOTOR ELECTRICO	PUNTO 2	2H		34		22	Hay fuga de aceite por poses de alivio																																																																														
		2E				23	Las mangueras de aceite esta colgando sin soporte.																																																																														
		2E				CORRIENTE																																																																															
POTENCIA MOTOR - CHANCADORA	500	HP			AMPERIOS																																																																																
CORRIENTE NOMINAL	560	A			TEMPERATURA	RETORNO AL TANQUE (MAX. 55°C)																																																																															
CORRIENTE CONSUMIDA REAL		A			PRESION																																																																																
					ALIMENTACION DE CARGA		TONSHORA																																																																														
					SETTING DE FORROS		mm.																																																																														

OBSERVACIONES : _____

Anexo 03: Formato de Inspección de tanques acumuladores de Chancadora HP-200



MEDICION REALIZADA POR: Royder Flores Mmani



FLUIDO : NITROGENO

ACUMULADOR DE PRESION	PRESION NOMINAL	14/02/20		04/03/20		14/07/20		13/11/20					
	Personal	R.Flores - H. Rivera		H.Rivera		J. Espinoza / R. Flores		R.Flores					
	Condicion	Medido	Cargado	Medido	Cargado	Medido	Cargado	Medido	Cargado				
Acumulador # 01	1100 - 1500 PSI	550	800	300	Falló cargador (300 PSI)	1150		1750					
Acumulador # 02	1100 - 1500 PSI	500	800	300	Falló cargador (300 PSI)	1250		1850					
Acumulador # 03	1100 - 1500 PSI	500	800	500	1400	1200		1750					
Acumulador # 04	1100 - 1500 PSI	1000	x	500	1300	1500		1950					
Acumulador # 05	1100 - 1500 PSI	1250	x	1400	1400	1200		1950					
Acumulador # 06	1100 - 1500 PSI	500	650	0	Valvula de acumulador dañada (0)	0	Fuga por válvula	1500					
OBSERVACIONES :	No se tiene stock de Nitrogeno en almacenes, se requiere hacer seguimiento de llegada al unidad.			El cargador viene presentando fallas, hacer pedido.			Acumulador 06: Se encentro sin presión de nitrógeno, se recarga y presenta fuga por válvula.						

Anexo 04: Formato de reporte diario de la guardia Pta. Pre Concentrado

Ultimo día 100557 - Capitan 100201

REPORT DE TRABAJOS DIARIOS MANTENIMIENTO MECÁNICO PLANTA										
MECANICOS PLANTA GUARDIA										
NOMBRES: <u>Nilian Peravente V. - Cipriano Deive C.</u>								FECHA: <u>28-11-19</u>		
ITEM	No ORDEN TRABAJO	EQUIPO	DESCRIPCION DEL TRABAJO REALIZADO	HORAS TRABAJADAS			TIPO ORDEN	PARADA EQUIPO	OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS	
				Cantidad personas	Hora Inicio	Hora Fin				Tiempo Trabajado
								PM01= Correctivo PM02=Preventivo PM12=rotación	SI = (S) Pero Equipo (S) Pero Ejido (S) Pero & "e" Cuanto Tiempo?	
✓ 1º		Motor 11B 200 Holman	Se cambio pernos de transmision	2	✓	OK	PM 1	(S1) (NO) (.....h) INICIO: _____ FIN: _____	5868835	
✓ 2º		Bba SFA	Se cambio en paquete de de S/8.	2	✓	OK	PM 1	(S1) (NO) (.....h) INICIO: _____ FIN: _____	5868836	
✓ 3º		Bba 4GC	Se cambio faja de transmision B 48(03)	1	✓	NO	PM 1	(S1) (NO) (.....h) INICIO: _____ FIN: _____	5868837	
✓ 4º		Bba 4GD	Se cambio faja de transm. B 52 - (03 V)	1	✓	NO	PM 1	(S1) (NO) (.....h) INICIO: _____ FIN: _____	5868838	
5º		Bbas planta concent.	lectura de honor metros	2			PM	(S1) (NO) (.....h) INICIO: _____ FIN: _____		
		<u>OBSERVACIONES:</u>						PM	(S1) (NO) (.....h) INICIO: _____ FIN: _____	
1º		Bba SFA	Requiere urgente cambio de manga de eje.				PM	(S1) (NO) (.....h) INICIO: _____ FIN: _____		
2º		Bba 4GD	Requiere cambio de meca en sus usages de base de motor.				PM	(S1) (NO) (.....h) INICIO: _____ FIN: _____		
3º		Bba 34FC	Revisar bba por vibracion y ruido.				PM	(S1) (NO) (.....h) INICIO: _____ FIN: _____		
4º			Retirar de almacen faja de transm B 48, B 50, B 53, B 54, B 60. y en paquete de para prensacilindros.				PM	(S1) (NO) (.....h) INICIO: _____ FIN: _____		

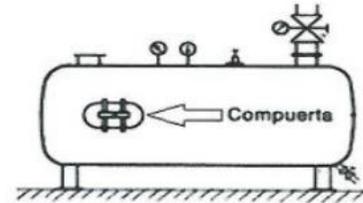
Anexo 05: Formato de inspección de tanques de aire Pta. Pre Concentrado – Ore Sorting

MINSUR S.A.			
	PROCEDIMIENTO: INSPECCIÓN DE TANQUES DE AIRE		UNIDAD MINERA SAN RAFAEL
	PLANTA ORE SORTING		
	Código: SG 2-4-0-PRO-S2.2	Versión: V-01	
Fecha de Elaboración: Ver pie de Pág.		Página: 1 de 1	
Gerencia: Operaciones	Área: Mantenimiento	Sub-Área: N/A	
MANUAL INTEGRADO DE GESTIÓN			

IMPORTANTE: EL OBJETIVO DE LA PRESENTE INSPECCIÓN ES PODER DETERMINAR VISUALMENTE CUALQUIER FALLA APARENTE EN EL EQUIPO TANTO EN ESTRUCTURA COMO EN FUNCIONAMIENTO (FUGAS, FALTA DE ELEMENTOS PERIFERICOS, ETC), PARA PODER DETERMINAR LA EXISTENCIA DE FUGAS EL EJECUTOR PUEDE USAR AGUA JABONOSA U OTRA SUSTANCIA.

