



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

Plan de mantenimiento preventivo y costo en la Empresa Procesadora de

Minerales Elsa 1 Chimbote – Huacho 2022

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Autor

Vuilver Alex Acero Herrera

Asesor

Ing. Hugo Serrano Rodas



HUGO SERRANO RODAS
INGENIERO INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

Huacho - Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. No Comercial: No puede utilizar el material con fines comerciales. Sin Derivadas: Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. Sin restricciones adicionales: No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, SISTEMAS E INFORMÁTICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Vuilver Alex Acero Herrera	46575083	18/12/2025
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Hugo Serrano Rodas	15587946	https://orcid.org/0000-0003-1138-9368
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Jorge Antonio Sánchez Guzmán	17829652	https://orcid.org/0000-0002-2387-2296
Carlos Enrique Bernal Valladares	15614554	https://orcid.org/0000-0002-7421-9537
José Antonio Garrido Oyola	15725918	https://orcid.org/0000-0002-8191-8600

Vuilver Alex Acero Herrera

Plan de mantenimiento preventivo y costo en la empresa procesadora de minerales Elsa 1 Chimbote – Huacho 2022

Quick Submit

Quick Submit

Unidad de Investigación FIISI-2025

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3402124114

Fecha de entrega

7 nov 2025, 11:21 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

7 nov 2025, 11:25 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

EMPRESA_PROCESADORA_DE_MINERALES_ELSA_1_CHIMBOTE..pdf

Tamaño del archivo

2.2 MB

88 páginas

9219 palabras

55.619 caracteres



Página 1 de 93 - Portada

Identificador de la entrega trn:oid:::1:3402124114



Página 2 de 93 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid:::1:3402124114

20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 20% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 13% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A Dios y mi familia por ser parte de mis éxitos. Hoy logro la primera meta de mi vida, con el apoyo que he recibido, sé que muy pronto se incorporarán otras metas más, que harán de mí un profesional integro.

AGRADECIMIENTO

A la empresa Procesadora de minerales Elsa 1, Chimbote, por permitirme realizar la investigación. A los Docentes de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, en especial a mi Asesor el Ing. Hugo Serrano Rodas.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	II
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	5
1.2 Formulación del Problema	6
1.2.1 Problema general	7
1.2.2 Problemas específicos	7
1.3 Objetivos de la investigación.....	7
1.3.1 Objetivo general	7
1.3.2 Objetivos específicos.....	8
1.4 Justificación de la Investigación.....	8
1.5 Delimitación de la investigación.....	9
1.5.1 Delimitación geográfica.....	9
1.5.2 Delimitación social.....	9
1.5.3 Delimitación temporal.....	9
1.6 Viabilidad del estudio.....	10
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1 Antecedentes de la investigación.....	10
2.1.1 A nivel internacional	11
2.1.2 A nivel Nacional.....	12
2.2 Bases teóricas.....	15
2.2.1 Mantenimiento preventivo (MP).....	15
2.2.2 Selección de equipos críticos.....	21
2.2.3 Indicadores de gestión para mantenimiento.....	28
2.2.4 Programa de mantenimiento.....	28
2.3 Definiciones de términos básicos.....	31
2.4 Formulación de hipótesis general.....	34
2.4.1 Formulación de hipótesis general.....	34
2.4.2 Hipótesis específicas:.....	34
2.5 Matriz de operacionalización de variables e indicadores.....	35
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	36
3.1 Diseño metodológico.....	36

3.1.1	Enfoque	36
3.2	Población y muestra.....	36
3.2.1	Población.....	36
3.2.2	Muestra.....	37
3.3	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
3.3.1	Técnica a emplear	37
3.3.2	Descripción de los Instrumentos	37
3.4	Técnicas para el procesamiento de la información.....	38
CAPITULO IV: RESULTADOS		39
4.1	Diagnóstico de la situación actual de la empresa.....	39
4.1.2	Organigrama de la empresa.....	39
4.1.3	Actividad principal.....	40
4.2	Plan de mantenimiento preventivo.....	51
4.3	Análisis estadístico.....	54
4.4	Contrastación de la hipótesis.....	65
A-	Hipótesis General.....	65
B-	Hipótesis específica 1.....	67
C-	Hipótesis específica 2.....	69
D-	Hipótesis específica 3.....	70
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		73
6.1	CONCLUSIONES.....	73
6.2	Recomendaciones.....	75
CAPITULO VII: FUENTES DE INFORMACIÓN		76
7.1	Fuentes Bibliográficas.....	76
CAPITULO VIII: ANEXO		79

RESUMEN

Objetivo general: Establecer la correlación entre el plan de mantenimiento y el costo en la compañía de procesamiento de minerales ELSA 1, Chimbote.

Metodología: Esta investigación, de acuerdo a su objetivo, es de naturaleza aplicada. Con un enfoque no experimental, específicamente en su versión descriptivo-correlacional.

Correlacional: Debido a que se evidenció la correlación entre las variables. Transversal:

Dado que la información se recopiló en un instante de la misma temporada. Resultados:

Al determinar el coeficiente de prueba $X^2 = 10$. Así, se nota que 3.86 es inferior a 10, por

lo que se descarta la hipótesis nula y se adopta la hipótesis opcional. El costo está

vinculado con el plan de mantenimiento preventivo. Conclusiones: Si se pudo determinar

la relación que existe entre el plan de mantenimiento con el costo. Se ha hecho correctivos

en los costos laborales asociados con actividades de mantenimiento no planificadas, para

que no excedan el 10% del total.

Palabras claves: Plan de mantenimiento preventivo, Plan de mantenimiento correctivo, plan de mantenimiento adaptativo, Análisis de elementos finitos y Análisis de Modos de Fallas y Efectos.

ABSTRACT

General objective: To establish the correlation between the maintenance plan and the cost in the mineral processing company ELSA 1, Chimbote. Methodology: This research, according to its objective, is of an applied nature. With a non-experimental approach, specifically in its descriptive-correlational version. Correlational: Because the correlation between the variables was evident. Transversal: Since the information was collected at a moment in the same season. Results: When determining the test coefficient $X^2 = 10$. Thus, it is noted that 3.86 is less than 10, so the null hypothesis is discarded and the optional hypothesis is adopted. The cost is linked to the preventive maintenance plan. Conclusions: It was possible to determine the relationship that exists between the maintenance plan and the cost. Corrections have been made in labor costs associated with unplanned maintenance activities, so that they do not exceed 10% of the total.

Keywords: Preventive maintenance plan, Corrective maintenance plan, adaptive maintenance plan, Finite element analysis and Failure Modes and Effects Analysis.

INTRODUCCIÓN

En el año de 1950, Un grupo reducido de emprendedores de Ohio (Estados Unidos) enfocados en el mantenimiento preventivo y impulsados por una necesidad financiera, crearon una herramienta que podía identificar irregularidades en determinados modelos de motores eléctricos que provocaban inconvenientes mecánicos constantes.

Hubo preocupación por disminuir las interrupciones de las máquinas en determinados procesos productivos porque se había comprobado que implicaban altos costes.

Actualmente, el mantenimiento preventivo (PdM) es la herramienta más eficaz aplicada en el contexto de la industria mundial. Se calcula que entre el 55 y el 65% de las compañías especializadas en el procesamiento de minerales a nivel global han puesto en marcha algún instrumento PdM. En los países avanzados, aproximadamente el 76% posee un programa de mantenimiento preventivo en operación. Campos, J. (2011)

En este estudio, el plan de mantenimiento preventivo y costo en la compañía de procesamiento de minerales Elsa 1 Chimbote, ha facilitado la identificación de las averías crónicas y cómo estas afectan la disminución de la producción.

Sera utilizada a futuro en la fabricación de equipo pesado, y en general en todos los procesos y sistemas conforme a las demandas de la compañía, contribuyendo a evitar el mal funcionamiento de los equipos, elementos y garantizar la vida útil de este. Las

restricciones detectadas en la compañía analizada han sido superadas en términos de producción cuando no se alcanza el objetivo establecido, ya sea a corto, mediano o largo plazo. Todo esto con el objetivo de garantizar la calidad del producto que se desea, dado que es crucial satisfacer la satisfacción del cliente. El estudio se ha enfocado en la chancadora cónica, que mostraba fallos en sus procesos operativos. Ahora se obtiene mineral triturados útil para zarandear mecánicamente y tener los minerales que serán ofertados a los Clientes de la empresa.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática.

Tras la revolución industrial y el desarrollo de las empresas, las máquinas han jugado un papel crucial en las industrias. El mantenimiento siempre ha desempeñado un papel relevante para preservar y extender la durabilidad de los mecanismos. Con el paso del tiempo, se han establecido varias modalidades de mantenimiento, en la actualidad, podemos resaltar el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, entre otros.

Por lo tanto, la gerencia está en la obligación de tomar decisiones oportunas y pertinentes en todo momento, tanto como respuestas inmediatas o a largo plazo, todo esto depende a la amplitud, profundidad y precisión con la que se estudie la situación dentro de su contexto.

Las industrias mineras y procesadoras de minerales en el Perú se realizan durante todo el año, sin embargo, depende del clima y la formalización. La exportación anual de minerales presento una exportación de 30.5% de cobre (cu) 16.8% de oro (ag), 5.2% zing (zn), 3.1% de plomo (pb) al 20 de diciembre del 2018, según ministerio de energía y minas Perú, esto permitirá el incremento de PBI y mejor calidad de vida para el sector minero e ingreso para el estado. Con este resultado el Perú podría recuperar el primer lugar como exportador de minerales.

Uno de los desafíos que tiene en frente la gerencia de la empresa ELSA 1 (planta ubicada en Nepeña – Chimbote - Ancash), es gestionar el plan de mantenimiento

preventivo y por tanto poder identificar la criticidad de los equipos, y reducir las paradas imprevistas y otros, con el estudio se podrá identificar a tiempo los problemas y tomar acciones que sean requeridas para poder lograr los objetivos o metas y seguir el rumbo que toma la organización a fin de ser una empresa líder del sector minero. Buitelaar, R. (2011)

La empresa ELSA 1 presta el servicio de concentración de minerales, constituida desde el 2017 y está ubicada en San Juan distrito de Nepeña y provincia de Chimbote, donde se propone realizar la investigación.

De acuerdo a las metas trazadas, la planta tiene una capacidad de 70 toneladas diarias y por campaña de 22 días, 1540 toneladas.

Se trabaja en un sistema de (22 días laborales y 8 días de descanso), donde no se cumple con lo establecido por problemas mecánicos (paradas), y como consecuencia se sobrepasan más días para cumplir con los clientes. Se incrementan el costo de producción en un 15% y 20% dependiendo los días extras de producción.

Durante el desarrollo de la investigación propuesta se determinaron algunas de las herramientas y técnicas aplicables en la carrera Ingeniería Industrial.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera el plan de mantenimiento preventivo se relaciona con los costos en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote?

1.2.2 Problemas específicos

¿De qué manera el factor de selección y determinación de equipos críticos se relaciona con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote?

¿De qué manera los indicadores de mantenimiento se relacionan con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote?

¿De qué manera el programa de mantenimiento se relaciona con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar la relación que existe entre el plan de mantenimiento con costo en la empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la relación que existe entre el factor de selección y determinación de equipos críticos con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.
- Determinar la relación que existe entre los indicadores de mantenimiento con costo en la Empresa ELSA 1, Huacho.
- Determinar la relación que existe entre el programa de mantenimiento con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

1.4 Justificación de la Investigación.

La presente investigación tuvo como finalidad la determinación de la relación entre las variables plan de mantenimiento preventivo y costo en la empresa procesadora de minerales ELSA 1 - Chimbote, y además se justifica desde los siguientes criterios:

Valor teórico-científico: Se identificó teorías de las variables, dimensiones y los demás fenómenos en estudio. También se relaciona con el conocimiento científico aportando datos empíricos de la realidad respecto al plan de mantenimiento preventivo y contrastando conocimientos previos.

Valor práctico: Debido a que existe la necesidad de mejorar y no tener paradas imprevistas, como factores vitales para la competitividad de la empresa en el rubro minero a corto y mediano plazo.

Valor económico: Reducir costos en paradas imprevistas, reducir el tiempo de entrega, correcciones, reclamos, es decir, costos de no producir.

