

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

**Propuesta de gestión de mantenimiento para
mejorar la productividad del tambor lavador en la
Sociedad Minera El Brocal S. A. A., 2023**

Derlin Plasencia Cancino
Miguel Angel Montes Bernardo

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Walter Mendoza Bacilio
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 19 de noviembre de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

1 Título:

PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL TAMBOR LAVADOR, EN LA SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A. 2023

2 Autores:

1. Miguel Angel Montes Bernardo – EAP. Ingeniería Industrial
2. Derlin Plasencia Cancino – EAP. Ingeniería Industrial

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completada las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 17 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores SI NO
Nº de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"): **01**
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos - RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

**La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a
publicación)**

ASESOR (A)

ING. WALTER MENDOZA BACILIO

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirnos disfrutar y sobre todo tener a nuestras familias, gracias a ellos por apoyarnos en cada proyecto y decisión, en esta oportunidad por apoyarnos en realizar esta tesis. Gracias a la UNIVERSIDAD CONTINENTAL y la plana docente, que estuvo durante todo el proceso de formación profesional, por creer en nosotros, se tuvo muchas dificultades para lograr este objetivo; pero hoy vemos los resultados que son positivos para nosotros. Una vez más agradecer a Dios por permitirnos vivir y disfrutar de cada día, no fue nada sencillo el camino, pero gracias a los aportes de los docentes, a su comprensión a su buena voluntad; lo complicado se está tornando un tanto fácil, he aquí el resultado. Agradecemos del mismo modo el gran aporte en nuestro desarrollo profesional al docente Ing. WALTER MENDOZA BACILIO quien, con su sapiencia, temperamento y sobre todo paciencia nos supo conducir de la manera más correcta posible.

DEDICATORIA

A Dios creador del universo quien nos dio el don de la vida y el privilegio de estudiar en esta gran institución educativa, como es la UNIVERSIDAD CONTINENTAL, de quien nos sentimos sumamente orgullosos por su alta calidad de enseñanza y prestigio.

A nuestras familias, esposas e hijos quienes con su apoyo nos motivaron a obtener este logro tan importante.

A mi país, ya que me brinda la oportunidad de poder desarrollar los conocimientos adquiridos durante mi carrera profesional, con ello deseamos aportar el crecimiento del país.

INDICE

ASESOR (A).....	1
AGRADECIMIENTO.....	5
DEDICATORIA.....	6
RESUMEN.....	12
ABSTRAC.....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPITULO I.....	15
1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.1 Planteamiento del problema.....	15
1.1.1 Planteamiento del problema.....	15
1.1.2 Problema general.....	15
1.1.3 Problemas específicos.....	15
1.2 Objetivos.....	16
1.2.1 Objetivo general.....	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	16
1.3 Justificación e importancia.....	16
1.3.1 Justificación.....	16
1.4 Limitaciones de la investigación.....	17
1.5 Delimitaciones de la investigación.....	18
1.5.1 Delimitación temporal.....	18
1.5.2 Delimitación espacial o geográfica.....	18
1.5.3 Delimitación demográfica.....	18
1.6 Hipótesis y descripción de variables.....	19
1.6.1 Hipótesis.....	19
1.6.2 Hipótesis específicas.....	19

1.6.3	Descripción de variables	19
CAPITULO II.....		21
2	MARCO TEÓRICO.....	21
2.1	Antecedentes de la investigación	21
2.1.1	Antecedentes internacionales	21
2.1.2	Antecedentes nacionales	23
2.1.3	Antecedentes regionales y locales.....	25
2.2	Bases teóricas	28
2.2.1	Mantenimiento	28
2.2.2	“Mantenimiento Lean”	28
2.2.3	Gestión de Mantenimiento	30
2.2.4	Indicadores de gestión de mantenimiento.....	31
2.2.5	Asignación de Recursos de Mantenimiento.....	33
2.2.6	Los costos de mantenimiento	33
2.2.7	Evaluación Económica.....	35
2.2.8	Diagrama de Pareto	35
2.2.9	Productividad	36
2.2.10	Planificación de recursos humanos	38
2.2.11	Planificación de recursos materiales	39
2.2.12	Tambor Lavador de mineral.....	41
CAPITULO III.....		47
3	METODOLOGÍA.....	47
3.1	Método y alcance de la investigación	47
3.1.1	Método de la investigación.....	47
3.1.2	Alcances de la investigación	47
3.1.3	Diseño de la investigación	48
3.2	Población y muestra	48

3.2.1	Población	48
3.2.2	Muestra	49
3.3	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	49
3.3.1	Técnica	49
3.3.2	Instrumento	49
CAPITULO IV		50
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
4.1	Diagnóstico de la realidad actual de la empresa	50
4.1.1	Descripción de la empresa.....	50
4.1.2	Situación actual de la empresa.....	54
4.1.3	Diagnóstico situacional	58
4.2	Resultados de la encuesta aplicada a los encargados del área de mantenimiento.	61
4.3	Diseño de estrategias.....	65
4.3.1	Mejora en las herramientas de Gestión de Mantenimiento.....	66
4.3.2	Mejora de las Tácticas de Mantenimiento en Paradas de Planta	67
4.4	Evaluación económica y financiera	73
4.4.1	Aspectos administrativos	75
4.4.2	Presupuesto económico.....	75
4.5	Plan de ejecución	87
4.6	Resultados del tratamiento y análisis de la información	111
CONCLUSIONES		91
RECOMENDACIONES.....		92
BIBLIOGRAFÍA.....		93
5	ANEXOS	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las variables.....	20
Tabla 2 Análisis de costos de mantenimiento	33
Tabla 3 Sistema Administrativo de Gestión de Recursos Humanos.....	39
Tabla 4 Retrasos en el mantenimiento	59
Tabla 5 Actividades realizadas en el mantenimiento	60
Tabla 6 Tiempo que lleva realizando mantenimiento de planta concentradora	61
Tabla 7 Problemas más frecuentes en el tambor lavador.....	62
Tabla 8 Área de procesamiento de mineral con mayor porcentaje en dificultades en la ejecución del mantto	63
Tabla 9 Mejoras realizadas en los mantenimientos	64
Tabla 10 Parada menor dimensionamiento del tiempo.....	77
Tabla 11 Parada mayor dimensionamiento del tiempo.....	78
Tabla 12 Presupuesto económico de la parada menor – mano de obra.....	79
Tabla 13 Presupuesto económico de la parada menor – uniforme y EPP`s.....	80
Tabla 14 Presupuesto económico de la parada menor – Transporte	81
Tabla 15 Presupuesto económico de la parada menor – Diversos.....	81
Tabla 16 Presupuesto económico de la parada menor – Resumen de los costos	81
Tabla 17 Presupuesto económico de la parada mayor – mano de obra.....	82
Tabla 18 Presupuesto económico de la parada mayor – uniforme y EPP`s.....	83
Tabla 19 Presupuesto económico de la parada mayor – Transporte.....	84
Tabla 20 Presupuesto económico de la parada mayor – Diversos	84
Tabla 21 Presupuesto económico de la parada mayor – Resumen de los costos	85
Tabla 22 Presupuesto Anual del Plan de Mejora de productividad.....	85
Tabla 23 Plan de ejecución de la primera prueba con una simulación del nuevo plan.....	88
Tabla 24 Plan de ejecución para paradas menores.....	89
Tabla 25 Plan de ejecución para paradas menores.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tipos de residuos del Lean Maintenance	29
Figura 2 Diagrama de Pareto.....	36
Figura 3 Tambor Lavador en el proceso de molienda.....	41
Figura 4 Liners de Tambor Lavador.....	42
Figura 5 Principales partes del tambo lavador.....	43
Figura 6 Esquema del Tambor Lavador en el proceso del mineral.....	45
Figura 7 Ubicación de la Sociedad Minera El Brocal	50
Figura 8 Reservas y mineral tratado ANUAL	51
Figura 9 Capacidad de tratamiento DIARIO.....	52
Figura 10 Organigrama de la Empresa Sociedad Minera El Brocal S.A.A.	54
Figura 11 Reparación de fisuras del tambor lavado.....	56
Figura 12 Reparación de fisuras del tambor lavador	56
Figura 13 Causas que originan la demora - Árbol de problemas	57
Figura 14 Problemática en la gestión de mantenimiento - Diagrama de Ishikawa.....	58
Figura 15 Retrasos en el mantenimiento del tambor lavador.....	59
Figura 16 Actividades realizadas en el mantenimiento	61
Figura 17 Gráfico de tiempo que lleva realizando mantenimiento de planta concentradora	62
Figura 18 Problemas más frecuentes en el tambor lavador.....	63
Figura 19 Área de procesamiento de mineral con más problemas en la ejecución del mantto	64
Figura 20 Mejoras realizadas en el mantenimiento.....	65
Figura 21 Mejora de una parada de planta.....	68
Figura 22 Proceso de mantenimiento preventivo.....	70
Figura 23 Mejora de los protocolos de mantenimiento	71
Figura 24 Mejora de planeamiento preventivo	73

RESUMEN

El desarrollo de la presente tesis trata sobre la propuesta de gestión de mantenimiento para mejorar la productividad del tambor lavador en la sociedad minera El Brocal S.A.A., en el cual se podrá identificar la causa raíz de las fallas más comunes del tambor lavador, buscando reducir el tiempo de mantenimientos preventivo y correctivo para poder mejorar la productividad del tambor lavador de la sociedad minera El brocal S.A.A.

El estudio de desarrolló de la presente tesis es no experimental, ya que consideramos variables básicamente teóricas, y con un enfoque cuantitativo, desarrollado con un alcance descriptivo, deductivo. El diseño es metodológico ya que se evidencia los beneficios después de la propuesta de gestión de mantenimiento, en este estudio se tomó como muestra un solo tambor lavador.

En la presente investigación se presenta la situación actual del tambor lavador en la compañía minera El Brocal realizando un diagnóstico de las fallas que se presentan con mayor frecuencia y su impacto en el proceso productivo de la empresa.

De la propuesta de gestión de mantenimiento se han identificado las causas que originan las demoras y consecuentemente la inoperatividad del tambor lavador y poder tomar acciones correctivas, seleccionando la información pertinente sobre el procedimiento de cambio de liners de la máquina de lavado, así mismo enfocándonos en el mantenimiento Lean se han identificado los principales desperdicios durante los mantenimientos realizados en el tambor lavador, planteando las mejoras correspondiente luego de la propuesta de gestión de mantenimiento se podría mejorar la productividad en un 15%.

Palabras clave: Gestión de mantenimiento, tambor lavador, liners.

ABSTRACT

The development of this thesis deals with the maintenance management proposal to improve the productivity of the scrubber drum in the mining company El Brocal S.A.A., in which the root cause of the most common failures of the scrubber drum can be identified, seeking to reduce the preventive and corrective maintenance time to improve the productivity of the washing drum of the mining company El Brocal S.A.A. The study developed in this thesis is non-experimental, since we consider basically theoretical variables, and with a quantitative approach, developed with a descriptive, deductive scope. The design is methodological since the benefits are evident after the maintenance management proposal. In this study, a single washing drum was taken as a sample.

In this investigation, the current situation of the scrubber drum in the El Brocal mining company is presented, making a diagnosis of the failures that occur most frequently and their impact on the company's production process.

From the maintenance management proposal, the causes that cause the delays and consequently the inoperability of the washing drum have been identified and corrective actions can be taken, selecting the pertinent information on the procedure for changing the liners of the washing machine, also focusing on Lean maintenance has identified the main waste during the maintenance carried out on the washing drum, proposing the corresponding improvements after the maintenance management proposal, productivity could be improved by 15%.

Keywords: Maintenance management, washing drum, liners.

INTRODUCCIÓN

En la compañía minera El brocal cuenta con una planta de concentrado de mineral en donde se procesa minerales como el Cobre, Plata, Plomo y Zinc, la productividad en la planta es muy exigente, a razón de ello la organización centra sus esfuerzos en contar con las mejores estrategias de mantenimiento para los equipos que se cuentan actualmente, uno de las estrategias del área de mantenimiento es realizar paradas de planta para poder corregir las fallas potenciales y funcionales que se puedan presentar en los equipos de planta concentradora en este punto, los trabajos que se realizan tienen muchos desperdicios de tiempo y en ocasiones desperdicios de repuestos y materiales, todo esto debido a la mala planificación de los trabajos de mantenimiento en las previas y durante las paradas de planta.

En la presente investigación se realiza un estudio de los desperdicios que se tienen durante estas paradas de planta en específico el tambor lavador, por lo que se utilizan metodologías de mantenimiento tales como Lean Maintenance, Diagrama de Pareto, Ishikawa y otros. Con la propuesta se busca perfeccionar los tiempos de mantenimiento del tambor lavador de minerales el cual del estudio se ha encontrado que es un equipo crítico para la planta, reduciendo costos en Mano de obra, repuestos, materiales y lo que es más importante contar con mayor disponibilidad de la planta para mejorar la productividad de la Compañía minera El Brocal.

Nuestra tesis está comprendida en 4 capítulos. El I Capítulo describe la necesidad y se fundamenta el problema, posteriormente se plantean los objetivos de la tesis. En el capítulo II se presentan los antecedentes de la tesis que se tomaron como referencia para poder desarrollar la propuesta de gestión de mantenimiento. En el capítulo III se menciona la metodología de investigación. En el capítulo IV se muestran los resultados y se analiza los datos y se define la propuesta de gestión de mantenimiento. Finalmente, se mencionan las conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO 1

3 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

4.1.1 Planteamiento del problema

Actualmente la empresa Minera El Brocal S. A. A. cuenta con un tambor lavador que se emplea para lavar la roca triturada procedente del chancado primario que contiene una arcilla pegajosa, dura y de grano fino, el trabajo de limpieza constante y pesado desgasta esta máquina desde sus componentes como Liners interiores, así también presenta fisuras en la extensión del tambor, debido a esto se tienen paradas en el proceso, generándose hasta tres paradas en un mes, esto ya resulta ser crítico para el proceso productivo, al no contar con una gestión de mantenimiento bien implementada se presentan fallas en diferentes puntos de la máquina, generando un impacto negativo en la producción, reduciendo su confiabilidad a un 70% aproximadamente. La falta de recursos y la falta de información en los manuales del tambor lavador, se presentan las dificultades en los mantenimientos preventivo y correctivos, generando más tiempo en el proceso de reparación, y como consecuencia disminuye la productividad.

4.1.2 Problema general

¿Cómo realizar una propuesta de gestión de mantenimiento para mejorar la productividad del tambor lavador, en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. 2023?

4.1.3 Problemas específicos

- ¿Como reducir el tiempo de cambio de liners del tambor lavador en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. 2023?
- ¿Como disminuir los costos de mantenimiento en la productividad del tambor lavador, de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. 2023?
- ¿Qué indicadores de mantenimiento serán clave para mejorar la productividad del tambor lavador, en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. 2023?

3.1 Objetivos

4.1.4 Objetivo general

Realizar la propuesta de gestión de mantenimiento para mejorar la productividad del tambor lavador, en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. 2023.

4.1.5 Objetivos específicos

- Reducir el tiempo de cambio de liners del tambor lavador en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. 2023.
- Disminuir los costos de mantenimiento en la productividad del tambor lavador, de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. 2023.
- Identificar indicadores clave de mantenimiento para mejorar la productividad del tambor lavador, en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. 2023

3.2 Justificación e importancia

4.1.6 Justificación

En este estudio se busca mejorar la gestión de mantenimiento para el tambor lavador considerado equipo crítico en el proceso productivo de la compañía minera El Brocal S.A.A. Con el uso de las herramientas de mantenimiento que se plantearan en buscar obtener una mayor confiabilidad del tambor lavador para incrementar la productividad del proceso productivo, evitando así paradas intempestivas interrumpiendo la producción y afectando el forecast planificado, con una mejor planificación se optimizará los tiempos del mantenimiento, eliminando los desperdicios en los procesos de mantenimiento.

a. Técnico

A nivel práctico, este estudio se realiza por la necesidad de mejorar el desarrollo de mantenimiento mediante la reducción del tiempo de mantenimiento en el cambio de Liners, eliminar los tiempos en que no agregaba valor al proceso de mantenimiento a la máquina de lavado de mineral, teniendo presente que dichas reducciones de sobrecargas en tiempo se reflejan en las cantidades de mineral procesado y repercutirá a

su vez en el resultado de los procesos y cantidades de mineral obtenido en el área de chancado.

b. Económico

Esta investigación contribuye a identificar las causas que originan el tiempo de demora e inactividad y poder tomar acciones correctivas, seleccionando la información pertinente sobre este desarrollo para el cambio de liners de la máquina de lavado, causas como la demora en la entrega de insumos necesarios de materiales y herramientas a ser empleados en este proceso de mantenimiento, así mismo identificar los inconvenientes que se presentan en el aspecto del recurso humano, para posteriormente ser tratado y crear metodologías que permitan la superación de estos inconvenientes.

c. Social

A nivel social, en este proceso de mantenimiento la participación de los operarios y los trabajadores de mantenimiento es fundamental, quienes están en riesgo de accidentes laborales ocasionados por la organización de las tareas, o algún inconveniente generado por la mala planificación de los elementos intervinientes como las máquinas herramientas o materiales, por lo tanto al reducir las causas de las demoras también se estará reduciendo los riesgos laborales de quienes participan en la operación de mantenimiento de liners de la máquina en mención y los efectos secundarios que genera este tipo de acontecimientos negativos, esta mejora se reflejará en el cuidado de la integridad de los trabajadores, el cuidado de los bienes de la empresa y desarrollo regular de las actividades en el área de chancado.

3.3 Limitaciones de la investigación

Las limitaciones que se tuvo en la presente investigación respecto a las referencias bibliográficas parecidos sobre el tema de la tesis, puesto que el tambor lavador no es común en todas las plantas concentradoras de minerales. Así mismo una limitante es obtener información confidencial de la empresa, los datos que se muestran en la tesis se obtuvieron durante mi estadía laboral en la mencionada compañía minera.

3.4 Delimitaciones de la investigación

4.1.7 Delimitación temporal

El presente trabajo de investigación se elaboró con fecha de información de 20 de octubre del 2023. El estudio e investigación se desarrolló en las instalaciones de la Sociedad Minera el Brocal.

4.1.8 Delimitación espacial o geográfica

La investigación se llevará a cabo en la planta de procesamiento de plata en la sociedad minera El Brocal S.A.A, el cual se encuentra ubicado en el distrito de Tinyahuarco, provincia de Pasco, departamento y región de Pasco, Perú.

4.1.9 Delimitación demográfica

Esta investigación va dirigida a las áreas de procesos y mantenimiento, en la sociedad minera EL BROCAL, el segmento de mercado utilizado para interiorizar esta problemática es primordialmente a todo aquel trabajador, persona, responsable de la utilización de la máquina. Asimismo, a terceros responsables quienes con capacitación y entrenamiento brindan un soporte para el buen desempeño de la planta, el desarrollo económico está sostenido por un entorno de operaciones responsable y de progreso social. A diario estamos comprometidos con la solución de problemas que se presentan en lo ambiental, social y económico, tomando las medidas de acción para hallar soluciones optimas y que sean notificadas oportunamente.

Diferentes acciones concretas se han tomado para hallar los problemas y desafíos que se relevan, las políticas generales han sido alineadas con los principios del Pacto Mundial, hemos fortalecido nuestro Código de Conducta que hoy se considera las mejores prácticas de gobierno y nuestros Principios de Desarrollo Sostenible Empresarial (PDSE) incorporan los principios y estándares del Pacto Mundial de la ONU, Código de Conducta de Sociedad Minera El Brocal S.A.A., Código de Conducta de la Sociedad Nacional Minería, Petróleo y Energía, BGC de las sociedades peruanas de CONASEV y BVL, Estándares de certificación: ISO 14001, OHSAS 18001 e ISO 9001, la Ley Sarbanes-Oxley de los EEUU y el Marco

de Control COSO así como también la Iniciativa para la Transparencia de la Industria Extractiva (EITI).

Cada año logramos certificaciones de los estándares vinculados a los temas de Seguridad y salud, Calidad, Ambiente; así como en temas de Gobierno, Riesgos y Control.

Todos nuestros proyectos son ejecutados a cabo, solo si conseguimos los permisos correspondientes como son de las autoridades locales y regionales, así como de la comunidad, realizando los respectivos estudios de Impacto Ambiental.

3.5 Hipótesis y descripción de variables

1.6.1 Hipótesis

Con la propuesta de gestión de mantenimiento mejorará la productividad del tambor lavador, en La Sociedad Minera El Brocal 2023.

1.6.2 Hipótesis específicas

- Con la propuesta de gestión de mantenimiento reducirá el tiempo de cambio de liners del tambor lavador en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. 2023.
- Con la propuesta de gestión de mantenimiento disminuirá los costos de mantenimiento en la productividad del tambor lavador, en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. 2023.
- Con la propuesta de gestión de mantenimiento identificará indicadores de mantenimiento podrán mejorar la productividad del tambor lavador, de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. 2023.

1.6.3 Descripción de variables

- **Variables**

Variable Independiente: Gestión de Mantenimiento

Variable Dependiente: Productividad

Tabla 1 Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE: GESTION DE MANTENIMIENTO	La gestión de mantenimiento es el conocimiento y dominio de herramientas de selección y renovación de equipos, planeamiento y administración de las operaciones, así como la disponibilidad de personal, su preparación y capacidad para tomar mejores decisiones, optimizando la vida útil de la maquinaria y equipos, por lo tanto, la mejora de la productividad y el ahorro de costos.	Tiempo de mantenimiento	MTRR
		Asignación de recursos de mantenimiento	Cantidad por tipo de recurso
		Procedimientos operativos	% Planificación de tareas
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Una eficiencia de recursos en el trabajo, tierra, capital, o materiales, uso eficiente de la información en la producción de bienes y servicios, posibilitando el aumento de la producción a partir del mejor empleo de los factores productivos mencionados.	Producción	Pesaje por día
		Evaluación económica	Costo de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 2

4 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

4.1.10 Antecedentes internacionales

En este trabajo de tesis de investigación está dirigido básicamente para el personal que está directamente involucrado en el mantenimiento del tambor lavador, de la empresa en referencia y contratistas.