Información General

Denominación	TQ-033
Ubicación	Planta Ore Sorting
Código Interno	S0027715R
Placa de identificación (tiene?)	SI
Marca	Lohenner Gmbh & Co.
Capacidad (litros)	10,000 Lt
Capacidad del Tanque (calculado)	
Disposición (Horizontal/Vertical)	Vertical



ELEMENTOS A INSPECCIONAR

Tanque	Detalle
Condiciones físicas visibles	BUENO
Soportes	BUENO
Compuerta(s)	BUENO

Periféricos	Tiene?	Marca	Precinto de seguridad?	Fugas?	Rango de trabajo (PSI)
Válvula de seguridad	SI	-	-	NO	8.5 bar
Manómetro	SI	-	-	NO	0-16 bar
Válvula de entrada	BUENO				
Válvula de salida	BUENO				
Válvula de purga o drenaje	BUENO				
Válvula de eliminación de condensado	BUENO				
Otros	-				

Ejecutor
 Nombre **JAIME ESPINOZA QUILCA**
 Código **100536**
 Fecha **05-12-19**

Ing. Supervisor
MINSUR S.A.
Jefe Planeamiento de Mnto
Ing. Cristian Cruzado Espinoza
INGENIERO DE PLANEAMIENTO DE MTO

Anexo 07: Plan semanal de inspecciones Pta. Pre Concentrado – Ore Sorting

SEMANA 49

SUPERINTENDENCIA DE MANTENIMIENTO

PROGRAMA DE INSPECCIONES PREDICTIVO – PRE CONCENTRADO

DEL 29.11.2019 al 05.12.2019

%	Cumplimiento	HH planeadas		

Ítem	N° Equipo	N° Orden	Descripción de la Inspección	Puesto de Trabajo	Técnica Predictiva	Uso Movilidad	Responsables	Horas Propuestas	Horas reales	SEM 49							STATUS
										J	V	S	D	L	M	M	
										29-11-19	30-11-19	01-12-19	02-12-19	03-12-19	04-12-19	05-12-19	
1	10013273	5776483	Inspección del TQ-015 Tanque 500 lts	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5		X						Trabajo realizado
2	10013274	5776484	Inspección del TQ-016 Tanque 769 lts	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5		X						Trabajo realizado
3	10013275	5776485	Inspección del TQ-017 Tanque 253 lts	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5		X						Trabajo realizado

4	10013276	577648 6	Inspección del TQ-018 Tanque 769 lts	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5	X								Trabajo realizado
5	10013277	577648 7	Inspección del TQ-019 Tanque 769 lts	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5	X								Trabajo realizado
6	10013278	577648 8	Inspección del TQ-20 Tanque 408 lts	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5	X								Trabajo realizado
7	10013279	577648 9	Inspección del TQ-21 Tanque 133 lts	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5	X								Trabajo realizado
8	10013282	577649 0	Inspección del TQ-22 Tanque 77 lts	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5	X								Trabajo realizado
9	10013283	577649 1	Inspección del TQ-23 Tanque 75 lts	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5	X								Trabajo realizado
10	10013284	577649 2	Inspección del TQ-24 Tanque 120 lts	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5	X								Trabajo realizado
11	10013285	577649 3	Inspección del TQ-25 Tanque 120 lts	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5	X								Trabajo realizado
12	10013302	577649 4	Inspección del TQ-26 Tanque 4307 lts	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5	X								Trabajo realizado
13	10013303	577649 5	Inspección del TQ-27 Tanque 252 lts	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5	X								Trabajo realizado
14	10013304	577649 6	Inspección del TQ-28 Tanque 252 lts	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5	X								Trabajo realizado
15	10013684	577650 2	Inspección del TQ-49 Tanque 2000 lts	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5	X								Trabajo realizado
16	10013685	577650 3	Inspección del TQ-50 Tanque 3802 lts	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5	X								Trabajo realizado