La investigación es factible, ya que se dispone del tiempo necesario para su realización, además, lo más importante es que se puede acceder a la información respecto al área de proceso y costos y otras áreas.

1.5 Delimitación de la investigación.

1.5.1 Delimitación geográfica.

El estudio se realizó en la Empresa procesadora de minerales Elsa 1, ubicada en el departamento de Ancash, provincia de Chimbote, distrito Nepeña

1.5.2 Delimitación social.

La investigación fue realizada por el autor ACERO HERRERA, Vuilver Alex y el asesor Ing. SERRANO RODAS, Hugo.

1.5.3 Delimitación temporal

La presente investigación se ejecutó desde el mes de julio del 2022 hasta febrero del 2024.

1.6 Viabilidad del estudio.

Viabilidad temática.

La investigación es viable, contará con información histórica y obtenida en cada análisis o estudio que se hayan realizado, trabajo de tesis y fuentes de información.

Viabilidad administrativa.

Se solicitó el permiso a los responsables de cada área para para obtener los datos para la investigación.

Viabilidad económica

Se contó con recursos humanos y económico que han sido costeados por el responsable de la investigación.

Viabilidad técnica

El presente estudio conto con las herramientas adecuadas que se encuentran en la Oficina de Recursos Humanos.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

A continuación, se muestra antecedentes relacionados con las variables.

2.1.1 A nivel internacional

- Valdés (2020) *Elaboración de un programa de mantenimiento preventivo y predictivo para los equipos de la compañía REMAPLAST*. Universidad de Cartagena.

Objetivo: Crear un plan de mantenimiento preventivo-predictivo para los equipos de la compañía REMAPLAST que mejore el rendimiento de los equipos y reduzca el tiempo de paradas debido a averías. La metodología de esta investigación se basa en la inducción ya que se basa en datos específicos de un problema para derivar conclusiones generales que cubren todos los datos observados y estudiados. Se concluye diciendo, que se consideraron tanto los datos proporcionados por los proveedores, especificados en el manual de cada equipo; como los datos proporcionados por la experiencia de los trabajadores de mantenimiento y producción. Una vez elaborado el plan o programa de mantenimiento, es imprescindible fomentar la conciencia en todos los trabajadores para que cada una de las tareas de mantenimiento se realice de manera ordenada, asegurando de esta manera el correcto funcionamiento de los equipos de producción.

- Pesántez (2023) *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y predictivo basándose en la importancia de los equipos del proceso de producción de una compañía de empaquetado de camarón*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Objetivo: Plan de mantenimiento predictivo y preventivo basándose en la importancia de los equipos del proceso productivo de la compañía de empaquetado de camarón. Metodología: la investigación tiene el diseño descriptivo – correlacional. Concluye diciendo: Que el plan anual de conservación de los equipos esenciales que participan directa e indirectamente en el proceso de producción, que abarca tres tareas fundamentales: revisión, limpieza y mantenimiento general regular de los equipos. Estas acciones facilitarán el funcionamiento adecuado y prolongación de la durabilidad de los equipos, pero lo más relevante es mantener la calidad del producto y la satisfacción de los clientes.

- Aguaiza J. (2019) *Elabore un programa de mantenimiento predictivo y preventivo*. Escuela Politécnica Nacional, para la fábrica de producción de la compañía "Elecdor" (Electrificaciones de Ecuador S.A.),

Objetivo: Elaborar un plan de mantenimiento predictivo y preventivo para la planta productiva de la compañía Electrificaciones de Ecuador S.A. Metodología: Diseño: el diseño del estudio es correlacional, la población está compuesta por 12 trabajadores y la muestra es censal. Concluye diciendo: El proyecto de mantenimiento fue diseñado con el apoyo del personal completo de la fábrica, incluyendo las acciones que tengan la mejor relación con la maquinaria utilizada en el proceso productivo. Además, se definieron actividades de mantenimiento para las instalaciones más importantes.

2.1.2 A nivel Nacional

- Catalán (2020) *Propuesta de mejora para el campo del mantenimiento, utilizando TPM (mantenimiento productivo total), con el objetivo de disminuir los gastos en la empresa minera Tahoe Resources La Arena.* Universidad Privada del Norte.

Objetivo: Evaluar el efecto que tiene la propuesta de mejora en el sector de mantenimiento, a través de TPM, sobre los gastos en la Unidad Minera Tahoe Resources La Arena. Metodología: Aplicada Diseño, Diagnostica - proyectista
Concluye diciendo: Esta propuesta de mejora logró disminuir las paradas de planta en un 5% y elevar el uso de procedimientos estandarizados a través de la implementación de BPM al 72%.

- Arévalo (2021) *Sugerencia de puesta en marcha del mantenimiento productivo total con el fin de disminuir los gastos operativos de la compañía Metarquel S.A.C.* Universidad Privada del Norte.

Objetivo: Analizar la propuesta de mejoramiento para el sector de mantenimiento con el objetivo de aumentar la rentabilidad en Metarquel S.A.C. Metodología: Aplicada. Concluye diciendo: Que se logró mejorar los indicadores y obtener un beneficio neto de S/ gracias a las metodologías implementadas. 2,878.72 nuevos soles en términos de indicadores de productividad y cantidad de personal formado.

- Lizana (2021) *Plan de mantenimiento para vehículos ligeros con el objetivo de disminuir los costos en la compañía Multiservicios Jhonatan E.I.R.L.* Jaén- 2020. *Técnico electricista.* Universidad Privada del Norte.

Objetivo: Proponer un plan de mantenimiento para la flota de vehículos ligeros que optimice los costos de la compañía durante el año 2020. Metodología: El diseño de investigación fue no experimental – descriptiva. Concluye: Con el estudio se logró el establecimiento de un sistema de mantenimiento ordenado mejora la disposición de los vehículos.

- Pinedo (2021) *Implementación del mantenimiento preventivo para reducir los gastos de mantenimiento de la compañía pesquera Icef S.A.C. – Chimbote 2020*. Universidad César Vallejo.

Objetivo: Implementar mantenimiento preventivo para reducir los gastos de mantenimiento de la compañía pesquera ICEF S.A.C. - Chimbote 2020. Metodología: Se utilizaron como técnicas el análisis de criticidad, el registro de fallas y el diagrama de Pareto. Concluye: Los resultados principales que se obtuvieron fueron el costo inicial de mantenimiento, que fue de S/. 12,930.00 soles, además de clasificar los equipos y reconocer que están en situación crítica para brindarles mantenimiento.

- Amable (2021) *Impacto del mantenimiento preventivo en la disponibilidad del cargador frontal Caterpillar 966-C perteneciente a la Municipalidad de Huancayo*. Universidad Nacional del Centro del Perú.

Objetivo: Establecer el impacto que tiene el mantenimiento preventivo en la disponibilidad del cargador frontal Caterpillar 966-C de la municipalidad de Huancayo. Metodología: La investigación se basa en términos metodológicos en una investigación de tipo básico. Concluye: El plan municipal de mantenimiento

preventivo se lleva a cabo parcialmente y es preciso mejorar las actividades laborales además de optimizar la administración del mantenimiento, trasladando los reportes diarios a hojas de cálculo para contar con una mayor cantidad de información sobre el cargador frontal Caterpillar 966-C.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Mantenimiento preventivo (MP)

Conjunto de métodos que tiene como objetivo mantener las instalaciones y los equipos con el rendimiento más alto posible.

El MP es el empleo de un conjunto de técnicas que extienden la vida útil de los equipos. (Gallego,2010)

El MP es relevante para disminuir las razones que llevan a paradas imprevistas y preservar los equipos. (Nava,2009)

MP que tiene como objetivo la eliminación total de defectos, averías, desperdicios y accidentes. (García, 2012)

El MP es encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen una falla mayor en los equipos. (Sima, 2014)

El MP genera un conjunto de planes que deben realizarse en fechas programadas. Evita las paradas no programadas, las cuales se generan debido al exceso de horas de trabajo de los equipos sin efectuar mantenimientos. (Nieto, 2008)

Objetivos del mantenimiento preventivo

Según (García,2012), describe dos objetivos que marcan y dirigen el trabajo:

- Garantizar una durabilidad prolongada de la instalación en su totalidad.
- Lograr todo eso dentro de un presupuesto establecido.

(Cuatrecasas, 2010) objetivos del MP:

- Alcanzar la eficiencia económica más alta en la administración del mantenimiento.
- Regular la frecuencia de las tareas de mantenimiento que necesita el equipo y realizarlas en el momento menos dañino para la producción.

Importancia del MP.

La importancia del mantenimiento comenzó a crecer después de los años 30. En esa época, Henry Ford destinó una parte de sus recursos para optimizar su área de mantenimiento, contratando personal altamente calificado que organizara las labores de detección y prevención de fallas con el fin de asegurar la operación ideal de su producción. (De la Cruz, 2010). MP.

Permiten en la forma más económica, continuar la operación eficiente y segura con tendencia a prevenir las fallas y paros imprevistos. (García, 2012).

Ventajas del MP.

(García Palencia, 2012) Todos los MP otorgan ventajas que se manifiestan en costos.

Ventajas MP:

- Disminución de las detenciones inesperadas de los equipos.
- Se reduce el tiempo de inactividad.
- Disminución de la necesidad de reparaciones o reconstrucciones masivas.
- Reduce los gastos de reparación de fallas menores.

MP (Planificado):

Requisitos esenciales:

- Tiempo, para elaborar un programa de mantenimiento.
- Cooperación entre departamentos de la compañía.

Según (Cuatrecasas, 2010), las etapas de la implementación son:

Etapa 1: Examen y comprensión del estado operativo actual del equipo.-

Registro de equipos

- Registro de análisis del promedio de tiempo entre fallos y especificaciones de las averías
- Análisis de las reparaciones y los servicios realizados en los equipos, que se encuentran registrados.

Etapa 2: Exploración y redirigimiento del equipo hacia su condición óptima.

Apoyar el mantenimiento autónomo.

- Reparación de lo que se ha deteriorado, y respuesta rápida ante fallos detectados pero no solucionados por los operarios.
- Adaptación del entorno laboral para prevenir que los equipos se deterioren rápidamente.

Etapa 3: Implementación de un sistema para controlar la información.

- Control de datos de errores.
- Supervisión del mantenimiento de los equipos.
- Supervisión del presupuesto para mantenimiento.

Etapa 4: Implementación de un sistema de mantenimiento regular.

Actividades:

- Elección de grupos o equipos
- Programación por períodos
- Planes de mantenimiento con detención
- Programas de mantenimiento diarios.

Etapa 5: Establecimiento de un sistema de Mantenimiento Predictivo

Actividades:

- Planificación periódica.
- Planes de mantenimiento con interrupción.
- Planes diarios de mantenimiento.

Etapa 6: Evaluación del Mantenimiento Planificado

En esta modalidad, se toman las medidas de los resultados obtenidos a nivel empresarial para determinar si son los previstos o si es necesario revisar las tácticas de mantenimiento.

2.2.2 Selección de equipos críticos.

Es imprescindible realizar una selección debido al elevado número de instalaciones y equipos en la empresa empacadora.

- Según los períodos de operación.
- Costo del equipo de trabajo.
- Detención de un equipo.
- Equipos que son cruciales.
- Si se dispone de un equipo auxiliar.

Análisis de la criticidad de los equipos.

Es útil para clasificar, por orden de importancia, los elementos (sistemas) a los que vale la pena destinar recursos (humanos, económicos y tecnológicos).

Aspectos Principales.

Elementos.

Elemento: Es una unidad cuya confiabilidad se analiza sin tener en cuenta la de sus partes.

Sistema: Conjunto de elementos que están interconectados entre sí.

Subconjunto de sistemas: Es una parte del sistema.

Estructura: Combinado, paralelo, serie.

Tipos de estructuras

- **Sistemas con estructuras en serie**

Es el que, si uno de los componentes falla, significa que todo el sistema también ha fallado.

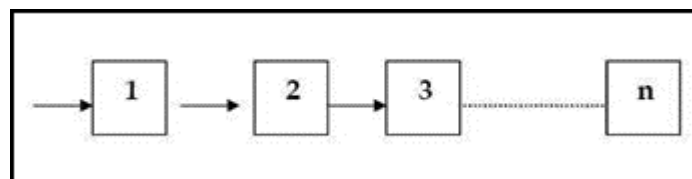


Imagen 1. Sistemas con estructuras en serie
Fuente: (Mora Gutiérrez, 2002)

- **Sistema con estructura en paralelo**

Es aquel en el que es necesario que ambos componentes fallen para que el sistema también lo haga.

