

“UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA”

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES



**OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO
PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE UNA PLANTA PRODUCTORA
DE CEMENTO PORTLAND**

**Tesis presentada por:
LUIS ANTHONY MONTOYA MÁRQUEZ
Para obtener el Título Profesional de:
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AREQUIPA – PERÚ
2015**

DEDICATORIA

Mi tesis se la dedico con todo mi amor y cariño:

Al creador de todas las cosas, El que me ha dado la fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado, por ello con toda la humildad que de mi corazón puede emanar dedico, primeramente mi trabajo a Dios...

A las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento: Mis amados padres y hermanos...

A mis entrañables Sres. Catedráticos, leales e inigualables maestros, que en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis... ¡Nunca los olvidaré!...



EPÍGRAFE

“El hombre que pone corazón en su profesión, imagina y encuentra recursos donde los incapaces y los perezosos se dan por vencidos”

(Federico de Prusia a sus generales)

INTRODUCCIÓN

La optimización de los procesos hoy en día forma parte de las estrategias fundamentales para garantizar la competitividad y, en definitiva, la conservación de las empresas y organizaciones.

Si se plantea llevar a cabo una optimización de procesos, necesariamente habrá que incorporar nuevos cambios, para resultados positivos a medio y largo plazo.

Es por ende que las empresas constantemente evalúan y analizan los desafíos de competitividad y mejora de la productividad en forma sostenible, tomando decisiones en la búsqueda de alternativas que permitan el crecimiento, desarrollo y conservación de las mismas.

Para ello se requiere el apoyo de liderazgo, responsabilidad y la discrepancia por parte de la alta dirección y de la participación de todo el personal de la organización, siendo la base fundamental para el desarrollo de los cambios basados en los objetivos y políticas consistentes de la organización.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se efectuó para lograr la optimización de procesos en el área de manteniendo, a fin de mejorar la productividad de una empresa productora de cemento portland.

Para ello, se ha realizado un análisis detallado que incluye las diversas actividades relacionadas con el área de mantenimiento.

Se propone la optimización de procesos en esta área, para el levantamiento de las observaciones, buscando soluciones a las deficiencias encontradas, subsanando las carencias y de esta manera optimizar el sistema de producción de la empresa a través de un enfoque basado en procesos.

Al establecer y difundir la política de mantenimiento y objetivos, partiendo desde la gerencia, se alcanzará el compromiso e involucramiento del personal, para cumplir con la conservación del sistema de gestión de mantenimiento.

Contando con la implementación de un sistema de gestión continuamente actualizado y basado en las políticas del área de mantenimiento, se logrará la plena organización de los procesos, actividades y procedimientos llevados a cabo en la empresa.

SUMMARY

The present investigation was undertaken to achieve process optimization in the area of maintaining, in order to improve the productivity of a company producing portland cement.

To do this, we have performed a detailed analysis that includes the various activities related to the maintenance area.

Process optimization in this area is proposed for the lifting of the observations, seeking solutions to the deficiencies found, correcting deficiencies and thus optimize the production system of the enterprise through a process approach.

To establish and disseminate policy Maintenance and objectives, starting from management, commitment and involvement of staff, to meet conservation maintenance management system was reached.

Counting on the implementation of a management system and continually updated based on the policies of the maintenance area, full organization of processes, activities and procedures performed in the company will be achieved.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN

RESUMEN

SUMMARY

CAPÍTULO I GENERALIDADES

1.1.	Planteamiento del problema.....	8
1.2.	Objetivos.....	10
1.3.	Variables e indicadores.....	11
1.4.	Justificación.....	11
1.5.	Hipótesis.....	12
1.6.	Alcance.....	12
1.7.	Limitaciones.....	12

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1.	Optimización.....	13
2.2.	Procesos.....	14
2.3.	Optimización de procesos.....	17
2.4.	Mantenimiento.....	19
2.5.	Área de mantenimiento.....	23
2.6.	Productividad.....	23
2.7.	Mejora de la productividad.....	25
2.8.	Planta.....	26
2.9.	Empresa industrial.....	27

CAPÍTULO III DIAGNOSTICO SITUACIONAL

3.1.	La Empresa.....	32
3.2.	Diagnóstico de la Problemática.....	60
3.3.	Metodología de Selección de factores críticos.....	119

CAPÍTULO IV PROPUESTA

4.1.	Propósito.....	129
4.2.	Objetivos de la Propuesta.....	129
4.3.	Objetivos Específicos.....	129
4.4.	Documentación.....	129
4.5.	Implementación del Sistema de Documentación.....	132
4.6.	Compromiso de la Dirección.....	134
4.7.	Asignación de responsabilidades.....	135
4.8.	Comunicación Interna.....	137
4.9.	Gestión de Recursos.....	138
4.10.	Seguimiento y Medición.....	140
4.11.	Control del Servicio.....	142
4.12.	Auditorías Internas.....	142
4.13.	Análisis de Datos.....	143
4.14.	Mejora Continua y Actualización.....	143
4.15.	Acciones Correctivas y Acciones Preventivas.....	144
4.16.	Revisión por la Dirección.....	144
4.17.	Plan de Implementación.....	146
4.18.	Actividades.....	156
4.19.	Programa de Auditorías.....	157
4.20.	Resultados esperados de la implementación.....	158

CAPÍTULO V EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.1.	Presupuesto de Implementación.....	159
5.2.	Costo de Mantenimiento.....	167
5.3.	Determinación del Beneficio Costo.....	170

CONCLUSIONES..... 171

RECOMENDACIONES..... 173

BIBLIOGRAFÍA..... 175

ANEXOS..... 177

ÍNDICE DE CUADROS, ESQUEMAS Y GRÁFICOS

Cuadro N° 1.1: Variables e Indicadores.....	11
Cuadro N° 3.1: Indicadores Financieros.....	33
Esquema N° 3.1: Organigrama del Área de Mantenimiento.....	38
Gráfico N° 3.1: Participación de Mercado.....	46
Esquema N° 3.2: Proceso de Fabricación de Cemento.....	50
Esquema N° 3.3: Proceso de Fabricación de Cemento Portland.....	52
Esquema N° 3.4: Proceso del Área de Mantenimiento.....	53
Esquema N° 3.5: Mapa del Proceso de Confiabilidad.....	54
Esquema N° 3.6: Mapa del Proceso de Planificación.....	55
Esquema N° 3.7: Mapa del Proceso de Programación.....	56
Esquema N° 3.8: Procedimiento de Planificación.....	57
Esquema N° 3.9: Procedimiento de Programación de Mantenimiento.....	58
Esquema N° 3.10: Mapa del Proceso de Ejecución.....	59
Cuadro N° 3.2: Frecuencia y Criticidad de Avisos.....	60
Cuadro N° 3.3: Análisis de Fallas.....	61
Gráfico N° 3.2: Diagrama de Análisis Pareto.....	62
Gráfico N° 3.3: Costo de Mantenimiento.....	63
Cuadro N° 3.4: Análisis de Disponibilidad de la Chancadora O&K.....	64
Gráfico N° 3.4: Análisis de Disponibilidad de la Chancadora O&K.....	65
Cuadro N° 3.5: Análisis de Disponibilidad de la Chancadora Secundaria.....	66
Gráfico N° 3.5: Análisis de Disponibilidad de la Chancadora Secundaria.....	67
Cuadro N° 3.6: Análisis de Disponibilidad del Molino de Crudos 1.....	68
Gráfico N° 3.6: Análisis de Disponibilidad del Molino de Crudos 1.....	69
Cuadro N° 3.7: Análisis de Disponibilidad del Molino de Crudos 2.....	70
Gráfico N° 3.7: Análisis de Disponibilidad del Molino de Crudos 2.....	71
Cuadro N° 3.8: Análisis de Disponibilidad de la Ensacadora HB.....	72
Gráfico N° 3.8: Análisis de Disponibilidad de la Ensacadora HB.....	73
Cuadro N° 3.9: Análisis de Disponibilidad de la Ensacadora HB 2.....	74