17	10013686	577650 4	Inspección del TQ-51 Tanque 495 lts	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5	X							Trabajo realizado
18	10013687	577650 5	Inspección del TQ-52 Tanque 242 lts	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5	X							Equipo retirado
19	10013288	577649 7	INSPECCION DEL TQ-033 Tanque 10000 lts	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5			X					Trabajo realizado
20	10013289	577649 8	INSPECCION DEL TQ-034 Tanque 333 lts OR	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5			X					Trabajo realizado
21	10013290	577649 9	INSPECCION DEL TQ-035 Tanque 333 lts OR	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5			X					Trabajo realizado
22	10013291	577650 0	INSPECCION DEL TQ-036 TQ - 036 Tanque 333	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5			X					Trabajo realizado
23	10013287	577650 1	INSPECCION DEL TQ-037 Tanque 333 lts OR	Tecpla01	Inspección Visual	No	HR	0.5	0.5			X					Trabajo realizado
24	10013052	577650 6	IPSR_PC_Chancadora Quijadas	Tecpla01	Vibraciones	No	HR-JE	1	2				X				Realizado
25	10013129	577650 7	IPSR_PC_Chancadora Secundaria HP-200	Tecpla01	Vibraciones	No	HR-JE	1	2				X				Trabajo realizado
26	10013056	577651 3	INP_PC_Faja 01 de Descarga	Tecpla01	Vibraciones	No	HR-JE	1	2				X				Trabajo realizado
27		577647 2	INSP_Colector de Polvo Chancado	Tecpla01	Vibraciones	No	HR-JE	1	2				X				Trabajo realizado
28		577647 3	INSP_Colector de Polvo Soreter's	Tecpla01	Vibraciones	No	HR-JE	1	2				X				Trabajo realizado
29	10004367	576899 0	IPSR_Filtro de Disco N°1 / 130M2	Tecmin0 1	Vibraciones	No	HR-JE	1	2				X				Trabajo realizado
30	10004368	576899 1	IPSR_Filtro de Disco N°2 / 130M2	Tecmin0 1	Vibraciones	No	HR-JE	1	2				X				Trabajo realizado

31	10004369	576899 2	IPSR_Bomba de Vacío N°1 Relleno en Pasta.	Tecmin0 1	Vibraciones	No	HR-JE	1	2						X			Trabajo realizado	
32	10004370	576899 3	IPSR_Bomba de Vacío N°2 Relleno en Pasta.	Tecmin0 1	Vibraciones	No	HR-JE	1	2						X			Trabajo realizado	
33	10004371	576899 7	IPSR_Faja Transportadora de 30" - RP-01	Tecmin0 1	Vibraciones	No	HR-JE	1	2							X		Trabajo realizado	
34	10004372	576899 4	IPSR_Mezclador de Paletas N°1	Tecmin0 1	Vibraciones	No	HR-JE	1	2							X		Trabajo realizado	
35	10004373	576899 5	IPSR_Mezclador de Paletas N°2	Tecmin0 1	Vibraciones	No	HR-JE	1	2							X		Trabajo realizado	
36	10004374	576899 6	IPSR_Bomba_Sc hwing de Pistones N°1)	Tecmin0 1	Vibraciones	No	HR-JE	1	2							X		Trabajo realizado	
37	10004987	576899 8	IPSR_Agitador Fima 5 X 6.35M Prell	Tecmin0 1	Vibraciones	No	HR-JE	1	2							X		Trabajo realizado	
38	10001266	577023 9	IPSR_Medicion_Acumuladores HP500	Tecmin0 1	Vibraciones	No	HR-JE	1	2							X		Trabajo realizado	
82	10005253	577816 4	IPSR_Medir Flujo_Est. 126 N° 2	Tecmin0 1	Caudales	No	HR-JE	1	2									X	Trabajo realizado
83	10005497	577814 7	IPSR_Medir Flujo_Est. 318 N° 2	Tecmin0 1	Caudales	No	HR-JE	1	2									X	Trabajo realizado
84	10007784	577816 2	IPSR_Medir Flujo_Est. 130 N° 1	Tecmin0 1	Caudales	No	HR-JE	1	2									X	Trabajo realizado
85	10007785	577815 5	IPSR_Medir Flujo_Est. 253 N° 2	Tecmin0 1	Caudales	No	HR-JE	1	2									X	Trabajo realizado
86	10007786	577814 8	IPSR_Medir Flujo_Est. 318 N° 1	Tecmin0 1	Caudales	No	HR-JE	1	2									X	Trabajo realizado

TOTAL 74.5 137.5

Anexo 08: Procedimientos Escrito para trabajo Seguro- PETS: Mantenimiento de Zarandas

DIVISIÓN MINERA			
Minera del Sur	MANTENIMIENTO DE ZARANDAS VIBRATORIAS		UNIDAD MINERA
	Código: PETS-UM-MTO-44	Versión: 01	
	Tipo de documento: PETS – P. Operativo	Página: 1 de 3	
Macro Proceso: Procesos Operativos - MANTENIMIENTO		Proceso: MANTENIMIENTO MECANICO PLANTA	

1. OBJETIVO

Desarrollar un procedimiento en los trabajos de instalación y mantenimiento de zarandas vibratorias de manera adecuada y eficiente, para su correcto funcionamiento, priorizando la seguridad del personal que realizará esta actividad.

2. ALCANCE

Dirigido a los líderes responsables y a los trabajadores encargados de hacer la instalación y mantenimiento de zarandas vibratorias.

3. REFERENCIAS LEGALES Y OTRAS NORMAS

- 3.1. DS N°. 055 - 2010 - EM: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en Minería / Obligaciones de los Supervisores (Art. 38 y 39) / Obligaciones de los Trabajadores (Art. 44, 45, 46, 47, 48 y 49).

4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

- 4.1. **IPERC** : Identificación de Peligros, Evaluación y Control de Riesgos.
 4.2. **EPP** : Equipo de Protección Personal.
 4.3. **Check List** : Registro para revisar equipos y/o herramientas.
 4.4. **Lock Out** : Elemento mecánico para asegurar que nadie pueda accionar o apagar un equipo, Abrir o cerrar una válvula, o acceder por una escalera.
 4.5. **Tag Out** : Tarjeta de identificación.