Según, JJ San Martín Quizhpi, *“Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento para la empresa Cerámica Andina C.A.”* 2013, pp. 45-48; para la obtención del título de Ingeniero Industrial, está orientado a la gestión e ingeniería de mantenimiento, describe la situación actual y su problemática que es el mantenimiento orientado a las rectificaciones es decir correctivo la falta de inventario de repuestos así mismo la falta de un adecuado presupuesto viéndose en la necesidad de dismantelar una máquina para dar soporte a otras máquinas, por ello plantea una alternativa de un sistema de gestión eficiente, se orienta los primeros pasos en la estructuración en el área de mantenimiento planteándose la visión, misión, valores, los objetivos así como estrategias y alcance que la gestión de mantenimiento tendrá, menciona además que la empresa fue creada en el año de 1966 y que gran parte de la maquinaria está considerada en estado regular y malo. También se desarrolla la información técnica de la maquinaria y se plantea formatos y parámetros necesarios de documentación de soporte para la propuesta de gestión, considerando la estandarización de mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo, correctivo y autónomo, se desarrollara indicadores de desempeño en esta área y su gestión correspondiente, considera además que es necesario elevara este sistema de gestión a una forma de mantenimiento asistido por computadora con un programa adecuado. (1)

Según el estudio de investigación por E Guerra-López, *“Asociación entre el mantenimiento, la productividad, y el reemplazo del equipamiento minero en la gran minería”*, 2019 sobre las operaciones

fundamentales que son partes de las labores de minería, destaca el de optimizar los recursos, siendo el objetivo principal de este estudio, la de establecer la relación que existe entre el mantenimiento, la eficiencia y el cambio de equipos mineros, partiendo del análisis de su rendimiento del trabajo en la gestión de recursos que se requieren, así como la explicación del flujo de procesos de la gran minería, determinando los equipos mineros que intervienen en el transcurso de la explotación minera, para ello se ha realizado un trabajo de investigación de campo, donde se aplicó la técnica, en que el resultado más sobresaliente fue el cálculo del índice de eficiencia total de los equipos de excavación carga, transporte, y buldócer en su sexto año de trabajo en mina, se encontró valores respectivamente son de 51.8 %, 48.9 % y 55.49 %, observándose la baja eficiencia en flota de máquinas sobre los 44.13% y el 51,03%. las fundamentales causas que han contribuido en la disminución de dicho índice de eficiencia esta las faltas en el cumplimiento de los programas de mantenimiento, acrecentada por, que a su vez tiene relación directa con el tipo de obtención de cada equipo, el manejo de los recursos en operaciones de mantenimiento, así como la decisión del momento preciso para su reemplazo. (2)

Según, Altamiranda Narvárez "*Mejoramiento de los procesos de gestión de mantenimiento del año 2020 para la empresa Químicos Jescon S.A.S en la ciudad de Montería – Córdoba*"; 2020, estableció como objetivo principal de mejorar la gestión de mantenimiento para el año 2020 de la empresa Químicos Jescon S.A.S en la ciudad de Montería – Córdoba, además, la metodología utilizada para llevar a cabo la investigación fue de enfoque cualitativo, de tipo descriptivo, con un método inductivo – deductivo. Teniendo como resultados esperados Jescon S.A.S tiene algunas debilidades en planificación y gestión de mantenimiento, uso de herramientas logísticas y manejo de indicadores logísticos, lo que puede afectar su desempeño y nivel de confiabilidad frente a los clientes. (3)

La investigación descrita por Martínez-López *“Mejoramiento de procesos de reposición y control de inventarios -estudio de caso para la maximización del valor del mercado de la empresa Asia Bartolina”*, 2020, planteó hacer una propuesta en el mejoramiento de los procesos de reposición y control de inventarios, en el estudio se establece la cantidad de compra de productos para prevención de pérdidas de ventas con el fin incrementar el valor de mercado de la empresa Asia Bartolina, así mismo, se utilizó como metodología un punto de vista descriptivo y analítico sobre el desarrollo de control y reposición de inventarios, también se utilizaron documentos de seguimiento así como las listas de chequeo, entrevistas realizadas a las respectivas áreas, se utiliza la aplicación del análisis de Pareto para obtener información real para corroborar la información con la que se contaba, finalmente, como resultado se consiguió aumentar los ingresos lo que a su vez impacta en la valoración de la empresa ya que cumple con la finalidad de la valoración. (4)

4.1.11 Antecedentes nacionales

En el estudio de, B Soberanes López *“Análisis de agentes operativos y la influencia en la eficiencia del desarrollo de desmonte de minerales y traslado en el NV 4025 de la Compañía Minera Argentum, UEA codiciada, explota Pb, Cu, Ag y Zn”*, 2020. En las tareas de traslado de desmontes y minerales se encuentra a cargo de la contratista Multicosailor, uno de los objetivos de la investigación es analizar e identificar los factores operantes que influyen en la productividad de la flota de volquetes y su servicio de traslado del mineral y desmonte, para ello se emplearan los modelos estadísticos y la examinación directa para medir su influencia en la productividad donde se proyecta 2 partes (4)

El trabajo de investigación por Marca Saico, *“Gestión del área mantenimiento para incrementar la productividad en una empresa minera del sur”*, 2021 (5), para titulación como Ingeniero Industrial, el

área de servicio de tractores y prensas de esta empresa minera, el problema son los altos costos de producción del área que indican claramente la operación en un servicio específico, a base de Drive Roller sin talud residual, la flota de 6 molinos de tracción con que se cuenta tenía poca disponibilidad, la meta estaba prevista en un 90%, que en esta flota resultó ser su uso solo un 33% en un turno de una hora, pero el equipo tenía que estar listo y en funcionamiento. Los costos de vida útil excedieron el 17% a lo planificado en la muestra analizada, siendo la razón de la falla constante de los cojinetes de vibración y pivotes de estos rodillos de tipo compacto. Esta investigación es de tipo descriptiva y cuenta con un diseño no experimental al no manipular la variable independiente ni la dependiente. Posterior a realizar las mejoras fue significativo los cambios, los costos de mantenimiento programado y no programado presentaron una reducción considerable, con ello la disponibilidad de flota ha mejorado, el caso de consumo de combustible se redujo considerablemente, así mismo el proceso productivo y su rendimiento en el área se vio beneficiado.

En la investigación sobre Rojas Rupay, *“Incremento de throughput en la etapa de molienda SAG en optimizar variables de la función selección y fractura, en la Compañía Minera Antamina S.A. – 2019”* (6), trata de demostrar un posible eficiente desempeño del molino en sus operaciones y la calidad del trabajo, mejorando sus productos, teniendo como base sus objetivos y su política como en grandes compañías mineras, producción con calidad, la finalidad que tiene el presente trabajo de investigación es poner a disposición los pasos a seguir en la optimización del molino SAG para mejorar los índices de calidad y aumentar el tonelaje de tratamiento del concentrado del mineral. En esta investigación se empleó los modelos Matemáticos y serán capaces de predecir el efecto de diseño en el desempeño del circuito y de las condiciones operacionales con una precisión confiable al obtener parámetros, con el uso de herramientas computacionales para

comprender mejor la dinámica del funcionamiento de los sistemas de molienda.

En la investigación por Marca Saico, *“Gestión de mantenimiento para incrementar la productividad en una empresa minera del sur”*, 2021. Tuvo como objetivo analizar la aplicación de la gestión de mantenimiento se puede incrementar la productividad en una empresa minera mediante la disponibilidad de la maquinaria con que se cuenta, especialmente en los rodillos compactadores de tiro, los cuales presentaron fallas continuamente en sus rodamientos internos disminuyendo su productividad, por medio una lluvia de ideas se planteó soluciones a dicha problemática, considerando factores como horas hombre, máquina y costos, tomo como población y muestra la flota pequeña de 6 máquinas que se cuenta. Y concluye que puede replicarse lo propuesto como alternativa de solución, siempre que se tenga en cuenta en todo el proceso de modificación, aspectos vinculados al tema de seguridad, aspectos técnicos y cuidado del medio ambiente. (4).

4.1.12 Antecedentes regionales y locales

Según Navarro Jiménez *“Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento para optimizar el desempeño en una unidad minera del sur del país - Arequipa”*, 2022. Está orientado a una empresa con operaciones del sector minería cuenta con un caldero Oschatz y electro-precipitadores en el área de producción, y necesitan mantenimiento constante se detectó una disponibilidad reducida de los componentes en 73 % debajo del límite establecido 80 %, sobretiempo en trabajos de mantenimiento; es necesario mejorar la gestión para la disposición y confiabilidad de máquinas, para la reducción de costos. La problemática es el mantenimiento del caldero importante para las operaciones esto debido a la dificultad de conseguir los repuestos, sobrecostos por demoras, reprocesos así como el bajo desempeño del personal de mantenimiento, personal sin conocimiento debido a los mantenimientos

correctivos no se cuenta con personal para cumplir con las actividades de mantenimiento preventivo, principal causa, las labores de mantenimiento se realizan a destiempo, al respecto la producción se ve afectada, se ve reflejado en los elevados gastos a periodos anteriores, y falta de control de las actividades y orden. Justifica socialmente esta investigación la proporcionar nuevas estrategias e inicio para otras empresas o diferentes áreas y puedan ejecutar estudios y dar el mismo enfoque sobre la gestión del mantenimiento ser marco referencial. Una justificación práctica al permitir seguir una secuencia metodológica relacionada a la mejora de la gestión, en procesos de mantenimiento de calderos. Concluye que es necesario optimizar tareas de mantenimiento, con propuestas de aplicación de la metodología 5S, un plan de capacitaciones, y la aplicación de un modelo matemático para asignar la secuenciación de tareas y actividades de mantenimiento, traducido en menores costes y mayor desempeño. Evidenciando la optimización en el aumento de la disponibilidad de componentes en 81 %. La aplicación del modelo matemático hará de tiempos de ejecución optimizados desde 1 a 3 horas las actividades. (8)

En el trabajo de Lima Ramos *“Diseño de Estrategias de Gestión de Mantenimiento Basado en el TPM, para Mejorar la Productividad de Empresas Agroindustriales de Arequipa”*, 2021. Cuya problemática en la mayoría de las empresas de la agroindustria, es tener una baja disponibilidad de las maquinarias para la producción, lo que nos lleva a una baja calidad de sus productos, donde se producen fallas constantes significando pérdidas de producción, incremento del inventario de repuestos, personal, herramientas y lubricantes. Reflejara en la productividad de las empresas agroindustriales, considera implementar nuevas estrategias en la actual gestión del mantenimiento en base a metodologías TPM. Concluye que la propuesta de una gestión y mejora continua debe ser ajustada a los requerimientos de cada empresa, y las empresas podrán implementarse más pilares del TPM, además que la

etiquetadora y la empaquetadora son equipos críticos, serán equipos piloto para la propuesta del TPM.

Según Bravo Ludeña *“Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la línea de extracción de mineral en la Empresa Inversiones Minera Aguada E.I.R.L., Jicamarca – Huarocharí”*, 2019 (9), en donde la actividad minera en túneles se tiene como objetivo mejorar la productividad en la extracción de mineral, siendo su problema las paradas no programadas de las máquinas e incrementando el tiempo de trabajo, y se tiene como estrategia de solución el mantenimiento preventivo, de esta forma incrementar la confiabilidad y disponibilidad, tomando como base 2 máquinas en el desarrollo de la investigación, además de la eficacia y eficiencia en este proceso de investigación. Los datos del pre y post test se tomaron de la empresa en un periodo de 40 días laborales.

En el trabajo de investigación C Figueroa *“Aplicación de actividades para incrementar la productividad del mantenimiento de equipos pesados en una mina de cielo abierto”*, 2020 (10), trata de mostrar cuán importante es una gestión competitiva del Mantenimiento de la maquinaria que forma parte de un sistema productivo de un centro minero y que se encuentren en condiciones óptimas de operación, se demostró que se puede alcanzar con un sistema de control adecuado para los diferentes elementos que conforman el equipo. Se trata de incrementar la productividad del área de mantenimiento, con uso de escasos recursos que se dispone para que los costos Hora-Máquina sean óptimos y competitivos para contribuir a minimizar el costo de tonelada de mineral extraído. Se aplicó el Planeamiento y Programación del Mantenimiento por consiguiente se el control del estado de máquinas, con el empleo de seguimientos de ordenes de trabajo, el problema fundamental de la presente investigación son los altos costos del Mantenimiento, siendo estos muy elevados, para ello se hace un análisis de factores principales, identificando los tipos de equipos en

flota existente y que determina los costos elevados de hora maquinaria.
(11)

4.1 Bases teóricas

4.1.13 Mantenimiento

“La función principal del mantenimiento es mejorar la confiabilidad de la maquinaria y los equipos de una organización mediante el desarrollo, la aplicación y la evaluación sistemáticos de estrategias de atención preventiva. Existe una clara correlación entre la eficacia de los equipos y los procedimientos de mantenimiento” (11)

4.1.14 “Mantenimiento Lean”

“Una función de mantenimiento Lean garantiza que todos los **recursos** se dediquen a actividades que agregan valor, eliminando el "desperdicio" del proceso y pudiendo hacer más con los recursos actuales. Para lograr el mantenimiento Lean, se deben implementar una serie de elementos: las interfaces entre la producción y el mantenimiento a lo largo de todo el proceso de mantenimiento deben ser fluidas, y el trabajo de mantenimiento debe seleccionarse, priorizarse, planificarse, programarse y llevarse a cabo correctamente. Todo el mundo involucrado en el proceso debe saber cómo pueden contribuir a este objetivo.” (12)

A. Eliminación de residuos

El principio esencial de Lean es evitar cualquier tipo de desperdicio. Esto es más fácil dicho que hecho. A menudo, uno no reconoce el desperdicio o cree que es inevitable. Para crear conciencia sobre los residuos, es útil tener siempre en cuenta los ocho tipos de residuos. A continuación, se muestran los ocho tipos de residuos ilustrados con observaciones típicas y ejemplos del proceso de mantenimiento:

1. Sobreproducción, por ejemplo, mantenimiento realizado con más frecuencia de lo necesario o componentes reemplazados demasiado pronto.

2. Uso inadecuado de la tecnología, por ejemplo, pinzas para bombas de agua en lugar de una llave inglesa.

3. **Espera**, por ejemplo, esperando un permiso de trabajo o esperando material o repuestos.
4. **Transporte innecesario**, por ejemplo, de herramientas y accesorios que se almacenaron en lugares inadecuados o se enviaron a un lugar equivocado por errores de planificación.
5. **Movimiento innecesario**, por ejemplo, búsqueda de herramientas o documentación, mala coordinación de trabajos y complicado proceso de permisos de trabajo.
6. **Inventario alto**, por ejemplo, inventario de repuestos excesivo, inventarios no oficiales y demasiadas órdenes de trabajo abiertas.
7. **Retrabajos y descartes**, por ejemplo, realizar un trabajo de mantenimiento de forma incorrecta y tener que rehacerlo, con el correspondiente descarte de repuestos y materiales.
8. **Intelecto no utilizado**, por ejemplo, no pedir a los técnicos comentarios sobre sus procesos. Las personas que están más cerca del proceso (en el taller) tienen los mejores conocimientos. (12)



Figura 1 Tipos de residuos del Lean Maintenance

Fuente: Tomada de Lean Maintenance. A practical, step by step guide for increasing efficiency. New York: CRC PRESS, 2018

4.1.15 Gestión de Mantenimiento

En el concepto de “Gestión de Mantenimiento de Maquinaria Pesada”, orientado al campo de las máquinas pesadas es de trascendental importancia, sobre todo en la actividad de minería y construcción, resalta aspectos importantes como competencias en la gestión de recursos materiales, programación de operaciones de mantenimiento. En la gestión y supervisión se hace necesario el conocimiento y dominio de herramientas de selección y renovación de equipos, gestión de flotas, planeamiento y administración de las operaciones, así como la disponibilidad de personal, su preparación y capacidad, para tomar mejores decisiones optimizando los ciclos de vida útil de maquinaria y equipos, por lo tanto, la mejora de la productividad y el ahorro de costos, considerando además los indicadores de Gestión KPI's. (13)

La gestión de mantenimiento industrial es todo sobre las acciones técnicas, organizativas como económicas, que están orientadas a mejorar y garantizar los activos fijos sobre sus indicadores de vida útil, fiabilidad, rendimiento y calidad para la producción de bienes y servicios. Esta gestión en los procesos de mantenimiento implica mejorar sus indicadores bajo cualquier sistema de dirección con la aplicación de conceptos nuevos técnico-organizativos y herramientas que contribuyan en la disponibilidad de las maquinas. (14)

En el concepto de gestión de mantenimiento en maquinaria pesada, orientado al campo de máquinas de envergadura de trabajo pesado es de trascendental importancia, sobre todo en la actividad de minería y construcción, resalta aspectos importantes como competencias en la gestión de recursos materiales, programación de operaciones de mantenimiento. En la gestión y supervisión se hace necesario el conocimiento y dominio de herramientas de selección y renovación de equipos, gestión de flotas, planeamiento y administración de las operaciones, así como la disponibilidad de personal, su preparación y

capacidad, para tomar mejores decisiones optimizando los ciclos de vida útil de maquinaria y equipos, por lo tanto, la mejora de la productividad y el ahorro de costos, considerando además los indicadores de Gestión KPIs. (13).

La gestión de mantenimiento tiene alta incidencia en factores de mecanización y su complejidad, técnicas de mantenimiento nuevas y un enfoque nuevo sobre la organización y responsabilidades de este. Se tiene nuevas expectativas, como una mayor importancia a los aspectos de seguridad y del medio ambiente, un conocimiento creciente sobre el mantenimiento y la calidad del producto, además de mayor presión ejercida para obtener una disponibilidad alta de máquinas, considerando al mismo tiempo el aspecto de costos. Con respecto al personal se ponen a prueba las actitudes y conocimientos, considerando adoptar nuevas formas de pensar y actuar. (15).

La gestión de mantenimiento industrial es todo sobre las acciones técnicas, organizativas como económicas, que están orientadas a mejorar y garantizar los activos fijos sobre sus indicadores de vida útil, fiabilidad, rendimiento y calidad para la producción de bienes y servicios. Esta gestión en los procesos de mantenimiento implica mejorar sus indicadores bajo cualquier sistema de dirección con la aplicación de conceptos nuevos técnico-organizativos y herramientas que contribuyan en la disponibilidad de las máquinas. (14)

4.1.16 Indicadores de gestión de mantenimiento

Existen varios indicadores para analizar las actividades de mantenimiento, pero se cuenta con los siguientes indicadores los cuales son indispensables en la gestión del mantenimiento además que pueden ser medibles en funcionamiento del equipo y en tiempo real.

- **Disponibilidad**

“La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción” (16)

Es la probabilidad de una máquina o sistema esté preparada para producción en un período de tiempo determinado, o sea que no esté parada por averías o ajustes y tenga una operación sin fallas, por lo tanto, disponibilidad tiene la siguiente ecuación:

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p} \dots (1)$$

$T_o \equiv$ (Tiempo total de operación)

$T_p \equiv$ (Tiempo total de parada)

El tiempo tienen periodo que no incluyen parada planificada, debido a coordinaciones con operaciones, por cada trabajo planificado, o paradas por era de operaciones, que no son solicitadas por mantenimiento. Se debe considerar el tiempo desde que paro hasta el arranque del equipo. En la anterior definición de disponibilidad se toma en cuenta los tiempos, se define en forma práctica tomando los tiempos medios entre las fallas y reparación de equipos, estos datos son conocidos al finalizar la intervención del equipo y son medibles por la parte ejecutora. (16)

Así, se tiene que:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \dots (2)$$

$MTBF \equiv$ Mean Time Between Failure

$MTTR \equiv$ Mean Time To Repair

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones correctivas}}{\text{Nº de paradas correctivas}} \dots (4)$$

$$MTBF = \frac{\text{Nº de horas de operación}}{\text{Nº de paradas correctivas}} \dots (3)$$

4.1.17 Asignación de Recursos de Mantenimiento

Son todos los elementos físicos o materiales como las herramientas y equipos, así como los humanos y procedimientos caso las técnicas y fórmulas utilizadas en esta tarea, y también los recursos intangibles de una empresa, para realizar operaciones de mantenimiento y que influyen en la capacidad de atender este servicio, son insumos con que se cuenta y son asignados para el mantenimiento. (17)

4.1.18 Los costos de mantenimiento

Se pueden componer de la suma de todos los egresos que se realizan para la ejecución de trabajos de mantenimiento y su desempeño, considerado en un período de tiempo, se puede clasificar en:

Costos directos. Los que en los trabajos de mantenimiento se dan como relación directa.

Costos indirectos. Los generados por las consecuencias de fallas en las maquinas o equipos. (18)

En el siguiente grafico se tiene una clasificación de los elementos de costos de mantenimiento.

Tabla 2 Análisis de costos de mantenimiento

Personal	Directos	Salarios y comisiones
	Indirectos	Gastos generales: transporte de personal, seguro médico, alimentación, hospedaje, recreación, actividades deportivas, etc.)
	Administrativos	Gastos generados por el área de RR.HH. así como de capacitaciones, enfocándose en la cantidad del personal de mantenimiento asignado.
Material	Directos	Reposición del Repuesto

	Indirectos	“Capital inmovilizado, costo de energía eléctrica, almacenaje (instalaciones), agua y personal del depósito”.
	Administrativos	Gastos generados por las áreas de compra, considerando el tiempo de ocupación del personal para la atención de las maquinarias de la empresa.
Contratación	Directos	“Costos de los contratos (permanentes y eventuales)”
	Indirectos	Tercerización para actividades mayores y recursos necesarios para las labores de los terceros - transporte, alimentación, instalaciones, etc.
	Administrativos	Gastos de las áreas de administración de contratos, finanzas y el área de contabilidad.
Depreciación	Directos	“Costo de reposición”
	Indirectos	“Capital inmovilizado”
	Administrativos	Gastos de las áreas de contabilidad, control de patrimonio y compra en el levantamiento, acompañamiento y adquisición de máquinas y herramientas para el área de mantenimiento
Pérdida de facturación	Directos	“Pérdidas de la producción”
	Indirectos	Pérdida de materia prima, pérdida de calidad, devolución, re – procesos.
	Administrativos	Gastos generados por las áreas de control de calidad, en el área de ventas, marketing y jurídica en función de la implicación debido al mantenimiento.

Fuente: predictiva21.com/4-5-gestion-costos-mantenimiento/

4.1.19 Evaluación Económica

Esta evaluación se trata de analizar los costos y las ganancias de un proyecto enfocado hacia el aspecto social como un todo, asumiendo que el proyecto ayudará al desarrollo del aspecto económico además su contribución social justifica la utilización de los recursos que se requerirá. (19).

4.1.20 Diagrama de Pareto

Este diagrama son los datos de un problema representados gráficamente, es conocido también como Diagrama ABC, o 20-80, se basa en la considerar que un 20 % de problemas produce 80 % de efectos. En tal sentido, esta herramienta tiene por objetivos ayudar a identificar el problema o efecto, ayudar a determinar causas que generan el problema. (20)

4.1.1.1 Tipos de diagrama

De acuerdo con Doménech (20) existen 2 tipos de diagrama:

- ✓ **Diagramas de fenómenos:** Se emplea para identificar el problema que genera el efecto indeseado.
- ✓ **Diagrama de causas:** Cuando, identificado el problema, se emplea este diagrama para identificar las causas más relevantes.

➤ Como se utiliza

Para su uso se siguen los siguientes pasos (Doménech, s.f.):

- ✓ Determinación del problema
- ✓ Identificación de causas
- ✓ Anotar la magnitud
- ✓ Ordenar componentes de mayor a menor
- ✓ Cálculo de la dimensión total.

- ✓ Cálculo del % total de cada factor o causa

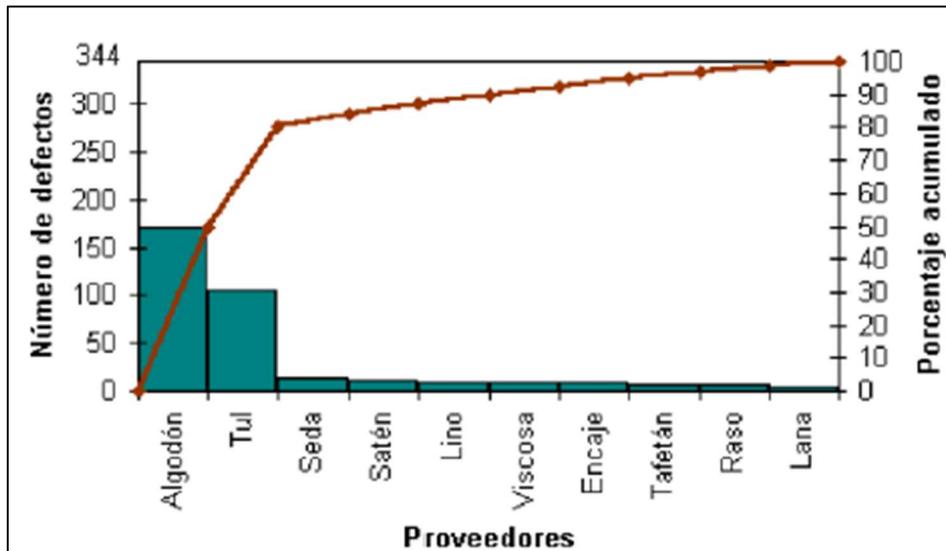


Figura 2 Diagrama de Pareto

Fuente: Doménech, J.