Gráfico N° 3.9: Análisis de Disponibilidad de la Ensacadora HB 2.....	75
Cuadro N° 3.10: Análisis de Disponibilidad de la Ensacadora HB 3.....	76
Gráfico N° 3.10: Análisis de Disponibilidad de la Ensacadora HB 3.....	77
Cuadro N° 3.11: Análisis de Disponibilidad de la Ensacadora HB 4.....	78
Gráfico N° 3.11: Análisis de Disponibilidad de la Ensacadora HB 4.....	79
Cuadro N° 3.12: Análisis de Disponibilidad del Horno Rotativo 1.....	80
Gráfico N° 3.12: Análisis de Disponibilidad del Horno Rotativo 1.....	81
Cuadro N° 3.13: Análisis de Disponibilidad del Horno Rotativo 2.....	82
Gráfico N° 3.13: Análisis de Disponibilidad del Horno Rotativo 2.....	83
Cuadro N° 3.14: Análisis de Disponibilidad del Horno Rotativo 3.....	84
Gráfico N° 3.14: Análisis de Disponibilidad del Horno Rotativo 3.....	85
Cuadro N° 3.15: Análisis de Disponibilidad del Molino de Carbón 2.....	86
Gráfico N° 3.15: Análisis de Disponibilidad del Molino de Carbón 2.....	87
Cuadro N° 3.16: Análisis de Disponibilidad del Molino de Cemento 1.....	88
Gráfico N° 3.16: Análisis de Disponibilidad del Molino de Cemento 1.....	89
Cuadro N° 3.17: Análisis de Disponibilidad del Molino de Cemento 2.....	90
Gráfico N° 3.17: Análisis de Disponibilidad del Molino de Cemento 2.....	91
Cuadro N° 3.18: Análisis de Disponibilidad del Molino de Cemento 3.....	92
Gráfico N° 3.18: Análisis de Disponibilidad del Molino de Cemento 3.....	93
Cuadro N° 3.19: Análisis de Disponibilidad del Molino de Crudos 3.....	94
Gráfico N° 3.19: Análisis de Disponibilidad del Molino de Crudos 3.....	95
Cuadro N° 3.20: Análisis de Disponibilidad del Molino de Carbón.....	96
Gráfico N° 3.20: Análisis de Disponibilidad del Molino de Carbón.....	97
Cuadro N° 3.21: Análisis de Disponibilidad del Molino Peng Fei 1.....	98
Gráfico N° 3.21: Análisis de Disponibilidad del Molino Peng Fei 1.....	99
Cuadro N° 3.22: Análisis de Disponibilidad del Molino Peng Fei 2.....	100
Gráfico N° 3.22: Análisis de Disponibilidad del Molino Peng Fei 2.....	101
Cuadro N° 3.23: Análisis de Disponibilidad del Molino Peng Fei 3.....	102
Gráfico N° 3.23: Análisis de Disponibilidad del Molino Peng Fei 3.....	103
Cuadro N° 3.24: OEE del Horno Rotativo 3.....	104
Gráfico N° 3.24: OEE del Horno Rotativo 3.....	105
Cuadro N° 3.25: OEE del Molino de Cemento 3.....	106
Gráfico N° 3.25: OEE del Molino de Cemento 3.....	107
Cuadro N° 3.26: Actividades del Molino Loesche.....	108

Gráfico N° 3.26: Molino Vertical de Rodillos LOESCHE.....	113
Gráfico N° 3.27: Flujo del material a moler por el Molino.....	114
Cuadro N° 3.27: Ordenes de Trabajo Ejecutadas del Molino de Cemento 3.....	117
Gráfico N° 3.28: Ordenes de Trabajo Ejecutadas del Molino de Cemento 3.....	118
Gráfico N° 3.29: Árbol de Problemas.....	119
Gráfico N° 3.30: Diagrama de Afinidad.....	120
Gráfico N° 3.31: Convergencia en el Centro.....	122
Gráfico N° 3.32: Diagrama de Ishikawa.....	124
Cuadro N° 3.28: Indicadores.....	125
Cuadro N° 3.29: Matriz Semicuantitativa.....	126
Cuadro N° 3.30: Diagrama de Pareto.....	127
Gráfico N° 3.33: Diagrama de Pareto.....	128
Cuadro N° 4.1: Ficha de Proceso.....	131
Esquema N° 4.1: Diagrama de Flujo Matricial de la Implementación del Área de Mantenimiento.....	146
Cuadro N° 4.2: Matriz de Síntesis para la Optimización de Mantenimiento.....	155
Cuadro N° 5.1: Presupuesto e Implementación.....	159
Cuadro N° 5.2: Tiempo de Operación.....	160
Cuadro N° 5.3: Distribución de Weibull.....	161
Cuadro N° 5.4: Coeficientes.....	162
Cuadro N° 5.5: Cálculo de Confiabilidad.....	163
Gráfico N° 5.1: Confiabilidad.....	164
Gráfico N° 5.2: Distribución Acumulativa.....	166
Cuadro N° 5.6: Costo Mensual de Mantenimiento.....	167
Cuadro N° 5.7: MTBF.....	168
Cuadro N° 5.8: Estimado de la Cantidad de Paradas por mes.....	169
Cuadro N° 5.9: Estimado de Costo de Operación Mensual.....	169
Cuadro N° 5.10: Análisis Costo Beneficio.....	170

CAPÍTULO I GENERALIDADES

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Identificación del problema

¿De qué manera se va optimizar los procesos en el área de mantenimiento para mejorar la productividad de una planta productora de cemento portland?

1.1.2. Descripción del problema

Muchas veces nos preguntamos por qué las empresas fracasan, y existen una infinidad de razones por la cual sucede eso. Sin embargo una de la más importante seguramente será la mala gestión que se le haga a la empresa.

Es necesario realizar un análisis tanto interno y externo de una empresa, ya que de esta forma podremos observar nuestras puntos débiles y puntos fuertes, dicho análisis tendrá que ser estudiado continuamente con la finalidad de mejorar las fallas que se haya tenido o las posibles fallas que se puedan tener.

Otro punto bastante importante también sería que una vez planteado el problema, se deberá buscar una mejora o propuestas para disminuir todo tipo de riesgo dentro de la empresa que a finales pueda poner a riesgo la productividad de la empresa.

Es por eso que la productividad juega un papel muy importante en la empresa industrial porque va optimizar la producción del área de mantenimiento, para lograr una buena productividad empresarial es necesario realizar una buena gestión y además se va requerir ser más eficiente con las actividades que se realicen dentro de la empresa.

En conclusión se podría decir que la productividad, sería un medio viable para solucionar la problemática actual en la empresa, para conseguir esa productividad realmente existen muchas propuestas de mejora, ya que de esa manera la empresa lograría una mejora en la rentabilidad y garantizaría el éxito de ello.

1.1.3. Campo, área y línea

Campo: Ingeniería industrial

Área: Mantenimiento

Línea: Optimización de procesos (procesos)

1.1.4. Tipo de problema

El presente trabajo de investigación presenta un problema de tipo descriptivo – explicativo debido a que:

Es descriptivo porque presenta una recopilación de datos a la empresa industrial de la que quiere optimizar sus procesos en el área de mantenimiento y a la vez medir su índice de productividad.

Es explicativo porque nos da a entender los posibles malos manejos que se den en el área de mantenimiento y que puedan afectar a la productividad de la planta, y por ende nos permite realizar una optimización de procesos.

1.1.5. Interrogantes básicas

- ¿Cómo se puede llevar a cabo una evaluación de los procesos en el área de mantenimiento para mejorar la productividad de la planta?
- ¿Cuáles son los posibles riesgos de la optimización de procesos en el área de mantenimiento para mejorar la productividad de la planta?
- ¿Qué funciones requiere la optimización de los procesos para mejorar la productividad de la planta?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Realizar la optimización de los procesos en el área de mantenimiento para mejorar la productividad de una planta productora de cemento portland.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar los factores críticos que implican la mejora de los procesos en el área de mantenimiento para la optimización de la productividad de la planta.
- Analizar los costos de mantenimiento de la empresa, reduciendo el tiempo muerto y alcanzando un ahorro de mantenimiento del molino de cemento Loesche.
- Describir las etapas para la gestión del mantenimiento basada en la Política interna de la empresa.