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1. **Ejecuta:** Ejecutor de Mantenimiento.
 5.2. **Supervisa:** Supervisores de Mantenimiento o Jefe de Mantenimiento.
 5.3. **Reemplaza** : Técnico Supervisor.

6. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

7. EQUIPO / HERRAMIENTA / MATERIALES DE TRABAJO

- 7.4. Sistema Lock out - Tag out (Candado de seguridad, tarjeta y pinza).
 7.5. Cinta

DIVISIÓN MINERA				
Minera del Sur	MANTENIMIENTO DE ZARANDAS VIBRATORIAS			UNIDAD MINERA
	Código: PETS-UM-MTO-44	Versión: 01		
	Tipo de documento: PETS – P. Operativo		Página: 3 de 3	
Macro Proceso: Procesos Operativos - MANTENIMIENTO			Proceso: MANTENIMIENTO MECANICO PLANTA	

- 8.37. Para cada Orden de Trabajo es obligatorio realizar el IPERC.
- 8.38. Cumplir con el reglamento interno de trabajo.
- 8.39. Explicar claramente las consecuencias de trabajar fuera de los límites del proceso y describir los pasos a tomar para corregir o evitar las desviaciones, ver procedimiento **RACS**. Indicando la medida correctiva llenando el formato **Reportes de Acto y Condición Su estándar**.
- 8.40. El uso del EPP es obligatorio, desde el momento que ingresa a su labor (Reloj biométrico).
- 8.41. Solo se podrá operar el equipo si el Personal cuenta con la autorización del Ingeniero (programa de trabajo).
- 8.42. Es obligatorio bloquear con el Lock out - Tag out antes de iniciar el trabajo.
- 8.43. Dejar limpia la zona de trabajo, después de haber concluido el trabajo.
- 8.44. No dejar residuos sólidos en la zona, después de haber concluido el trabajo.

9. REGISTROS

- 9.1. IPERC Continuo.
- 9.2. RACS.
- 9.3. Reportes de Acto y Condición Su estándar.
- 9.4. Atender trabajos de mantenimiento correctivo.
- 9.5. Atender trabajos de mantenimiento preventivo.
- 9.6. Atender reparación y mantenimiento de componentes.
- 9.7. Atender trabajos de mantenimiento predictivo.
- 9.8. Atender trabajos de instalaciones.
- 9.9. Atender mantenimiento de máquinas – herramientas.

10. RIESGOS Y PELIGROS ASOCIADOS DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE.

- 10.1. Equipos en movimiento.
- 10.2. Elementos cortantes
- 10.3. Caída de objetos
- 10.4. Manipulación de materiales
- 10.5. Manejo de herramientas
- 10.6. Proyección de partículas
- 10.7. Ruidos
- 10.8. Gases y vapores
- 10.9. Polvo
- 10.10. Productos químicos
- 10.11. Falta de orden y limpieza
- 10.12. Incorrecta clasificación de residuos
- 10.13. Atrapamiento
- 10.14. Aplastamiento
- 10.15. Caída de personas
- 10.16. Cortes
- 10.17. Exposición al ruido

Elaborado por: JEFE DE MANTENIMIENTO PLANTA	Revisado por: SUPERINTENDENTE DE MANTENIMIENTO	Revisado por: GERENTE DEL PROGRAMA DE SSO	Aprobado por: GERENTE DE OPERACIONES
Fecha: 06/03/2018	Fecha: 07/03/2018	Fecha: 08/03/2018	Fecha: 09/03/2018

Anexo 09: IPERC Inspección de Seguridad (Investigación y evaluación de riesgos)

NOMBRES Y APELLIDOS		FIRMA	MATRIZ DE EVALUACION DE RIESGOS					AREA : _____									
DATOS DE LOS TRABAJADORES PARTICIPANTES DE LA ACTIVIDAD			SEVERIDAD	Catastrófico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	LABOR / LUGAR: _____	
				Fatalidad	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	NIVEL: _____ ZONA: _____
				Permanente	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	EMPRESA: _____
				Temporal	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	FECHA: _____ HORA: _____
				Menor	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	ACTIVIDAD ANALIZADA
			Alto	A	B	C	D	E	1) Actividad Rutinaria								
			Medio	Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Prácticamente imposible	2) Actividades No Rutinarias								
			Bajo	PROBABILIDAD					3) Trabajos de Alto Riesgo								
			Riesgo de exposición:	6 o más colaboradores	3 a 5 colaboradores	1 a 2 colaboradores	3 a 5 colaboradores	1 a 2 colaboradores	4) Otros: _____								
			Frecuencia de exposición al riesgo:	1 a varias veces al día	1 a varias veces al día	1 a varias veces al día	Ocasionalmente	Ocasionalmente	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:								
			Riesgo de exposición:	6 o más colaboradores	3 a 5 colaboradores	1 a 2 colaboradores	3 a 5 colaboradores	1 a 2 colaboradores									
			Frecuencia de exposición al riesgo:	1 a varias veces al día	1 a varias veces al día	1 a varias veces al día	Ocasionalmente	Ocasionalmente									
			Sistema:	Seguridad []	Salud Ocupacional []												
			Condición:	Normal []	Anormal []	Emergencia []											
PELIGRO ¿QUÉ PUEDE DAÑAR? Fuente, Situación o Acto Peligroso / Elemento de Actividad, Producto, Servicio	RIESGO ¿QUÉ PUEDE PASAR? Posible Evento o Exposición Peligrosa	Riesgo Base (Alto, Medio, Bajo)	CONTROLES ¿QUÉ PUEDE HACER? FUENTE: Eliminación, Sustitución, Control de Ingeniería MEDIO: Señalización, Alertas y/o Controles Administrativos RECEPTOR: Equipo de Protección Personal.					Riesgo Residual (Alto, Medio, Bajo)									
		A M B															
SECUENCIA PARA CONTROLAR EL PELIGRO Y REDUCIR EL RIESGO																	
1) Eliminación.																	
2) Sustitución.																	
3) Control de Ingeniería																	
4) Señalización, Alertas y/o Controles Administrativos.																	
5) EPP.																	
DATOS DE LOS SUPERVISORES QUE VERIFICAN LA EJECUCIÓN SEGURA DE LA TAREA																	
HORA	APELLIDOS Y NOMBRES DEL SUPERVISOR					FIRMA	MEDIDA CORRECTIVA (Si hay acto o condición sub estándar) / RECOMENDACIÓN (Si hay algo que mejorar)										