4.1.21 Productividad

Es medir la eficiencia de producción por cada recurso o factor empleado, considerando que la eficiencia es obtener el mayor rendimiento posible empleando una mínima cantidad de recursos, es decir, cuanto menor sea el número de recursos necesarios para producir una misma cantidad de productos, la eficiencia y la productividad serán superiores. Se puede interpretar respondiendo a las siguientes preguntas ¿una máquina cuánto puede producir? ¿cuánto puede producir un trabajador en un día?, por lo tanto, la productividad se puede medir por el tiempo, también determinar la capacidad de un sistema productivo y como se empleado los recursos de forma adecuada en el proceso de producción de una empresa. si la productividad de sus trabajadores es mayor obtendrá una mayor rentabilidad. Se puede aplicar a distintos ámbitos, ya sea una empresa industrial, minera o de servicios, toda una economía de un país o un comercio particular. (21)

El concepto de productividad está referido al uso eficiente de recursos en el trabajo, uso de la tierra, o del capital, materiales, uso eficiente de la información en la producción de bienes y servicios, posibilitando el aumento de la producción a partir del mejor empleo de cualquiera de los factores productivos mencionados anteriormente. Por lo tanto, se incrementaría la productividad mediante un trabajo más calificado o mayor cantidad de trabajo, entre otros. (22). En formula:

$$Productividad = \frac{Producción\ obtenida}{Factores\ utilizados}$$

La productividad un tema importante que ha sido denominado un desafío para las organizaciones, en pleno siglo XXI, es sin duda una de las principales preocupaciones de los directivos en casi todo el mundo, incluso en Japón, país al que se le admira por la mejora de su productividad, quieren seguir siendo competitivos en el mercado global. Esto a su vez, es un requisito previo para el crecimiento económico, para lograr condiciones de vida mejores, basado en la eficiencia y eficacia, junto a otros aspectos del desarrollo social como los servicios públicos, la educación, vivienda digna, comunicación, conectividad, etc. Básicamente, la productividad es una combinación perfecta de recursos y un aspecto estratégico para competir en el mercado. la productividad organizacional está basada en cinco factores clave determinantes: la cultura organizacional, la gestión de recursos humanos, la estrategia de gestión organizacional, los procesos de producción y la estrategia de desempeño. Se refieren inicialmente a un curso de investigación donde se especificaron diez factores que conforman un sistema categorial que configura la productividad de las organizaciones: 1 complemento salarial, 2 consideraciones sociales, 3 política de articulación y apoyo estatal. o la relación entre la organización y el estado, 4 la formación del personal, 5 la infraestructura física, 6 el trabajo que conlleva al mercado laboral, 7 la capacidad de la organización para adaptarse a los cambios, 8 la motivación de los que están en producción y trabajo organizativo, 9

investigación, innovación y desarrollo tecnológico, 10 medio ambiente.
(23)

El término productividad se refiere al concepto orientado a la economía, es decir, la máxima cantidad de productos que se puede obtener por medio de la combinación de factores de producción como trabajo y capital, también los recursos naturales. Una medida aproximada más intuitiva y la más simple de estimar sobre la productividad es la que corresponde al trabajo, es decir la productividad laboral que mide el factor trabajo necesario para obtener un producto. Una medida comprensiva de la productividad es la referida a la economía y el análisis de sus fuentes de crecimiento. La inversión en activos incluido en él la mejora tecnológica, así mismo el aumento del empleo, que incluye el mayor capital humano que provee el entrenamiento laboral y la educación, vienen a ser fuentes primarias evidentes e importantes del crecimiento. (24).

4.1.22 Planificación de recursos humanos

es una disciplina derivada de la Dirección Estratégica, que estudia las relaciones existentes entre la estrategia de la empresa, su estructura organizacional y la gestión de recursos humanos; de esta forma, los procesos de los subsistemas de recursos humanos (reclutamiento, selección, capacitación, desarrollo, etc.), se encuentran alineados con los objetivos de la organización, reduciendo riesgos, maximizando eficiencia y eficacia, desarrollando índices de máxima rentabilidad y aportando valor a la organización. (25)

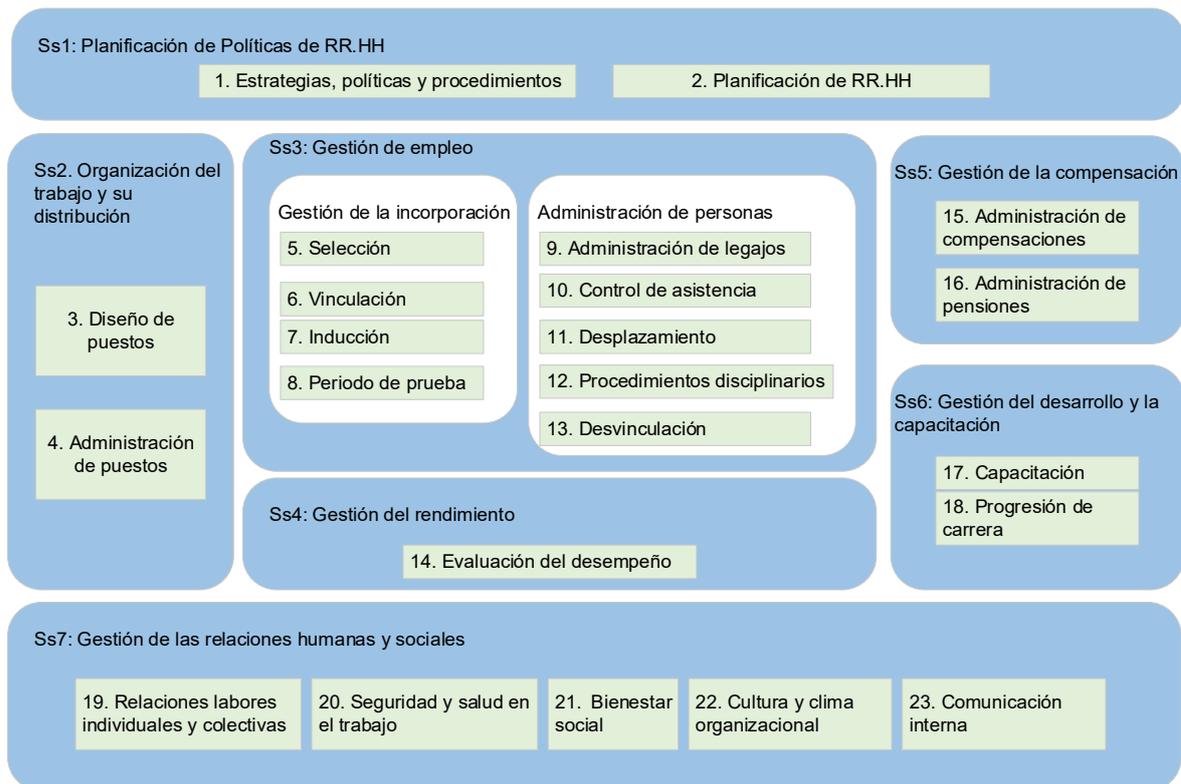
El ámbito de acción de las Oficinas de Recursos Humanos comprende la gestión de siete (7) subsistemas conforme a lo establecido en el artículo 3º del Reglamento General de la Ley del Servicio Civil aprobado por el Decreto Supremo NQ 040-2014-PCM (26), los cuales son los siguientes:

SSL. Planificación de políticas de recursos humanos;

Ss2. Organización del trabajo y su distribución;

- Ss3. Gestión del empleo;
- Ss4. Gestión del rendimiento;
- Ss5. Gestión de la compensación;
- Ss6. Gestión de desarrollo y capacitación;
- Ss7. Gestión de las relaciones humanas y sociales.

Tabla 3 Sistema Administrativo de Gestión de Recursos Humanos



Fuente: Elaboración propia

4.1.23 Planificación de recursos materiales

Es la gestión de adquisición de materiales para el proceso propiamente fabril del mantenimiento. Las piezas de repuesto, los componentes, herramientas, equipos, etc. tienen una importancia crucial y una gran trascendencia sobre el presupuesto de mantenimiento. Sin embargo, en muchos departamentos o servicios de mantenimiento los stocks de inmovilizado o inventario y costes de materiales fungibles tienden a ser una ratio cada vez más creciente en nuestro presupuesto, en lugar de decrecer.

El objetivo será tener un stock inventariado en nuestra instalación lo más bajo posible, a su vez lanzamientos de compras por puntos de pedido. De esta forma debemos asociar las necesidades o requerimientos de materiales a los planes reales de actividad.

Los planes de requerimiento de materiales (PRM) de los que hablare después deben estar previstos y analizados de forma pareja a los planes maestros de producción de forma que, dependiendo de las limitaciones de suministro, los lanzamientos de compras estén íntimamente asociados a la previsión de lanzamiento de ordenes preventivas y correctivas. (27)

- **Contabilidad de inventarios**, Es un método histórico basado en el establecimiento de fichas de almacén que recogían los movimientos y apuntes de existencias. Hoy en día el sistema de inventarios esta implementado sobre aplicaciones informáticas de forma que, sobre clasificaciones A B C, se pueden catalogar los artículos según su importancia y trascendencia en el servicio de mantenimiento.
- **Punto de pedido**, Es un sistema histórico también de lanzamiento de pedidos u órdenes de compra, basado, en primer lugar, en que dichos artículos tengan una demanda continua, en segundo, en que las variaciones en su consumo estén tipificadas y por último en que dichos artículos a reponer sean de demanda independiente.
- **Orden y limpieza**, En toda entidad pública o privada, es importante contar con las áreas en orden y limpieza. Asegurándose que todo esté en su lugar, esto aplicando la metodología de las 5's. Identificando todos los peligros que puedan causar accidentes, por ejemplo, las herramientas. Se tiene que contar con áreas para poder separarlos de otros objetos que también son utilizados por personal de la empresa, por ejemplo, herramientas personales han de estar en los casilleros de cada personal. Se evitará guardarlos en lugares que puedan causar accidentes, las escaleras también será ubicadas en un lugar adecuado o lejos de maquinaria. Por último, se recomienda retirar los objetos innecesarios de las áreas de labores y asignar espacios específicos para ello.

4.1.24 Tambor Lavador de mineral

Las maquinas lavadoras tambores rotatorios, son utilizados principalmente después del proceso de chancado primario y se emplea en la eliminación de arcillas de diversos tipos como los limosas y ligeras, así como otros materiales perjudiciales que se pueden disolver y que sean similares a la materias prima o mineral, pueden ser de tamaños típicos hasta de 300 mm (12"). Si la arcilla es del tipo pegajosa, de grano fino y dura, se recomienda el uso de un lavador de paletas, debido a la caída del tambor lavador rotatorio, transformando las bolas pequeñas de arcilla pegajosas en bolas más grandes que van saliendo del tambor. (28).



Figura 3 Tambor Lavador en el proceso de molienda

Fuente: Soc. Minera el Brocal S.A.A.

A. Principales partes del tambor lavador

Estas partes se pueden evidenciar en la figura 5. (29)

Boca de alimentación: Es pieza fundamental del equipo, es el conducto para la entrada de carga impulsada por la cuchara de alimentación

Tambor: el armazón o tambor está ensamblado con placas de acero realizados en forja y posteriormente se sueldan, esto los hace resistente al impacto y a las cargas pesadas. Cuenta con orificios para retirar los clavos que sujetan la cubierta. Para el lavado de borrar la arcilla.

Revestimiento o Liners: Es el revestimiento interior de la maquina lavadora en piezas metálicas ordenadas, asegurados para que pueda rotar junto al tambor giratorio, también se puede tener plancha de revestimiento o liner billet, en otra forma de instalación se tienen placas de revestimiento o liner plate.

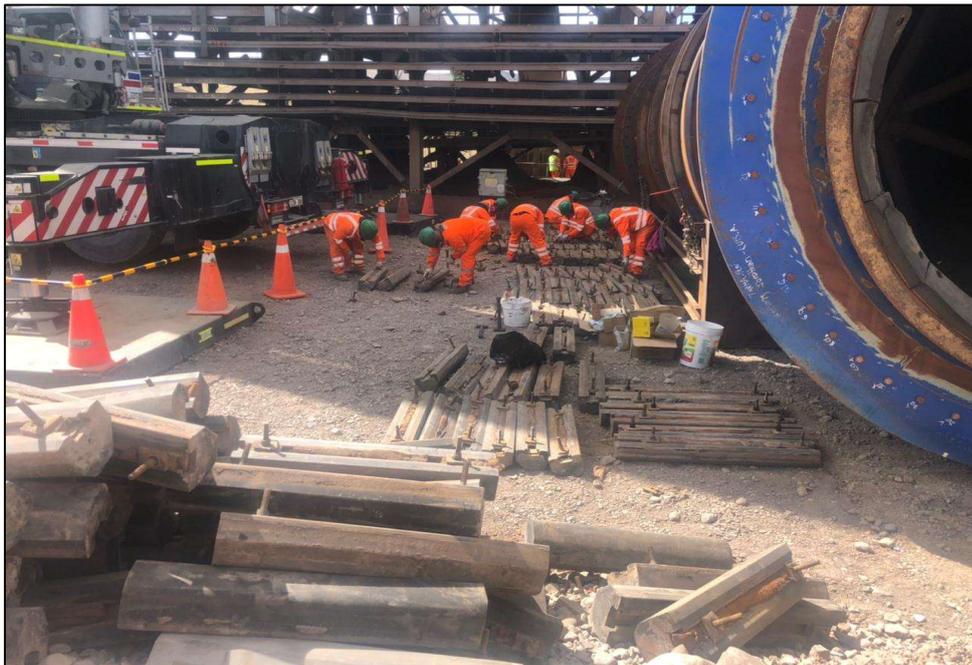


Figura 4 Liners de Tambor Lavador

Fuente: Sociedad Minera el Brocal S.A.A

La placa interior: Para separar la arcilla y minerales, disponemos de diferentes materiales para las placas: placa de acero de manganeso que no se puede descargar, la placa de caucho que se pueden descargar para sustituir a uno nuevo, y más resistentes al desgaste y larga vida.

Pantalla: Para el cribado de minerales de diferentes tamaños, la pantalla de malla y de la capa cantidad, la longitud, diámetro y la pantalla el material.

Motor eléctrico convencional: Normalmente nuestro motor es el motor eléctrico, si necesita motor diésel, podemos ofrecer, pero es adecuado para la pequeña capacidad de procesamiento.

Marco base estructural: El soporte de los componentes del tambor lavador.

Caja de reducción: Es un sistema de transmisión caracterizado porque su velocidad de salida es menor que la de entrada. Habitualmente se emplean en las máquinas interpuestos entre un motor y una carga o eje de salida, de modo que la velocidad de giro del eje de salida es inferior a la del eje del motor y más adecuada al trabajo que debe realizar dicho eje de salida en la máquina.

Neumáticos: Componente el cual da origen a la rotación de tambor.

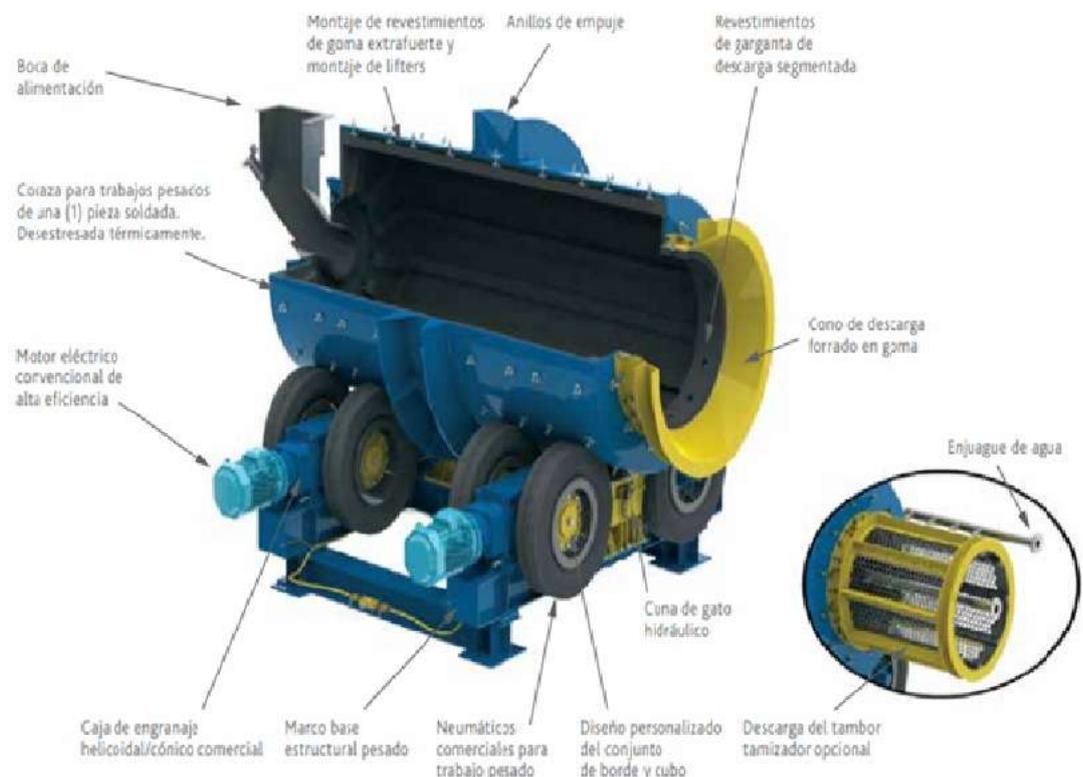


Figura 5 Principales partes del tambor lavador

Fuente: Sepro Mineral Systems Corp

B. Operaciones a tajo abierto

Es el tipo de explotación a ras del suelo y se puede observar en la superficie, la explotación de minerales polimetálico, principalmente conformado por sulfuros de cobre, plata, plomo y zinc. (S.M. EL BROCAL)

C. Operaciones subterráneas

Estas operaciones se desarrollan por debajo de la superficie o de forma subterránea, como es el caso de la Soc. Minera El Brocal, explotando minerales de cobre principalmente consistentes de calcocita, enargita, así como de, calcopirita, tennantita, bismutinita entre otros. (S.M. EL BROCAL).

D. Costo de Cambio de Maquina

Es el costo de la operación de cambio de maquina como parte del mantenimiento de maquinaria que se encuentra en mal estado, y que no tiene el mismo rendimiento, ocasionando baja producción. Dentro de los costos de elementos de costo de esta operación se tiene la de mano de obra directa, materiales directos, otros costos directos e indirectos como es el caso de lubricantes repuestos, etc. Estos elementos de costo serán evaluados para determinar el momento adecuado para hacer el recambio de máquina (30).

E. Descripción del proceso productivo.

Es el conjunto de todas las operaciones o tareas que se realizan, considerándose además el material o maquinaria con que los operarios cuentan, con el objetivo de reducir el tiempo empleado en cada una de ellas. Tipos de Operaciones:

Operaciones internas: Son operaciones que son llevados a cabo cuando la maquinaria está parada o sin funcionar, sin que nada pueda producir en este lapso.

Operaciones externas: Estas operaciones se realizan cuando las maquinas están siendo utilizadas durante el proceso de fabricación y funcionamiento, teniendo así la producción de productos válidos del anterior lote (31).

Chancado Primario:

la etapa de trituración primaria en el proceso de trituración es el primer paso, en este paso, la materia prima separada o extraída se tritura a un tamaño que facilite ser transportada por cinta transportadora para ser procesada por un equipo de posteriormente. En esta etapa primaria pueden manejar alimentación de piezas grandes donde se tritura a tamaño máximo a ocho pulgadas de diámetro de los fragmentos, después del paso inicial de trituración se requieran pasos de trituración adicionales para disminuir el tamaño de salida o la forma del producto que se requiera.

Lavado de piedra chancada:

Es el proceso de lavado de las rocas molidas con mineral traídas de la cantera, lavado con el Shell Tambor Mineral, materiales arcillosos que perjudican el proceso de molienda y su rendimiento en el proceso de concentración de mineral. Para su proceso de trabajo óptimo de esta máquina es necesario su mantenimiento periódico como el cambio de liners que es el proceso más complicado, debe ser de forma organizada y planificada y en menor tiempo.

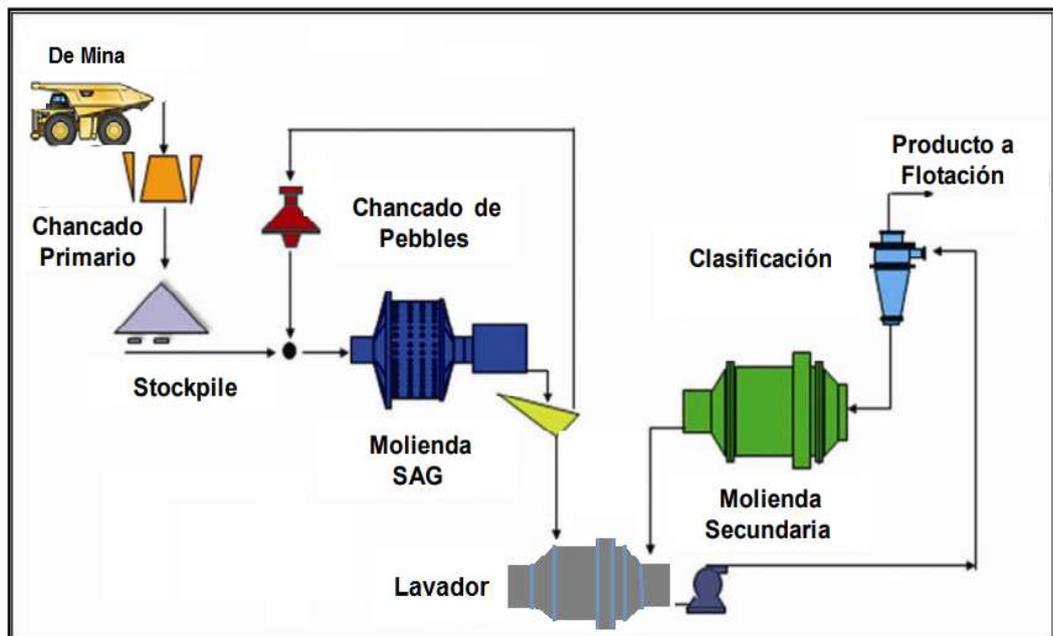


Figura 6 Esquema del Tambor Lavador en el proceso del mineral

Fuente: Sociedad Minera el Brocal S.A.A.

Chancado Secundario:

En la etapa de chancado secundario o llamado también chancado intermedio recibe el material de la etapa primaria y lo reduce aún más aproximadamente se reduce a tres pulgadas, para la preparación del calibrado del producto final o producto final en la etapa terciaria.

Chancado Terciario:

En esta etapa de chancado terciario se utilizan para el calibrado final de los productos, el material mineralizado logra llegar finalmente a media pulgada o menor.

Proceso de Flotación:

En esta etapa se hace la separación de sustancias sulfurosas, y de cobre - zinc, plomo – zinc, como proceso intermedio.

CAPITULO 3

5 METODOLOGÍA

3.1 Método y alcance de la investigación

3.1.1 Método de la investigación

Los métodos Análisis y Síntesis son métodos o procedimientos diametralmente contrapuestas, en que el análisis representa la descomposición, disolución de las partes componentes, en el caso de la síntesis forma un todo o compone los elementos diversos. (32)

A. Método general o teórico de la investigación

En este trabajo de investigación se hace una descomposición de todos los factores que influyen en la problemática del mantenimiento de liners de la maquina tambor lavador de minerales, es decir el análisis. Posteriormente se hace una síntesis para determinar cómo será el sistema de mejora continua que se pueda aplicar a esta problemática.

B. Método específico de la investigación

Por el método de análisis, se investiga cada uno de los factores que componen la tarea de mantenimiento de la maquina tambor lavador, como se mencionó anteriormente son los factores materiales, métodos o planificación de tareas y el factor humano, y que refieren algunos inconvenientes que hacen más demoroso el proceso, más de lo planificado.

Como resultado de este método analítico, se procederá a la integración de todos estos problemas y se generará un solo sistema de mejora continua que se integrará al proceso de mantenimiento, y que contribuirá en la disminución o anulación de estos inconvenientes que se presentan.

3.1.2 Alcances de la investigación

5.1.1.1 Nivel de investigación:

La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento.

Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.

5.1.1.2 Tipo de investigación:

El tipo de investigación aplicado se orienta a la práctica de los conocimientos que se han adquirido, siendo este aspecto una retroalimentación entre lo teórico y lo práctico. (33)

Es el caso del presente trabajo de investigación que es del tipo aplicado, y al usar los conocimientos adquiridos en la carrera profesional de forma teórica.

3.1.3 Diseño de la investigación

Refieren que, en un estudio de investigación de diseño no experimental, parcialmente son modificados la o las variables independientes intencionalmente en el desarrollo de la investigación por el que lo ejecuta, es posible su manipulación de una o de cualquiera de las variables independientes, con el control directo y obtener la influencia sobre la variable dependiente ya que se dan sus efectos. (2).

En el presente trabajo de investigación es de diseño de Investigación No experimental.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Población conjunta de individuos u objetos a ser estudiado, observado o analizado durante una investigación o previa a ella, con la finalidad de conocer sus características de interés y la muestra es una parte o un segmento de una población considerado como representativa, seleccionado con la finalidad de conocer características o variables de interés para la investigación o estudio. (36).

Para el presente estudio, la población será el tambor lavador de la sociedad minera El Brocal S.A.A.

3.2.2 Muestra

La muestra es considerada un subconjunto de componentes que corresponden al grupo definido como población, de la cual se adquiere la información. (35)

Al ser una población reducida se cuenta con la misma población como la muestra a contar para la obtención de la información mediante el instrumento de recolección de datos.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1 Técnica

La técnica de recolección de datos, se utilizó análisis documental con la recaudación de fichas, informes, reportes diarios, etc.