1.3. Variables e indicadores

Cuadro N° 1.1. Variables e Indicadores

Variables	Indicadores
Variable independiente:	Análisis de fallas Disponibilidad Eficiencia Actividades de mantenimiento Cumplimiento de trabajo Evaluación de factores críticos
Variable dependiente:	Inversión MTBF (tiempo medio entre fallas) Rendimiento del trabajo Beneficio – costo

Fuente: Elaboración Propia

1.4. Justificación

La Optimización de procesos en el área de mantenimiento es muy importante, ya que permitirá una mejora en la reparación de los equipos de la empresa, dicha reparación juega un papel fundamental en la empresa ya que los equipos son de gran relevancia en el proceso de fabricación. Si no se llegara a implantar esta mejora, lo más probable sería que ocurran paradas imprevistas e interrupciones en el proceso de producción.

Es por eso que la optimización de procesos juega un papel importante en el área de mantenimiento como el de mejorar la eficiencia, reducción de tiempos, mejoramiento de la productividad, etc.

1.5. Hipótesis

Dado que se lleve a cabo la optimización de procesos en el área de mantenimiento, es posible mejorar la productividad de una planta productora de cemento portland.

1.6. Alcance

- Analizar las actividades de planificación del área de mantenimiento, para determinar a cada actividad una posible mejora. Eso ayudará a facilitar las actividades en la planificación del área de mantenimiento.
- Implantar una mejora en la coordinación de toda el área de mantenimiento en general (planificación-ejecución-logística).
- Tratar de reducir en lo posible, cualquier tipo de falla de equipo que se de en cada proceso, evitando paradas imprevistas en los equipo de la planta.
- Mantener en óptimas condiciones los equipos de la planta, durante un tiempo más prolongado.
- Se pretende mejorar la productividad de la planta.
- Mejorar la satisfacción a los clientes.

1.7. Limitaciones

- Poca colaboración del personal de mantenimiento para la toma de datos.
- Llevar un control histórico tanto de las fallas de los equipos, como en los repuestos.
- La identificación y fichas técnicas de los equipos de planta.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Optimización

2.1.1. Definición

La optimización es un término muy amplio. En general implica modificar el sistema para realizar parte de su aspecto para trabajar más eficientemente o utilizar menos recursos o ser más robusto. Por ejemplo, un programa de ordenador puede ser optimizado para que se ejecute más rápido, utilice menos memoria o disco de almacenamiento o ser más sensible en términos de la interfaz de usuario.

Aunque "optimización" tiene la misma raíz como "óptimo", el proceso de optimización no produce un sistema totalmente óptimo: siempre hay una compensación, por lo que sólo los atributos de mayor interés están optimizados.¹

2.1.2. Características

Un proceso documentado. Esto permite que todas las personas que son partícipes de dicho proceso lo conozcan y todos lo apliquen de la misma manera cada vez.

Algún tipo de sistema de medición que permita determinar si los resultados esperados de cierto proceso se están logrando (indicadores de gestión).

¹Jackson, M. ¿Qué es la optimización de código? Primera edición. Assistance technique. España. 2013. P. 7

Participación de todas o algunas personas relacionadas directamente con el proceso ya que son estas personas las que día a día tienen que lidiar con las virtudes y defectos del mismo.²

2.2. Procesos

2.2.1. Definición

Un proceso es un conjunto de actividades o eventos (coordinados u organizados) que se realizan o suceden (alternativa o simultáneamente) bajo ciertas circunstancias con un fin determinado. Este término tiene significados diferentes según la rama de la ciencia o la técnica en que se utilice.³

2.2.2. Características

- Definidos, esto es deben identificarse los procesos y caracterizarlos. Estos deben tener la mínima documentación que apoye su control para el funcionamiento óptimo.
- Repetibles, para ello los participantes en los procesos, deben comprenderlo, gestionarlo, comunicarlo y seguir las actividades planteadas.
- Predecibles, los procesos debe mantener una estabilidad que permita alcanzar los resultados planificados.⁴

² Flores, M. Definición de mejora continua. Primera edición. Escuela de organización industrial. España. 2010. P 36

³ Wikipedia. Proceso. Primera edición. Wikipedia la enciclopedia libre. España. 2013. <http://es.wikipedia.org/wiki/Proceso>

⁴ Guerra. Características comunes en procesos. Primera edición. Mantenimiento y procesos. California, Estados Unidos. 2012. P. 48

2.2.3. Tipología

Podemos distinguir dos tipos de procesos:

- Primarios o de explotación y
- Secundarios o de fabricación.

En los procesos primarios o de explotación la primera tarea consiste en la detección de las fuentes de recursos naturales. Luego se procede a la extracción del material, utilizando post procedimientos más adecuados para cada caso, ya sea una tala de bosque, una cosecha de cereales, una perforación de pozo petróleo, etc.

Estos materiales son transportados a las fábricas donde se obtiene la materia prima para los procesos secundarios.

El transporte de material se realiza a través de cañerías, de camiones, buques, etc.

Los procedimientos que emplea cada industria para la producción de materia prima varían de acuerdo con las propiedades del material extraído y la tecnología con que cuenta.

A su vez, las materias primas obtenidas deben ser empaquetadas o envasadas para su almacenamiento y posterior distribución.

De esta manera, los procesos primarios o de explotación originan las materias primas necesarias para fabricar los diversos productos.

En el caso de los procesos industriales secundarios la primera tarea consiste en el abastecimiento de materia prima o de insumos.

La materia prima es llevada a la línea de producción donde se procede a la fabricación del producto, para ello se requiere una organización racional y eficiente.

Es importante que los productos puedan competir en los mercados con el menor precio, con lo cual el costo de producción debe ser el más bajo posible.

Es necesario realizar un estricto control de Mantenimiento de los productos, asegurando el cumplimiento de las especificaciones técnicas para cada producto.

Este proceso comprende un conjunto de operaciones que transforman la materia prima en un producto terminado, de acuerdo con las especificaciones del diseño definido en las etapas previas a la fabricación.⁵

2.2.4. Métodos

MÉTODOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS

Aquí ya entramos en materia. Básicamente se puede asegurar que existen muchos métodos para la identificación de los procesos. Pero a mi entender se pueden englobar en dos grandes grupos:

Método "ESTRUCTURADO": En este apartado estoy englobando todos aquellos sistemas básicamente complejos que sirven para la identificación de los procesos de gestión. Estamos hablando de los sistemas informatizados, ejemplo: ideo y los sistemas más o menos estructurados. Lo que tienen en común todos estos sistemas es que los mismos están diseñados por personas expertas. Normalmente su implantación requiere de algún tipo de asistencia externa.