Activa: Cuando los dos elementos operan a la vez y uno toma por completo o parcialmente el servicio que le falta al otro cuando este falla.

Pasiva: Es cuando un componente no está en funcionamiento mientras espera que el otro falle; en ese momento, se conecta a través de conmutación automática o manual.

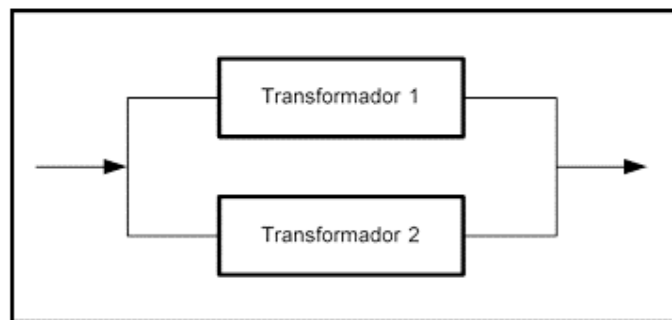


Imagen 2. Estructura en paralelo
Fuente: (Mora Gutiérrez, 2002)

Criterios para determinar la criticidad de equipos.

- Seguridad: Impacto de la falla en personas y el medio ambiente.
- Calidad: Impacto de la falla en la calidad del producto.
- Acciones: Impacto del error en la producción.
- Conservación: Duración y costo de la reparación.

Tabla 1. Criterios de criticidad y su cuantificación.

CRITERIOS PARA DE TERMINAR CRITICIDAD	CUANTIF.
Frecuencias de Falla	
Mayor a 4 fallas/año	4
2-4 fallas/año	3
1-2 fallas/año	2
Mínimo de 1 falla/año	1
Impacto Operacional	
Parada inmediata de toda la empresa	10
Parada de toda la planta (recuperable en otras plantas)	6
Impacto a niveles de producción o calidad	4
Repercute a costos operacionales adicionales (indisponibilidad)	2
No genera ningún efecto significativo sobre las demás operaciones	1
Flexibilidad Operacional	
No existe opción de producción y no hay forma de recuperarlo	4
Hay opción de repuesto compartido	2
Función de repuesto disponible	1
Costos de Mantenimiento	
Mayor o igual a \$20.000	2
Menor o inferior a \$20.000	1
Impacto en la Seguridad Ambiental y Humana	
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna	8
Afecta el ambiente produciendo daños irreversibles	6
Afecta las instalaciones causando daños severos	4
Provoca daños menores (accidentes o incidentes)	2
Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas	1
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o ambiente	0

Fuente: (Mora Gutiérrez, 2002)

Fórmula:

Criticidad Total=Frecuencia*Consecuencia.

Frecuencia de avería.

Cuando las frecuencias de fallo son consecutivas, se les otorga un valor.

Efecto operativo.

Es el que define cómo se comporta la producción ante una falla inminente.

Flexibilidad en cuanto a operaciones.

Se refiere a la habilidad de restaurar lo que se ha perdido utilizando componentes en espera.

Gastos de mantenimiento.

Son los gastos que se producen al corregir un fallo específico.

Efecto sobre la seguridad medioambiental.

Se refiere a si esa falla particular genera inseguridad en el entorno y entre los trabajadores.

**Consecuencia=(Impacto_Operacional*Flexibilidad)
+Costo_Mtto.+Impacto_SAH**

Definición de la matriz de criticidad para equipos.

Es un instrumento que posibilita la definición de niveles jerárquicos de criticidad en sistemas y equipos.

Procedimiento:

- Explicar el proceso de producción.
- Reconocer los subsistemas.
- Precisar el modelo de estructura del sistema.
- Realizar el cálculo de las frecuencias.
- Establecer la matriz de criticidad.

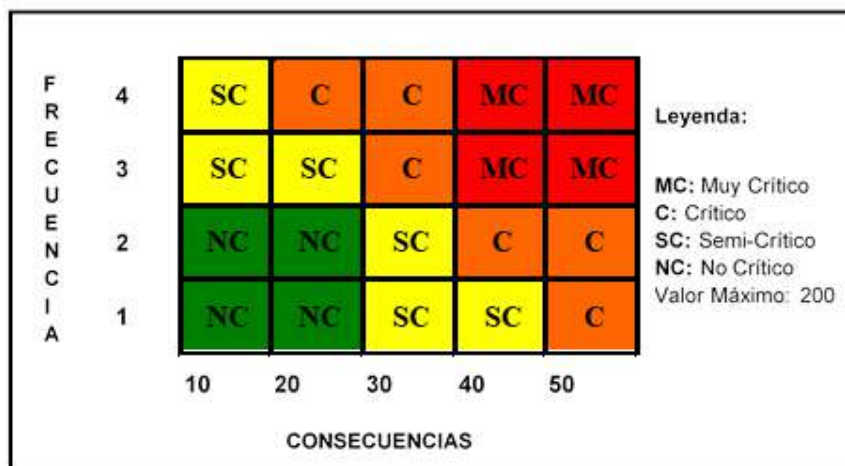


Imagen 3. Matriz de Criticidad de Equipos

Fuente: (Mora Gutiérrez, 2002)

2.2.3 Indicadores de gestión para mantenimiento.

García (2004), Teniendo en cuenta que el objetivo inicial del trabajo del departamento de mantenimiento es fomentar la obtención de elevados niveles de disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad en beneficio de la producción.

2.2.4 Programa de mantenimiento.

La demanda respecto a los volúmenes y la composición de los efectos a elaborar incluye intervenciones anuales, mensuales, semanales y diarias; todo esto se incorpora en el programa de mantenimiento.

Mantenimiento con parada de planta.

El mantenimiento con paradas de planta incluye intervenciones anuales, las cuales son de gran magnitud y usualmente se llevan a cabo en épocas vacacionales; esto, por supuesto, representa un desafío para las industrias donde la actividad es constante las 24 horas del día, todos los días del año.

Mantenimiento preventivo.

La puesta en marcha del mantenimiento preventivo es un proyecto que debe ser evaluado por ingeniería y aprobado por la dirección del establecimiento; por lo tanto, su implementación depende de la motivación y el respaldo de los niveles más altos.

Tabla 2. Composición de los costos del mantenimiento.

Composición De Los Costos Del Mantenimiento

<i>Personal</i>	<i>directos</i>	<i>salarios y comisiones</i>
	<i>indirectos</i>	<i>recargos sociales y beneficios (transporte, alimentación, seguro médico, seguro odontológico, habitación, recreación, deportes, auxilio de capacitación, etc.)</i>
	<i>administrativos</i>	<i>rateo de los gastos de las áreas de recursos humanos y capacitación, en función de la cantidad de empleados del órgano de mantenimiento.</i>
<i>Material</i>	<i>directos</i>	<i>costo de reposición de material</i>
	<i>indirectos</i>	<i>capital inmovilizado, costo de energía eléctrica, almacenaje (instalaciones), agua y personal del depósito.</i>
	<i>administrativos</i>	<i>rateo de los gastos de las áreas de compra y administración de material, en función del tiempo de ocupación del personal para la atención al área de mantenimiento.</i>

Tabla 2. Composición de los costos del mantenimiento.

<i>Contratación</i>	<i>directos</i>	<i>costos de los contratos (permanentes y eventuales)</i>
	<i>indirectos</i>	<i>servicios y recursos utilizados por terceros y costeados por la empresa (transporte, alimentación, instalaciones, etc.)</i>
	<i>administrativos</i>	<i>rateo de los gastos de las áreas de administración de contratos, financiera y contable, en función de la implicación con los contratos del área de mantenimiento.</i>
<i>Depreciación</i>	<i>directos</i>	<i>costo de reposición</i>
	<i>indirectos</i>	<i>capital inmovilizado</i>
	<i>administrativos</i>	<i>rateo de los 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.</i>
<i>Perdida de Facturación</i>	<i>directos</i>	<i>pérdida de producción</i>
	<i>indirectos</i>	<i>pérdida de materia prima, pérdida de calidad, devolución, re - procesos</i>
	<i>administrativos</i>	<i>rateo de los gastos de las áreas de control de calidad, ventas, marketing y jurídica en función de la implicación debida a mantenimiento.</i>

Fuente: Rivera (2011)

Costos fijos y Variables:

Según Navarro (2009), citados anteriormente, definen a los costos fijos y variables de la siguiente manera:

Costo Fijo: Independientes del volumen de producción y de las ventas.

Costo Variable: Proporcionales a la producción realizada.

Costo Global del Mantenimiento:

El costo global de mantenimiento es la suma de cuatro costos: Costo de las intervenciones (Ci), Costo de las fallas (Cf), Costo de almacenamiento (Ca), y Costo de sobreinversiones (Csi).

2.3 Definiciones de términos básicos.

Mantenimiento preventivo MP.

El mantenimiento preventivo consiste en las labores de reemplazo que se realizan a intervalos regulares, sin importar el estado del componente o elemento. Estas labores solo son válidas si se presenta un patrón de desgaste, lo que significa que la probabilidad de fallo se incrementa rápidamente después de que el elemento ha excedido su vida útil.

Hojas de control de fallos.

El objetivo de crear hojas de control de fallos es compilar información útil que permita generar un historial sobre los daños sufridos por la maquinaria, con el propósito de planificar el mantenimiento preventivo en función de las necesidades de los equipos que tiene la compañía.

Parada de planta.

Es una de las tareas más relevantes en el mantenimiento preventivo de los centros industriales. Dado que las labores que la conforman no pueden llevarse a cabo durante el periodo de actividad habitual de la maquinaria industrial, la parada técnica o parada de planta es muy importante.

Motivos de la parada de planta

- Inspección de equipos por razones de rendimiento, en lugar de seguridad.

- Arreglos y corrección de errores.

- Sustitución de elementos o máquinas obsoletas.

- Mejoras en los procesos o técnicas.

Tiempo medio entre fallas.

La finalidad de este indicador es, en la medida de lo posible, espaciar la frecuencia de las paradas preventivas y correctivas para garantizar que no surjan problemas y, por ende, no se requiera un número mayor de mantenimientos correctivos.

Tiempo Medio Para Reparar.

Este indicador nos proporciona una estimación del tiempo promedio que se tarda en llevar a cabo el mantenimiento correctivo después de un fallo.

Fichas técnicas.

Para elegir el tipo de mantenimiento que se ajuste mejor a cada máquina y equipo, lo primero que hay que hacer es elaborar un listado de los equipos y las máquinas de la empresa, una lista que ya ha sido realizada en ocasiones anteriores y puede ser tan exhaustiva como queramos.

Los datos que se deben considerar en la ficha de los equipos son:

- o Código de equipo

- o Información general

- o Principales rasgos

- o Fotografía del personal

- o Piezas de repuesto esenciales

o Instrumentos especiales.

2.4 Formulación de hipótesis general.

2.4.1 Formulación de hipótesis general.

El plan de mantenimiento preventivo se relaciona con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

2.4.2 Hipótesis específicas:

- El factor de selección y determinación de equipos críticos se relaciona con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

- El factor de indicador de mantenimiento se relaciona con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

- El programa de mantenimiento se relaciona con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

2.5 Matriz de operacionalización de variables e indicadores.

Tabla 3. Matriz Operacionalización de variables.

	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TECNICAS	INSTRUMENTOS
Variable Independiente (X)	X: plan de mantenimiento preventivo:	X1: selección y determinación de equipos críticos	X1.1: frecuencia de falla X1.2: consecuencia de falla	Observación/Análisis documental	Ficha de observación /Análisis de contenido
		X2: Indicadores de mantenimiento.	X2.1: Disponibilidad de equipos X2.2: confiabilidad de equipos	Observación/Análisis documental	Ficha de observación /Análisis de contenido
		X3: Programa de mantenimiento	X3.1: Actividades a realizar X3.2: Duración X3.3: Frecuencia	Observación/Análisis documental	Ficha de observación /Análisis de contenido
Variable Dependiente (Y)	Y: Costo	Y1: costo de mantenimiento preventivo.	Y1.1: Costo de M. preventivo	Observación/Análisis documental	Ficha de observación /Análisis de contenido
		Y2: costo de paradas imprevistas	Y2.1: Costo total de mantenimiento	Observación/Análisis documental	Ficha de observación /Análisis de contenido

Fuente: Tesista

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico.