Así mismo se realizó la observación no estructurada alcanzando el reporte diario informes y otros lo que permitirá la evaluación de las actividades del mantenimiento, establecer metas y permitir tomar decisiones, se debe considerar informes específicos y concisos con tablas de índices, acompañados de sus respectivos gráficos, proyectados que permita el fácil y adecuado análisis a cada nivel de gestión. Se basa en la simplicidad de los informes, dependiendo básicamente de los Datos de Operación, de Registros de Inventario, así como las OT (ordenes de Trabajo).

3.3.2 Instrumento

Los instrumentos que se utilizan son; Fichas, reportes del software de mantenimiento entre otros los cuales portan la validez y confiabilidad de forma prioritaria, ya que al realizar investigaciones científicas los instrumentos utilizados son precisos y seguros. Siendo la validez un instrumento utilizado que permite demostrar objetivamente las conclusiones de los resultados obtenidos; mientras que la confiabilidad de un instrumento de medición estará expuesta ante aplicaciones o mediciones que sucesivamente cuentan con iguales resultados.

CAPITULO 4

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Diagnóstico de la realidad actual de la empresa

4.1.25 Descripción de la empresa

Sociedad Minera El Brocal es una empresa minera dedicada a la extracción, concentración y comercialización de minerales polimetálicos como plata, plomo, zinc y cobre. La compañía opera desde una instalación minera en Colquijirca y una instalación minera en Huaraucaca, Distrito de Tinahucaco, Provincia de Pasco, Región de Pasco, Perú. Su oficina administrativa se encuentra en el distrito de San Isidro, en la ciudad de Lima Perú. En la fig. N 8 se muestra la reserva que se en la Cía. Minera El Brocal explota dos minas contiguas: Tajo Norte, operación a tajo abierto que produce minerales de plata, plomo y zinc; y Marca punta-Norte, mina subterránea que produce minerales de cobre. El mineral extraído se procesa en dos plantas concentradoras, que actualmente cuentan con una capacidad instalada de tratamiento de 18,000 toneladas métricas por día como se muestra en la fig. N° 9.



Figura 7 Ubicación de la Sociedad Minera El Brocal

Fuente: Sociedad Minera El Brocal

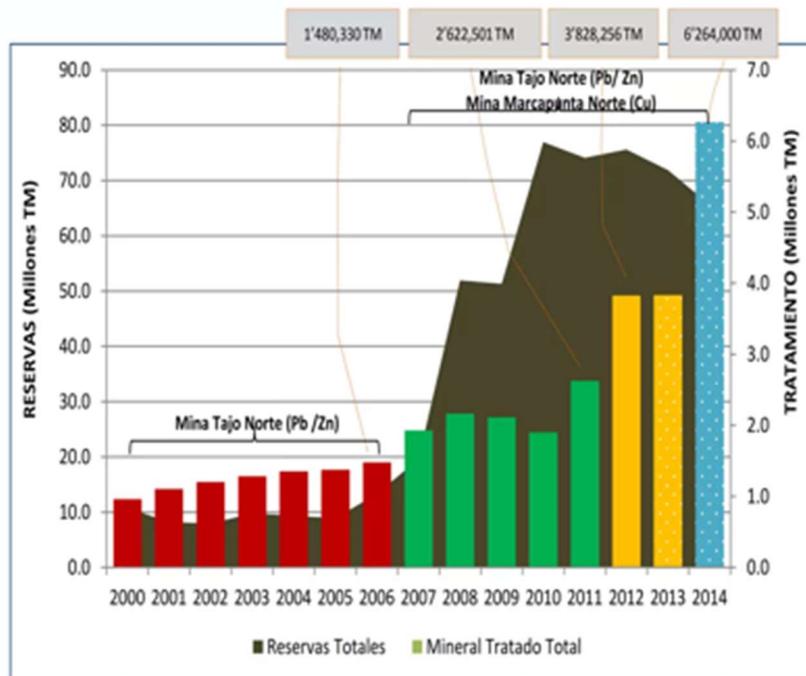


Figura 8 Reservas y mineral tratado ANUAL

Fuente: Sociedad Minera El Brocal

Según el cuadro se observa la evolución en la mejora de la producción, esta distribución está dada sobre las reservas que se tiene programadas año tras año, pero con deficiencias sobre paradas de planta que minimizan el metraje total, lo cual queremos mejorar optimizando y minimizando las paradas intempestivas del tambor lavador.

Básicamente la UM “EL BROCAL”, cuenta con dos frentes o tajos de extracción de mineral, uno llamado Marca punta Norte que comprende la excavación en socavón, ello conlleva una serie de procesos tales como; perforación, sostenimiento, acarreo y limpieza, este ciclo es dinámico y transversal. Asimismo, cuenta con Tajo norte, donde la extracción es a tajo abierto, esto con el afán de maximizar la mayor cantidad de mineral.

En ambos métodos la extracción es de mineral polimetálico, tales como; zinc, plata, plomo y cobre.

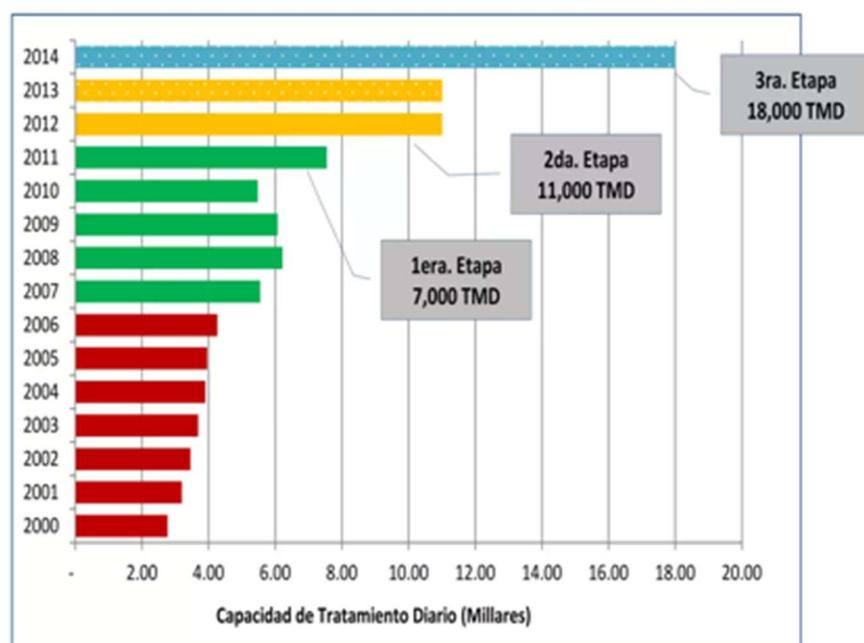


Figura 9 Capacidad de tratamiento DIARIO

Fuente: Sociedad Minera El Brocal

Según el cuadro se muestra el promedio de la capacidad de tratamiento diario considerados en tres etapas.

1° etapa. Esta considerado en promedio 7,000 TMD, este promedio se da con solo una planta en funcionamiento con deficiencias desde el año 2000 hasta finales del 2006.

2° etapa. En promedio se distribuía en 11,000 TMD, desde inicio del año 2007 a finales del 2011, en proceso de inserción de una segunda planta, ya que no abastecía contar con solo una, con ello se modifica todo el proceso en relación con el método de extracción.

3° etapa. A partir del 2014 ya en funcionamiento de dos plantas concentradoras se llegó a extraer 18,000TMD, se tuvo que mejorar no solo la infraestructura sino también se tuvo que adecuar una central hidroeléctrica, más canchas de relave, subestaciones, plata de tratamiento de aguas acidas, sobre todo vivienda y oficinas administrativas para poder abastecer a todo el personal propio y empresas especializadas.

- **MISIÓN:** “El Brocal es una empresa minero-metalúrgica moderna, que opera con rentabilidad en sus inversiones; cuenta con amplios recursos y reservas de mineral que garantizan su sostenibilidad y crecimiento en el mediano y largo plazo, en base a nuevas operaciones mineras que opera con responsabilidad para con su entorno.”
- **VISIÓN:** “Producir concentrados minerales y metales, garantizando la creación de valor para los accionistas. Realizar actividades de exploración, asegurando la continuidad del proceso de explotación del mineral, generando oportunidades de desarrollo para nuestros colaboradores y las comunidades del entorno. Mantener el compromiso de operar y desarrollar nuestros proyectos con innovación, eficacia, seguridad, responsabilidad social y ambiental y buen gobierno corporativo.”
- **VALORES:** Los integrantes de El Brocal sostenemos que para la consecución de nuestra Visión y Misión viviremos y difundiremos los siguientes valores:
 - **INTEGRIDAD:** Para que nuestras acciones se desarrollen con entereza moral y probidad.
 - **RESPECTO:** Para afianzar nuestra relación con los Grupos de Interés y velar por la preservación del medio ambiente.
 - **LEALTAD:** Para afirmar nuestro compromiso con la empresa y sus integrantes.
 - **LABORIOSIDAD:** Para realizar las tareas con esmero y hacer algo más que cumplir con lo imprescindible, lo obligatorio o lo mínimo necesario.
 - **HONESTIDAD:** Para comportarnos y expresarnos con sinceridad y coherencia, respetando los valores de la justicia y la verdad.
 - **TRANSPARENCIA:** Para informar de manera objetiva y oportuna, acerca de nuestras actividades.

- **SOLIDARIDAD:** Para coadyuvar al desarrollo sostenible del entorno.

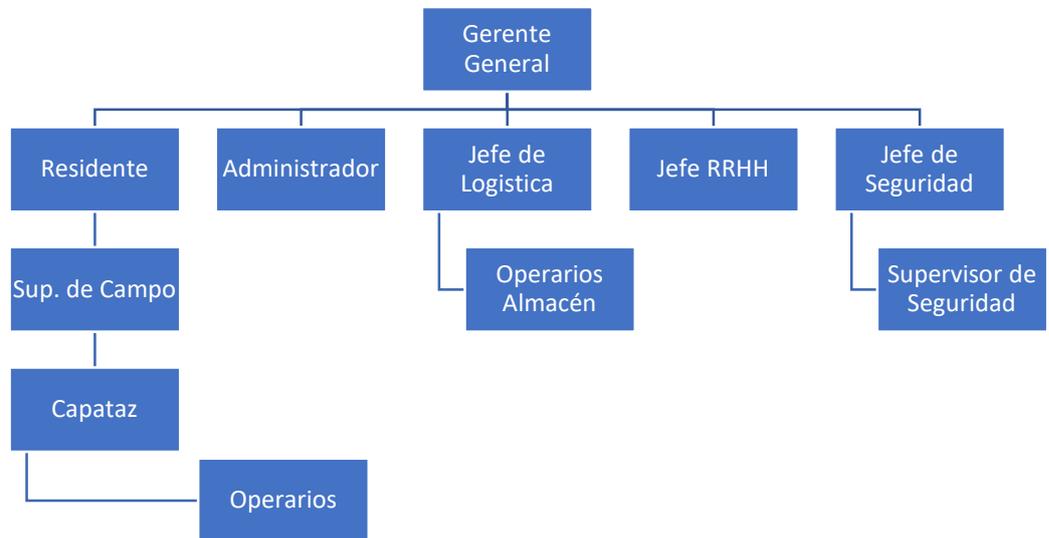


Figura 10 Organigrama según puestos de trabajo de la Empresa Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

Fuente: Sociedad Minera el Brocal S.A.A.

4.1.26 Situación actual de la empresa.

Actualmente en la Sociedad Minera El Brocal S. A. A. cuenta con un tambor lavador que se emplea para lavar la roca triturado procedente del chancado primario que contiene una arcilla pegajosa, dura y de grano fino, el trabajo de limpieza constante y pesado desgasta esta máquina desde sus componentes como el Liners interior así como presentan fisuras en su extensión del tambor, teniendo que estar realizando paradas en el proceso, en un mes se pueden tener paradas hasta tres veces esta situación es crítica, se realizan reparaciones en diferentes puntos de la máquina, generando un impacto negativo en la producción, reduciendo su confiabilidad a un 70% aproximadamente.

Se ha venido trabajando con el tambor lavador de mineral triturado, pero como es de esperarse con el constante uso y las cargas diarias de mineral, hace que los desgastes de las partes que están en contacto con el mineral como los liners internos se desgasten, para ello se proyecta los ratios de desgaste y se analiza el comportamiento de los revestimientos del tambor

lavador, y se proyecta y planifica el mantenimiento de las zonas desgastadas, así como su registro histórico de rendimiento, esta evaluación se hace con equipos electrónicos de alta precisión.

El momento y condiciones adecuadas para hacer el mantenimiento de la maquina Tambor Lavador queda muchas veces a un tiempo indefinido debido a algunos retrasos en coordinaciones previo a esta tarea de mantenimiento, algunos de los factores que más influyen son de carácter material y humano que intervienen en este proceso de mantenimiento son descuidados, teniéndose perjuicio en la productividad de la máquina, por ende, en el proceso de lavado, que en su trabajo regular tiene una capacidad de 800 Tnh aproximadamente, teniéndose inconvenientes en el proceso de lavado de mineral al estar en mal estado, reduciéndose las cantidades de roca molida lavadas. Como se observa en la siguiente grafica del árbol del problema, se menciona las causas que originan estas demoras como la deficiente programación de las actividades con respecto a las tareas que tienen que ver con el mantenimiento del tambor lavador, otra de las causas de la disminución de la productividad es la deficiente planificación de los recursos materiales y que tienen que ver con las herramientas sobre todo las así como de algunos insumos requeridos en las tareas de soldadura, como el equipo oxicorte que en algunos casos ha sido empleado en otras áreas y que tuvo una demora en la devolución, o que los reflectores para trabajos en oscuridad no están en la cantidad requerida por estar en reparación o usado en otra área, entre otros.

Se puede apreciar en la figura de árbol de problemas el otro aspecto que sería el factor humano, caso de la demora en la disponibilidad del personal por tramites de acceso a trabajar en este proceso de mantenimiento, ya que se requieren los seguros de trabajo, así como las capacitaciones previas o inducciones que permita laborar al trabajador con la garantía necesaria. Son estos aspectos los que demoran los trabajos de mantenimiento del tanque lavador, así como sus efectos en contra de la productividad esperada de esta máquina que se encuentra en una etapa importante del chancado de minerales.



Fuente: Elaboración propia

Figura 11 Reparación de fisuras del tambor lavado



Figura 12 Reparación de fisuras del tambor lavador

Fuente: Elaboración propia



Figura 13 Causas que originan la demora - Árbol de problemas

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de Ishikawa

Otra forma de representación que facilita la visualización del problema es mediante el diagrama de Ishikawa aplicado a la problemática en investigación de la empresa.

De acuerdo con la entrevista con 5 trabajadores involucrados en una entrevista con 3 preguntas, las respuestas fueron las siguientes, de acuerdo al siguiente cuadro:

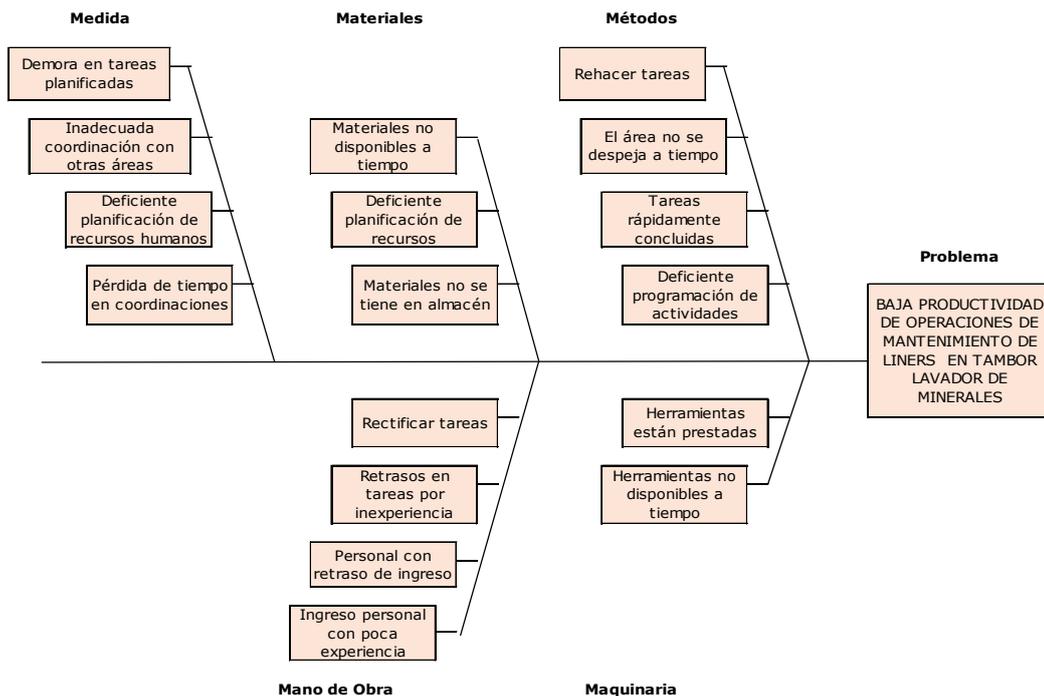


Figura 14 Problemática en la gestión de mantenimiento - Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia.

4.1.27 Diagnóstico situacional

Para lograr un diagnóstico situacional completo, se implementó una herramienta estadística adicional: el diagrama de Pareto, también conocida como la «curva cerrada» o la «distribución ABC». Proporciona una representación gráfica clara y eficaz de la priorización de los problemas. En el caso de la empresa Sociedad Minera El Brocal, esta herramienta resulta especialmente útil para prevenir la exacerbación de los contratiempos identificados. Con el propósito de crear el diagrama de Pareto, se recolectaron diversas causas que inciden en la baja productividad, así como la frecuencia con la que se presentan:

- Falta de herramientas disponibles en algunos casos que han sido prestados y no devueltos a tiempo
- Retiro de repuestos y materiales del almacén y verificación que son los repuestos correctos
- Falencias en las coordinaciones con otras áreas para el corte de actividades en la zona
- No contar con disponibilidad del área de trabajo en el tiempo debido.

- Demoras por parte del personal, como por ejemplo en algún trámite de documentación que no permite estar a tiempo el personal

Los resultados de este análisis se encuentran detallados en la siguiente tabla.

Tabla 4 Retrasos en el mantenimiento

Mantto de Tambor lavador					
	Retrasos en el Mantto	Demoras	F	p%	P%
1	Habilitación repuestos	29	29	15.10	15.10
2	Falta de herramientas	50	79	26.04	41.15
3	Falencias en las coordinaciones	47	126	24.48	65.63
4	Disponibilidad del área de trabajo	13	139	6.77	72.40
5	Gestión documentaria	53	192	27.60	100.00
		192		100	

Fuente: Elaboración propia

CAUSAS	Frecuencia	Frec. Normalizada	Frec. Acumulada
Gestión documentaria	53	28%	28%
Falta de herramientas	50	26%	54%
Falencias en las coordinaciones	47	24%	78%
Habilitación repuestos	29	15%	93%
Disponibilidad del área de trabajo	13	7%	100%

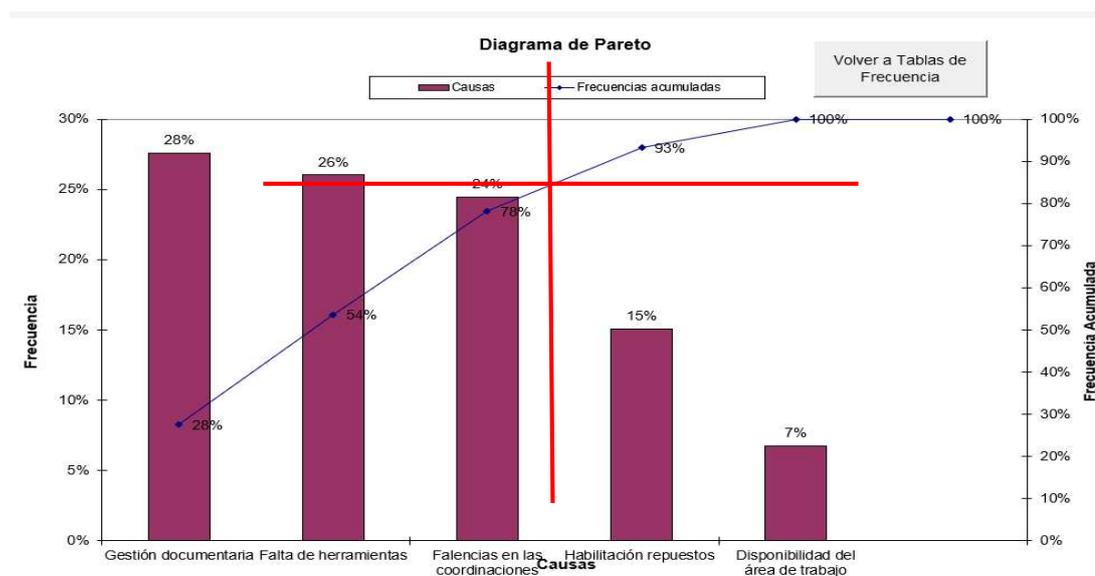


Figura 15 Retrasos en el mantenimiento del tambor lavador

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La grafica muestra los retrasos más significativos. En primer lugar, se destaca la “Gestión documentaria” con un total de 53 demoras lo que representa el 28%, en esta categoría se incluyen las habilitaciones al personal, inducción, permisos de alto riesgo, etc. En segundo lugar, se encuentra “Falta de herramientas” con un total de 50 demoras que representa el 26%, dentro de esta categoría se encuentra herramientas en otras áreas de trabajo debido a préstamos. Por último, esta las “Falencias en las coordinaciones” con un total de 47 demoras lo que representa el 24% en esta demora se observa la mala planificación.

Tabla 5 Actividades realizadas en el mantenimiento

Mantto de Tambor lavador					
	Actividades en el Mantto	Cantidad	F	p%	P%
1	Lub tam lavador	32	32	16.41	16.41
2	Cambio de pernos	50	82	25.64	42.05
3	Cambio de liners	37	119	18.97	61.03
4	Cambio de placas	13	132	6.67	67.69
5	reparación de fisura	53	185	27.18	94.87
6	reparación del reductor	10	195	5.13	100.00
		195		100	

Fuente: Elaboración propia

CAUSAS	Frecuencia	Frec. Normaliz	Frec. Acumulada
Reparación de fisura	53	27%	27%
Cambio de pernos	50	26%	53%
Cambio de liners	37	19%	72%
Lub tam lavador	32	16%	88%
Cambio de placas	13	7%	95%
Reparación del reductor	10	5%	100%

Fuente: Elaboración propia

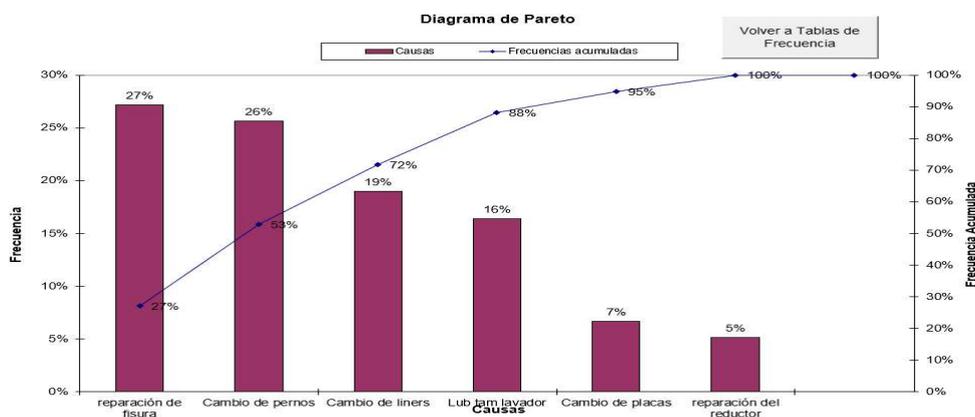


Figura 16 Actividades realizadas en el mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La grafica muestra las actividades realizadas en el mantenimiento. En primer lugar, se destaca la “Reparación de fisuras” con un total de 53 demoras lo que representa el 28%, en esta categoría se incluye personal calificado, permisos de alto riesgo, etc. En segundo lugar, se encuentra “Cambio de pernos” con un total de 50 demoras que representa el 26%, dentro de esta categoría se encuentra falta de máquinas, equipos y el requerimiento de los cambios de pernos. Por último, esta las “Cambio de liners” con un total de 47 demoras lo que representar el 24% en esta actividad se observa la falta de personal capacitado, habilitaciones, inducción, etc.