Método "CREATIVO": En este apartado estoy englobando todos aquellos métodos que las empresas están ideando e implantado de forma interna. Normalmente motivadas por las nefastas experiencias y/o por la ineficiencia del método anterior.⁶

⁵Mautino, J. Tecnología 9. Primera edición. Stella. Buenos Aires, Argentina. 2000. P. 24

⁶ Excelencia empresarial. Métodos para la identificación de proceso. Primera edición. Excelencia empresarial. Bilbao, España. 2006. P. 25

2.2.5. Procedimientos

El enfoque basado en procesos se involucra mucho con la mejora de la Mantenimiento, por ello requiere tener en claro los conceptos de cliente, servicio y procesos. Al concebir toda actividad como un proceso podremos conocer los elementos de todo proceso:

- Las entradas (recursos o insumos)
- Las etapas en todos sus niveles (operaciones, tareas, actividades, subprocesos, etc.)
- Los clientes (internos y externos)
- El (los) producto (s) o servicio (s) que se genera (n)
- Los mecanismos de monitoreo, control y evaluación
- Responsable del proceso⁷

2.3. Optimización de procesos

2.3.1. Definición

Optimizar un proceso industrial significa mejorarlo utilizando o asignando todos los recursos que intervienen en él de la manera más excelente posible.⁸

2.3.2. Características

El objetivo principal de la optimización de procesos consiste en lograr una gestión eficiente, monitorizando convenientemente los aspectos críticos del proceso, sin

⁷Camacho, R. Los procesos en las organizaciones. Primera edición. Procesos y procedimientos: del concepto a la acción. Lima, Perú. 2012. P. 62

⁸Moncayo, R. Optimización de procesos. Primera edición. Optimización de procesos industriales. Venezuela. 2011. P. 25

olvidar el equipo humano implicado que tendremos que desarrollar, motivar e implicar convenientemente.⁹

2.3.3. Métodos

- Ingeniería de métodos
- Mejoramiento continuo
- Mantenimiento total
- Six sigma
- Método Deming
- Ingeniería concurrente
- Lean manufacturing
- Change overs
- Justo a tiempo
- Distribución del espacio¹⁰

2.3.4. Procedimientos

La optimización de procesos debe considerar los factores internos y externos de una organización para luego llevarla a cabo.

La siguiente no es una receta, pero sirve como un primer approach para optimizar procesos dentro de una organización:

1. Cuando utilice el término "Optimización" debe dejar en claro las limitaciones de encontrar el mejor proceso y que en la práctica sólo encuentra el que mejor se ajuste a la realidad de cada empresa que se ve afectada por factores internos y externos.

⁹Sucunza, I. Consultoría para la optimización de procesos clave. Primera edición. Human management systems. Pamplona, España. 2010. P. 26

¹⁰Moncayo, R. Optimización de procesos. Primera edición. Optimización de procesos industriales. Venezuela. 2011. P. 38

2. Identifique el core process que quiere optimizar. El core process es aquel identificado a partir de la estrategia de negocios de la empresa.
3. Identifique los factores internos y externos que afectan la decisión de optimizar un proceso, con el dueño del proceso y dueños de tareas y áreas específicas dentro de la empresa. No olvide que muchos procesos son transversales a la organización.
4. Identifique la variable que quiere "mejorar" dentro de un proceso: tiempo, costo o mantenimiento.
5. Aplique reingeniería, buenas prácticas o rediseño del proceso.
6. Simule su nuevo proceso interativamente hasta encontrar el que mejor se ajuste a sus requerimientos.
7. Defina medidas de rendimiento de su nuevo proceso (KPIs) y monitóreelos.
8. Gestione el cambio del proceso con el dueño del proceso y áreas transversales afectadas.
9. Gestione el conocimiento generado y actualizado en la organización a partir de los cambios realizados al proceso optimizado (o mejorado).
Monitoree el nuevo proceso e identifique si la ejecución del mismo corresponde al definido y publicado a las partes involucradas (Process Mining).¹¹

2.4. Mantenimiento

2.4.1. Definición

El mantenimiento se puede definir como el control constante de las instalaciones (en el caso de una planta) o de los componentes (en el caso de un producto), así como el

¹¹Seguel, R. Optimización de procesos. Primera edición. BPM-latan. Chile. 2008. P. 34

conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema en general.

Por lo tanto, las tareas de mantenimiento se aplican sobre las instalaciones fijas y móviles, sobre equipos y maquinarias, sobre edificios industriales, comerciales o de servicios específicos, sobre las mejoras introducidas al terreno y sobre cualquier otro tipo de bien productivo.¹²

2.4.2. Características

- Evitar, reducir y, en su caso, reparar los fallos.
- Disminuir la gravedad de los fallos que no se puedan evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquina.
- Evitar accidentes.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras de operación.
- Reducir costes.
- Prolongar la vida útil de los bienes.¹³

2.4.3. Tipología

1. Mantenimiento de conservación: es el destinado a compensar el deterioro sufrido por el uso, los agentes meteorológicos u otras causas. En el mantenimiento de conservación pueden diferenciarse:
Mantenimiento correctivo: que corrige los defectos o averías observados.

¹²Muñoz, B. Mantenimiento industrial. Primera edición. Universidad Carlos III de Madrid Área de ingeniería Mecánica. Madrid, España. 2003. P. 4

¹³Muñoz, B. Mantenimiento Industrial. Cuarta edición. Tecnología de máquinas 4º ingeniería industrial. Madrid, España. 2003. P. 5

Mantenimiento preventivo: como el destinado a garantizar la fiabilidad de equipos en funcionamiento antes de que pueda producirse un accidente o avería por deterioro. En el mantenimiento preventivo podemos ver:

2. Mantenimiento de actualización: cuyo propósito es compensar la obsolescencia tecnológica, o las nuevas exigencias, que en el momento de construcción no existían o no fueron tenidas en cuenta pero que en la actualidad si tienen que serlo.¹⁴

2.4.4. Métodos

Hoy en día existen infinidad de diferentes herramientas, técnicas, metodologías y filosofías de mantenimiento. Algunas de las más utilizadas entre otras pueden ser:

- Mantenimiento Autónomo / Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- Mejoramiento de la Confiabilidad Operacional (MCO)
- Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)// (MCC)
- Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR)
- Asset Integrity
- Mantenimiento Centrado en Confiabilidad en Reversa (MCC-R)
- Análisis Causa raíz (ACR)
- Análisis de Criticidad (AC)
- Optimización Costo Riesgo (OCR)
- Inspección Basada en Riesgo (RBI)(IBR)

Simplificando, los métodos para mejorar la confiabilidad se podrían dividir en dos:

¹⁴Wikipedia. Mantenimiento. Primera edición. Wikipedia la enciclopedia libre. España. 2013. <http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento>

- **Métodos Proactivos:** Buscan la mejora de la confiabilidad mediante la utilización de técnicas que permitan la paulatina eliminación de las fallas tanto crónicas como potenciales. Claros ejemplos son el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad y el Mantenimiento Productivo Total.
- **Métodos Reactivos:** Buscan de una manera rápida y eficaz la solución de problemas cotidianos y evitar repetición de eventos mayores. En líneas generales se trata de métodos sobre todo "postmortem". Actualmente su mejor exponente es el Análisis Causa Raíz.

Los dos sistemas aplicables de mantenimiento que están dando los resultados más eficaces para el logro de un rápido proceso de optimización industrial son el TPM (Mantenimiento Productivo Total), que busca el mejoramiento permanente de la Productividad Industrial con la participación de todos, y el RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad), que optimiza la implementación del Mantenimiento Preventivo, basado en la determinación de la confiabilidad de los equipos.¹⁵

2.4.5. Procedimientos

Elaboración y verificación del programa de mantenimiento.

Verificar programa de mantenimiento.

Alistar materiales y equipos para el desarrollo del mantenimiento.

Realizar mantenimiento preventivo.

Verificar el correcto funcionamiento de la maquina o equipo.

Entregar maquina o equipo.¹⁶

¹⁵Ros, A. Mantenimiento industrial. Primera Edición. Emagíster. España. 2010. P. 71

¹⁶Correa, L. Procedimiento de ejecución de mantenimiento. Primera edición. Prezi. Cali, Colombia. 2012. P. 5

2.5. Área de mantenimiento

2.5.1. Definición

El Departamento de Mantenimiento se encarga de proporcionar oportuna y eficientemente, los servicios que requiera el Centro en materia de mantenimiento preventivo y correctivo a las instalaciones y equipos, así como la contratación de la obra pública necesaria para el fortalecimiento y desarrollo de las instalaciones físicas de los bienes muebles e inmuebles.¹⁷

2.5.2. Características

En su elaboración se debe tener en claro que los objetivos generales de un área de mantenimiento deben ser:

1. Proteger los activos de la compañía para que cumplan al máximo con su función productiva;
2. Disminuir la cantidad de paradas de máquinas por roturas;
3. Mejorar la eficiencia de las máquinas o equipos productivos.
4. Cumplir con las normas de seguridad y medio ambiente establecidas.¹⁸

2.6. Productividad

2.6.1. Definición

La productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos

¹⁷Tena, G. Departamento de mantenimiento. Primera edición. Centro de investigación y de estudios avanzados. México DF, México. 2010. P. 3

¹⁸Ferrero, D. Una mirada al sector de mantenimiento. Primera edición. Mantenimiento mundial. Argentina. 2008. P. 6

utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida.¹⁹

2.6.2. Características

En el ámbito de desarrollo profesional se le llama productividad (P) al índice económico que relaciona la producción con los recursos empleados para obtener dicha producción, expresado matemáticamente como: $P = \text{producción/recursos}$.