La presente investigación según su finalidad es de tipo aplicada.

El presente trabajo de investigación de diseño no experimental, en su variante es descriptivo – correlacional. Según su alcance temporal del tipo transversal.

3.1.1 Enfoque.

La investigación es de carácter cuantitativo.

3.2 Población y muestra.

En la investigación, el término "dueños del problema" se refiere al conjunto de individuos que son impactados directamente.

3.2.1 Población.

Está definida por los 10 operadores y equipos de empresa procesadora de minerales ELSA 1

3.2.2 Muestra.

Es censal puesto que su población es pequeña y no pasa los 100 colaboradores para realizar cálculos muestrales (Córdova, 2012)

La muestra es igual a 10 operarios.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.3.1 Técnica a emplear

- Observación: Por medio de la observación directa se adquirieron datos y se recolectó información en tiempo real.
- Análisis de documentación: Esta técnica permitió recopilar información a través del análisis de diversos informes y reportes del área de mantenimiento.

3.3.2 Descripción de los Instrumentos

- Fichas de Observación: Son formatos que simplifican la recopilación de datos para su análisis posterior, incluyendo: el formato DAP, que permite un examen minucioso de las actividades del proceso, y la lista de verificación para las tareas de mantenimiento.

- Análisis de contenido: Son fichas que posibilitan el análisis de los datos recopilados a lo largo de la investigación.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información.

Para el procesamiento de la información se utilizará las siguientes técnicas:

- Clasificación, organización y documentación de las acciones relacionadas con el proceso de mantenimiento.
- Microsoft Project Standard 2024.
- MS Excel.
- SPSS Statistics 29.0

CAPITULO IV: RESULTADOS.

4.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa.

4.1.2. Organigrama de la empresa

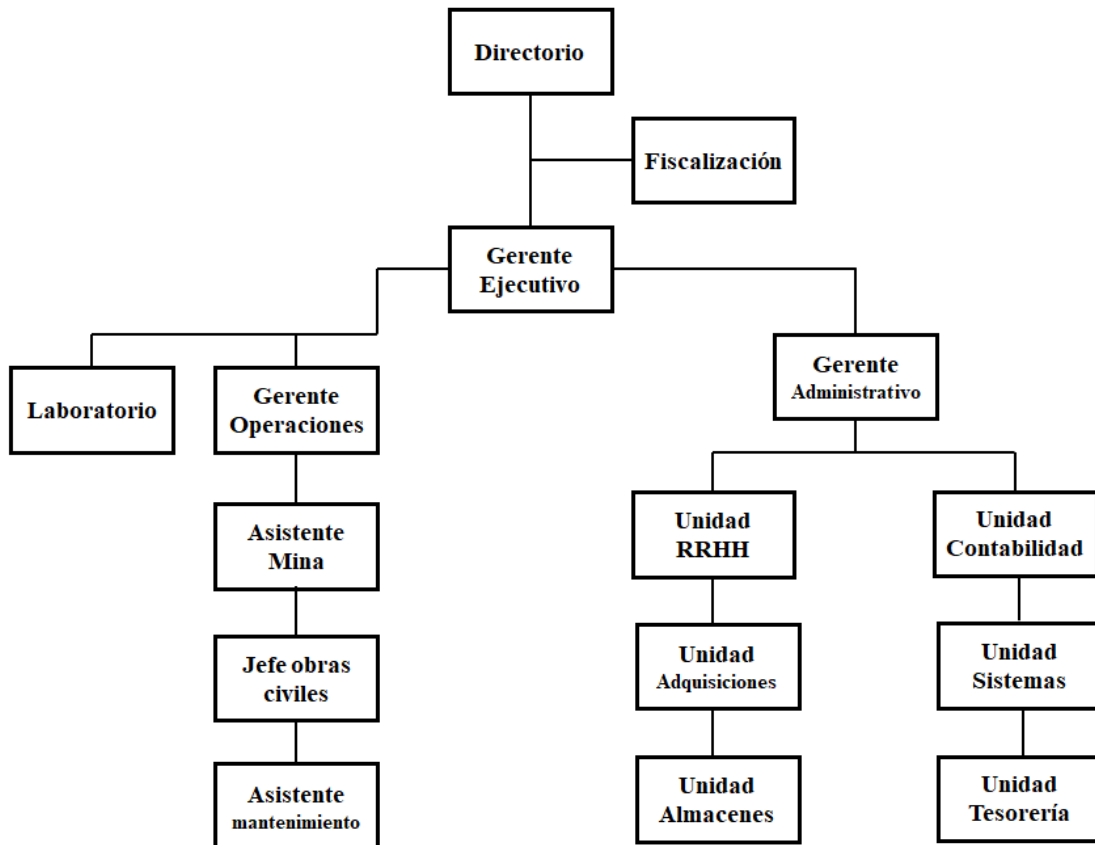


Imagen 4. Organigrama

Fuente: Empresa procesadora de minerales ELSA 1 Chimbote

En la presente investigación se ha incidido en el área de mantenimiento.

4.1.3 Actividad principal



Imagen 5. Organigrama

Fuente: Empresa procesadora de minerales ELSA 1 Chimbote

Esta fase está compuesta por los procesos principales que se enumeran a continuación:

- Obtención
- Procesamiento
- Fundición
- Refinación

4.1.4 Descripción del sistema de producción

Extraer la roca desde la mina para ser enviada a la siguiente etapa.

Extracción Mina Rajo Abierto

Extraer la roca de la mina para enviarla a la siguiente fase de procesamiento (mineral) o a botaderos (bajo contenido y estéril o lastre).

Extracción Mina Subterránea

Los principales subprocesos involucrados son:

- Perforación y voladura de la roca.
- La carga y el traslado de mineral hacia la planta.

Procesamiento

El mineral es sometido a una serie de procesos con el objetivo de incrementar su concentración (contenido metálico) para que sea factible su venta o para prepararlo para la fundición y refinación.

4.1.5 Desechos

Residuos de roca o sólidos mineros

La minería a cielo abierto tiene varias fases de desecho. Para poder llegar a las vetas o costuras reales de mineral, en primer lugar, es necesario deshacerse de las capas más altas de roca o sobrecarga.

Sobrecarga -> Gangue – Relaves>

Sobrecarga

La roca de sobrecarga o desecho es la gran cantidad de tierra y roca que se quita para acceder a los depósitos minerales valiosos.

Gangue

Gangue es la roca o el material de escaso valor que se combina estrechamente con el material valioso que se va a procesar..

Relaves mineros

Los relaves son residuos minerales, incluidos los desechos de rocas muy finamente molidas, que se generan al procesar minerales.

Residuos líquidos de la mina

Agua de mina

El agua minera se genera de diversas formas en los lugares de minería y puede fluctuar en los grados de contaminación. Frecuentemente, el agua que se expone a las actividades mineras es ácida y puede contaminar las fuentes de agua locales mediante un procedimiento conocido como drenaje ácido de minas (AMD) o drenaje ácido de roca (ARD).

Tratamiento de agua Lodos

El lodo se genera en ciertos lugares de minería y se asemeja a las aguas residuales de la mina, aunque incluye la adición de sólidos y sustancias químicas procesadas. Estas incorporaciones transforman el agua en un lodo más espeso que posteriormente puede ser bombeado lejos del lugar.

Gestión de Residuos Mineros

Las estrategias de manejo de desechos utilizadas por las compañías mineras suelen ser objeto de un riguroso análisis tanto por los gobiernos locales como por la población en general. La historia de la industria minera ha estado plagada de métodos de eliminación incorrectos y los daños medioambientales que derivan.

El volumen de desechos provenientes de las actividades mineras es considerable, y indudablemente, se generarán inquietudes relacionadas con el medio ambiente. Como respuesta, los ingenieros mineros han creado métodos inteligentes de manejo de desechos, transformando a la industria minera en una de las escasas que recicla activamente sus propios desechos.

A pesar de las múltiples técnicas de reciclaje, la mayoría de los desechos provenientes de la minería aún se guardan en instalaciones o lugares de residuos.

Impacto ambiental duradero

Los efectos ambientales más significativos de los residuos mineros abarcan la disminución de terrenos tras transformarse en un estanque de relaves o zona de almacenamiento de residuos, así como la introducción de escorrentía ácida u otros sedimentos contaminados en el entorno local.

4.1.6 Área de mantenimiento.

El tratamiento de minerales es un sector crucial que suministra materias primas imprescindibles para varias industrias, entre ellas la edificación, fabricación, energía y tecnología. Las industrias mineras funcionan en entornos rigurosos y con equipos de gran capacidad, por lo que un mantenimiento apropiado es esencial para asegurar la eficacia en las operaciones, la seguridad y la lucratividad.

Procesamiento de Minerales.

El procesamiento de minerales es un sector crucial que suministra materias primas imprescindibles para varias industrias, entre ellas la edificación, fabricación, energía y tecnología.

Importancia del Mantenimiento

Beneficios:

- ✓ Aumento de la Producción: Minimiza el periodo de parada y potencia la disponibilidad de los equipos.
- ✓ Extensión de la Capacidad de Uso del Equipo: Garantiza que los dispositivos funcionen dentro de sus especificaciones de diseño durante un periodo más extenso.
- ✓ Tácticas de Mantenimiento Estrategias de Conservación.

Aporte de la investigación:

Mantenimiento Preventivo (PM)

Aplicaciones: Perfecto para equipos vitales que necesitan una presencia constante.

Mantenimiento Predictivo (PdM)

Aplicaciones: Emplea tecnologías como el estudio de vibraciones, la termografía, el examen de aceites y el ultrasonido.

Mantenimiento Correctivo (CM)

Aplicaciones: Empleado en dispositivos menos esenciales donde las fallas no impactan de manera significativa en la producción.

Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM)

Aplicaciones: Perfecto para instalaciones con equipos complejos y esenciales.

Técnicas de Mantenimiento.

Aplicaciones: Empleado en trituradoras, molinos, bombas y otros aparatos de rotación.

Termografía Infrarroja.

Aplicaciones: Perfecto para la revisión de sistemas eléctricos, motores y convertidores.

Análisis de Aceite.

Aplicaciones: Se emplea en motores, cajas de engranajes, sistemas de hidráulica y compresores.

Ultrasonido.

Aplicaciones: Evaluación de sistemas de aeración, sistemas hidráulicos y aparatos eléctricos.

Inspección Visual.

Aplicaciones: Incorpora otras estrategias de mantenimiento y es una costumbre habitual en todas las zonas de la planta.

Planificación y Programación.

Beneficios: Asegura que el mantenimiento se lleve a cabo de forma puntual y eficaz.

Capacitación del Personal.

Beneficios: Incrementa la rivalidad y eficacia del equipo de mantenimiento.

Gestión de Repuestos.

Beneficios: Minimiza el tiempo de parada debido a la espera de piezas de recambio.

Registro y Análisis de Datos.

Beneficios: Promueve la adopción de decisiones fundamentadas y el perfeccionamiento constante.

Integración de Tecnología.

Beneficios: Maximiza la eficiencia del mantenimiento y proporciona una visión integral de las tareas de mantenimiento.

Mina de Cobre.

Resultados: Disminuyeron en un 30% las fallas imprevistas, incrementaron la disponibilidad de los equipos en un 20% y consiguieron un ahorro considerable en los gastos de mantenimiento.

Planta de Procesamiento de Oro.

Resultados: Optimizaron la fiabilidad de los equipos esenciales en un 25% y disminuyeron el período de parada en un 15%.