6.2 Encuesta realizada a los responsables del área de mantenimiento.

Estas encuestas fueron realizadas a personas responsables de la ejecución de las actividades y la preparación de trabajos previos, durante y después del mantenimiento en planta concentradora.

Tabla 6 Tiempo que lleva realizando mantenimiento de planta concentradora

Años	f	%
1-3	1	20%
4-7	2	40%
8-12	2	40%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia

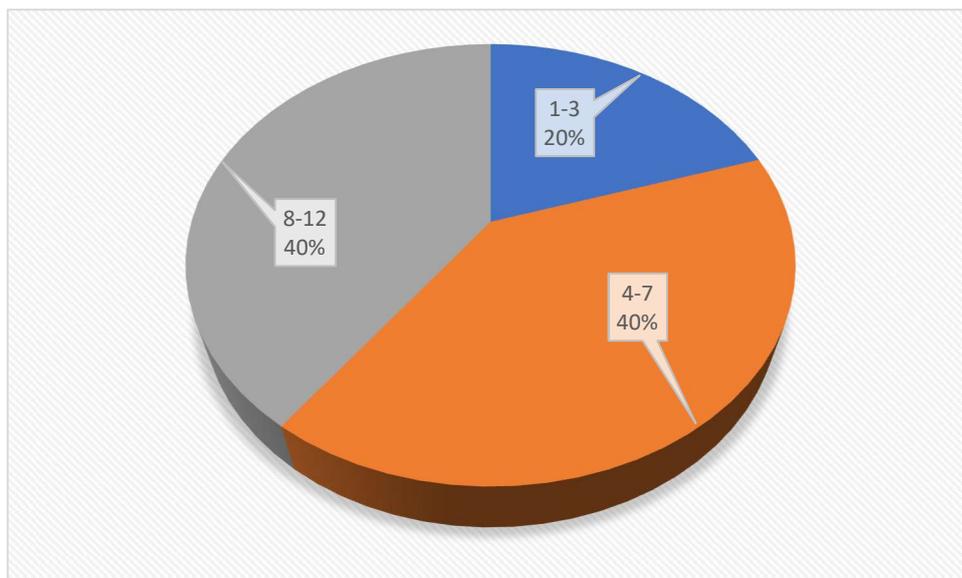


Figura 17 Gráfico de tiempo que lleva realizando mantenimiento de planta concentradora

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El 80% de responsables del departamento de mantenimiento tienen entre “4 y 12 años” de experiencia en el área.

Tabla 7 Problemas más frecuentes en el tambor lavador

Problemas	f	%
Personal no capacitado	3	30%
Incumplimiento del trabajo planificado	2	20%
Falta de personal	3	30%
Falta de comunicación	2	20%
Total	10	100%

Fuente: Elaboración propia

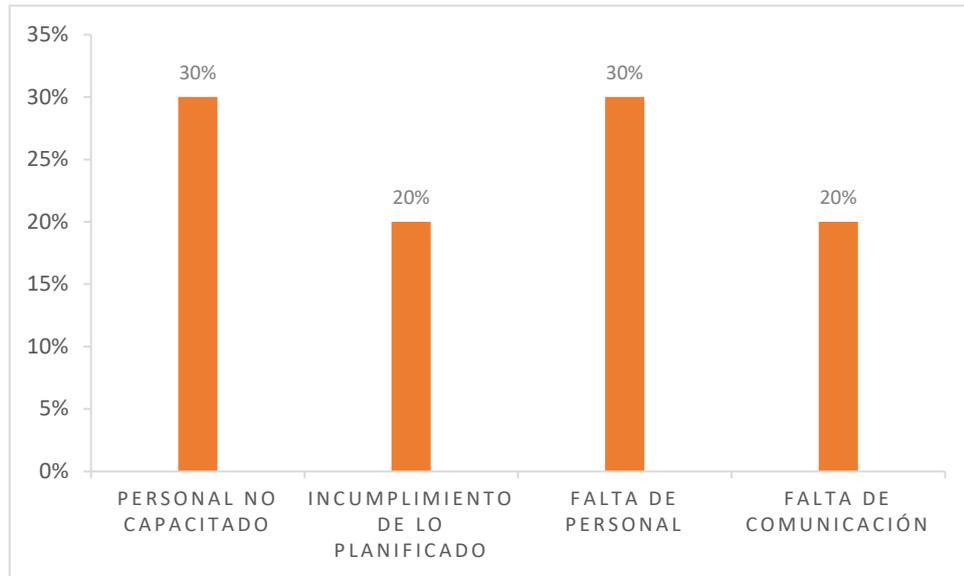


Figura 18 Problemas más frecuentes en el tambor lavador

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El 30% de problemas más frecuentes en el tambor lavador se asocian al “Personal no capacitado” y la “Falta de personal”, en cuanto un 20% al “Incumplimiento del trabajo planificado” y “Falta de comunicación”.

Tabla 8 Área de procesamiento de mineral con mayor porcentaje en dificultades en la ejecución del mantenimiento.

Áreas	f	%
Molienda	3	60 %
Chancado	1	20 %
Flotación	1	20 %
Total	5	100 %

Fuente: Elaboración propia

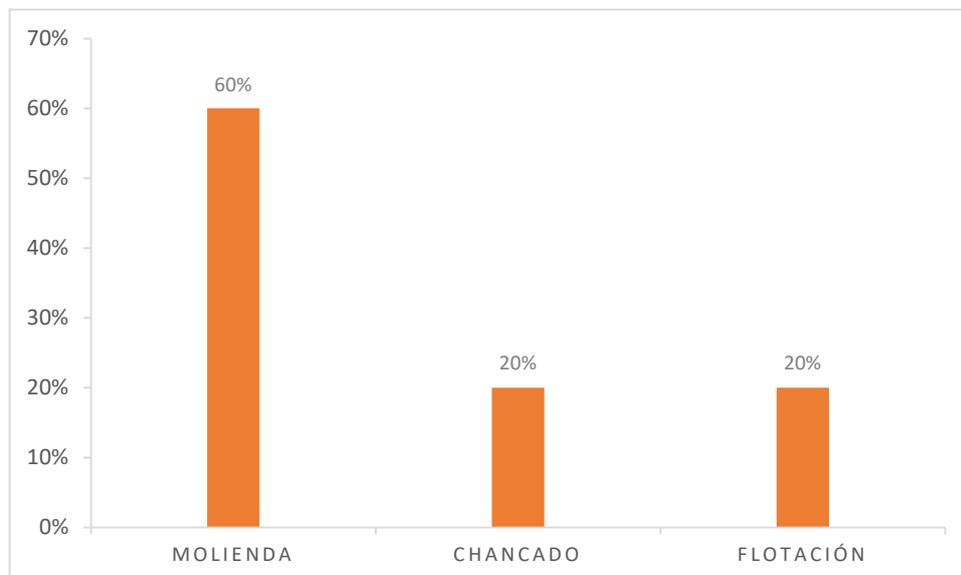


Figura 19 Área de procesamiento de mineral con más problemas en la ejecución del mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El 60% con más dificultades en la ejecución del mantenimiento en el área de procesamiento de minerales, se asocia al procesamiento de “Molienda”, y en un 20% se encuentra procesamiento de “Chancado” y “Flotación”.

Tabla 9 Mejoras realizadas en los mantenimientos

Mejoras	f	%
Capacitación del personal	2	40%
Realizar reportes por equipos	1	20%
Reunión de preparación antes del mantenimiento	1	20%
Comunicación antes, durante y después de cada mantenimiento	1	20%
Total	5	100%

Fuente: Elaboración propia

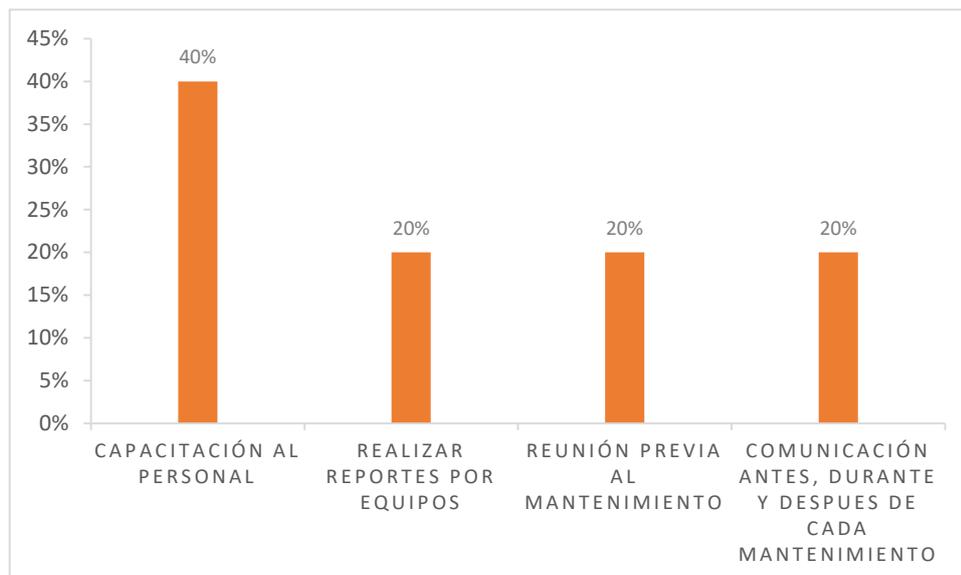


Figura 20 Mejoras realizadas en el mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El 40% de los responsables del mantenimiento, concuerdan en que se debe capacitar al personal para alcanzar mejoras en los mantenimientos, el 20% mencionan que se debe realizar reportes diarios por equipos, así también los otros indicadores que fueron evaluados.

6.3 Diseño de estrategias

De la interpretación se puede definir que en esta etapa en la propuesta de gestión de mantenimiento para mejorar la productividad del tambor lavador en la compañía minera El Brocal. 2023, se identifica lo siguiente:

- La gestión de mantenimiento se encuentra en desarrollo.
- Se tiene grandes dificultades en los circuitos de los componentes del tambor lavador.

Para las situaciones complicadas se debe comunicar en primer instancia al jefe de mantenimiento, cuando se tienen fallas frecuentes en el tambor lavador, quiere decir que la calidad de gestión de mantenimiento es deficiente, debido a ello existen muchas pérdidas económicas, todo ello genera malestar entre las áreas de operaciones y mantenimiento para definir la responsabilidad de las fallas con más recurrencia en el área, la propuesta sigue con un plan de mejora para las actividades de

mantenimiento, teniendo como objetivo incrementar la productividad del tambo lavador.

A continuación, se detalla las siguientes propuestas para mejorar la gestión de mantenimiento del mencionado equipo.

4.1.28 Implementación de herramientas para el área de

Mantenimiento

Se implementó un plan de mantenimiento adecuado para la propuesta de la siguiente manera:

- Se elaboró una evaluación detallada para implementar un nuevo indicador de mantenimiento, es necesario contar con los indicadores existentes para tener una nueva evaluación de la ruta crítica con repuestos y componentes que tiene alta rotación en el área, se ha de evaluar los indicadores que determinan la productividad y eficiencia del tambo lavador, para poder determinar cómo se efectuará la mejora del plan de mantenimiento implementando técnicas de predictivos enfocado en obtener datos para realizar un levantamiento de información para manejar un cuadro estadístico.
- Establecer los objetivos del mantenimiento para mejorar el indicador de productividad en el tambor lavador.
- Diseñar un plan de actividades de mantenimiento teniendo en cuenta aspectos identificados en los mantenimientos preventivo y predictivo con el objetivo de mejorar la productividad del tambor lavador.
- Evaluación de las fallas más comunes con el diagrama de Pareto en el área que generan la disminución de la productividad del tambor lavador.
- Elaboración de un análisis del tambor lavador para encontrar las fallas no deseadas, estas fallas serían identificadas como los más importantes para para analizarlos con mayor detenimiento, con ello poder aplicar el plan de mejora en el tambor lavador, este sería el punto de partido y una referencia para alcanzar la mejora continua.

4.1.29 Mejores estrategias de Mantenimiento en Paradas de Planta

Evaluaremos y verificaremos a detalle cómo se venían realizando los trabajos de mantenimientos en estas actividades de mantenimiento:

- **Mejora del mantenimiento preventivo en las paradas de planta:**

La dirección de la Compañía Minera concentrará a los especialistas de las distintas áreas para que días previos a la parada de planta cuenten con la información necesaria para poder optimizar el plan de mantenimiento ya validado y establecido para su programación, con la única finalidad de poder verificar lo siguiente:

- Trabajar con la cantidad de personal que sea necesario para las tareas prioritarias asignadas como mantenimiento preventivo, esto con el fin evitar paradas del tambor lavador posterior a la parada de planta.

- Contar con el requerimiento de los repuestos, materiales e insumos que sean necesarios en planta para la parada ya programada, contando con la verificación de cada uno de ellos y proceder con el control de calidad por el personal responsable del mantenimiento predictivo que se asigne para la parada de planta.

- Durante la parada de planta se ha de disponer los equipos para el mantenimiento programado, en ello está considerado el tambor lavador.

- Disponer el personal con las mejores competencias para recabar toda la información del estado actual de los componentes y equipos intervenidos en el tambor lavador.

- El grupo adicional que recabará la información, determinará la validación de los repuestos con mayor rotación que serán utilizados en la parada de planta.

- Durante la parada de planta se contar con personal que haya sido capacitado y como resultado puedan ser habilitados para realizar actividades de mantenimiento en las instalaciones de la compañía minera.

-Al contar con los recursos y los tiempos establecidos, se podrá ejecutar las actividades de mantenimiento de la mejor manera, teniendo calidad en este servicio se garantizará la mantenibilidad del tambor lavador, evitando fallas no deseadas, esto ha de resultar de un mantenimiento de calidad.

-Los resultados de la ejecución de las actividades de mantenimiento se verá reflejado durante operaciones de la planta concentradora, en específico del tambor lavador que se tendrá entre intervalos de la parada de planta, de no existir paradas no planificadas será resultado de una buena planificación dónde será necesario archivar información en el historial de los equipos para tener un mejor control de los elementos de desgaste con mayor rotación.

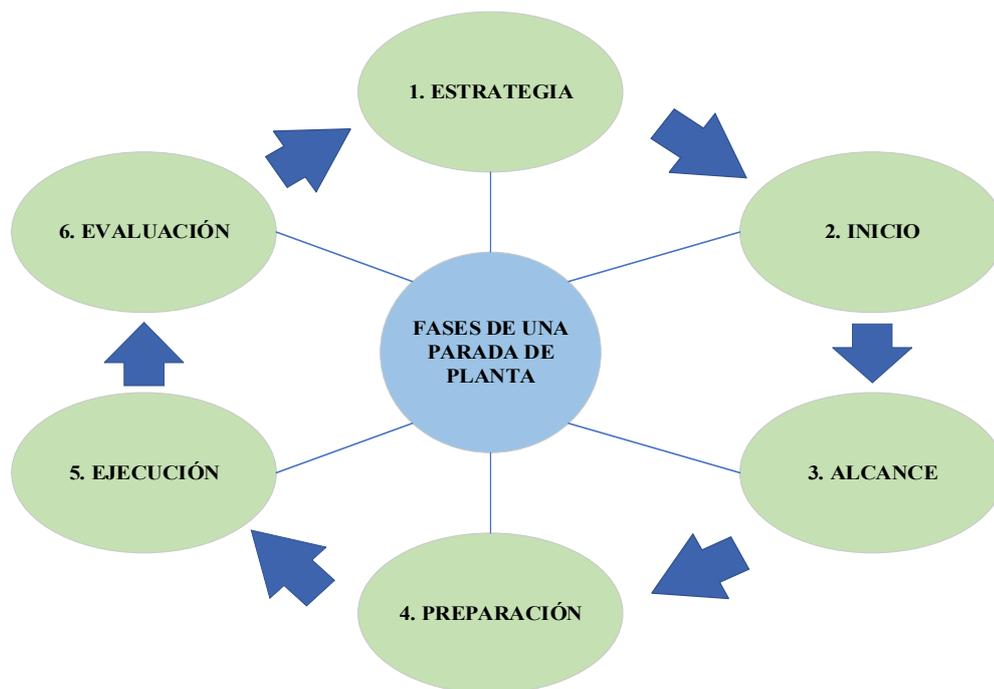


Figura 21 Ideas para Mejorar una parada de planta

Fuente: Elaboración propia

• **Mejorar las actividades de mantenimiento predictivo:**

Considerado el más importante en este plan de mejora, para que la empresa especializada asignada en la compañía y terceros, brinden soporte al departamento de mantenimiento dedicada a la mejora continua

de los componentes y equipos del tambor lavador con la inclusión de lo siguiente:

-La dirección operativa global que responsable de la parada de planta, se encarga de buscar y levantar estadística inicial para tener una referencia con la que en las siguientes paradas de planta se realice de mejor manera con un enfoque en las zonas críticas, para luego estandarizar los mantenimientos preventivos que se realizan en planta concentradora.

-Implementar un formato para estandarizar los repuestos de alta rotación.

-En el día siguiente se ha de presentar un reporte para la siguiente parada de planta, lo que se dará a conocer en reuniones previas para establecerlas con ello se ha solicitar a los proveedores abastecer los repuestos que serán utilizados en los equipos y circuitos del tambor lavador.

-Es recomendable en aplicar el OEE "Overall Equipment Effectiveness" que significa eficacia global de los equipos del tambor lavador, para evaluar este indicador se ha de recopilar información de las ratios de desgaste de componentes, la productividad del tambor lavador, la calidad del producto procesado, y el rendimiento de eficiencia del tambor lavador.

-Establecer mejoras en los indicadores ya aplicados en la compañía y también deben ser aplicados en los componentes del tambor lavador.

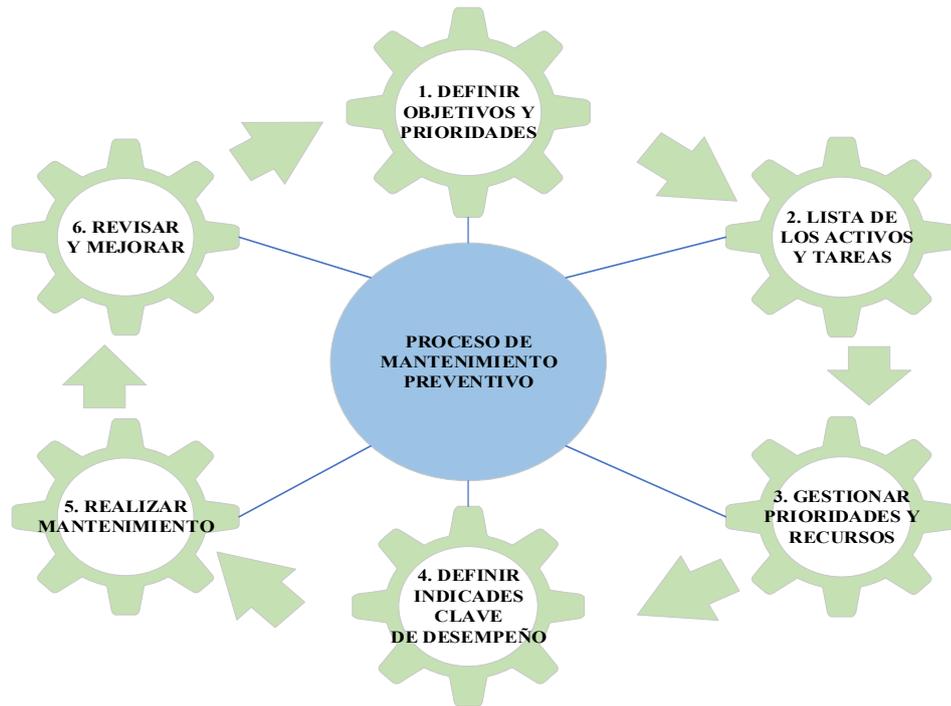


Figura 22 Proceso de mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia

• **Mejorar los protocolos de mantenimiento de cada componente del tambor lavador.**

Finalmente, se sabe que cuando se realiza el cambio de las piezas de desgaste de los equipos, con referencia en el manual se recomienda realizarlo de acuerdo a los procedimientos recomendados por los fabricantes, con estos procedimiento de trabajo a detalle; de igual manera, los circuitos se basan en los PETS (procedimientos escritos de trabajo seguro), en ellos se detallan los recursos necesarios y los pasos que se deben seguir antes, durante y después de la actividades en el equipo o circuito del tambor lavador, los más relevantes son:

- El procedimiento de cambio de liners del tambor lavador.
- Los procedimientos de los chutes de alimentación y descarga de tambores lavadores.
- Procedimientos de los circuitos del tambor lavador.
- Procedimiento en de tareas de la zaranda vibratoria para el cambio de componentes de los elementos de desgaste y cambio de componentes mayores.

- Documentos de inspección, cambio y regulación de rapadores primarios, secundarios y otros de la faja transportadora.

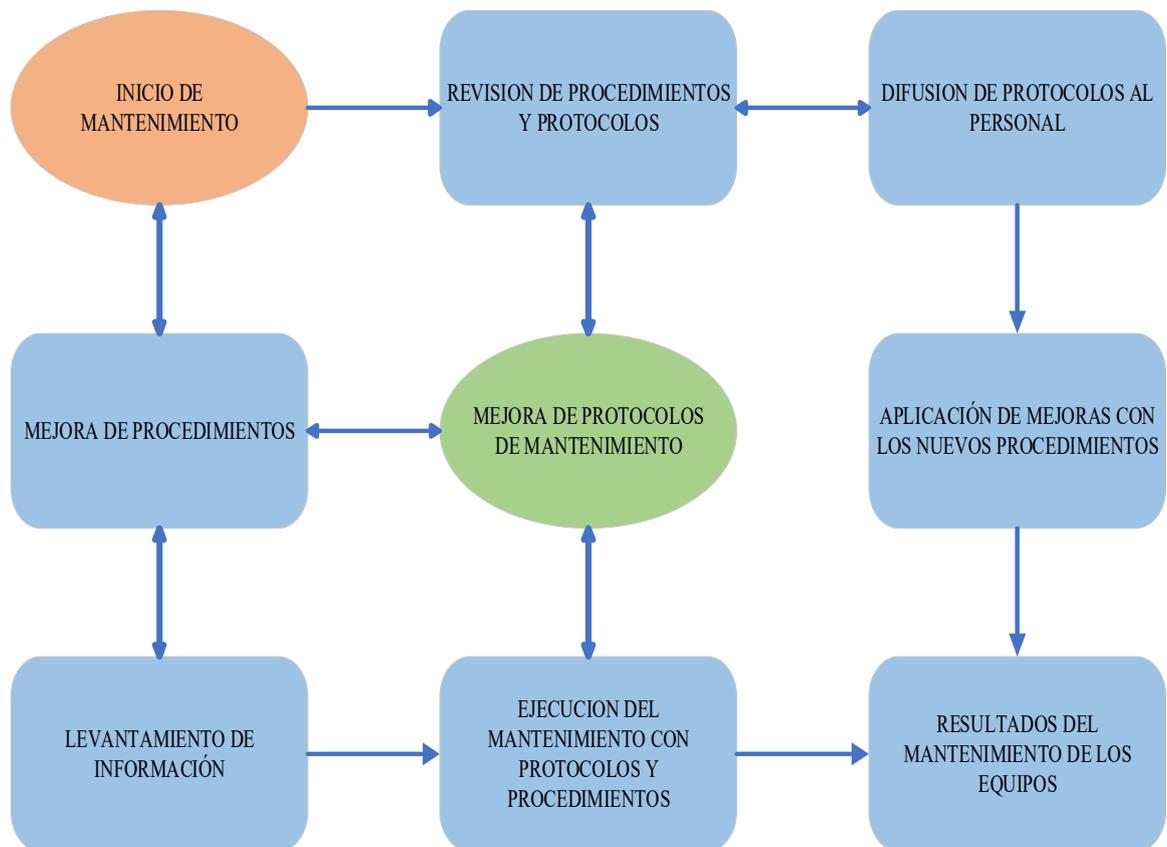


Figura 23 Mejora de los protocolos de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

• **Mejorar la planificación de las paradas de planta:**

Según el SMRP uno de los pilares del mantenimiento preventivo es la planificación, es importante contar con los planes de mantenimiento actualizados, en la jefatura de planificación se han de incluir y se podrán suministrar para que el nuevo grupo de especialistas, participe en las coordinaciones previas y en la planificación.

Contribuyendo con la data para aumentar los recursos y también para definir tiempos más reales en la mantención, optimizando tiempos, recursos y un mejor control en la parada de planta, siendo así el mantenimiento más eficiente con la finalidad de aumentar la productividad del tambor lavador.