La productividad evalúa la capacidad de un sistema para elaborar los productos que son requeridos y a la vez el grado en que aprovechan los recursos utilizados. Una mayor productividad utilizando los mismos recursos o produciendo los mismos bienes o servicios resulta en una mayor rentabilidad para la empresa. Por ello, el Sistema de gestión de mantenimiento de la empresa trata de aumentar la productividad. La productividad tiene una relación directa con la mejora continua del sistema de gestión de mantenimiento. La productividad va en relación con los estándares de producción. Si se mejoran estos estándares, entonces hay un ahorro de recursos que se reflejan en el aumento de la utilidad.²⁰

¹⁹Wikipedia. Productividad. Edición. Wikipedia la enciclopedia libre. España. 2013. <http://es.wikipedia.org/wiki/Productividad>

²⁰Wikipedia. Productividad. Edición. Wikipedia la enciclopedia libre. España. 2013. <http://es.wikipedia.org/wiki/Productividad>

2.6.3. Tipología

Aunque el término productividad tiene distintos tipos de conceptos básicamente se consideran dos:

Productividad laboral: Se define como el aumento o disminución de los rendimientos en función del trabajo necesario para el producto final.

Productividad total de los factores: Se define como el aumento o disminución de los rendimientos en la variación de cualquiera de los factores que intervienen en la producción: trabajo, capital o técnica, entre otros.

Se relaciona con el rendimiento del proceso económico medido en unidades físicas o monetarias, por relación entre factores empleados y productos obtenidos. Es uno de los términos que define el objetivo del subsistema técnico de la organización. La productividad en las máquinas y equipos está dada como parte de sus características técnicas.²¹

2.7. Mejora de la productividad

2.7.1. Definición

Incrementar ratio entre cantidad de output de bienes y productos prestados y cantidad de inputs utilizados para ello.

Formas de incrementar productividad:

- Reducción de costes
- Dirigiendo el crecimiento
- Trabajar más elegantemente
- Desinversión
- Trabajar más efectivamente²²

²¹Wikipedia. Productividad. Edición. Wikipedia la enciclopedia libre. España. 2013. <http://es.wikipedia.org/wiki/Productividad>

²²Blanco, M. Mantenimiento y productividad. Primera edición. Organización y métodos de trabajo. Madrid, España. 2007. P. 33

2.7.2. Procedimientos

La mejora de la productividad bajo la Gestión Total de la Productividad (GTP) implica llevar de manera sistemática los siguientes pasos:

- Seleccionar el conjunto de técnicas más apropiadas para la mejora de la productividad en función de las características propias de la empresa y su entorno.
- Desarrollar un plan de implementación conducente a poner en práctica las técnicas seleccionadas.²³

2.8. Planta

2.8.1. Definición

Una planta industrial es un conjunto formado por máquinas, aparatos y otras instalaciones dispuestas convenientemente en edificios o lugares adecuados, cuya función es transformar materias o energías de acuerdo a un proceso básico pre establecido. La función del hombre dentro de este conjunto es la utilización racional de estos elementos, para obtener mayor rendimiento de los equipos.²⁴

2.8.2. Tipología

1. Por la índole del proceso puesto en práctica.
 - a. Proceso continuo: Es una planta que trabaja las 24 horas diarias.
 - b. Proceso repetitivo: Es una planta en la que el tratamiento del producto se hace por lotes.

²³ FEMEVAL. Introducción a la productividad. Primera edición. I-creo. Valencia, España. 2008. P. 4

²⁴ Bernal, A. Importancia del diseño de plantas industriales. Primera edición. Diseño plantas industriales. Bogotá, Colombia. 2012. P. 75

- c. Proceso continuo: Es una planta en la que se manipulan partidas del producto contra perdido.
2. Por el tipo de procesos predominantes.
 - Mecánico
 - Químico
3. Por las materias primas predominantes.
 - Maderera
 - Del pescado
 - Petrolera, Petroquímica, Carboquímica.
4. Por el tipo de productos obtenidos.
 - Alimenticia
 - Farmacéutica
 - Textiles
 - Del cemento
 - Por tipo de actividad económica.²⁵

2.9. Empresa industrial

2.9.1. Definición

Definen la empresa como una “entidad que mediante la organización de elementos humanos, materiales, técnicos y financieros proporciona bienes o servicios a cambio de un precio que le permite la reposición de los recursos empleados y la consecución de unos objetivos determinados”.²⁶

²⁵Tamayo, E. Diseño de plantas industriales. Primera edición. Webquest. Manizales, Colombia. 2012. P. 3

²⁶García, J. Prácticas de la gestión empresarial. Primera edición. McGraw Hill. Madrid, España. 2001. P 35

2.9.2. Características

Las principales características de toda empresa:

- a. La empresa es un conjunto de factores de producción entendiendo como tales los elementos necesarios para producir (bienes naturales o semielaborados, factor trabajo, maquinaria y otros bienes de capital), factores mercadotécnicos, pues los productos no se vende por sí mismos, y factores financieros, pues, para coordinar estos factores es preciso efectuar inversiones y éstas han de ser financiadas de algún modo.
- b. Toda empresa tiene fines, u objetivos, que constituyen la propia razón de su existencia. Tradicionalmente, en el sistema de economía de mercado estos fines se han asociado a la maximización del beneficio. En la actualidad, el abanico de objetivos que se maneja es más amplio, aunque, si se ha de señalar un objetivo central, sería el de la maximización del valor de la empresa.
- c. Los distintos factores que integran la empresa se encuentran coordinados para alcanzar sus fines. Sin esa coordinación la empresa no existiría; se trataría de un mero grupo de elementos sin conexión entre sí y, por lo tanto, incapaces de alcanzar objetivo alguno. Esa coordinación hacia un fin la realiza otro factor empresarial que es la administración, o dirección de la empresa. El factor directivo planifica la consecución de los objetivos, organiza factores, se encarga de que las decisiones se ejecuten y controla las posibles desviaciones entre los resultados obtenidos y los deseados. En definitiva, este factor se encarga de unir los esfuerzos para conseguir los objetivos globales del sistema empresarial.

- d. La empresa es un sistema. Un sistema es un conjunto de elementos, o subsistemas, interrelacionados entre sí, y con el sistema global, que trata de alcanzar ciertos objetivos. De lo dicho, se puede por tanto evidenciar que la empresa es un sistema.²⁷

2.9.3. Tipología

1. Por su actividad o giro: Las empresas pueden clasificarse de acuerdo a la actividad que desarrollan en:
 - Industriales: La actividad primordial de este tipo de empresas es la producción de bienes mediante la transformación y/o extracción de materias primas.
 - Comerciales: Son intermediarios entre el productor y el consumidor, su función primordial es la compra - venta de productos terminados.
 - Servicios: Como su nombre lo indica son aquellos que brindan servicio a la comunidad y pueden tener o no fines lucrativos.
2. Según el origen del capital: Dependiendo del origen de las aportaciones de su capital y del carácter a quien se dirijan sus actividades las empresas pueden clasificarse en:
 - Públicas: En este tipo de empresas el capital pertenece al Estado y generalmente su finalidad es satisfacer necesidades de carácter social.
 - Privadas: Lo son cuando el capital es propiedad de inversionistas privados y su finalidad es 100% lucrativa.