NOTA: Eliminar Peligros es Tarea Prioritaria antes de Iniciar las Operaciones Diarias

Anexo 10: Check List Orden y Limpieza Mantto.

DIVISIÓN MINERA

		CHECK LIST DE INSPECCIÓN DE ORDEN Y LIMPIEZA					
		Código: F-SR-MTO-82			Versión: 01		
Minera del Sur		Tipo de documento: Formato			Página: 1 de 1		
AREA:		EJECUTOR:				FECHA:	
N° ORDEN DE MANTENIMIENTO:		SUPERVISOR:				HORA:	
Instrucciones:							
<ul style="list-style-type: none"> Antes de iniciar el trabajo: Situación en que se encontró el área de trabajo Durante el trabajo: Aspectos en que se mantiene el área de trabajo durante la ejecución de este. Después del trabajo: Aspectos que se dejaron luego de concluir el trabajo. 							
ASPECTO A EVALUAR	ANTES DE INICIAR EL TRABAJO		DURANTE EL TRABAJO		DESPUES DEL TRABAJO.		Observaciones & Evidencias
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
<u>Organización</u>							
En la organización cuentan con objetos como(herramientas, máquinas, materiales, documentos), etc.							
En el área de trabajo cuenta con objetos que pertenecen a otras áreas.							
Se conserva en el área el número necesario de objetos que se usaran.							
Las vías peatonales, escaleras, pasadizos, salidas de emergencia y zonas de equipos de seguridad (extintores, mangueras contra incendios, et.) se encuentran despejadas, facilitando el desplazamiento							
Orden							
Existe una ubicación definida (para las herramientas y repuestos							
Las ubicaciones de los objetos se encuentran rotuladas (gabinetes, estantes, racks, etc.) para mantener el orden de los objetos							
Las vías peatonales, escaleras, pasadizos y salidas de emergencia se encuentran identificadas y señalizadas							
Limpieza							
El área de trabajo se encuentra limpia (piso, paredes, mobiliario, maquinas, etc.), libre de agua, aceite, petróleo, ácidos, desperdicios y otros							
Se designó un lugar específico para la acumulación adecuada de residuos mientras se realiza la tarea.							

Firma del técnico ejecutor

**Anexo 11: Documento para levantar data Disponibilidad diaria en la Planta
Pre Concentrado.**

N°	PARADA DE PLANTA			DISPONIBILIDAD			
	PRE- CONCENTRADO	FECHA	INTERVENCION	HORA INICIO	HORA FIN	DURACION	DISPONIBILIDAD DIARIA
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Anexo 13: Gestión de residuos Sólidos - Norma Técnica NTP – 900.058

Resumen de Norma Técnica NTP 900.058

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 900.058
2005**

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

**GESTIÓN AMBIENTAL. Gestión de residuos.
Código de colores para los dispositivos de acopio de
residuos**

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. Waste Management. Colors for storage containers

**2005-05-18
1ª Edición**

R.0051-2005/INDECOPI-CRT.Publicada el 2005-06-12

I.C.S: 13.020

Precio basado en 10 páginas
ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

GESTIÓN AMBIENTAL. Gestión de residuos. Código de colores para los dispositivos de acopio de residuos

1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana implanta los colores a ser empleados en los mecanismos de acopio de residuos, con el propósito de afirmar el reconocimiento y segregación de los residuos.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

No hay normas establecidas, que sean referencia en la actualidad que contengan los requisitos de la Norma Técnica Peruana.

3. CAMPO DE APLICACIÓN

La presente Norma Técnica Peruana se adapta a todos los residuos ocasionados por las tareas realizadas, menos los residuos radiactivos.

Esta NTP no decreta las características de la herramienta de acopio a emplear, porque dependerá del tipo de residuo, cantidad, tiempo de acopio en el dispositivo, etc.

4. DEFINICIONES

Para los objetivos de esta Norma Técnica Peruana se adaptan las siguientes definiciones:

4.1 **acopio:** Labor de acumular un residuo para después su descomposición y posterior disposición.

4.2 **almacenamiento temporal:** Labor de conservar momentáneamente un residuo para su reaprovechamiento, se entrega al servicio de recolección.

4.3 **disposición final:** Proceso u operación que acondiciona un espacio como etapa final de manejo sanitario y segura ambientalmente.

4.4 **dispositivo de almacenamiento:** Recipiente que está destinado de Recepcionar un residuo, con el objetivo de mantener sus características físicas, químicas y sanitarias.

4.5 **generación:** Actividad o sucesión de tareas que producen residuos.