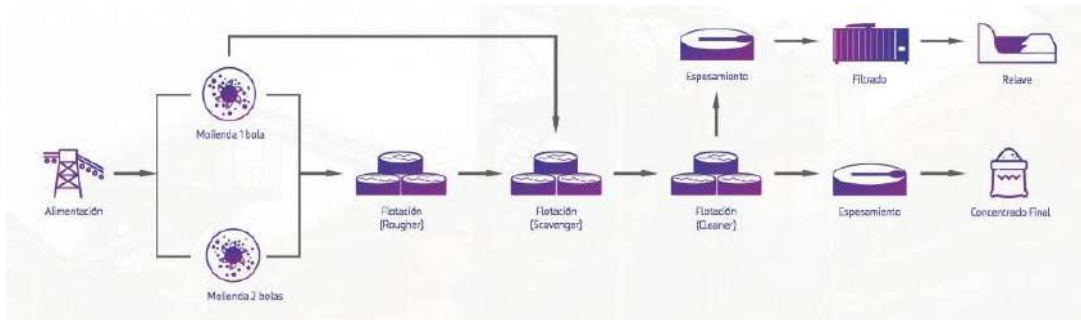


Imagen 6. Proceso

Fuente: Empresa procesadora de minerales ELSA 1 Chimbote

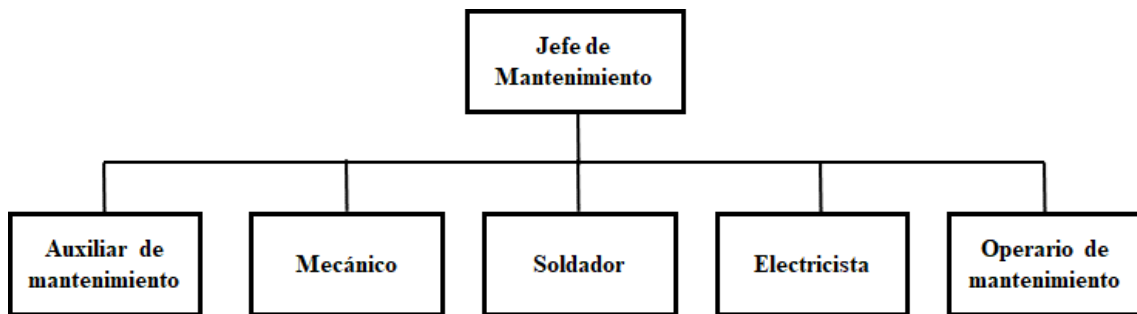


Imagen 7. Mantenimiento

Fuente: Empresa procesadora de minerales ELSA 1 Chimbote

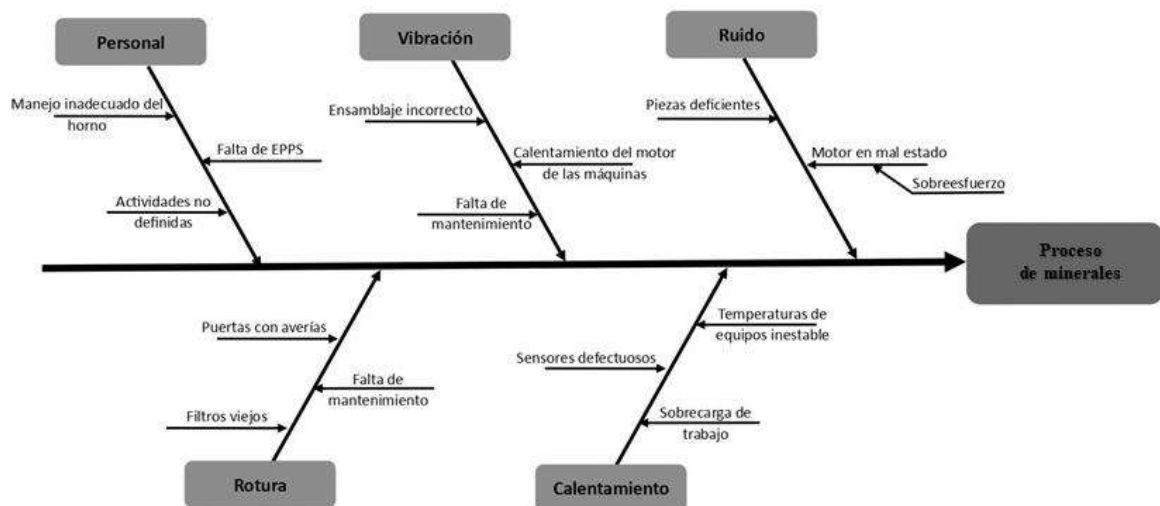


Imagen 8. Fallas y averías

Fuente: Empresa procesadora de minerales ELSA 1 Chimbote

4.2 Plan de mantenimiento preventivo.

Ejecución de la propuesta.

Tabla 4. Mantenimiento preventivo.

Plan mejora		Plan de mantenimiento en el proceso Separación sólido líquido (transporte)						
Objetivo	Cumplir estándares y procedimientos de trabajo seguro - Mantenimiento							
¿Qué?	¿Por qué?	¿Quién?	¿Dónde?	¿Cuándo?		¿Cómo?		
	Meta	Responsable	Lugar	Inicio - Fin	Paso		Actividad (es)	
Reunir información	Es un método basado en la diferencia de densidad de las sustancias que componen la mezcla.	Jefe de Mina, Capataces y operarios	Mina	02/10/24 al 04/10/24	1		Identificar los procesos.	
Análisis del proceso de Separación sólido líquido.	Para separar una mezcla de un sólido con un líquido, se pone la mezcla en un recipiente y se deja en reposo por algún tiempo, hasta que el sólido se precipite, es decir, se deposite en el fondo del recipiente	Consultor, Jefe de Minas, capataces y operarios	Mina	05/10/24 al 08/10/24	2		Realizar el mapa de procesos	
					3		Identificar los objetivos planteados.	
					4		Evaluar información existente	
					5		Identificar los procesos operativos, estratégicos y de apoyo	
Mapeo del proceso	Insumos a utilizar	Consultor, Jefe de Minas, capataces y operarios	Mina	09/10/24 al 13/10/24	6		Establecer indicador de controles	
Definir proceso	Establecer el flujo del proceso	Consultor, Jefe de Minas, capataces y operarios	Mina	14/10/24 al 19/10/24	7		Realizar Diagrama de flujo (definir las tareas y actividades)	
Diseño de proceso	Establecer procedimientos y sus estándares para cada actividad	Consultor	Mina	21/10/24 al 23/10/24	8		Realizar procedimientos de trabajo seguro, estándares y asignar responsables a cada proceso	

Fuente: Empresa procesadora de minerales ELSA I Chimbote

Tabla 4. Mantenimiento preventivo.

Inducción al personal	Dar a conocer al personal de los procedimientos y estándares establecidos	Consultor, Jefe de Minas, capataces y operarios	Mina	24/10/24 al 25/10/24	9	Realizar programa de capacitación e inducción
Implementación del proceso	Desarrollo de cada uno de los procesos diseñados	Alta Gerencia y Jefe de mina	Mina	26/09/24 al 04/11/24	10	Realizar actividades en los procesos de los procedimientos descritos
Seguimiento y Mejoras	Controlar y hacer seguimiento del proceso implementado e identificar situaciones de mejora	Alta Gerencia y Jefe de mina	Mina	05/11/24 al 11/11/24	11	Realizar la evaluación de los procesos en base a los indicadores propuestos

Fuente: Empresa procesadora de minerales ELSA 1 Chimbote

A- Recopilación de información

Se llevó a cabo mediante entrevistas a la Alta Dirección, al personal directivo de la unidad minera y a los trabajadores.

B- Análisis de los procesos

Se llevaron a cabo encuentros de trabajo con la Gerencia General y el Gerente de Operaciones.

C- Mapeo de procesos

Se llevó a cabo el mapa actual de procesos.

4.3 Análisis estadístico.

Preguntas.

- 1- ¿Cree Ud. que la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote, cuenta con un plan de mantenimiento preventivo?

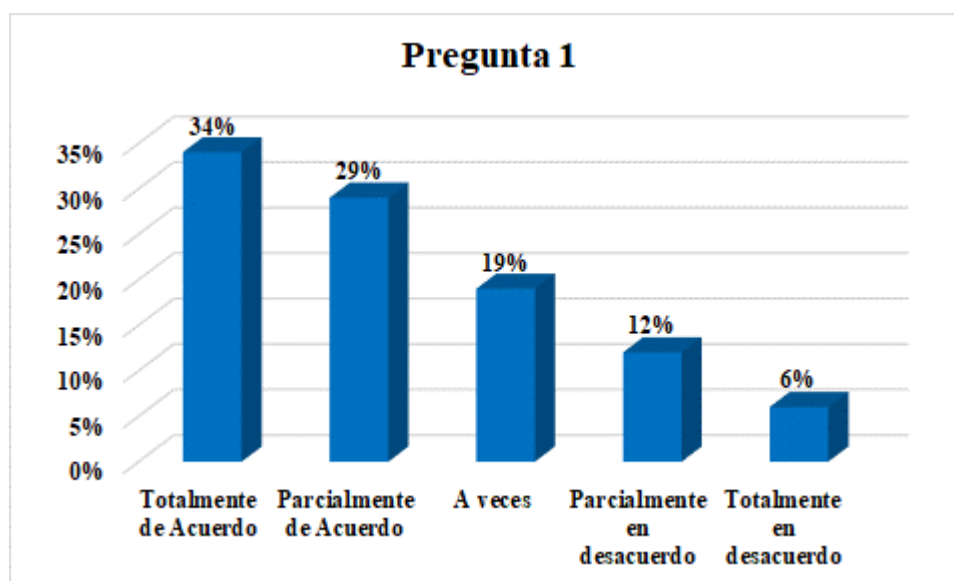


Imagen 7. Pregunta 1
Fuente: Minitab 21.1

Explicación:

El 34% están totalmente de acuerdo que la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote, cuenta con un plan MP.

- 2- ¿Cree Ud. que la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote, cuenta con personal idóneo para la selección y renovación de equipos críticos?

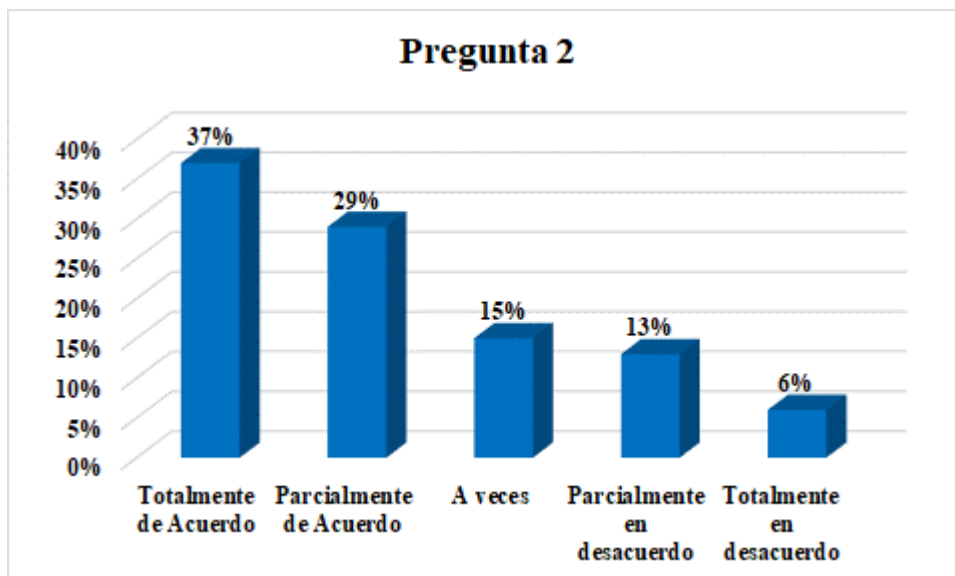


Imagen 8. Pregunta 2
Fuente: Minitab 21.1

Explicación:

El 37% están totalmente de acuerdo que la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote, cuenta con personal idóneo para la selección y renovación de equipos críticos.

- 3- ¿Cree Ud. que el mantenimiento preventivo incidiría en reducir los costos de la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote?