²⁷Vera, H. Administración de empresas. Primera edición. Gerencia negocios. España. 2008. P. 27

3. Según la magnitud de la empresa: Este es uno de los criterios más utilizados para clasificar a las empresas, el que de acuerdo al tamaño de la misma se establece que puede ser pequeña, mediana o grande. Existen múltiples criterios para determinar a qué tipo de empresa pueden pertenecer una organización, tales como:
- Financiero: El tamaño se determina por el monto de su capital.
 - Personal Ocupado: Este criterio establece que una empresa pequeña es aquella en la que laboran menos de 250 empleados, una mediana aquella que tiene entre 250 y 1000, y una grande aquella que tiene más de 1000 empleados
 - Ventas: Establece el tamaño de la empresa en relación con el mercado que la empresa abastece y con el monto de sus ventas. Según este criterio una empresa es pequeña cuando sus ventas son locales, mediana cuando son nacionales y grande cuando son internacionales.
 - Producción: Este criterio se refiere al grado de maquinización que existe en el proceso de producción; así que una empresa pequeña es aquella en la que el trabajo del hombre es decisivo, es decir, que su producción es artesanal aunque puede estar mecanizada; pero si es así generalmente la maquinaria es obsoleta y requiere de mucha mano de obra. Una empresa mediana puede estar mecanizada como en el caso anterior, pero cuenta con más maquinaria y menos mano de obra. Por último, la gran empresa es aquella que está altamente mecanizada y/o sistematizada.

- Criterios de Nacional Financiera: Para esta institución una empresa grande es la más importante dentro de su giro.²⁸



²⁸Bernal, B. Clasificación de las empresas - Generalidades. Primera edición. Mc. Graw Hill. California, Estados Unidos. 2008. P. 35

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

3.1. La empresa

3.1.1. Reseña histórica

Hace 46 años se constituyó Yura S.A., para ser uno de los ejes de desarrollo más importantes de la región sur del país. Cuenta con su División de Cementos y su Red de Negocios AConstruir, produciendo y comercializando cemento, prefabricados de concreto, agregados, mezclas secas (mortero, pegamentos y estucos) y materiales de construcción, convirtiéndose en líder de su mercado de influencia.

Yura S.A. ha demostrado, a través de importantes inversiones realizadas durante los últimos años, su compromiso con el proceso de desarrollo del Perú, suministrando productos y servicios de alta Mantenimiento con miras al logro de la satisfacción de los requerimientos de sus clientes.

La fábrica de cemento YURA S. A., está ubicada en el distrito de Yura a 26,2 km al norte de la ciudad de Arequipa, a una altitud de 2570 m.s.n.m., sus canteras Ludmirca, Bonanza y Ojuli, de donde se extrae caliza, pizarra y yeso, se encuentran entre los 2704 y 2950 m.s.n.m. a 27 km de la planta.

Yura pertenece al Grupo Gloria, uno de los más importantes conglomerados industriales de propiedad de inversionistas peruanos, conformado por empresas que operan en diversos sectores: lácteos y alimentos; cemento y nitratos; papeles, cartones y envases; en el sector agroindustrial (azúcar), y de alcohol; teniendo también presencia en otros sectores de servicio como: transporte, manejo logístico y comercial, así

como inversiones en otros países como USA (Puerto Rico), Bolivia, Argentina, Ecuador, Colombia y Uruguay.

En abril del 2008, Gloria S.A. escindió un bloque patrimonial conformado por su participación accionaria en Yura S.A., la cual fue absorbida por Consorcio Cementero de Sur S.A. (empresa perteneciente también al Grupo Gloria), como empresa matriz para sus negocios de cemento.

Cuadro N° 3.1. Indicadores financieros

	Dic.2010	Dic.2011	Dic.2012
Total Activos	1,380,989	1,585,699	1,573,502
Activo Fijo	875,848	955,043	996,770
Total Pasivos	626,158	752,844	682,644
Patrimonio	754,831	832,855	890,858
Ventas Netas	638,933	707,180	830,478
Resultado Operacional	227,344	230,491	317,609
Utilidad neta	158,140	232,232	219,423
Res. Operacional / Ventas	35.58%	32.59%	38.24%
Utilidad / Ventas	24.75%	32.84%	26.42%
Rentabilidad / Patrimonio Prom.	22.24%	29.25%	25.46%
Rentabilidad / Activos	11.45%	14.65%	13.94%
Liquidez corriente	1.09	0.87	1.11
Liquidez ácida	0.23	0.27	0.34
Deuda / Patrimonio	0.83	0.90	0.77
Pas. Financ./ Patrimonio	0.48	0.65	0.45
Índice de Cobertura Histórico	14.20	18.17	15.11
% Participación de Mercado	14.1%	14.88%	17.03%
Vtas. Físicas Totales (miles TM)	1,156.41	1,232.03	1,689,380
Resguardos del Segundo y Tercer Programa de Emisión de BC			
Ratio de Endeudamiento < 1,2x	0.76	0.85	0.71
Cobertura de intereses > 4,0x	21.40	18.86	19.58

Fuente: Clasificadora de Riesgo (Class Rating)

El dinamismo del sector ha impactado favorablemente en el volumen de ventas de Yura, reflejándose ello en su nivel de ingresos, el cual se incrementó 17.44%, en el 2012, respecto al ejercicio 2011.

El sector construcción muestra gran dinamismo en la región sur del país, zona que abastece Yura. Los mayores ingresos por ventas permitieron hacer frente a los mayores costos y a los gastos relacionados con las actividades propias del giro del negocio, registrando adecuados márgenes operativos y una utilidad neta, ascendente a S/. 219.42 millones al cierre del 2012. Si bien la utilidad es menor que la registrada al cierre del 2011 (S/. 232.23 millones), es preciso señalar que la utilidad neta en el ejercicio bajo análisis se vio menos favorecida por el menor monto de ingresos recibidos como dividendos (S/. 8.30 millones al cierre del 2012 vs. S/. 77.89 millones al cierre del 2011).

PERSPECTIVAS

Las perspectivas empresariales de Yura se presentan estables en razón a: (i) las proyecciones de ventas y a la factibilidad de los proyectos de inversión destinados a ampliar de la capacidad de su planta de producción; (ii) su adecuada estructura operativa y financiera, que permite una amplia capacidad de generación de fondos para cubrir sus obligaciones; (iii) los positivos y adecuados indicadores financieros; y (iv) la trayectoria del Grupo Gloria, su solvencia patrimonial y su estructura corporativa, que ha logrado integrar horizontalmente sus operaciones.

Adicionalmente a los factores positivos que se dan para Yura, se tienen los factores externos que involucran hoy a todo el sector construcción. Este sector económico es actualmente uno de los más destacados en la economía nacional, con un crecimiento en el ejercicio 2012 de 15.2% y

una proyección para el ejercicio 2013, superior al 8%, impulsado por la actividad privada, a través del desarrollo de viviendas multifamiliares, centros comerciales, supermercados y hoteles, así como, por la ejecución de diversos proyectos asociados a los sectores minero y energéticos, tanto en Lima, como en provincias. A ello se agrega, la creciente mayor inversión pública, que incluye la construcción y la rehabilitación de: carreteras, autopistas, hospitales, colegios, entre otras obras en ejecución y/o de mantenimiento.

3.1.2. Misión

Somos fuente de desarrollo, produciendo y comercializando cemento, prefabricados de concreto, materiales y servicios de la más alta Mantenimiento para ser siempre la primera opción del mercado, en un entorno que: Motive y desarrolle a nuestros colaboradores, comunidades, clientes y proveedores; promueva la armonía con el medio ambiente y maximice el valor de la empresa.

3.1.3. Visión

Seremos una organización líder en los mercados en que participemos, coherentes con nuestros principios y valores, de modo que nuestros grupos de interés se sientan plenamente identificados.