4.6 **generador:** Individuo natural o jurídico que genera residuos, sea productor, importador, distribuidor o usuario. Los gobiernos municipales identifican al generador real.

4.7 **manejo: Grupo de** Conjunto de procedimientos útiles para la correcta gestión de residuos.

4.8 **reaprovechar:** Volver a alcanzar un beneficio del bien, elemento o parte del mismo que establece un residuo. Se examina como técnica de reaprovechamiento el reciclaje, recuperación o reutilización.

4.9 **reciclaje:** Actividad que ayuda a reaprovechar un residuo, a través de un proceso de transformación para su posterior proceso.

4.10 **recolección selectiva:** Acto de recolectar, trasladar los residuos Anticipadamente agrupados conforme a sus cualidades físicas.

4.11 **recuperación:** Actividad que ayuda a reaprovechar algunas partes de sustancias o componentes que forman parte de residuo.

4.12 **residuo contaminado:** Residuo que al unirse o interactuar con otros, que al mezclarse o interactuar con otros, ha perdido su calidad perjudicando su reaprovechamiento.

4.13 **residuos generales:** Aquellos residuos que por su naturaleza no se pueden reaprovechar.

4.14 **residuos peligrosos:** Son aquellos que por sus cualidades o el manejo al que son o van a ser sometidos representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente. Tienen las siguientes características: auto combustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad.

4.15 **residuos no peligrosos:** Son aquellos residuos producidos en instalaciones o por procesos industriales que no tienen características de peligrosidad, de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.

4.16 **residuo no reciclables:** Residuos ocasionados por la ejecución de diversas actividades, que por la falta de tecnología para su recuperación y/o aprovechamiento o por no tener demanda en un mercado, no pueden ser reciclados.

4.17 **reutilización:** Toda actividad que se puede reaprovechar con el propósito de cumplir el mismo fin por el que fue elaborado.

4.18 **rombo de seguridad:** Símbolo del Sistema de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios de los E.E.U.U. (NFPA por sus siglas en inglés), para representar visualmente la información sobre tres categorías de riesgo: salud, inflamabilidad y reactividad; además del nivel de gravedad de cada uno (expresado en números de 0 a 4). También señala otros riesgos especiales.

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 900.058
3 de 12

4.19 **segregación:** Acto de agrupar determinados residuos o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manipulados de forma especial.

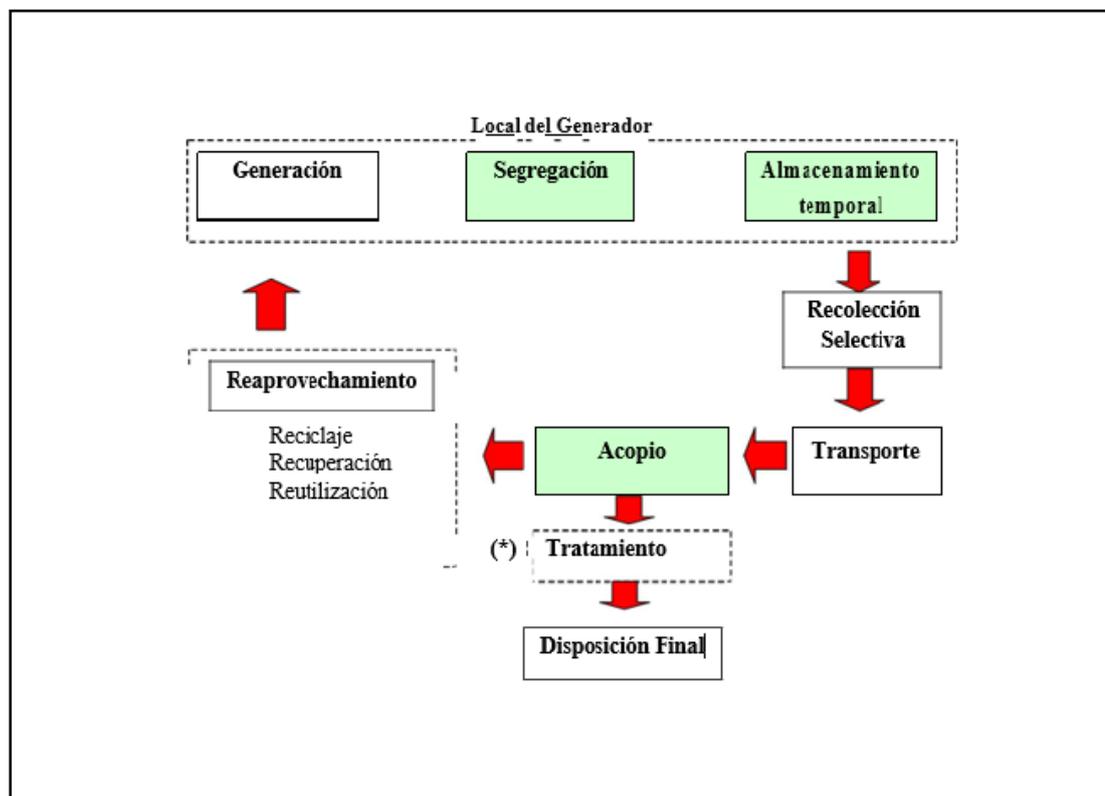
4.20 **transporte:** Actividad de transporte de residuos de un lugar a otro realizada por entidades autorizadas.

4.21 **tratamiento:** Es el proceso, método o técnica que admite transformar las cualidades físicas, químicas o biológicas del residuo, a fin de disminuir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente.