Para poder incrementar la productividad del tambor lavador, Se ha de reforzar la planificación en los siguientes puntos:

- Contar con el recurso humano suficiente y necesario para todo el mantenimiento.
- Establecer y realizar un listado de todos los repuestos necesarios para el mantenimiento programado.
- Determinar los índices de productividad generada por la calidad del mantenimiento en la parada de planta, planificando actividades que se realizarán en las paradas de planta menores (estas pueden ser de 18 hasta 36 hr aprox.) y las paradas de planta mayores (estas pueden ser desde 48 hasta 96 hr).
- Es necesario realizar diagramas de Gantt y el timeline de la ruta crítica en la parada de planta ya programada, así mismo realizar un seguimiento de este, verificando la curva S para con ello poder corregir posibles desviaciones.
- La información recopilada será de vital importancia para el próximo plan anual, con ello se podrá sustentar de manera estadística los costos para la mejora aplicada, esto será un documento importante para poder solicitar el recurso económico que serán necesario para el próximo plan anual de paradas de planta preventivas del próximo año considerando el mantenimiento predictivo.
- Precisar las actividades del siguiente mantenimiento preventivo del tambor lavador.
- Precisar la cantidad de materiales y consumibles para el siguiente mantenimiento del tambor lavador.

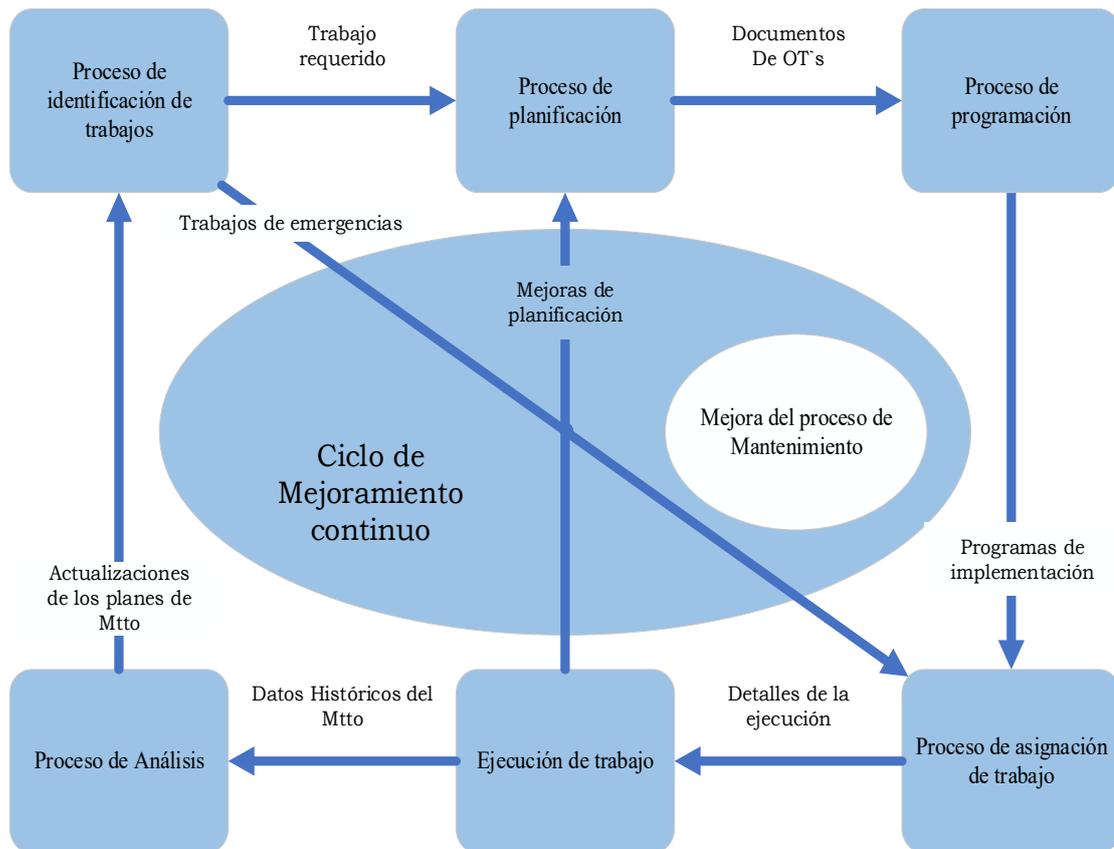


Figura 24 Mejora de planeamiento preventivo

Fuente: Elaboración propia

6.4 Evaluación económica y financiera

Formar un equipo de trabajo para contar con la información del estado económico de la planta, así como de los equipos principales y circuitos de alimentación y descarga, el equipo estaría conformado por:

- Ingeniero Mecánico.
- Ingeniero de Seguridad.
- Dibujante Cadista.
- 04 Especialistas mecánicos (especialistas en alineamientos, pruebas NDT, en equipos de medición de ultrasonidos, escaneos, etc.).

El equipo establecido para realizar esta evaluación tendrá como objetivo el levantamiento de información con un enfoque en poder realizar lo siguiente:

- Al contar con datos estadísticos se puede definir con información validada lo siguiente:
 - Formando un equipo de especialistas que maneje la data de los mantenimientos preventivos, con ello han de mejorar los índices de producción y se controlará de manera óptima los gastos, siendo más rentable con este plan de mejora para poder tener el tambor lavador en operación con mayor productividad, lo que permitirá menos fallas en los componentes del tambor lavador.
 - Teniendo mayor eficiencia, los equipos y los circuitos tendrán una mayor productividad para sus procesos, estos tendrán mayor confiabilidad en su proceso de mineral para la captación de cobre, siendo eficiente la mantenibilidad del tambor lavador.
 - Se tendrá mejores referencias de las empresas que cumplieron con eficiencia las labores asignadas, para se realizará el requerimiento del personal para la ejecución del servicio de mantenimiento en el plan de mantenimientos preventivos de las paradas de planta en el tambor lavador.
 - Se contará con un registro de los repuestos con mayor rotación y poder tener un uso adecuado para el cambio de componentes con desgaste crítico, el cambio será debidamente controlada con registros de las ratios de desgaste del tambor lavador.
 - Teniendo la cantidad de personal calificado necesario, la cantidad de repuestos para la parada de planta, el tiempo a disposición del tambor lavador para el mantenimiento, se obtendrá mayor eficiencia.
 - Se tendrá mayor eficiencia en la adquisición de repuestos, teniendo una rotación de componentes alta y se evitará incrementar el inventario en los almacenes de la compañía.

- Subir información del estado actual de los componentes de desgaste de los circuitos tambor lavador, adicionalmente de los componentes principales.

- Utilizar los indicadores como KPI's de factores de desgaste, KPI's de procesamiento de mineral, KPI's indicadores de cuanto personal intervino cada componente del circuito y cuantas horas se utilizó en el último mantenimiento.

- La presente investigación se basará en el diseño de inicio de levantamiento de información digital y real la información que se tiene para la programación de mantenimientos, información de la calidad del mineral que ha sido procesado, solicitar data del área metalúrgico como sus procesos y sus planes de proceso para este periodo.

4.1.30 Aspectos administrativos

Este aspecto también se basa en la mejora continua de los circuitos de los equipos del tambor lavador, se tiene como fin de esta propuesta aportar con el incremento de la productividad en todos sus procesos, considerando que esto se dará en un largo plazo, acoplándolo al presupuesto anual de paradas de planta:

- Según programa anual se realizará 08 paradas menores, promedio de 12 a 36 hrs (1/2 día a 1 día y 1/2), cada parada de planta contemplando “días de previos de cada servicio, día de ejecución del servicio de mantenimiento, contemplando días de post servicio, donde al final de cada trabajo se proporcionan los entregables de la data levantada con planos de mejora de cada componente de los circuitos, donde se realizan los preparativos para la ejecución de todas las mejoras en las paradas mayores”.
- También está establecido que se realizará 02 paradas mayores, promedio desde 48 horas hasta las 96 horas (2 a 4 días) cada parada de planta, en esta se realizan cambio de componentes críticos y de mayor envergadura, donde se realizan cambios en su totalidad los elementos de desgaste, se pone mayor énfasis en tener resultados de operatividad óptima del circuito de molienda.
- Mencionados estos objetivos, se propone el siguiente presupuesto para la mejora en la productividad del tambor lavador de la Sociedad Minera El Brocal.

4.1.31 Presupuesto económico

El presupuesto económico estará basado por los días de trabajo asignados a cada labor previos a cada servicio de parada de planta así como los días posteriores a la parada de planta, centrándose en los intervalos de cada

mes, es importante brindar el reporte necesario para la ejecución del servicio de mantenimiento preventivo, se toma como referencia el plan inicial del presupuesto anual, considerando cada intervención en las paradas de planta; para esta mejora de la productividad del tambor lavador se han de considerar los siguientes:

- Se valorizará los presupuestos para las 8 intervenciones durante el año de paradas menores, también se valorizará 02 presupuestos de paradas mayores para ser incluido en el presupuesto de mantenimiento anual.
- Dimensionar el servicio por paradas de planta menores con la cantidad de personal adecuada en los días indicados.
- También un dimensionar el servicio por paradas de planta mayores con referencia a las paradas menores.
- En ambos presupuestos se han de utilizar los mismos equipos de planta, variando en la cantidad de días de ejecución.

En el presupuesto se establece incluir un equipo de trabajo de especialistas que se dedicaran al levantamiento de observaciones, donde se detallará los reportes financieros, donde resaltarán las actividades prioritarias incluidas en un plan de mantenimiento realizadas con la utilización de recursos para la parada de planta, definidas en las ordenes de trabajo sustentadas en el software utilizado para la planificación.

En el informe ejecutivo se ha de evidenciar los aspectos económicos, los gastos específicos establecidos y sus adicionales de cada servicio, luego en el informe trimestral se deberá reflejar la productividad actual del tambor lavador, comparándolo con el informe anterior, con un análisis de los recursos utilizados verificando la rentabilidad que genera el equipo de especialistas, los cuales según resultados han sido eficientes y se consideran muy necesarios en todos los mantenimientos preventivos, reforzando al equipo de mantenimiento, controlando la eficiencia de los equipos del tambor lavador y evitando las paradas no deseadas que generan grandes pérdidas a la compañía que alteran el presupuesto anual para las paradas de planta.

En la siguiente tabla se observan los dimensionamientos del servicio del plan de mejora en aumento de la productividad del tambor lavador.

Tabla 10 Parada menor dimensionamiento del tiempo

Grupo	Actividad	Turno	Cant.	Personal	Trabajo previo Día 1 (Hrs)	Trabajo previo Día 2 (Hrs)	Servicio Día 3 (Hrs)	Servicio Día 4 (Hrs)	Trabajo post Día 5 (Hrs)
A	Previos del servicio	Día	1	Supervisor mecánico	8	8	8	8	8
		Día	1	Supervisor de seguridad	8	8	8	8	8
		Día	1	Cadista	8	8	8	8	8
		Día	1	Mecánico líder	8	8	8	8	8
B	Ejecución y soporte del servicio	Día	1	Supervisor mecánico			8	8	8
		Día	1	Supervisor de seguridad			8	8	8
		Día	1	Cadista			8	8	8
		Día	1	Mecánico líder			8	8	8
		Día	3	Mecánicos			8	8	8
Apoyo	Soporte de servicio	Día	1	Asistente administrativo	8	8	8	8	8
		Día	1	Programador	8	8	8	8	8

Elaboración propia

Tabla 11 Parada mayor dimensionamiento del tiempo

Grupo	Actividad	Turno	Cant	Personal	Trabajo previo Día 1 (Hrs)	Trabajo previo Día 2 (Hrs)	Servicio Día 3 (Hrs)	Servicio Día 4 (Hrs)	Trabajo post Día 5 (Hrs)	Trabajo previo Día 1 (Hrs)	Trabajo previo Día 2 (Hrs)
A	Previos del servicio	Día	1	Supervisor mecánico	8	8	8	8	8	8	8
		Día	1	Supervisor de seguridad	8	8	8	8	8	8	8
		Día	1	Cadista	8	8	8	8	8	8	8
		Día	1	Mecánico líder	8	8	8	8	8	8	8
B	Ejecución y soporte del servicio	Día	1	Supervisor mecánico			8	8	8	8	8
		Día	1	Supervisor de seguridad			8	8	8	8	8
		Día	1	Cadista			8	8	8	8	8
		Día	1	Mecánico líder			8	8	8	8	8
		Día	3	Mecánicos			8	8	8	8	8
Apoyo	Soporte de servicio	Día	1	Asistente administrativo	8	8	8	8	8	8	8
		Día	1	Programador	8	8	8	8	8	8	8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12 Presupuesto económico de la parada menor – mano de obra

Cliente:	Compañía minera El Brocal							
Atención:	Contrato							
Trabajo:	Servicio y soporte para parada de planta							
N.º pedido:	Servicio por paradas de planta menores del tambor lavador							
Elaborador por:	Área propuesta por							
Recurso Humano	Cantidad		Trabajo					Precio \$
	Personal	Días	Hrs.	Hrs. Extras	Hrs. Hombre	Hrs Totales	Hrs. Extras	
LABORES PREVIOS AL MANTENIMIENTO 1								
Ing. mantenimiento	1	3	8		\$13.96	\$335.04		\$335.04
Ing. de seguridad	1	3	8		\$13.96	\$335.04		\$335.04
Cadista	1	3	8		\$12.50	\$300.00		\$300.00
Mecánico líder	1	3	8		\$10.55	\$253.20		\$253.20
Técnicos mecánicos	3	3	8		\$10.00	\$720.00		\$720.00
Total	7							\$1,943.28
LABORES PRE PARADA								
Ing. mantenimiento	1	1	12		\$13.96	\$167.52		\$167.52
Ing. de seguridad	1	1	12		\$13.96	\$167.52		\$167.52
Cadista	1	1	2		\$12.50	\$25.00		\$25.00
Mecánico líder	1	1	12		\$10.55	\$126.60		\$126.60
Técnicos mecánicos	3	1	12		\$10.00	\$360.00		\$360.00
Total	7							\$846.64
LABORES DE MANTENIMIENTO (TURNO DÍA)								
Ing. mantenimiento	1	1	16	4	\$13.96	\$223.36	\$55.84	\$279.20
Ing. de seguridad	1	1	16	4	\$13.96	\$223.36	\$55.84	\$279.20
Cadista	1	1	16	4	\$12.50	\$200.00	\$50.00	\$250.00
Mecánico líder	1	1	16	4	\$10.55	\$168.80	\$42.20	\$211.00
Técnicos mecánicos	3	1	16	4	\$10.00	\$480.00	\$40.00	\$520.00
Total	7							\$1,539.40
LABORES POST - MANTENIMIENTO								
Ing. mantenimiento	1	2	8		\$13.96	\$223.36		\$223.36
Ing. de seguridad	1	2	8		\$13.96	\$223.36		\$223.36
Cadista	1	2	8		\$12.50	\$200.00		\$200.00
Mecánico líder	1	2	8		\$10.55	\$168.80		\$168.80
Técnicos mecánicos	3	2	8		\$10.00	\$480.00		\$480.00
Total	7							\$1,295.52
MOVILIZACIÓN								
Ing. mantenimiento	1	1	8		\$13.96	\$111.68		\$111.68
Ing. de seguridad	1	1	8		\$13.96	\$111.68		\$111.68
Cadista	1	1	8		\$12.50	\$100.00		\$100.00
Mecánico líder	1	1	8		\$10.55	\$84.40		\$84.40
Técnicos mecánicos	3	1	8		\$10.00	\$240.00		\$240.00
Total	7							\$647.76
COSTO TOTAL M. O. EN SERVICIO								\$6,272.60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13 Presupuesto económico de la parada menor – uniforme y EPP's

UNIFORME/EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL						
DESCRIPCIÓN	CANT. PERSONAL	PRECIO UNIT. (\$)	VIDA UTIL (DIAS)	DIAS A USAR	CANT. /COMPRA R	PRECIO EN (\$)
LENTES DE SEGURIDAD MSA, ECO LIGHT, LUNA CLARA (ANTI-SCRATCH)	7	\$1.82	2	6	3	\$38.22
BARBIQUEJO CON MENTONERA	7	\$0.38	30	6	1	\$2.66
CAMISA MANGA LARGA TALLA L, COLOR GRIS	3	\$10.83	30	6	1	\$32.49
CANDADOS DE BLOQUEO COLOR ROJO TIPO DIELECTRICO	7	\$13.07	90	6	1	\$91.49
FILTROS (CARTUCHO) CONTRA VAPORES ORGANICOS Y GASES ACIDOS 6003/07047	7	\$9.88	15	6	1	\$69.16
CASCO 3M V-GARD JOCKEY C/SLOT FAS-TRACK MARRON, LOGO El Brocal	7	\$9.08	180	6	1	\$63.56
CHALECO DE MATERIAL DRILL NARANJA CON CINTAS REFLECTIVAS TALLA L	3	\$14.88	180	6	1	\$44.64
CORTAVIENTO CON FORRO POLAR	7	\$4.35	180	6	1	\$30.45
FILTRO PARA PARTICULAS Y VAPORES ORGANICOS	7	\$7.66	15	6	1	\$53.62
GUANTE DE NITRILO TOUCH N TUFF 9.5" TALLA 7-S	7	\$0.18	1	1	1	\$1.26
GUANTE PARA PROTECCION MECANICA Y ANTICORTE, TALLA 7	7	\$7.34	10	6	1	\$51.38
OVEROL EN DRILL AZUL, TALLA L	4	\$50.00	180	6	1	\$200.00
PINZAS DE BLOQUEO (6 AGUJEROS)	1	\$8.96	90	1	1	\$8.96
OREJERAS PROTECTOR AUDITIVO PARA CASCO	7	\$19.97	180	6	1	\$139.79
RESPIRADOR MEDIA CARA REUTILIZABLE 7502/37082 - MEDIUM	7	\$23.47	180	6	1	\$164.29
SUSPENSION / TAFILETE FAS-TRAC III PARA CASCOS V-GARD, 4 PUNTOS	7	\$5.81	180	6	1	\$40.67
TAPONES REUTILIZABLES 1271 - 24DB	7	\$1.27	7	6	1	\$8.89
TRAJE TYVEK DESCARTABLE BLANCO, TALLA M	7	\$3.50	2	1	1	\$24.50
ZAPATOS DE SEGURIDAD TALLA 41 (PPLA)	7	\$19.81	180	6	1	\$138.67
RESPIRADOR CONTRA EL MATTERIAL PARTICULADO N95-8516	7	\$7.25	2	2	1	\$50.75
COSTO TOTAL, UNIFORME Y EPPS						\$1,255.45

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14 Presupuesto económico de la parada menor – Transporte

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO		PRECIO EN (\$)
		N.º DIA	PRECIO/DIA	
TRASLADO INTERNO				
Minivan	1	2	\$206.00	\$412.00
Camioneta 4x4	1	6	\$165.00	\$990.00
Coaster			\$258.00	
TRASLADO EXTERNO				
Camioneta 4x4	1	2	\$361.00	\$722.00
TOTAL, TRANSPORTE				\$2,124.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 Presupuesto económico de la parada menor – Diversos

DIVERSOS				
DESCRIPCIÓN	CANT. PERSONAL	CANT. VECES	PRECIO UNIT. (\$)	PRECIO EN (\$)
Alojamiento				
Desayunos				
Almuerzos				
Cenas				
Hidratación	7	6	\$1.50	\$63.00
Alojamiento en Acreditaciones				
Alimentación en Acreditaciones				
Inducción personal nuevo	7	1	\$26.88	\$188.16
Inducción Seguridad	7	1	\$26.88	\$188.16
Examen médico perfil general, riesgo altura Staff 7	7	1	\$206.25	\$1,443.75
Examen médico perfil conductor, riesgo altura				
Examen médico (riesgo altura, espacio confinado, metales pesados)	7	1	\$257.81	\$1,804.67
Examen médico salida				
TOTAL, DIVERSOS				\$3,687.74

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 Presupuesto económico de la parada menor – Resumen de los costos

RESUMEN	PRECIO EN (\$)
MANO DE OBRA EN SERVICIOS	\$6,272.60
UNIFORME/EPP'S	\$1,255.45
TRANSPORTE	\$2,124.00
DIVERSOS	\$3,687.74

PRECIO TOTAL DEL SERVICIO/ OBRA	\$13,339.79
CANTIDAD DE PARADAS DE PLANTA MENORES 8	\$106,718.32
PRESUPUESTO ANUAL DEL SERVICIO POR PARADAS MENORES	\$106,718.32
PLAZO DE ENTREGA DEL SERVICIO (DIAS CALENDARIOS)	15
DISPONIBILIDAD PARA INICIAR LAS OPERACIONES (DIAS CALENDARIO)	15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17 Presupuesto económico de la parada mayor – mano de obra

Cliente:	Compañía minera El Brocal							
Atención:	Contrato							
Trabajo:	Servicio y soporte de parada de planta							
N.º pedido:	Servicio de paradas de planta menores del tambor lavador							
Fecha:								
Elaborador por:	Área propuesta por							
ESTRUCTURA DEL PRECIO DE MANO DE OBRA								
Personal	Cantidad		Trabajo		Precios			Precio en \$
	Personal	Días	Hrs.	Hrs. Extras	Hrs. Hombre	Hrs Totales	Hrs. Extras	
LABORES PREVIOS AL MANTENIMIENTO 1								
Ing. mantenimiento	1	3	8		\$13.96	\$335.04		\$335.04
Ing. seguridad	1	3	8		\$13.96	\$335.04		\$335.04
Cadista	1	3	8		\$12.50	\$300.00		\$300.00
Mecánico líder	1	3	8		\$10.55	\$253.20		\$253.20
Técnicos mecánicos	3	3	8		\$10.00	\$720.00		\$720.00
Total	7							\$1,943.28
LABORES PRE PARADA								
Ing. mantenimiento	1	1	12		\$13.96	\$167.52		\$167.52
Ing. seguridad	1	1	12		\$13.96	\$167.52		\$167.52
Cadista	1	1	2		\$12.50	\$25.00		\$25.00
Mecánico líder	1	1	12		\$10.55	\$126.60		\$126.60
Técnicos mecánicos	3	1	12		\$10.00	\$360.00		\$360.00
Total	7							\$846.64
LABORES EN MANTENIMIENTO (TURNO DÍA)								
Ing. mantenimiento	1	3	16	4	\$13.96	\$670.08	\$55.84	\$725.92
Ing. seguridad	1	3	16	4	\$13.96	\$670.08	\$55.84	\$725.92
Cadista	1	3	16	4	\$12.50	\$600.00	\$50.00	\$650.00
Mecánico líder	1	3	16	4	\$10.55	\$506.40	\$42.20	\$548.60
Técnicos mecánicos	3	3	16	4	\$10.00	\$1,440.00	\$40.00	\$1,480.00
Total	7							\$4,130.44
LABORES POST MANTENIMIENTO								
Ing. mantenimiento	1	2	8		\$13.96	\$223.36		\$223.36
Ing. seguridad	1	2	8		\$13.96	\$223.36		\$223.36

Cadista	1	2	8		\$12.50	\$200.00		\$200.00
Mecánico líder	1	2	8		\$10.55	\$168.80		\$168.80
Técnicos mecánicos	3	2	8		\$10.00	\$480.00		\$480.00
Total	7							\$1,295.52
MOVILIZACIÓN								
Ing. mantenimiento	1	1	8		\$13.96	\$111.68		\$111.68
Ing. seguridad	1	1	8		\$13.96	\$111.68		\$111.68
Cadista	1	1	8		\$12.50	\$100.00		\$100.00
Mecánico líder	1	1	8		\$10.55	\$84.40		\$84.40
Técnicos mecánicos	3	1	8		\$10.00	\$240.00		\$240.00
Total	7							\$647.76
TOTAL, MANO DE OBRA EN SERVICIO								\$8,863.64

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18 Presupuesto económico de la parada mayor – uniforme y EPP's