3.1.4. Políticas

Fabricamos y/o comercializamos cementos portland, cementos adicionados y otros productos del sector de la construcción y la minería; cumpliendo los requisitos de Mantenimiento, atendiendo las expectativas de nuestros clientes y promoviendo que el desarrollo de nuestros procesos se realicen con seguridad y en armonía con el ambiente, comprometiéndonos a:

- ✓ Incorporar a la Cultura Organizacional los Sistemas de Gestión, cumpliendo sus requisitos y buscando la mejora continua de la empresa.
- ✓ Cumplir con la legislación vigente aplicable y otros compromisos voluntarios relacionados, que la organización suscriba.
- ✓ Prevenir, eliminar, mitigar y/o compensar los impactos ambientales significativos generados por nuestros procesos y proyectos.
- ✓ Aplicar las medidas preventivas y correctivas orientadas a evitar la ocurrencia de incidentes, accidentes y/o enfermedades ocupacionales de nuestros trabajadores.
- ✓ Ser un modelo de eficiencia en el manejo de los recursos necesarios para los diferentes procesos productivos.
- ✓ Tener un claro enfoque en la motivación, bienestar y desarrollo de nuestro recurso humano.
- ✓ Establecer como objetivo fundamental, ser una empresa socialmente responsable.

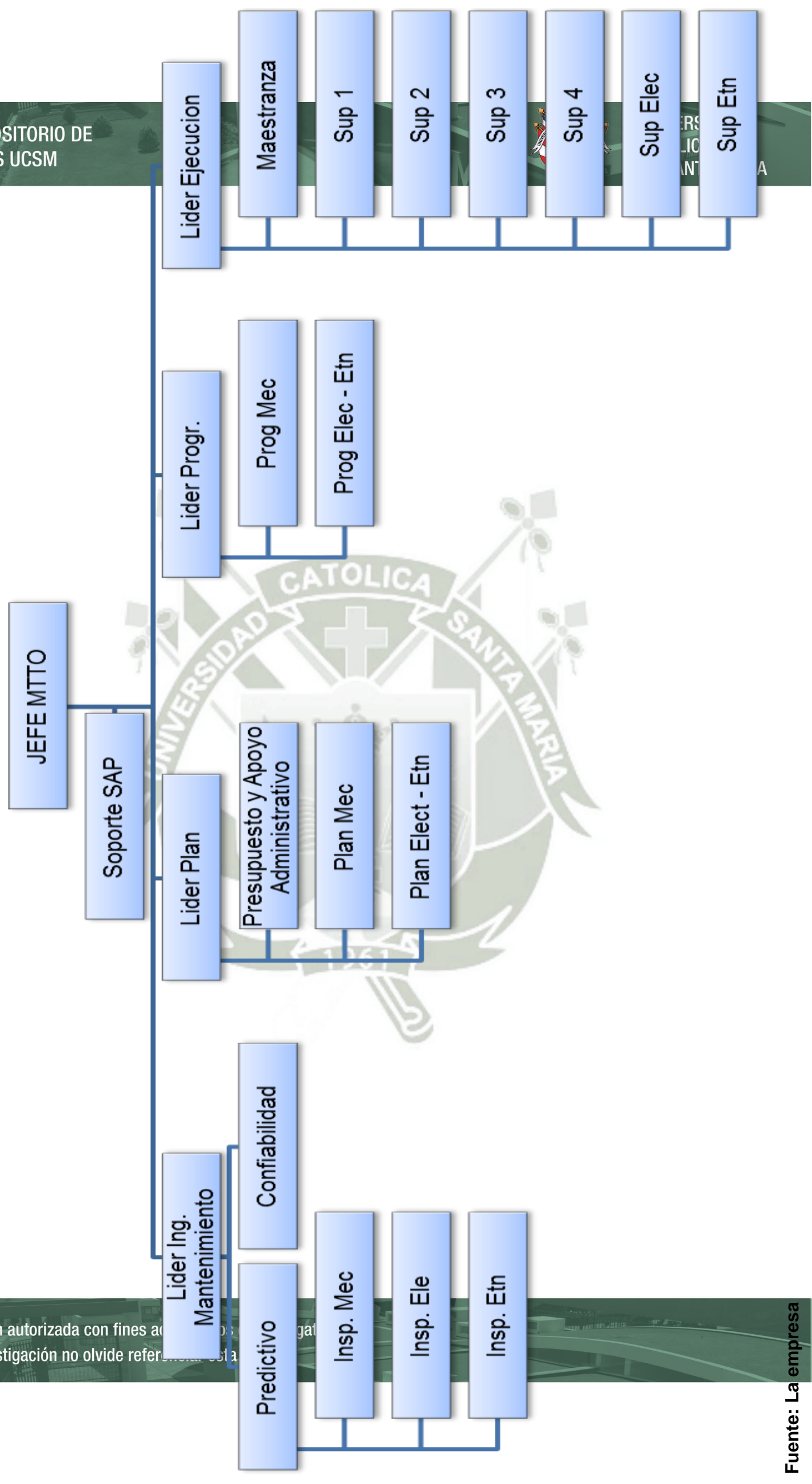
3.1.5. Valores

- **Profesionalismo**
Asumiendo responsabilidad por lo que hacemos y decimos, enfrentando los desafíos con dedicación y compromiso, brindando servicios y productos de alta Mantenimiento, ganándonos la confianza de nuestro entorno día a día.
- **Mantenimiento Humana**
Siendo ante todo personas honradas, honestas, leales y humildes, que se tratan con dignidad y respeto, preocupándonos por el entorno de la organización.
- **Sentido de Pertenencia**
Considerando a la organización como propia, demostrándolo a través del cuidando los recursos y renovando de nuestras capacidades y procesos.
- **Espíritu Emprendedor**
Siempre buscando ver oportunidades, tomando acciones prácticas y concretas, que generen un impacto positivo en la organización y en consecuencia en las comunidades en las que vivimos y trabajamos.
- **Optimización de Recursos**
Actuando con eficiencia y en equipo, utilizando los recursos de manera óptima, para cumplir con nuestro objetivo de transmitir la eficiencia de la organización.
- **Búsqueda de la Excelencia**
Gestionado con un enfoque de Manos a la obra, priorizando y completando todas nuestras tareas hasta terminarlas, buscando siempre oportunidades para mejorar y aprender.

3.1.6. Organización

3.1.6.1. Organigrama

Esquema N° 3.1. Organigrama del Área de Mantenimiento



Fuente: La empresa

3.1.6.2. Descripción del área

JEFE DE MANTENIMIENTO DE PLANTA

Definir, dirigir y controlar las actividades inherentes a mantenimiento para garantizar la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad oportuna de los equipos de la planta y cumplir con el programa de producción y los acuerdos de niveles de servicio en entrega, Mantenimiento, costos, gestión ambiental, gestión de mantenimiento, accidentalidad y procesos de capacitación.

SOPORTE SAP

Brindar soporte técnico en la utilización del SAP al Equipo natural de trabajo de mantenimiento.

LÍDER DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

Proponer las acciones necesarias y la aplicación de metodologías de confiabilidad, análisis de tendencias de históricos de mantenimiento y evaluación e implantación de nuevas tecnologías para que los equipos y el proceso cumplan con el plan de operaciones preservando la integridad de los mismos de acuerdo con los lineamientos de la Superintendencia de Operaciones, con el máximo nivel de desempeño y seguridad, optimizando el uso del talento humano, los recursos materiales y financieros para operar a costo óptimo total participando en el desarrollo sostenible y generando valor.

LÍDER DE PLANIFICACIÓN

Detectar y planificar las actividades de Mantenimiento de acuerdo al plan de negocios de la empresa, optimizando la utilización de los recursos requeridos y coordinando las actividades para contribuir a su cumplimiento, con el máximo nivel de desempeño y seguridad, optimizando el uso del talento humano, los recursos materiales y financieros para operar a costo óptimo total participando en el desarrollo sostenible y generando valor.

LÍDER DE PROGRAMACIÓN

Garantiza el cumplimiento de las actividades programadas mantenimiento, el suministro oportuno de los recursos requeridos para la ejecución de los planes de Mantenimiento a corto plazo y los trabajos de mantenimiento del día a día de acuerdo al Modelo de Gestión de Mantenimiento para contribuir en el incremento de la disponibilidad y confiabilidad de los equipos e instalaciones de la planta.