5. CONDICIONES GENERALES

5.1 La presente Norma Técnica Peruana constituye la codificación de colores para dispositivos de acopio, considerando la normatividad nacional vigente.

5.2 Los residuos desde su generación deben ser segregados de manera que ayuden su reconocimiento, para que puedan ser reaprovechados por el mismo generador o en su defecto ser dispuestos adecuadamente. Esta actividad es realizada por el generador y por otros agentes, que participan en la cadena de manejo de residuos. (Véase ilustración 1).



Leyenda:

 Fase donde se adapta el código de colores.

(*) La fase de tratamiento se ejecutará cuando sea ajustable

FIGURA 1 – Cadena de manejo de residuos

6. CÓDIGO DE COLORES

El reconocimiento de colores de los dispositivos de acopio de los residuos es como sigue:

6.1 Residuos reaprovecharles

6.1.1 Residuos no Peligrosos

Color amarillo

Para metales: latas de conservas, café, leche, gaseosa, cerveza. Tapas de metal, envases de alimentos y bebidas, etc.

Color verde



Para vidrio: Botellas de bebidas, gaseosas, licor, cerveza, vasos, envases de alimentos, perfumes, etc.

Color azul



Para papel y cartón: Periódicos, revistas, folletos, catálogos, impresiones, fotocopias, papel, sobres, cajas de cartón, guías telefónicas, etc.

Color blanco



Para plástico: Envases de yogurt, leche, alimentos. etc.



Vasos, platos y cubiertos descartables. Botellas de bebidas gaseosas, aceite comestibles, detergente, shampoo. Empaques o bolsas de fruta, verdura y huevos, entre otros.

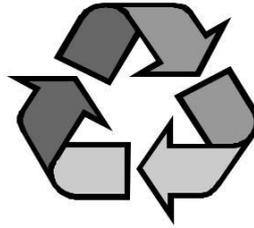
Color marrón



Para orgánicos: Restos de la preparación de alimentos, de comida, de jardinería o similares.

NOTA 1: Si se conoce los fines del residuo y como será utilizado, colocar el símbolo de reciclaje y el rotulado correspondiente al tipo de residuo a almacenar.

NOTA 2: En este rubro no se consideran residuos contaminados con aceites no comestibles, solventes u otros (véase 6.1.2).



**Simbología de
reciclaje**

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 900.058
6 de 12

**6.1.2 Residuos
peligrosos**

Color rojo



Para peligrosos: Baterías de autos, pilas, cartuchos de tinta, botellas de reactivos químicos, entre otros.

6.2 Residuos no Re aprovechables

6.2.1 Residuos no peligrosos

Color negro



Para generales: Todo lo que no se puede reciclar y no sea catalogado como residuo peligroso: restos de la limpieza de la casa y del aseo personal, toallas higiénicas, pañales desechables, colillas de cigarros, trapos de limpieza, cuero, zapatos, entre otros.

**6.2.2 Residuos
peligrosos**

Color rojo



Para peligrosos: Escoria, medicinas vencidas, jeringas desechables, entre otros.

NOTA 3: Los dispositivos de acopio deben utilizar el símbolo de reciclaje si el residuo puede ser reaprovechado.

NOTA 4: Ciertos residuos peligrosos podrían ser reaprovechados, siempre y cuando su manejo sea cumpliendo la normatividad vigente. En este caso se debe evitar ser mezclados con otro tipo de residuo, ya que podría generar mezclas explosivas, corrosivas, reactivas, oxidantes entre otros.

NOTA 5: Los residuos re aprovechable que se encuentren dentro del rubro mencionado en el apartado 6.1.1 pueden adoptar estos colores, añadiendo símbolos como el de reciclaje y colocando específicamente el tipo de residuo a reaprovechar.

Por ejemplo: Como resultado de la fabricación de productos de PET podría generar residuos de este mismo, el cual puede volver al ciclo de la producción o por sus características puede ser vendido para otros fines. véase Figura 2).

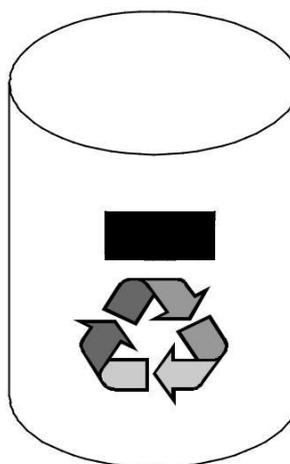


FIGURA 2 - Ejemplo de identificación del dispositivo de almacenamiento de residuos

NOTA 6: Para el caso de residuos peligrosos se adoptará el mismo color que se hace referencia en los apartados 6.1.2. y 6.2.2. (Véase Anexo A y B).



F Facilmente
Inflamable

Las sustancias y preparados que:
1. Que puedan calentarse e inflamarse en el aire a temperatura ambiente sin aporte de energía, o



N Peligroso para
el medio
ambiente

Las sustancias y preparados que presenten o puedan presentar un peligro inmediato o futuro para uno o más componentes del medio ambiente.



E Explosivo

Las sustancias y preparados sólidos, líquidos, pastosos, o gelatinosos que, incluso en ausencia de oxígeno atmosférico, puedan reaccionar de forma exotérmica con rápida formación de gases y que, en determinadas condiciones de ensayo, detonan, deflagran rápidamente o bajo el efecto del calor, en caso de confinamiento parcial, explosionan.