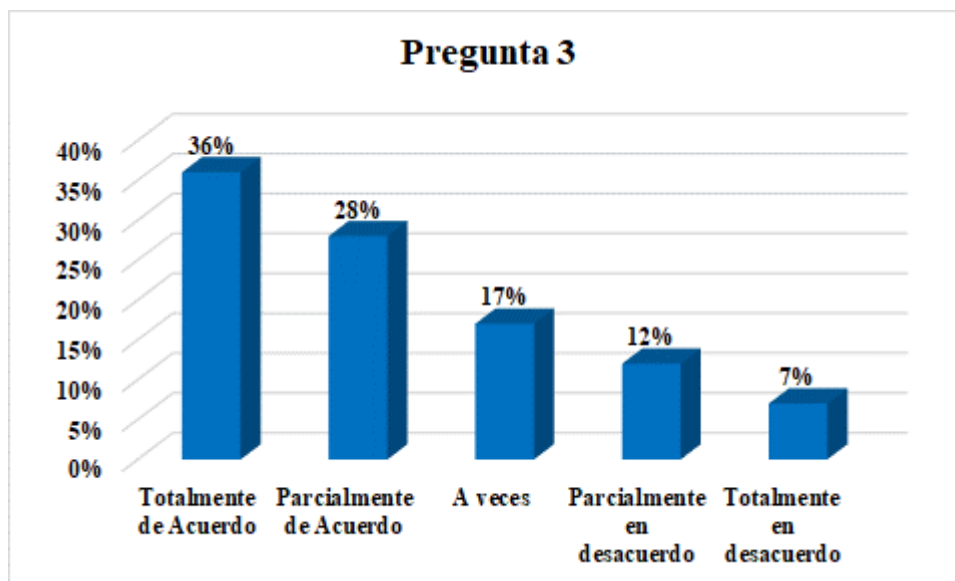


Imagen 9. Pregunta 3
Fuente: Minitab 21.1

Explicación:

El 36% están totalmente de acuerdo que el MP incidiría en reducir los costos de la Empresa.

- 4- ¿Cree Ud. que el Curso programa de MP que se brinda a los trabajadores permitirá a futuro reducir los costos de la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote?

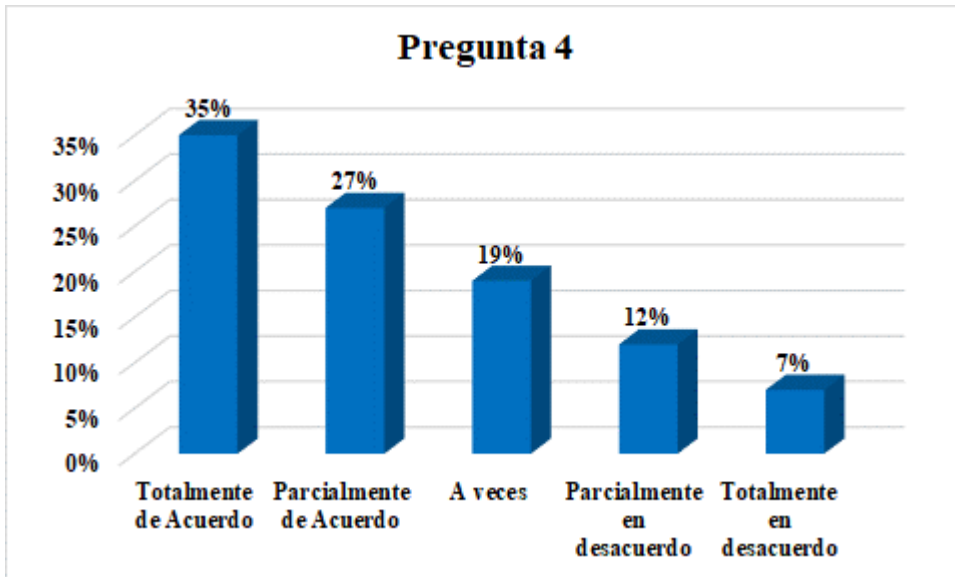


Imagen 10. Pregunta 4
Fuente: Minitab 21.1

Explicación:

El 35% están totalmente de acuerdo que el Curso programa de MP que se brinda a los trabajadores permitirá a futuro reducir los costos de la Empresa.

5- ¿Cree Ud. que el stock de repuestos y materiales es insuficiente en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote?

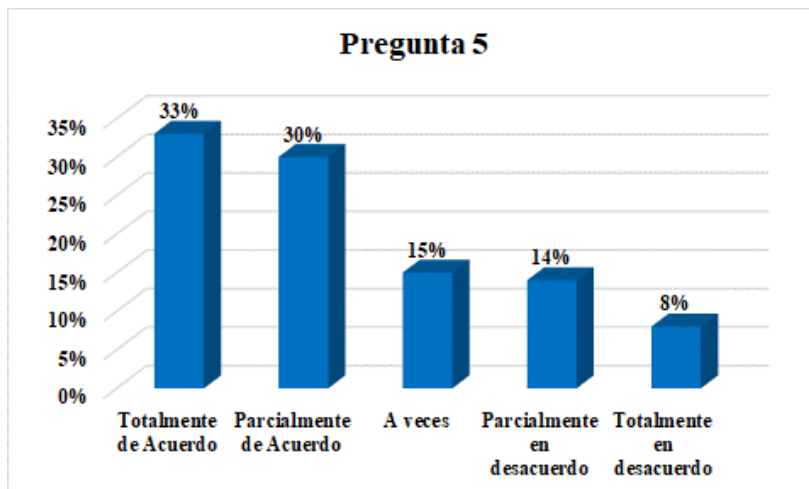


Imagen 11. Pregunta 5

Fuente: Minitab 21.1

Explicación:

El 33% están totalmente de acuerdo que el stock de repuestos y materiales es insuficiente en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

- 6- ¿Cree Ud. que la falta de mantenimiento, está generando que las maquinas sean menos funcionales en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote?

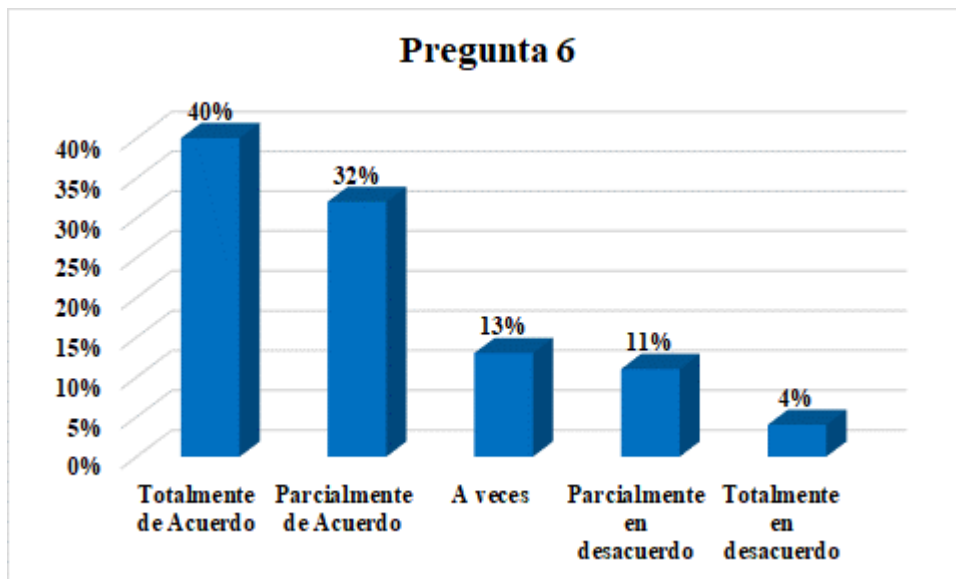


Imagen 12. Pregunta 6
Fuente: Minitab 21.1

Explicación:

El 40% están totalmente de acuerdo que la falta de mantenimiento, está generando que las maquinas sean menos funcionales en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

7- ¿Cree Ud. que la falta de capacitación al personal de mantenimiento, afecta directamente al tiempo de vida de la maquinaria en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote?

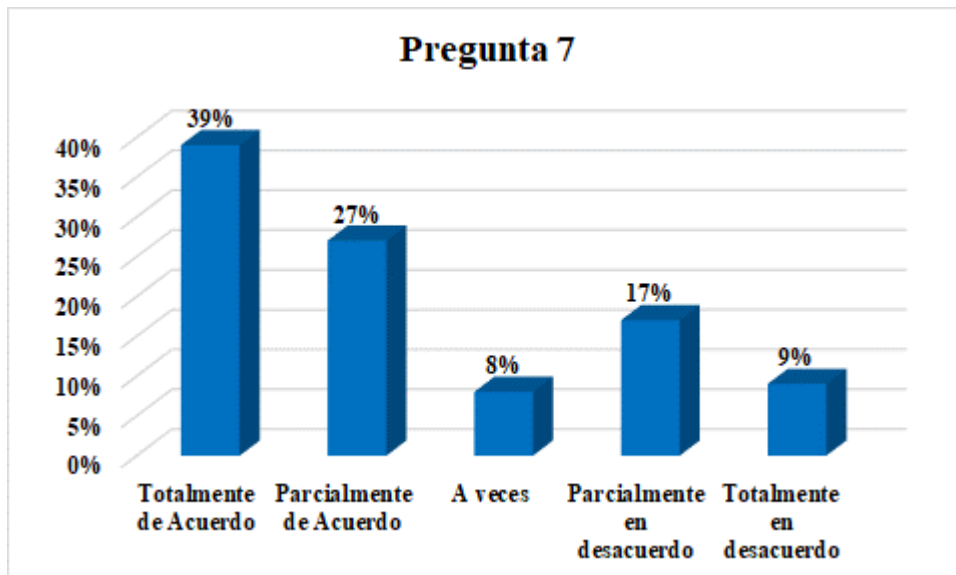


Imagen 13. Pregunta 7

Fuente: Minitab 21.1

Explicación:

El 39% están totalmente de acuerdo que la falta de capacitación, afecta directamente al tiempo de vida de la maquinaria en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

8- ¿Cree Ud. que la mala aplicación del mantenimiento, provoca fallas y paros en la producción de la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote?

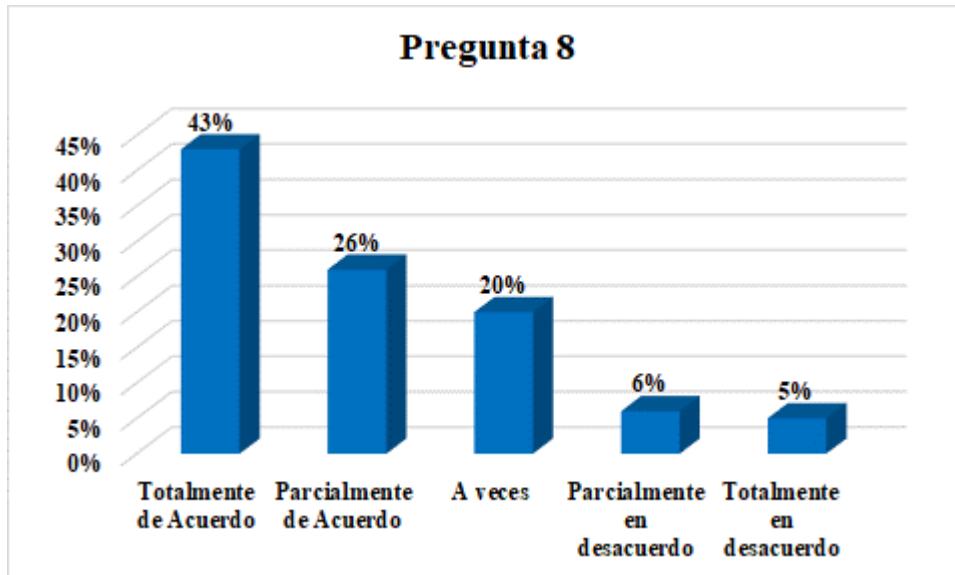


Imagen 14. Pregunta 8

Fuente: Minitab 21.1

Explicación:

El 43% están totalmente de acuerdo que la mala aplicación del mantenimiento, provoca fallas y paros en la producción de la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

9- ¿Cree Ud. que deficiencias en la aplicación del mantenimiento, son responsables de que las maquinas sufran un desgaste grave de tal manera que no pueda utilizarse nunca más en los procesos de la Empresa procesadora de minerales ELSA 1,

Chimbote?