UNIFORME/EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL						
DESCRIPCIÓN	CANT PERSONAL	PRECIO UNIT. (\$)	VIDA UTIL (DIAS)	DIAS A USAR	CANT. X COMPRAR	PRECIO EN (\$)
LENTES DE SEGURIDAD MSA, ECO LIGHT, LUNA CLARA (ANTI-SCRATCH)	7	\$1.82	2	8	4	\$50.96
BARBIQUEJO CON MENTONERA	7	\$0.38	30	8	1	\$2.66
CAMISA MANGA LARGA TALLA L, COLOR GRIS	3	\$10.83	30	8	1	\$32.49
CANDADOS DE BLOQUEO COLOR ROJO TIPO DIELECTRICO	7	\$13.07	90	8	1	\$91.49
FILTROS (CARTUCHO) CONTRA VAPORES ORGANICOS Y GASES ACIDOS 6003/07047	7	\$9.88	15	8	1	\$69.16
CASCO 3M V-GARD JOCKEY C/SLOT FAS-TRACK MARRON, LOGO El Brocal	7	\$9.08	180	8	1	\$63.56
CHALECO DE MATERIAL DRILL NARANJA CON CINTAS REFLECTIVAS TALLA L	3	\$14.88	180	8	1	\$44.64
CORTAVIENTO CON FORRO POLAR	7	\$4.35	180	8	1	\$30.45
FILTRO PARA PARTICULAS Y VAPORES ORGANICOS	7	\$7.66	15	8	1	\$53.62
GUANTE DE NITRILO TOUCH N TUFF 9.5" TALLA 7-S	7	\$0.18	1	8	8	\$1.26
GUANTE PARA PROTECCION MECANICA Y ANTICORTE, TALLA 7	7	\$7.34	10	8	1	\$51.38
OVEROL EN DRILL AZUL, TALLA L	4	\$50.00	180	8	1	\$200.00
PINZAS DE BLOQUEO (6 AGUJEROS)	1	\$8.96	90	8	1	\$8.96

OREJERAS PROTECTOR AUDITIVO PARA CASCO	7	\$19.97	180	8	1	\$139.79
RESPIRADOR MEDIA CARA REUTILIZABLE 7502/37082 - MEDIUM	7	\$23.47	180	8	1	\$164.29
SUSPENSION / TAFILETE FAS-TRAC III PARA CASCOS V-GARD, 4 PUNTOS	7	\$5.81	180	8	1	\$40.67
TAPONES REUTILIZABLES 1271 - 24DB	7	\$1.27	4	8	2	\$8.89
TRAJE TYVEK DESCARTABLE BLANCO, TALLA M	7	\$3.50	2	2	1	\$24.50
ZAPATOS DE SEGURIDAD TALLA 41 (PPLA)	7	\$19.81	180	8	1	\$138.67
RESPIRADOR CONTRA EL MATTERIAL PARTICULADO N95-8516	7	\$7.25	2	8	4	\$50.75
COSTO TOTAL UNIFORME Y EPPS						\$1,268.19

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19 Presupuesto económico de la parada mayor – Transporte

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO		PRECIO EN (\$)
		N.º DIA	PRECIO/DIA	
TRASLADO INTERNO				
Mini van	1	2	\$206.00	\$412.00
Camioneta 4x4	1	6	\$165.00	\$990.00
Coaster			\$258.00	
TRASLADO EXTERNO				
Camioneta 4x4	1	2	\$361.00	\$722.00
TOTAL, TRANSPORTE				\$2,124.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20 Presupuesto económico de la parada mayor – Diversos

DIVERSOS				
DESCRIPCIÓN	CANT. PERSONAL	CANT. VECES	PRECIO UNIT. (\$)	PRECIO EN (\$)
Alojamiento				
Desayunos				
Almuerzos				
Cenas				
Hidratación	7	8	\$1.50	\$84.00
Alojamiento en Acreditaciones				
Alimentación en Acreditaciones				
Inducción personal nuevo	7	1	\$26.88	\$188.16
Inducción Seguridad	7	1	\$26.88	\$188.16

Examen médico perfil general, riesgo altura Staff 7	7	1	\$206.25	\$1,443.75
Examen médico perfil conductor, riesgo altura				
Examen médico (riesgo altura, espacio confinado, metales pesados)	7	1	\$257.81	\$1,804.67
Examen médico salida				
TOTAL, DIVERSOS				\$3,708.74

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21 Presupuesto económico de la parada mayor – Resumen de los costos

RESUMEN	PRECIO EN (\$)
MANO DE OBRA EN SERVICIOS	\$8,863.64
UNIFORME/EPP'S	\$1,268.19
TRANSPORTE	\$2,124.00
DIVERSOS	\$3,708.74
PRECIO TOTAL DEL SERVICIO/ OBRA	\$15,964.57
CANTIDAD DE PARADAS DE PLANTA MENORES 2	\$31,929.14
PRESUPUESTO ANUAL DEL SERVICIO POR PARADAS MENORES	\$31,929.14
PLAZO DE ENTREGA DEL SERVICIO (DIAS CALENDARIOS)	15
DISPONIBILIDAD PARA INICIAR LAS OPERACIONES (DIAS CALENDARIO)	15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22 Presupuesto Anual del Plan de Mejora de productividad

IMPLEMENTACIÓN DE LA MEJORA DE PRODUCTIVIDAD DEL TAMBOR LAVADOR						
Costo por parada Mayor	\$15,964.57	de 0.7 % a un 2%				Incremento propuesto de productividad del tambor lavador
Costo por parada Menor	\$13,339.79					
Cantidad de intervenciones parada menores	8.00	Cantidad				
Cantidad de intervenciones parada mayores	2.00	Cantidad				
CARGOS POR DEPRECIACIÓN	AÑOS					Total
	0	1	2	3	4	
BIENES PARA EL MANTENIMIENTO	Inversión para recuperar en los cuatro años de contrato de mantenimiento					costo más el gasto del 10%
Equipos de metrología	\$11,112.08	\$3,889.23	\$3,889.23	\$3,889.23	\$3,889.23	\$15,556.92
Equipos electrónicos	\$5,800.00	\$2,030.00	\$1,225.00	\$1,225.00	\$1,225.00	\$8,120.00

Herramientas	\$3,500.00	\$1,225.00	\$1,225.00	\$1,225.00	\$1,225.00	\$4,900.00
Gastos Administrativos (acreditación exámenes)	\$4,082.42	\$1,428.85	\$1,428.85	\$1,428.85	\$1,428.85	\$5,715.38
Otros Gastos	\$5,000.00	\$1,750.00	\$1,750.00	\$1,750.00	\$1,750.00	\$7,000.00
Total, de bienes Inversión a 01 Año	\$29,494.50	\$10,323.08		Gasto total a 4 años		\$41,292.30
Total, gasto adicional de bienes con 10% de depreciación por año	\$10,323.08	Gasto Invertido por año, pero es financiado a 4 años en la compra de equipos.				
Total, de gasto por inversión de compra de equipos	\$41,292.30	Gasto total del financiamiento por los 4 años a una tasa de 10% anual				
Total, de gasto por intervención anual por paradas menores	\$106,718.32					
Total, de gasto por intervención anual por paradas mayores	\$31,929.14					
Total, de intervención	\$190,262.84					
Gastos Administrativos 10%	\$15,875.05					
Utilidad 12%	\$19,050.06					
IGV 18%	\$28,575.08					
Total, de gastos de la mejora en productividad	\$253,763.03					
DETALLE DE LA INVERSIÓN						
Costo del Precio del Cobre x Kilo	\$9.60					
Costo del Precio del Cobre x Tonelada	\$9,629.00					
Proceso de Cobre en TM x Día	25000	TM: Tonelada métrica				
Costo de Producción por día de concentrado de cobre	\$240,725,000.00	93% de productividad				
BENEFICIOS DEL AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN EL TAMBOR LAVADOR	Más el 0.072% en su proceso	Resultado de aumento por día al 94%	Aumento de rentabilidad del 94% de productividad de eficiencia del tambor lavador aportando en un 0.33% de mejora			
	\$18.00	\$25,018.00	\$240,898,322.00			
Producción al 93% de disponibilidad x día	\$240,725,000.00	Con el crecimiento del 2% de aumento de disponibilidad				
Producción al 95% de disponibilidad x día	\$240,898,322.00	Por mes	\$4,817,966,440.00			
Diferencia favorable del aumento de la disponibilidad al 95%	\$173,322.00	Por mes	\$4,333,050.00			
Porcentaje a otros gastos adicionales	\$4,302,719.00	99.3% designado a demás gastos y beneficios				
Porcentaje asignado al mantenimiento	\$30,331.00	0.7% asignado a la inversión de mejora del mantenimiento				

Inversión x parada de planta	\$21,146.9 2	Inversión dividida a 12 paradas de planta anuales
Rentable aplicar la inversión de la mejora continua en aumento de la productividad del tambor lavador	\$9,184.08	Monto restante para mejoras de nuevas innovas para la planta

Fuente: Elaboración propia

6.5 Apertura del plan de ejecución

El inicio del plan, parte con presentar a fines de año la propuesta de las labores planteadas para que pueda ser incluido en el plan anual de paradas de planta, donde lo más óptimo es poner a prueba y poder hacer la simulación de la mejora aplicada en una parada de planta menor, ya que en estas labores también se tienen en el presupuesto realizado se verifica en la hoja de costos que solo se está valorizando por los previos y los días ejecutados, también se ha liberado en la hoja de costos donde se puede apreciar que el costo por una simulación con los equipos y el personal necesario no sobrepasa los 10,339.79 dólares.

Realizando un Benchmarking y en coordinaciones con varias unidades mineras es manejable presupuestos que no excedan los 100 000.00 dólares para que estos tengan que ser aprobados por la gerencia de Mantenimiento (y no demás Gerencias), este monto se adecua a lo accesible en aprobación del presupuesto propuesto en la mejora que se expone líneas anteriores.

Se podrá realizar una simulación de 01 servicio de la parada de planta que se tiene como objetivo realizar para incrementar la productividad del tambor lavador, se pondría a prueba la propuesta de mejora de tener un equipo de trabajo adicional al equipo ya designado para el mantenimiento de la planta concentradora, teniendo la posibilidad de aplicar esta propuesta, una vez culminada la parada de planta, teniendo información suficiente para utilizar y aplicarla en la próxima parada que nos permitirá:

- Se plantea la siguiente ejecución del servicio de mejora de la productividad de tambor lavador, teniendo información de técnicas de predictivo para ellos es necesario contar con especialistas que hayan

estado recabando información previa a la ejecución de la parada de planta, con ello poder brindar mejor soporte a las paradas de planta de una manera eficiente y sin fallas durante las actividades programadas que se establecieron en el plan de parada de planta del tambor lavador.

Tabla 23 Plan de ejecución de la primera prueba con una simulación del nuevo plan (Anexo 02).

Tabla 24 Plan de ejecución para paradas menores

PLAN DE EJECUCIÓN PARA PARADAS MENORES							
PERSONAL	CANT.	DIA1	DIA2	DIA3	DIA4	DIA5	DIA6
Equipos de trabajo adicional reforzando al equipo mantenimiento con actividades involucradas de manera conjunta en la ejecución de la parada de planta menor.	7	Consolidación de información anteriores. Mantenimiento y evaluación de frentes críticos.	Consolidación de repuestos, materiales y confirmación del personal para la ejecución.	Activación del plan de mejora con la difusión de tareas al personal asignado.	Reunión previa de coordinación total del servicio de mantenimiento con las áreas involucradas de Planificación y empresas contratadas del servicio.	Ejecución del servicio, verificación de que los cambios se concreten al 100% y también con equipos parados, levantar información para el próximo mantenimiento con el levantamiento de información de cambio con más rotación.	Entrega de toda la información recolectada y brindada, para poder realizar de una manera más enfocada al próximo mantenimiento, en la siguiente parada de planta aportando a poder brindar información a los indicadores de gestión de mantenimiento ya aplicados en la compañía sumando al no tener no fallas esto suma y aumenta la disposición del equipo a la producción esperada.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25 Plan de ejecución para paradas menores

PLAN DE EJECUCIÓN PARA PARADAS MAYORES									
PERSONAL	CANT.	DIA1	DIA2	DIA3	DIA4	DIA5	DIA6	DIA7	DIA8
Equipos de trabajo adicional reforzando al equipo mantenimiento con actividades involucradas de manera conjunta en la ejecución de la parada de planta mayor.	7	Revisión del informe anterior, revisión del plan de trabajo, revisión de recurso humano solicitado, revisión de los repuestos solicitados, revisión de materiales consumibles.	Consolidado de la información recopilada, recopilación y consolidado de toda la información anterior y se plasma en acotar y adecuarse con el recurso para la ejecución del servicio a realizar.	Inicio de Parada de planta Verificación y levantamiento de actividades realizadas, recomendando cualquier actividad necesaria para que la mantención sea más eficiente en coordinación con la supervisión y líderes de ejecución en cada frente de trabajo.	Consolidado del primer día anterior plasmándolo en una línea de tiempo y un seguimiento a la carga Gantt, actualizando y levantando información necesaria para que el informe técnico del servicio de mantenimiento sea más sólido en brindar información necesaria para la ejecución de mantención en el tambor lavador, evitando las fallas posteriores.	Se mantiene y se prosigue en este 3er día de parada de planta con lo planificado inicialmente, consolidando y reportando diariamente durante la ejecución de la mantención del tambor lavador representando lo inspeccionado y las actividades realizadas reflejadas en la carta Gantt, cada seis horas se estará actualizando y reportando al cliente del avance y del estado del mantenimiento desde el inicio a fin de las actividades.	Consolidada la información y entrega de informes técnicos fusionado al reporte de mantenimiento, reporte consolidado de los repuestos utilizados, reporte de los materiales consumibles utilizados, reporte consolidado de tareas completadas y tareas faltantes, consolidado de reporte en carta Gantt cerrado y el timeline de la misma manera.	Reporte revisado en reunión y exposición de lo realizado con reporte ya culminado de lo realizado en la parada de planta validado por el cliente, las actividades realizadas si son las esperadas con este grupo adicionado con exclusividad a la verificación del cambio de componentes y de control y mejora de los de más rotación en el tambor lavador.	Planificación y aporte al próximo plan de trabajo en la parada de planta, mejoras en los planes a los preparativos de planta con mejoras solicitadas a los proveedores de Liners, dueños de los equipos como de Sepro, etc., con la finalidad de ahorrar y mejorar el tiempo de paradas preventivas sumando a la mejora continua y teniendo resultados en el reporte mensual y trimestral de aumento de productividad, no teniendo paradas o fallas imprevistas siendo los equipos más confiables.

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. Con esta implementación se puede reducir drásticamente el tiempo de cambio de los liners, de manera que podamos optimizar recursos y hacerlas sostenibles en el tiempo.
2. Durante el diagnóstico de la situación actual de la planta concentrado y realizado el diseño estratégico de los procesos en el tambor lavador, se evidencia que para que el plan mantenimiento se ejecute de acuerdo con las estrategias planteadas con el mejorar la productividad del tambor lavador hay que implementar la propuesta establecida.
3. Podemos reducir no solo los costos de mantenimiento sino también nuestros indicadores de gestión mejorarían, minimizar las paradas imprevistas que generan reprocesos y utilización de mano de obra generando sobrecosto innecesario.
4. Se proyecta una mejora en la gestión del mantenimiento con un plan de mantenimiento que incluya un equipo de especialistas que tengan la capacidad y experiencia para aportar y dar soporte en los mantenimientos preventivos, donde se tengan en cuenta las desviaciones que se puedan presentar en los circuitos mejorando las paradas de planta en general así mimos mantener actualizada los indicadores y mejorar los existentes.
5. El beneficio económico de la propuesta representa el costo por una simulación en una intervención a la planta con los recursos humanos y materiales necesarios que no exceder los 10,339.79 dólares. Del Benchmarking se tiene información que en otras unidades mineras la gerencia de mantenimiento tiene la potestad de autorizar gastos que no excedan los 100 000.00 dólares.
6. Con la propuesta del presupuesto anual para la mejora de productividad para una parada de planta mayor y menor se obtuvieron costos para ambos \$15,964.57 y \$13,339.79 respectivamente, con ello anualmente se tendrá un monto restante para mejoras de nuevas innovaciones para la planta \$9,184.08.

RECOMENDACIONES

1. Recabar información correspondiente a las paradas de planta para poder desarrollar mejoras, los datos obtenidos serán una referencia para iniciar este proceso de mejora en la gestión de mantenimiento.
2. La planificación de mantenimiento es muy variable por cada parada de planta, una buena organización e identificación de los recursos será de vital importancia para mejorar la gestión de mantenimiento en la compañía minera El Brocal.
3. Es necesario contar con información actualizada para poder tener control de los costos por parada de planta de corto mediano y largo plazo, será necesario realizar coordinaciones con la gerencia de mantenimiento para poder tomar las mejores decisiones.
4. Contar con un control estricto por maquinaria, fallas imprevistas, el uso de los repuestos sin verificación y cualquier otro evento ocurrido que altere la planificación, con ello y reforzando los existentes se logra una mejora significativa en la planificación de los mantenimientos a realizar durante las paradas de planta y durante el día a día.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Muñoz, Carlos.** *Metodología de la Investigación.* Mexico : Editorial Progreso S.A., 2018.
2. **HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M.** *Metodología de la Investigación.* Mexico DF : Mc Graw Hill, 2014. pág. 634.
3. **Quezada, M. y San Martín, J.** "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA CERÁMICA ANDINA C.A.". [En línea] 2014.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8944/1/UPS-CT005205.pdf>.
4. **MARCA, Luis A.** GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA MINERA DEL SUR. [ed.] Universidad Señor de Sipan.
[<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8471/Marca%20Saico%20Luis%20Alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>]. 2021.
5. **SOBERANES, B.** Análisis de los factores operacionales y su influencia en a productividad del proceso de transporte de mineral y desmonte en el NV 4025 de la Compañía Minera Argentum, UEA codiciada 2019. [ed.] Universidad Continental. 2020.
6. **SOBERANES, Bryan.** Análisis de los factores operacionales y su influencia en a productividad del proceso de transporte de mineral y desmonte en el NV 4025 de la Compañía Minera Argentum, UEA codiciada 2019. [ed.] Universidad Continental.
[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8183/3/IV_FIN_110_TE_Soberanes_Lopez_2020.pdf]. 2020.
7. **ROJAS, Rogelio R.** Incremento de throughput en la etapa de molienda SAG, para la optimización de las variables de la función selección y fractura, en la Compañía Minera Antamina S.A. - 2019.
[http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1775/1/T026_45318022_T.pdf]. 2019.
8. **MARCA, Luis A.** Gestión de mantenimiento para incrementar la productividad en una empresa minera del sur.
[<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8471/Marca%20Saico%20Luis%20Alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>]. Pimentel, Perú : Universidad Señor de Sipan, 2021.

9. **ROJAS, R.** Incremento de throughput en la etapa de molienda SAG, para la optimización de las variables de la función selección y fractura, en la Compañía Minera Antamina S.A. - 2019. 2019.
10. —. Incremento de throughput en la etapa de molienda SAG, para la optimización de las variables de la función selección y fractura, en la Compañía Minera Antamina S.A. - 2019.
[http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1775/1/T026_45318022_T.pdf]. 2019.
11. **Navarro, Claudio.** Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento para optimizar el desempeño en una unidad minera del sur del país - Arequipa 2021. Arequipa : s.n., 2022.
12. **Girón , Javier y Dederichs, Torsten.** *Lean Maintenance. A practical, step by step guide for increasing efficiency.* New York : CRC PRESS, 2018.
13. **U.N.T. Lima Sur.** GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA.
[http://www.untels.edu.pe/FTP/2021.09.11.0057_Gesti%C3%B3n%20de%20Mantenimeinto%20de%20Maquinaria%20Pesada.pdf]. Lima Perú : s.n., 2021.
14. **Vargas, I., Estupiñán, S. y Diaz, A.** Actualidad Mundial de los Sistemas de Gestión del Mantenimiento.
[<https://www.redalyc.org/pdf/2231/223154251002.pdf>]. s.l. : Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar ICIDCA, 2017. Vols. Vol. 51, núm. 2.
15. **Tambra, Lucia.** Gestion de Mantenimiento. CITEENERGIA
[http://www.citeenergia.com.pe/wp-content/uploads/2021/08/gestion_de_mantenimiento.pdf]. 2021.
16. **rodríguez, Jorge.** *Gestión del mantenimiento.* 2008.
17. **COMPARASOFTWARE.** Recursos de Mantenimiento: Tipos y Optimización. [<https://blog.comparasoftware.com/recursos-de-mantenimiento/#:~:text=4%20Conclusiones,%C2%BFQu%C3%A9%20son%20los%20Recursos%20de%20Mantenimiento%3F,para%20realizar%20operaciones%20de%20mantenimiento.>]. 2020.

18. **PREDICTIVA21**. Gestión del Mantenimiento.
[<https://predictiva21.com/gestion-del-mantenimiento/#:~:text=Los%20costos%20de%20mantenimiento%20pueden,Mano%20de%20obra%20utilizada.>]. 2021.
19. **ESAN.PE**. Evaluación Económica y Financiera de Proyectos.
[<https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/evaluacion-economica-y-financiera-de-proyectos>]. 2016.
20. **Domenech, Jose**. *Diagrama de pareto*. s.l. : Calidad.
21. **SDELSOL**. Productividad.
[<https://www.sdelsol.com/glosario/productividad/#>]. 2022.
22. **KRUGMAN, Paul**. Impulsando la Productividad.
[https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---act_emp/documents/publication/wcms_759690.pdf]. 2020.
23. **FRANCO, J., URIBE, J. y AGUDELO, S**. Factores Clave en la Evaluación de la Productividad.
[<https://www.redalyc.org/journal/6381/638168190005/638168190005.pdf>]. 2021.
24. **FIEL.ORG**. PRODUCTIVIDAD, COMPETITIVIDAD, EMPRESAS.
[<http://www.fiel.org/publicaciones/Libros/productividad.pdf>]. s.l., Argentina : Fundación de Investigaciones Económicas Latinoamericanas, 2002.
25. **Cenas , Carmen** . *Dirección Estratégica de Recursos Humanos para mejorar la gestión de la Municipalidad Distrital de Laredo* . Trujillo : s.n., 2014.
26. **SERVIR**. *Autoridad Nacional del Servicio Civil* . 2014.
27. **González, Francisco**. *Teoría y práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado, Introducción al mantenimiento 4.0*. MADRID : FUNDACION CONFEMETAL, 2020.
28. **McLANAHAN**. Cuándo utilizar un tambor lavador rotatorio y cómo puede ayudar a su aplicación de lavado.
[<https://www.mclanahan.com/es/blog/cu%C3%A1ndo-utilizar-un-tambor-lavador-rotatorio-y-c%C3%B3mo-puede-ayudar-a-su-aplicaci%C3%B3n-de-lavado>]. 2019.
29. **Sepro Mineral Systems Corporation**. *Sepro Mineral Systems Corporation*. [En línea]

<https://seprosystems.com/language/es/products/tambores-de-lavado-accionados-por-llantas-sepro/>.

30. CHAVIANO, O. Cálculo del Costo de Mantenimiento en Empresas Termoeléctricas. [<https://www.gestiopolis.com/calculo-del-costode-mantenimiento-en-empresas-termoelectricas/>]. 2020.

31. CEUPE. Logística ¿Qué es el SMED? [<https://www.ceupe.com/blog/que-es-el-smed.html?dt=1665721559330>]. 2021.

32. BAENA, G. Metodología de la Investigación. [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf]. México, México : Grupo Editorial Patria, 2018. Vol. 157.

33. MUÑOZ, C. Metodología de la Investigación. Primera [ed.] Editorial Progreso S.A. CV Mexico. [<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2019/08/56-Metodologia-de-la-investigacion-Carlos-I.-Munoz-Rocha.pdf>]. 2018. pág. 307.

34. MONTES DE OCA, A. y GUERRA, E. Relación entre la Productividad, el Mantenimiento y el Reemplazo del Equipamiento Minero en la Gran Minería. [<https://www.redalyc.org/journal/1695/169559150002/html/>]. s.l. : Universidad Nacional de Colombia, 2019. 45.

35. Bravo, Luis E. Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la línea de extracción de mineral en la Empresa Inversiones Minera Aguada E.I.R.L., Jicamarca – Huarochirí, 2019. s.l. : Universidad Cesar Vallejo, 2019. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/52845/Bravo_LLE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

36. CRUZ, Guillermo R. Aplicación de actividades para incrementar la productividad del mantenimiento de equipos pesados en una mina de cielo abierto. s.l. : Universidad Nacional de Ingeniería, 2000. https://www.lareferencia.info/vufind/Record/PE_56a1394fb16a0114934c07024cd0d25f.

37. Guerra, Esmilka y Oca, Alexis. *Relación entre la productividad, el mantenimiento y el reemplazo del equipamiento minero en la gran minería*. Bogota : Boletín de Ciencias de la Tierra, 2019.