O Comburente

Las sustancias y preparados que, en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables, produzcan una reacción fuertemente exotérmica.



Xn Nocivo

Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.



Xi Irritante

Las sustancias y preparados no corrosivos que, en contacto breve, prolongado o repetido con la piel o las mucosas puedan provocar una reacción inflamatoria

ANEXO B (INFORMATIVO)



**ROMBO DE
SEGURIDAD**

ROJO: Indica el grado de inflamabilidad de los materiales y el riesgo está clasificado del 0 al 4.

- 0: Riesgo mínimo (no arden y es estable)
- 1: Riesgo ligero y arde arriba de los 93.3 °C
- 2: Riesgo moderado arde arriba de los 37.8 °C
- 3: Riesgo alto arde arriba de los 23°C
- 4: Riesgo severo arde abajo de los 23°C.

AMARILLO: Indica el grado de reactividad de materiales

- 0: Riesgo mínimo - estable
- 1: Riesgo ligero - inestable con calor
- 2: Riesgo moderado - presenta cambios químicos violentos sin estallar.
- 3: Riesgo alto - Explotan con grandes fuentes de ignición o reaccionan violentamente
- 4: Riesgo severo - Explotan a temperatura ambiente y presión normal.

AZUL: Indica el grado de riesgo a la salud

- 0: Riesgo mínimo (material normal)
- 1: Riesgo ligero (riesgo leve)
- 2: Riesgo Moderado (peligroso)
- 3: Riesgo Alto (extremadamente peligroso)
- 4: Riesgo Severo

BLANCO: Se coloca los riesgos específicos.



**Anexo 14: Manual Mantenimiento equipo: Zaranda Vibratorio – Pre
Concentrado.**

**MECANISMO
VIBRATORIO
V10 – ACEITE
MS-103**

Rev.00

diciembre/2017

*Siga obligatoriamente las
recomendaciones del Manual de
Seguridad M 324*

3.2 Condiciones Generales

- Nunca exceda los niveles de aceite que fueron definidos en el proyecto del equipo.
- La temperatura del aceite lubricante no debe exceder la temperatura ambiente a más de 50° C (122F), después de 100 horas de funcionamiento.
- Durante las primeras 100 horas de operación la temperatura del aceite lubricante no debe exceder la temperatura ambiente más de 60°C (140F)



3.3 Lubricación de los laberintos

Los laberintos tienen la función de evitar la penetración de polvo en las juntas y dañarlas. Se debe inyectar grasa hasta que transborde por el laberinto en un periodo de 100 horas.



3.4 Rodajes – Consideraciones generales

- La vida útil está directamente relacionada con el mantenimiento y la atención brindada por el usuario.
- Los rodamientos para la aplicación de los equipos de vibración tienen una construcción especial. Siempre consulte con el proveedor en el momento de la compra.
- Los rodamientos con las mismas dimensiones externas, pero inadecuados a este uso tendrán un rendimiento más bajo de lo esperado.
- Para el éxito de la sustitución de los rodamientos se debe tener el máximo cuidado posible y limpieza extrema.



4 MONTAJE Y DESMONTAJE

Para instalar o retirar los vibradores se recomienda, por lo menos un tecele de elevación manual de 500 kg.

El eje es la pieza más pesada, pero por lo general se mantiene dentro de la tubería, en raras ocasiones se requiere su reemplazo.

La pieza manipulada con mayor frecuencia es el descanso, para reemplazar los rodamientos.

Se recomienda la retirada de los descansos del vibrador para proceder a su desmontaje en un lugar conveniente, limpio y sin polvo.



- Mantenga el eje suspendido a través de un cable, colocando un ojal M20, en la rosca existente en el extremo del eje.
 - Después de esta operación, continúe retirando gradualmente el descanso hasta que el mismo se aleje de los lados.
 - Instale un segundo cable de levantamiento para el eje entre el descanso y el lateral del equipo, manteniendo levantado el eje, afloje el cable anterior para liberar el descanso.
-

4.1 Desmontaje

Siga algunas orientaciones para facilitar el mantenimiento:

- Todos los componentes del vibrador tienen montaje deslizante, excepto el rodamiento del descanso
- Inicie el desmontaje con la retirada de los contrapesos. Si su máquina posee dos ejes o más, identifique antes los contrapesos y sus posiciones relativas, para garantizar su reinstalación.



- Retire la llave del eje para acceder a las bridas externas e internas.
- El flange interno posee dos orificios roscados que funcionan como extractor.
- Retire el tornillo del flange y coloque dos de ellos en los agujeros de extracción y apriete. La brida interna saldrá trayendo la interna junta.
- Así como el flange (brida), el descanso también tiene agujeros.
 - Quite los tornillos del descanso, coloque dos de ellos en los agujeros, apriételos y el descanso saldrá.

AVISO

Nunca apoye el eje en el tubo de protección si el descanso del lado opuesto está montado, podría dañar los sellos laberintos.

Retire los rodamientos de los descansos con una prensa hidráulica.

Para instalar rodamientos nuevos, caliente el descanso en un baño de aceite o en el horno, hasta 120° C (250°F). Nunca use un soplete u otro método que dirija una llama contra el rodamiento ya que puede causar daño.

Coloque el rodamiento en el descanso y deje enfriar lentamente a temperatura ambiente,

4.2 Montaje

Para el montaje, proceder de forma inversa a lo descrito en la sección de desmontaje.

No olvidar que antes de montar la brida interior



Extracto de manual de mantenimiento de zaranda vibratoria METSO V-10 / M103