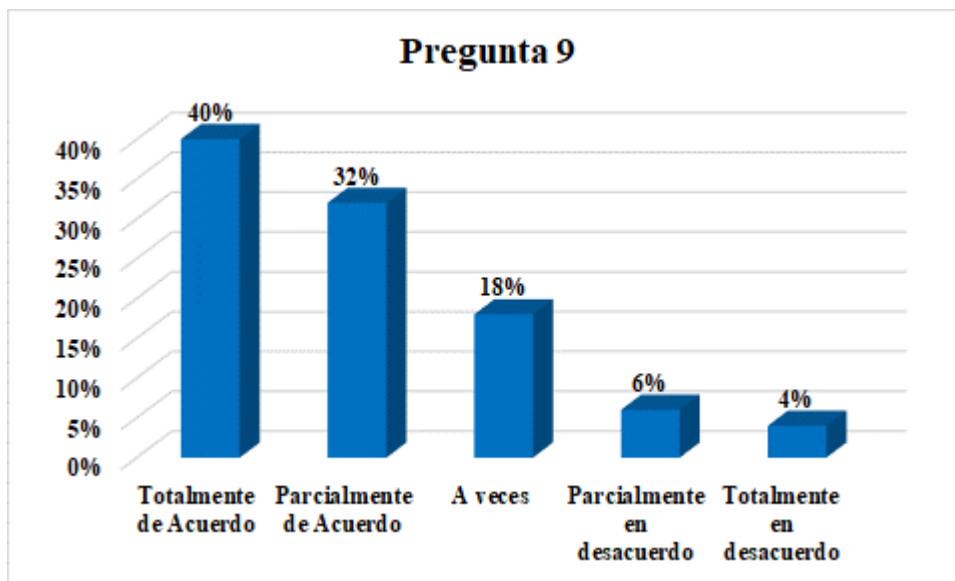


Imagen 15. Pregunta 9 F
Fuente: Minitab 21.1

Explicación:

El 40% están totalmente de acuerdo que deficiencias en la aplicación del mantenimiento, son responsables de que las maquinas sufran un desgaste grave de tal manera que no pueda utilizarse nunca más en los procesos de la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

10- ¿Cree Ud. la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote debe adquirir equipos para detección de fallas?

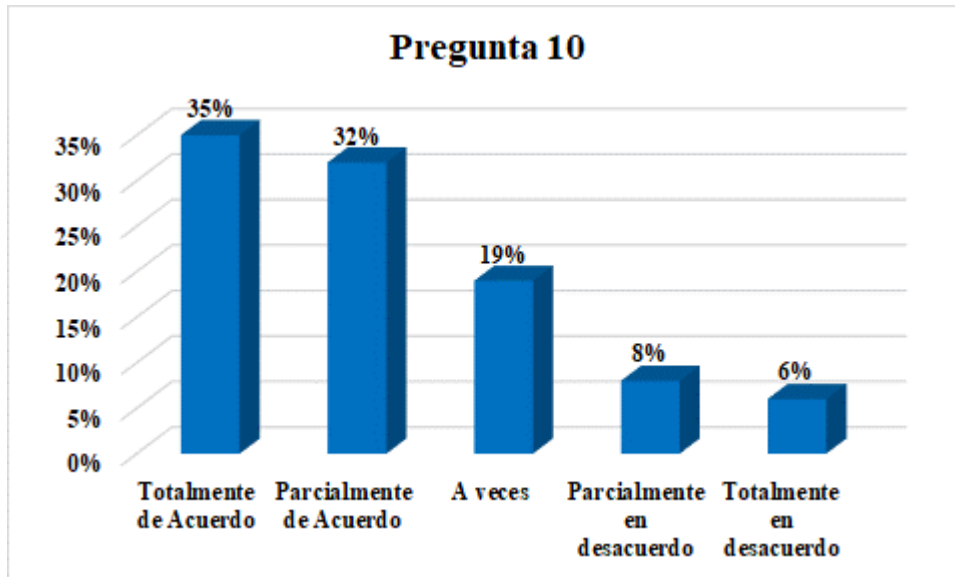


Imagen 16. Pregunta 10
Fuente: Minitab 21.1

Explicación:

El 35% están totalmente de acuerdo que la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote debe adquirir equipos para detección de fallas?

11- ¿Cree Ud. que la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote debe incorporar el análisis de datos para así minimizar los tiempos de inactividad no planificados y reducir los costos operativos?

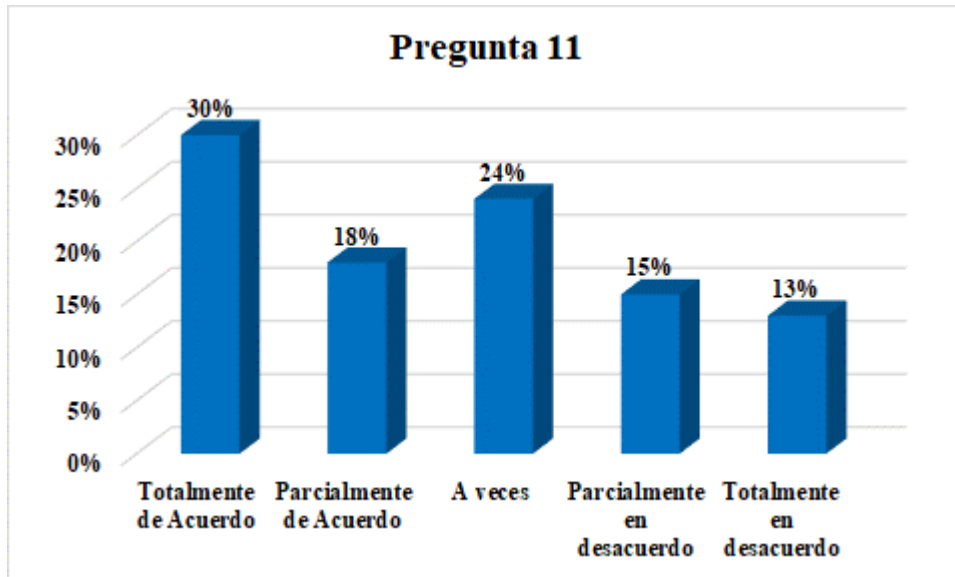


Imagen 17. Pregunta 11
Fuente: Minitab 21.1

Explicación:

El 30% están totalmente de acuerdo que la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote debe incorporar el análisis de datos para así minimizar los tiempos de inactividad no planificados.

12- ¿Cree Ud. que la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote debe incorporar el aprendizaje automático para así minimizar los tiempos de inactividad no planificados y reducir los costos operativos?

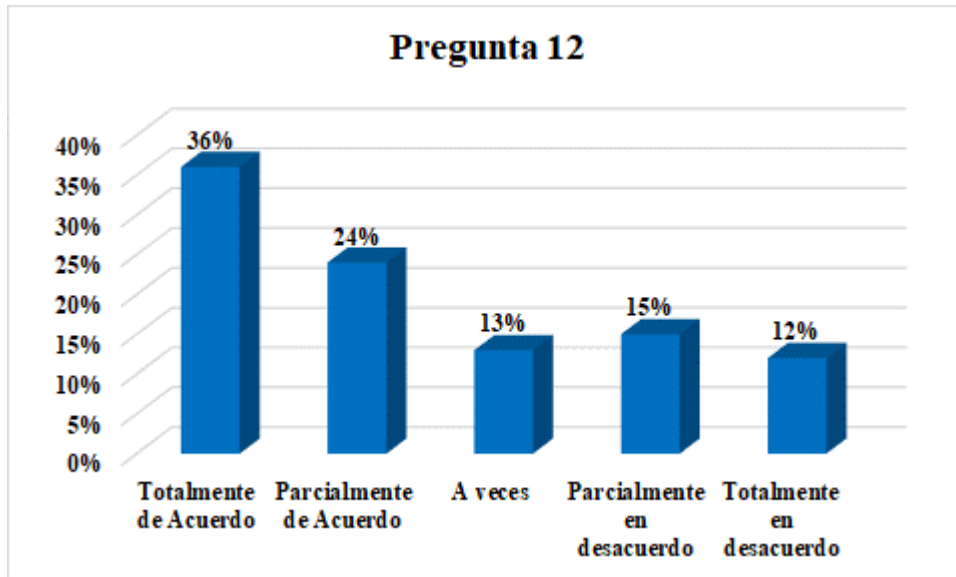


Imagen 17. Pregunta 12
Fuente: Minitab 21.1

Explicación:

El 36% están totalmente de acuerdo que la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote debe incorporar el aprendizaje automático para así minimizar los tiempos de inactividad no planificados.

13- ¿Cree Ud. que la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote debe mejorar el sistema de orden y limpieza en el almacén de repuestos para reducir los costos operativos?

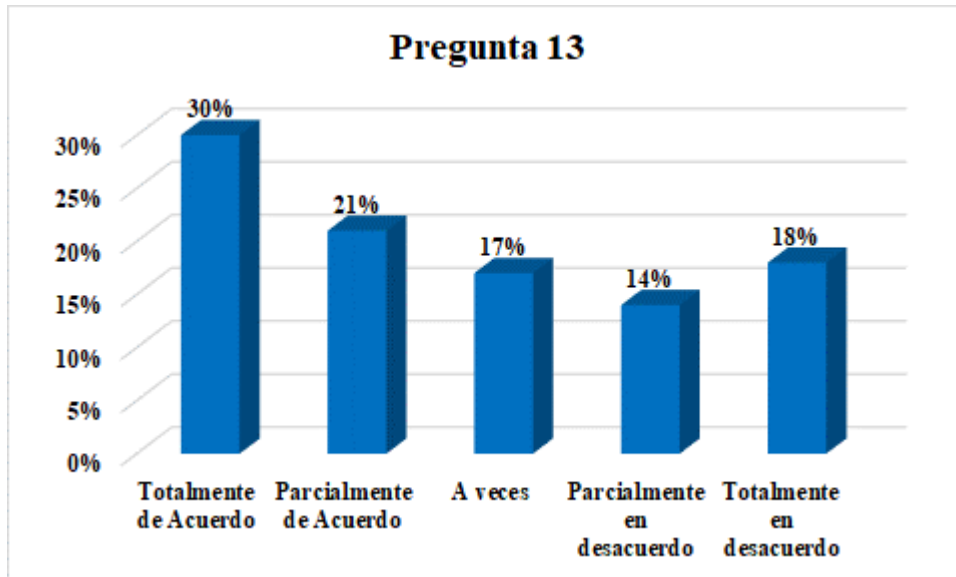


Imagen 18. Pregunta 13
Fuente: Minitab 21.1

Explicación:

El 30% están totalmente de acuerdo que la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote debe mejorar el sistema de orden y limpieza en el almacén de repuestos para reducir los costos operativos.

4.4 Contrastación de la hipótesis.

A- Hipótesis General

H1: El plan de mantenimiento preventivo se relaciona con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

H0: El plan de mantenimiento preventivo no se relaciona con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

Tabla 5. Frecuencias observadas para la hipótesis general

Costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1 Chimbote						
Plan de mantenimiento o preventivo	Siempre	Casi siempre	No sabe no opina	Casi nunca	Nunca	TOTAL
Siempre	7	0	0	0	0	7
Casi siempre	0	3	0	0	0	3
No sabe /no opina	0	0	0	0	0	0
Casi nunca	0	0	0	0	0	0
Nunca	0	0	0	0	0	0
TOTAL	7	3	0	0	0	10

Fuente: Tesista

Tabla 6. Frecuencias esperadas para la hipótesis general

Metodología 5S	Costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1 Chimbote.		TOTAL
	Siempre	Casi siempre	
	5	2	7
	2	1	3
Siempre			
Casi siempre			
TOTAL	7	3	10

Fuente: Tesista

Estadística de prueba es:

$$X^2$$

$$(2-1)(2-1) = 1 \text{ grados de libertad y } \alpha = 0.05,$$

Entonces se observa que $3.86 < 10$, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa.

En conclusión: El plan de mantenimiento preventivo se relaciona con costo en la Empresa.

B- Hipótesis específica 1

H1: El factor de selección y determinación de equipos críticos se relaciona con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

H0: El factor de selección y determinación de equipos críticos no se relaciona con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

Tabla 7. Frecuencias observadas para la hipótesis específica 1

El factor de selección y determinación de equipos críticos	Costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.					TOTAL
	Siempre	Casi siempre	No sabe/ no opina	Casi nunca	Nunca	
Siempre	6	0	0	0	0	6
Casi siempre	1	3	0	0	0	4
No sabe / no opina	0	0	0	0	0	0
Casi nunca	0	0	0	0	0	0
Nunca	0	0	0	0	0	0
TOTAL	7	3	0	0	0	10

Fuente: Tesista

Tabla 8. Frecuencias esperadas para la hipótesis específica 1

El factor de selección y determinación de equipos críticos	de Costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA y1, Chimbote.		TOTAL
	Siempre	Casi siempre	
Siempre	4	2	6
Casi siempre	3	1	4
TOTAL	7	3	10

Fuente: Tesista

Estadística de prueba es:

$$\chi^2$$

$$(2-1)(2-1) = 1 \text{ grados de libertad y } \alpha = 0.05,$$

Entonces se observa que $3.86 < 13$, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa.