38. MUÑOZ, C. *Metodología de la Investigación*. [ed.] Editorial Progreso S.A. CV Mexico. Primera. 2018. pág. 307.
39. PROAÑO, D., GISBERT, V. y PÉREZ, E. *Metodología para Elaborar un Plan de Mejora Continua*. 2017.
40. BSG_INSTITUTE. *Diseño e Implementación de un Sistema de Cálculo Automatizado de la Confiabilidad de Equipos*.
[<https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/Calculo-Automatizado-de-Confiabilidad-54>]. 2020.
41. WILLY, E. *Diccionario Técnico de Mineros y Petroleros*.
[https://www.academia.edu/8045000/Diccionario_T%C3%A9cnico_de_Mineros_y_Petroleros]. 2020.
42. MUÑOZ, Carlos. *Metodología de la Investigación*. Primera [ed.] Editorial Progreso S.A. CV Mexico.
[<https://issuu.com/malurojas19/docs/56-metodologia-de-la-investigacion-carlos-i.-munoz>]. 2018. pág. 307.
43. TIC.PORTAL. *Planificación de la Capacidad de las Máquinas (Machine Capacity Planning)*. [<https://www.ticportal.es/glosario-tic/planificacion-capacidad-maquinas-mcp>]. 2022.
44. ECONOMIPEDIA.COM. *La productividad Definición Técnica*.
[<https://economipedia.com/definiciones/productividad.html>]. 2020.
45. ISOTOOLS. *La Mejora Continua para Alcanzar la Calidad Total*.
[<https://www.isotools.org/2015/05/28/la-relacion-entre-calidad-y-mejora-continua/#:~:text=La%20mejora%20continua%20es%20un,errores%20o%20%C3%A1reas%20de%20mejora.>]. 2020.
46. MARCA, L. *Gestión de mantenimiento para incrementar la productividad en una empresa minera del sur*.
[<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8471/Marca%20Saico%20Luis%20Alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>].
Pimentel, Perú : Universidad Señor de Sipan, 2021.
47. —. *GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA MINERA DEL SUR*. [ed.]
Universidad Señor de Sipan.
[<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8471/M>

arca%20Saico%20Luis%20Alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y].
2021.

48. SOBERANES, B. Análisis de los factores operacionales y su influencia en a productividad del proceso de transporte de mineral y desmonte en el NV 4025 de la Compañía Minera Argentum, UEA codiciada 2019. [ed.] Universidad Continental.

[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8183/3/IV_FIN_110_TE_Soberanes_Lopez_2020.pdf]. 2020.

49. Tambra, L. Gestion de Mantenimiento. CITEENERGIA

[http://www.citeenergia.com.pe/wp-content/uploads/2021/08/gestion_de_mantenimiento.pdf]. 2021.

50. ESPINOZA, F. y EUDALDO, E. La hipótesis en la investigación.

[https://www.researchgate.net/publication/322701262_La_hipotesis_en_la_investigacion].

7 ANEXOS

Anexo 1

UNIVERSIDAD CONTINENTAL

CUESTIONARIO SOBRE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO - PRETEST

En referencia a los trabajos de mantenimiento de la maquina Tambor Lavador en la Sociedad Minera El Brocal S. A. A. puede responder las siguientes preguntas planteadas:

Agradecemos tu participación anticipadamente marcando un aspa (x) sobre la respuesta que considere correcta, considerando la siguiente escala de valor:

Nunca	Casi nunca	A veces	Casi Siempre	Siempre
Muy malo	Mala	Regular	Bueno	Muy bueno
1	2	3	4	5

Datos generales: Área al que pertenece:

	Dimensión: Tiempo planificado	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi Siempre	Siempre
1	En general crees que se toma el tiempo adecuado en el cambio de liners del tambor lavador					
2	Los tiempos planificados son adecuados a las tareas que se ejecutan					
3	Se dan demoras en el trabajo de cambio de liners del tambor lavador					
	Dimensión: Recurso Herramientas	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi Siempre	Siempre
4	En los trabajos de cambio de liners se atiende con las herramientas necesarias.					
5	Las herramientas disponibles están en buen estado.					
6	Se reponen herramientas que estén en condiciones inoperativas					
	Dimensión: Recurso Material	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi Siempre	Siempre
7	En los trabajos de cambio de liners se atiende con los materiales necesarios					
8	Los materiales son entregados a tiempo para ejecutar las tareas					
	Dimensión: Recurso Humano	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi Siempre	Siempre
9	En los trabajos de cambio de liners se atiende con la cantidad de personal necesario.					

10	En los trabajos de cambio de liners se atiende con el personal preparado.					
11	El personal tiene la voluntad de cumplir los tiempos de tareas planificadas.					
	Dimensión: Planificación de tareas	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi Siempre	Siempre
12	Se desarrollan las tareas de acuerdo a lo planeado					
13	Se agregan otras tareas a la lista de tareas previamente planificada					
14	Las tareas planificadas son las adecuadas para terminar el trabajo de mantenimiento del Tanque lavador					
15	Se retrasan tareas por coordinación inadecuada con otras áreas					

UNIVERSIDAD CONTINENTAL

CUESTIONARIO SOBRE PRODUCTIVIDAD

N°	Dimensión: Pesaje por Día	Muy malo	Mala	Regular	Bueno	Muy bueno
16	Como evalúa la producción del tambor lavador en el proceso de lavado del mineral					
17	Como califica las cantidades entregadas de mineral lavado					
18	en la maquina tambor lavador es constante la producción o cantidad de material lavado diario de mineral					
	Dimensión: Costo de Mantenimiento	Muy malo	Mala	Regular	Bueno	Muy bueno
19	Los costos de recursos empleados en el proceso de mantenimiento son los adecuados					
20	En la tarea de mantenimiento del tambor lavador la empresa aplica un costeo adecuado					

Gracias por su participación.

ANEXO 2

. RECURSOS NECESARIOS ACTUALMENTE PARA EL CAMBIO DE LINERS

REQUERIMIENTO DE PERSONAL

ITEM	DESCRIPCION	CANT.
01	<i>Ingeniero de Mantenimiento</i>	01
02	<i>Ingeniero Supervisor</i>	01
03	<i>Personal Técnico Mecánico</i>	08
04	<i>Personal Ayudante Mecánico</i>	08

REQUERIMIENTO DE EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

ITEM	DESCRIPCION	CANT.
01	<i>Cascos Bellsafe color Naranja (con logotipo de la contratista)</i>	01 unid
02	<i>Lentes claros de seguridad con Protección UV400</i>	01 pares
03	<i>Respiradores Antigás (Polvo y Gases)</i>	01 unid.
04	<i>Guantes de seguridad</i>	01 pares
05	<i>Tapones de oídos STEELPRO (25db)</i>	01 pares
06	<i>Mameluco /uniforme</i>	01 unid.
07	<i>Zapatos seguridad punta Acero.</i>	01 pares
08	<i>Arnés de seguridad,</i>	01unid
09	<i>Línea de vida cable acerado de ½" 20 mts, con 3 grapas a cada extremo</i>	01 unid
	DESCRIPCION ADICIONAL (Soldadores)	
02	<i>Mandil de cuero.</i>	01 unid
03	<i>Escarpines de cuero.</i>	01 pares
04	<i>Guantes de cuero.</i>	01 pares
05	<i>Careta de Soldador</i>	01 unid

Plan de ejecución de la primera prueba con una simulación del nuevo plan.

PERSONAL	CANT.	DIA1	DIA2	DIA3	DIA4	DIA5	DIA6
Grupo de trabajo de mantto preventivo	7	Búsqueda de información en los sistemas SCADA y revisión de los informes de paradas anteriores.	Revisión de reportes de logística de los equipos que tienen alta rotación de repuestos.	Consolidado de equipos críticos y equipos sin atención previa.	Identificación de repuestos de mayor rotación e identificación de repuestos que no tienen rotación.	Levantamiento de información real en cambio estado de todos los componentes de desgaste de cada equipo y circuito.	Brindar reporte técnico y recomendaciones con data estadística de todo lo levantado y una simulación del próximo plan de mantenimiento.

REQUERIMIENTO DE EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES.

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Maquinas de soldar TRARC506L 500Amp con cable (+ / -) y enchufe toma apelson	1
2	Equipo Oxicorte Completo	1
3	Casillero metálico de herramientas (baúl)	2
4	Manta ignifuga	2
5	Amoladora de 7"	1
6	Llave francesa 12"	2
7	Combas de 4 lbs	4
8	Cinceles	6
9	Tecles 1t(2), 2t(2), 5t(2)	6
10	Extensión neumática manguera	24 mts
11	Extintor de 6 Kg	2
12	Barretas de Ø 1 1/2" x 1.5 mts.	4
13	Tenaza de Jackson para soldar de 600 amp Con sus acoples	1
14	Grilletes de 1	2
15	Grilletes de 3/4	4
16	Llave mixta de 1 1/8"	1
17	barretilla	4
18	Reflector con extensión de 20 mts	4
19	Llave francesa N° 12	2
20	Llaves mixtas N° 13	2
21	Llaves mixtas N° 14	2
22	Llaves mixtas N° 17	2
23	Llaves mixtas N° 19	2
24	Llaves mixtas N°24	2
25	Puntas guiadoras 3/8"	2
26	Arco sierra	2
27	Cinta de marcación color rojo	1
28	Cuchillas para corte de caucho	6
29	Pistolas neumáticas	2
30	Andamios Normalizados	7 cuerpos
31	Escobillas de acero	2
32	Afloja todo	1
33	Lampa minera	1
34	Escaleras Estandarizada de 3 mts	1
35	Destornillador plano 8"	1
36	Destornillador estrella 8"	1
37	Dado tubular para perno de M30	4
38	Cuter Stanley	2
39	Arnés de Seguridad	6
40	Línea de vida cable acerado de 3/8" 20 mts, con 3 grapas a cada extremo	1

ANEXO 3

. DEFINICIONES CONCEPTUALES DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Independiente: Gestión de mantenimiento

Es un proceso que tiene como objetivo mejorar los procesos, productos y servicios de una organización, configurando una actitud general basada en la estabilización de cadenas productivas y la identificación continua de errores o áreas de mejora. (Isotools 2020)

Dimensión 1: Tiempo de Mantenimiento

A este tiempo de cambio o llamado también tiempo de preparación, se considera desde el tiempo que transcurre desde el último producto perfectamente elaborado de un lote, hasta el primer producto perfectamente elaborado del siguiente lote.

Para reducir los tiempos de cambio se recomienda los pasos siguientes:

- 1° Identificar las operaciones que son necesarias para hacer cambios.
- 2° Clasificación entre las operaciones externas e internas.
- 3° Tratar de convertir las operaciones internas a operaciones externas, para luego optimizar las operaciones externas (CEUPE, 2021).

Dimensión 2: Asignación de Recursos de Mantenimiento

Son todos los elementos físicos o materiales como las herramientas y equipos, así como los humanos y procedimientos caso las técnicas y fórmulas utilizadas en esta tarea, y también los recursos intangibles de una empresa, para realizar operaciones de mantenimiento y que influyen en la capacidad de atender este servicio, son insumos con que se cuenta y son asignados para el mantenimiento. (Compara software, 2020).

Dimensión 3: Procedimientos Operativos

Es el conjunto de todas las operaciones o tareas que se realizan, considerándose además el material o maquinaria con que los operarios cuentan, con el objetivo de reducir el tiempo empleado en cada una de ellas.

Tipos de Operaciones:

- Operaciones internas: Son operaciones que son llevados a cabo cuando la maquinaria está parada o sin funcionar, sin que nada pueda producir en este lapso.
- Operaciones externas: Estas operaciones se realizan cuando las maquinas están siendo utilizadas durante el proceso de fabricación y funcionamiento, teniendo así la producción de productos válidos del anterior lote (CEUPE, 2021).

Variable Dependiente: Productividad

Uso eficiente de recursos en el trabajo, la tierra, capital, o materiales, uso eficiente de la información en la producción de bienes y servicios, posibilitando el aumento de la producción a partir del mejor empleo de los factores productivos mencionados. (Economipedia. 2020).

Dimensión 1: Producción

Actividad económica para transformar los insumos con el objetivo de obtener productos, es toda actividad que utiliza las materias primas y los recursos con el fin fabricar o confeccionar bienes y/o servicios, que serán empleados en la satisfacción una necesidad personal o grupo de personas. (Economipedia. 2020).

Dimensión 2: Evaluación Económica

Esta evaluación se trata de analizar los costos y las ganancias de un proyecto enfocado hacia el aspecto social como un todo, asumiendo que el proyecto ayudará al desarrollo del aspecto económico además su contribución social justifica la utilización de los recursos que se requerirá. (ESAN. 2016).

ANEXO 4.

**FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO
INSTRUMENTO DE JUICIO DE EXPERTOS**

DATOS GENERALES:

I ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Apellidos y Nombres del experto	Cargo o Institución donde labora el experto	Nombre de Instrumento de Evaluación		Autor del Instrumento
Título de la Tesis:				

INDICADORES	CRITERIOS	D		R		B		M		E	
		e		e		u		u		x	
			2				6				1
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado										
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en capacidades observables										
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia										
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica										
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos e n cantidad y calidad										
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos relacionados con la										
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico-científicos de la										
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los índices, indicadores y las dimensiones										
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del										
10. CONFIABILIDAD	El instrumentó recoge la información necesaria y										

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

.....
III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

.....
IV. RECOMENDACIONES:

Lugar y Fecha	DNI N°	Firma del Experto

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO INSTRUMENTO DE JUICIO DE EXPERTOS

DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres del experto	Cargo o Institución donde labora el experto	Nombre de Instrumento	de Autor del Instrumento
Rodríguez Gonzales Hugo Ricardo	Experto en mantenimiento y control de activos.	Cuestionario sobre gestión de mantenimiento	Derlin Plasencia C./ Miguel A. Montes B.
Título de la Tesis: SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO, PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL TAMBOR LAVADOR.			

I ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 00-20%		Regular 21 - 40%		Buena 41-60%		Muy Buena 61-80%		Excelente 81-100%	
		0	11	21	31	41	51	61	71	81	91
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado										91
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en capacidades observables									90	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia									90	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica									88	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad										92
6. INTENCIONALIDAD	Adecuada para valorar aspectos relacionados con la investigación									87	
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos técnico-científicos de la ciencia									88	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los índices, indicadores y las dimensiones										91
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico										92
10. CONFIABILIDAD	El instrumento recoge la información necesaria y suficiente										93

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Aplicable.

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90.2

IV. RECOMENDACIONES:

Lugar y Fecha	DNI N°	Firma del Experto Informante
Lima, 5 de junio del 2023	10796961	

CIP 79688

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO INSTRUMENTO DE JUICIO DE EXPERTOS

DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres del experto	Cargo o Institución donde labora el experto	Nombre de Instrumento de	Autor del Instrumento de
Rodríguez Núñez, Carlos Eduardo	Experto en proceso de mantenimiento de planta	Cuestionario sobre gestión de mantenimiento	Derlin Plasencia C. / Miguel A. Montes B.
Título de la Tesis: SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO, PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL TAMBOR LAVADOR.			

I ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 00-20%		Regular 21 - 40%		Buena 41-60%		Muy Buena 61-80%		Excelente 81-100%	
		0	11	21	31	41	51	61	71	81	91
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado										87
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en capacidades observables										89
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia										93
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica										90
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad										91
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos relacionados con la investigación										91
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico-científicos de la ciencia										92
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los índices, indicadores y las dimensiones										93
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico										90
10. CONFIABILIDAD	El instrumento recoge la información necesaria y suficiente										93

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: El instrumento es aplicable.

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90.9

IV. RECOMENDACIONES:

Lugar y Fecha	DNI N°	Firma del Experto Informante
Lima, 5 de junio del 2023	46745947	



 CP-213083

FICHA DE VALIDEZ DE CONTENIDO INSTRUMENTO DE JUICIO DE EXPERTOS

DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres del experto	Cargo o Institución donde labora el experto	Nombre de Autor del Instrumento de
Calle Casusol, Cesar Eduardo	Experto en gestión de control en equipos pesados	Cuestionario sobre Derlin Plasencia C./ gestión de mantenimiento Miguel A. Montes B.
Título de la Tesis: SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO, PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL TAMBOR LAVADOR.		

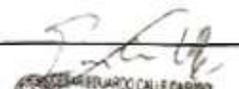
I ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	C.RITERIOS	Deficiente 00-20%		Regular 21 -40%		Buena 41-60%		Muy Buena 61-80%		Excelente 81-100%	
		0	11	21	31	41	51	61	71	81	91
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado										92
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en capacidades observables									88	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia										91
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica									89	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad									90	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos relacionados con la investigación										93
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos técnico-científicos de la ciencia									88	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los índices, indicadores y las dimensiones										92
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico										91
10. CONFIABILIDAD	El instrumento recoge la información necesaria y suficiente									90	

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Aplicacable

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90.4

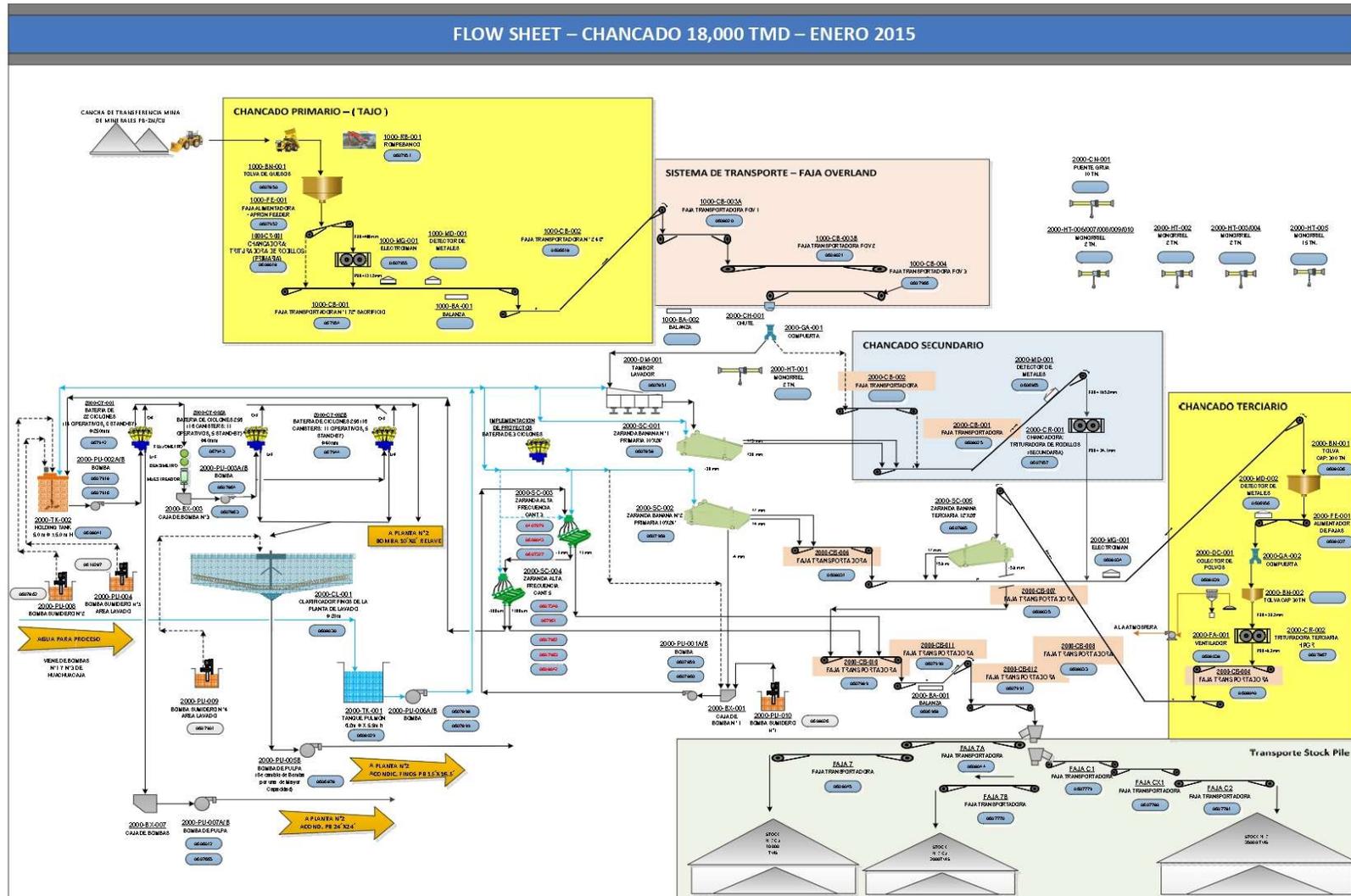
IV. RECOMENDACIONES:

Lugar y Fecha	DNI N°	Firma del Experto Informante
Lima, 5 de junio del 2023	40337286	


CESAR EDUARDO CASUSOL
 INGENIERO CIVIL
 CIP 76156

ANEXO 5.

FLOW SHEET – CHANCADO 18,000 TMD – ENERO 2015



Elaborador por: Manuel Alvarez
Actualizado por: M. Aucapure - 11.01.15

Resultados del tratamiento y análisis de la información

Resultados de la variable “x” y de la variable “Y”

TITULO: PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL TAMBOR LAVADOR, EN LA SOCIEDAD MINERA EL BROCAL 2023.

AUTORES: Bach. Derlin Plasencia Cancino y Bach. Miguel Ángel Montes Bernardo

PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL TAMBOR LAVADOR, EN LA SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A. 2023.										
LÍNEA INVESTIGACIÓN	EMP.	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE INDICADORES	INSTRUMENTO	METODOLOGÍA
Propuesta y Gestión de Redes de Abastecimiento	EMPRESA SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A.	Problema General ¿Cómo realizar la propuesta de gestión de mantenimiento para mejorar la productividad del tambor lavador, en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. 2023?	Objetivo General Realizar la propuesta de gestión de mantenimiento para mejorar la productividad del tambor lavador, en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. 2023	Hipótesis General Con la propuesta de gestión de mantenimiento de mejorará la productividad del tambor lavador, en La Sociedad Minera El Brocal S.A.A. 2023.	VARIABLE INDEPENDIENTE: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	Tiempo de Mantenimiento	Tiempo planificado	Numérico, Likert	Registros, Encuesta	Tipo de Investigación: Investigación Aplicada. Diseño de Investigación: No experimental
				Asignación de Recursos de Mantenimiento		Herramientas Recurso Material Recurso Humano				
				Procedimientos Operativos		Planificación de tareas				
		Problema Específico ¿Cómo reducir el tiempo de cambio de liners del tambor lavador en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. 2023?	Objetivo Específico Reducir el tiempo de cambio de liners del tambor lavador en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. 2023	Hipótesis Específica Con la propuesta de gestión de mantenimiento reducirá el tiempo de cambio de liners del tambor lavador en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. 2023.	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Producción	Pesaje por día	Numérico, Likert	Registros de producción, Encuesta	Método: Analítico. Población y Muestra Población: Operadores, mantenimiento, logística Muestra: Total de la población
				Evaluación Económica		Costo de Mantenimiento	Hoja de Costos, Encuesta		Instrumentos: Árbol de	

	¿Qué indicadores de mantenimiento podrán mejorar la productividad del tambor lavador, de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. 2023?	Identificar indicadores de mantenimiento de mantenimiento podrán mejorar la productividad del tambor lavador, de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. 2023.	Con la propuesta de gestión de mantenimiento de mantenimiento identificará indicadores de mantenimiento de mantenimiento podrán mejorar la productividad del tambor lavador, de la Sociedad Minera El Brocal S.A.A. 2023.					problemas Registros de mantenimiento Encuesta Técnica de procesamiento de Datos: Procesamiento con Excel, SPSS
--	--	--	---	--	--	--	--	---

Fuente: Elaboración propia

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE
INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo, Carlos Eduardo Rodríguez Núñez, identificado con DNI: 46745947, en mi calidad de jefe de Mantenimiento Planta, del área de Mantenimiento, de la empresa Sociedad Minera El Brocal S.A.A., con ruc 20100017572, ubicada en la ciudad de Pasco. Otorgo la presente autorización al señor; Derlin Plasencia Cancino, con DNI. 10799155 y Miguel Angel Montes Bernardo, con DNI.43547473; para que utilice la información del equipo Tambor Lavador, del área de chancado, con la finalidad académica, de desarrollar su trabajo de investigación para tesis.

Pasco, 31 de noviembre de 2021


EL BROCAL
CARLOS EDUARDO RODRÍGUEZ NÚÑEZ
JEFE MANTENIMIENTO PLANTA