En conclusión: El factor de selección y determinación de equipos críticos se relaciona con costo.

C- Hipótesis específica 2

H1: El factor de indicador de mantenimiento se relaciona con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

H0: El factor de indicador de mantenimiento no se relaciona con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

Tabla 9. Frecuencias observadas para la hipótesis específica 2

Costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.							
El factor de indicador de mantenimiento.	de Siempre de	Casi siempre	No sabe No/ opina	Casi nunca	Nunca	TOTAL	
Siempre	7	1	0	0	0	8	
Casi siempre	0	2	0	0	0	2	
No sabe / no opina	0	0	0	0	0	0	
casi nunca	0	0	0	0	0	0	
Nunca	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	7	3	0	0	0	10	

Fuente: Tesista

Tabla 10. Frecuencias esperadas para la hipótesis específica 2

El factor de indicador de mantenimiento	Costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.		TOTAL
	Siempre	Casi siempre	
Siempre	6	2	8
Casi siempre	1	1	
TOTAL	7	3	10

Fuente: Tesista

Estadística de prueba es:

$$\chi^2$$

$$(2-1)(2-1) = 1 \text{ grados de libertad y } \alpha = 0.05,$$

Entonces se observa que $3.83 < 10$, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa.

En conclusión: El factor de indicador de mantenimiento se relaciona con costo.

D- Hipótesis específica 3

H1: El programa de mantenimiento se relaciona con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

H0: El programa de mantenimiento no se relaciona con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

Tabla 11. Frecuencias observadas para la hipótesis alternativa 3

El programa de mantenimiento.	Costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote					TOTAL
	Siempre	Casi siempre	No sabe/ no opina	Casi nunca	Nunca	
Siempre	6	2	0	0	0	8
Casi siempre	1	0	0	0	0	1
No sabe / no opina	0	1	0	0	0	1
Casi nunca	0	0	0	0	0	0
Nunca	0	0	0	0	0	0
TOTAL	7	3	0	0	0	10

Fuente: Tesista

Tabla 12. Frecuencias esperadas para la hipótesis específica 3

El programa de mantenimiento.	Costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.		TOTAL
	Siempre	Casi siempre	
Siempre	4	2	6
Casi siempre	1	1	2
No sabe/ no opina	1	1	2
TOTAL	6	4	10

Fuente: Tesista

Estadística de prueba es:

$$\chi^2$$

$$(3 - 1)(2 - 1) = 2 \text{ grados de libertad y } \alpha = 0.05,$$

Entonces se observa que $6 < 7.3$, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa.

En conclusión: El programa de mantenimiento se relaciona con costo en la Empresa .

CAPITULO V: DISCUSIÓN

5.1. Discusión.

Se ha tomado como referencia el trabajo de Valdés (2019) por considerar que es necesario disminuir el tiempo perdido de fallas. Reforzado con la investigación que emplea la Metodología con un diseño descriptivo correlacional. Del Marco Teórico se ha considerado los alcances de Aguaiza J. (2016) quien indica que solo se tendrá éxito en la aplicación de un MP si todo el personal que labora la empresa no se compromete a mejorar el control y organización en la Planta. Catalán (2018) recomienda aplicar las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), porque el Personal necesita trabajar con seguridad, que nada los distraiga, e incluso ver su estado emocional como se encuentra el hogar. Arévalo (2018) recomienda medir los resultados, para ello se debe recurrir al VAN de la empresa al concluir sus actividades, preferentemente mensualmente o anualmente. El VAN debe ser positivo en todo momento, caso contrario hacer correctivos inmediatos, y tomar decisiones que corrijan las áreas que están generando pérdidas por demoras, fallas o incompetencia del personal.

Lizana (2016) recomienda mostrar el cronograma de compromisos de entrega de productos y/o servicios, de tal manera que los trabajadores puedan hacer aportes respectivos, lo que impedirá que se dupliquen acciones o se designe personal en exceso para acciones donde las maquinas son automáticas. Amable (2017) da detalles de que en la gerencia debe estar un profesional que sea ingeniero industrial o administrador de empresas con conocimientos cualitativo en empresas similares a la Empresa Elsa 1, con tres años de experiencia y haber sido capacitado por instituciones acreditadas como la UNI, SENATI, ESAM.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES.

Conclusión General.

Si se pudo determinar la relación que existe entre el plan de mantenimiento con costo en la empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

Los costos de PM de la empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote, actualmente representan entre el 42 % de su presupuesto anual de inventario. Por lo que se ha hecho correctivos en los costos, para que no excedan el 10% del total de los costos para así garantizar que la empresa procesadora de minerales pueda atender todos sus compromisos y pedidos. Conclusiones: Se pretende el año 2025 aproximar a cero los costos asociados al MP.

Conclusiones Específicas.

1) Conclusión específica 1.

Si se pudo señalar la relación que existe entre el factor de selección y determinación de equipos críticos con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

Los equipos críticos son extremadamente importantes que deben ser monitoreados de cerca por un personal asignado específicamente para su buen funcionamiento, porque si están parados generan perjuicios irreparables para la empresa. El análisis de criticidad es una estrategia fundamental ya que a permitido realizar la planificación del mantenimiento cuando realmente es necesario, lo que evita pérdidas de dinero. Con la implementación a partir del estudio de una planificación bien hecha y un mantenimiento preventivo, se incrementa la confiabilidad del equipo y la gestión evita paradas inesperadas en la producción.

2) Conclusión específica 2.

Si se pudo determinar la relación que existe entre los indicadores de mantenimiento con costo en la Empresa ELSA 1, Huacho

Para ello se utilizó una herramienta como FMEA que determina los modos de fallas que han afectado la funcionalidad de los equipos.

3) Conclusión específica 3.

Si se pudo determinar la relación que existe entre el programa de mantenimiento con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.

Con el cronograma de mantenimiento se tiene costos reducidos, aumento de la vida útil de los activos. Menor tiempo de inactividad del equipo. Un lugar de trabajo más seguro

6.2 Recomendaciones.

Se debe aplicar mantenimiento adaptativo en la empresa procesadora de minerales Elsa 1, Chimbote, en lo siguiente:

- Abastecimiento de combustible con equipo moto-bomba.

- Unidades móviles electro-mecánicas

CAPITULO VII: FUENTES DE INFORMACIÓN

7.1 Fuentes Bibliográficas.

Aguaiza J. (2019) *Elabore un programa de mantenimiento predictivo y preventivo.*

Escuela Politécnica Nacional, para la fábrica de producción de la compañía "Elecdor" (Electrificaciones de Ecuador S.A.),

Arévalo, V. (2018). *Propuesta de implementación de mantenimiento productivo*

total para reducir los costos operativos de la empresa Metarqel S.A.C.

Editorial – HANDLE.

Amable, J. (2021) *Impacto del mantenimiento preventivo en la disponibilidad del*

cargador frontal Caterpillar 966-C perteneciente a la Municipalidad de

Huancayo. Universidad Nacional del Centro del Perú.

Cantoral, H. (2009). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la*

industria de café Quetzal. Editorial – Scrib.

Castillo, A. (2019). *Gestión de mantenimiento en la mejora de métodos de trabajo*

para disminuir los costos de mantenimiento preventivo en una empresa

cementera. Editorial - UNITRU

Catalán, W. (2020) *Propuesta de mejora para el campo del mantenimiento,*

utilizando TPM (mantenimiento productivo total), con el objetivo de

disminuir los gastos en la empresa minera Tahoe Resources La Arena.
Universidad Privada del Norte.

Centeno, E. (2015). *Análisis de los procesos de mantenimiento de equipos y su incidencia en el adecuado funcionamiento de los mismos en el Hospital León Becerra del Cantón Milagro.* Editorial – UNEMI.

Chávez, C. (2018). *Propuesta de plan de mantenimiento preventivo del dique flotante adf 107 para reducir costos operativos en el Sima-Callao, 2018.* Editorial UCV.

Gasca, A. (2023). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la Empresa Agroangel.* Editor - Brujas.

Hansen, D. (2017). *Administración de costos: Contabilidad y control.* Editorial - Cengage Learning.

Lizana, O. (2021) *Plan de mantenimiento para vehículos ligeros con el objetivo de disminuir los costos en la compañía Multiservicios Jhonatan E.I.R.L. Jaén- 2020. Técnico electricista.* Universidad Privada del Norte.

Mora, L. (2009). *Mantenimiento planeación, ejecución y control.* Grupo Editor, S.A.

Pesantez, A. (2023) *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y predictivo basándose en la importancia de los equipos del proceso de producción de una compañía de empaquetado de camarón*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

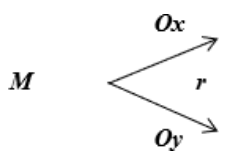
Pinedo, E. (2021) *Implementación del mantenimiento preventivo para reducir los gastos de mantenimiento de la compañía pesquera Icef S.A.C. – Chimbote 2020*. Universidad César Vallejo.

Valdés, J. (2020) *Elaboración de un programa de mantenimiento preventivo y predictivo para los equipos de la compañía REMAPLAST*. Universidad de Cartagena.

CAPITULO VIII: ANEXO

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y COSTO EN LA EMPRESA PROCESADORA DE MINERALES ELSA 1 CHIMBOTE

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables 1	Dimensiones	Metodología – Instrumentos
¿De qué manera el plan de mantenimiento preventivo se relaciona con los costos en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote?	Determinar la relación que existe entre el plan de mantenimiento con costo en la empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.	El plan de mantenimiento preventivo se relaciona con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.	Plan de mantenimiento preventivo (V1)	Selección y determinación de equipos críticos	<p>Escala de Likert de 5 puntuaciones. Diseño metodológico La presente investigación según su finalidad es de tipo aplicada, porque se realizó la aplicación de conocimientos para resolver de manera práctica los problemas de la realidad en la Empresa ELSA 1. El presente trabajo de investigación de diseño no experimental, en su variante es descriptivo – correlacional. Según su alcance temporal del tipo transversal. Descriptivo: Ya que describe la realidad problemática de la empresa de mantenimiento de la empresa y plantea una solución práctica al problema existente en el departamento. Correlacional: Porque se demostró la relación que existe entre las variables plan de mantenimiento y costos. Transversal: Puesto que se recolecta la información en un momento compartiendo todos los sujetos de la misma temporada</p>
Problema específico 1	Objetivo específico 1	Hipótesis específica 1		El factor de selección y determinación de equipos críticos se relaciona con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.	
¿De qué manera el factor de selección y determinación de equipos críticos se relaciona con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote?	Determinar la relación que existe entre el factor de selección y determinación de equipos críticos con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.			Programa de mantenimiento	

Problema específico 2	Objetivo específico 2	Hipótesis específica 2	Variables 2	Dimensiones	
¿De qué manera los indicadores de mantenimiento se relacionan con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote?	Determinar la relación que existe entre los indicadores de mantenimiento con costo en la Empresa ELSA 1, Huacho.	El factor de indicador de mantenimiento se relaciona con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.	Costo (V2)	Costo de mantenimiento preventivo	 <p>Muestra Ox: Observación de la Var. Independiente. Oy: Observación de la Var. Dependiente.</p>
				Costo de paradas imprevistas	
Problema específico 3	Objetivo específico 3	Hipótesis específica 3			<p>r: coeficiente de correlación. La investigación, según su finalidad es de tipo aplicada según su enfoque es cuantitativa.</p>
¿De qué manera el programa de mantenimiento se relaciona con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote?	Determinar la relación que existe entre el programa de mantenimiento con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.	El programa de mantenimiento se relaciona con costo en la Empresa procesadora de minerales ELSA 1, Chimbote.			

Fuente: Elaboración propia