LÍDER DE EJECUCIÓN

Controlar la ejecución de las ordenes de trabajo, supervisar y ejecutar los trabajos de mantenimiento de acuerdo con los procesos definidos para garantizar el cumplimiento de los planes de mantenimiento y los equipos en operación, con el máximo nivel de desempeño y seguridad, optimizando el uso del talento humano, el crecimiento de este, los recursos materiales y financieros para operar a costo mínimo total participando en el desarrollo sostenible y generando valor.

INGENIERO DE PREDICTIVO

Proponer las acciones necesarias y la aplicación de metodologías de confiabilidad, análisis de tendencias de históricos de mantenimiento y evaluación e implantación de nuevas tecnologías para que los equipos y el proceso cumplan con el plan de operaciones preservando la integridad de los mismos de acuerdo con los lineamientos de la Superintendencia de Operaciones, con el máximo nivel de desempeño y seguridad, optimizando el uso del talento humano, los recursos materiales y financieros para operar a costo óptimo total participando en el desarrollo sostenible y generando valor.

INGENIERO DE CONFIABILIDAD

Aplicar metodologías de confiabilidad, análisis de tendencias de históricos de mantenimiento para que los equipos y el proceso cumplan con el plan de operaciones preservando la integridad de los mismos de acuerdo con los lineamientos de la Superintendencia de Operaciones, con el máximo nivel de desempeño y seguridad, optimizando el uso del talento humano, los recursos materiales y financieros para operar a costo óptimo total participando en el desarrollo sostenible y generando valor.

PRESUPUESTO Y APOYO ADMINISTRATIVO

Brindar soporte a la Jefatura en los procesos administrativos de área, bajo las normas y políticas de la empresa; elaborar y llevar control del presupuesto de mantenimiento.

PLANIFICADOR DE MANTENIMIENTO

Planificar las actividades de Mantenimiento para optimizar la utilización de los recursos requeridos en los Planes de Mantenimiento y coordinar las actividades para contribuir a su cumplimiento, con el máximo nivel de desempeño y seguridad, optimizando el uso del talento humano, el crecimiento de este, los recursos materiales y financieros para operar a costo mínimo total participando en el desarrollo sostenible y generando valor.

PROGRAMADOR

Elaboración de programas de mantenimiento garantizando el suministro oportuno de los recursos requeridos para la ejecución de los planes de Mantenimiento a corto plazo y los trabajos de mantenimiento del día a día de acuerdo al Modelo de Gestión de Mantenimiento para contribuir en el incremento de la disponibilidad y confiabilidad de los equipos e instalaciones de la planta.

SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO

Controlar la ejecución de las ordenes de trabajo, supervisar y ejecutar los trabajos de mantenimiento de acuerdo con los procesos definidos para garantizar el cumplimiento del plan de mantenimiento y los equipos en operación, de acuerdo con los lineamientos impartidos, con el máximo nivel de desempeño y seguridad, optimizando el uso del talento humano, el crecimiento de este, los recursos materiales y financieros para operar a costo mínimo total participando en el desarrollo sostenible y generando valor.

INSPECTOR DE MANTENIMIENTO

Ejecutar los programas de inspección de mantenimiento de acuerdo con los procesos definidos para garantizar el cumplimiento del plan de mantenimiento y los equipos en operación, con el máximo nivel de desempeño y seguridad, optimizando el uso del talento humano, el crecimiento de este, los recursos materiales y financieros para operar a costo mínimo total participando en el desarrollo sostenible y generando valor.

3.1.7. Clientes y proveedores

3.1.7.1. Clientes del área

Auditor interno del proceso de mantenimiento

Verificar que las actividades inherentes a los ejes funcionales del sistema de gestión del mantenimiento, se ejecuten e interioricen de acuerdo con los lineamientos de la gerencia de general, para garantizar el cumplimiento de los objetivos definidos y cumplir con el programa de mejoramiento de la gestión de mantenimiento

Finanzas

Captura y envía datos costo total de producción cemento

Producción

Captura y envía datos de paradas programadas operativas

Reportes, tendencias y desviaciones.

Solicitudes de mejoras

Avisos o solicitudes de mantenimiento

Acuerdo compromisos entrega de equipos

Listado actualizado de equipos a entregar a mantenimiento

Verificar condiciones de riesgos

Elaborar análisis de riesgos del trabajo

Autorizar permiso de trabajo

Verificar condiciones del análisis de riesgos del trabajo y permiso de trabajo

Validar permisos de trabajo

Aceptación protocolo de entrega y recepción de equipos

Gerencia proyecto:

Alcance actualizaciones y overhaul

Alcance sustituciones

Mejoras y modificaciones

Alcance de mejoras (define si corresponde a mantenimiento ejecutarlas)

Alcance de proyectos

Gerencia general:

Plan de negocio

Guía para documentar anteproyecto presupuestal

Criterios y premisas presupuestales

Techo presupuestal aprobado

3.1.7.2. Proveedores del área

Logística

Modelos bases técnicas

Manual de contratación

Normativas externas e internas aplicables

Cronogramas

Ejecutar contratación de recursos

Requerimientos

Seguridad

Normativa de seguridad.

Avisos o solicitudes de mantenimiento.

Normativa de seguridad, análisis de riesgo y acciones de mitigación por tareas de mantenimiento.

Verificar condiciones de riesgos.

Elaborar análisis de riesgos del trabajo.

Validar permiso de trabajo

Verificar condiciones del análisis de riesgos del trabajo y permiso de trabajo.

Aceptación protocolo de entrega y recepción de equipos.

Mantenimiento

Aviso de anomalías, desviaciones y reporte de auditorías

3.1.8. Mercado y Posición Competitiva

El sector construcción presenta un comportamiento directamente relacionado con el del Producto Bruto Interno (PBI), de manera que cuando el PBI Global muestra crecimiento, el PBI del sector construcción lo refleja.

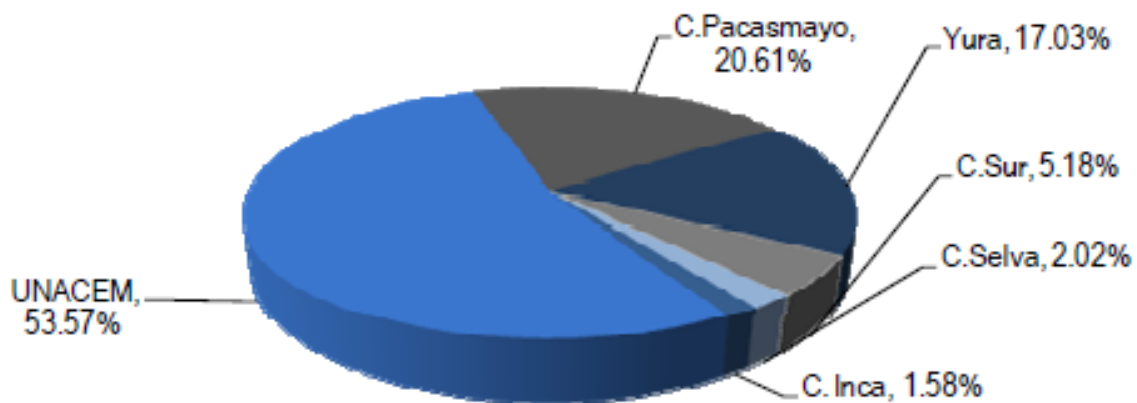
Además, el crecimiento de la construcción impulsa el desempeño de otros sectores económicos, al generar empleo y traer consigo mayor desarrollo en los sectores industriales, manufactureros, de servicios, comercial, entre otros.

Los mayores ingresos disponibles, así como la expansión del crédito, han dado como resultado el crecimiento de la demanda interna. De igual manera, la inversión privada creció, impulsada no sólo por los proyectos mineros, sino también por los desarrollados en los sectores manufactura,

comercio, electricidad y agua, y en particular por el sector construcción.

A diciembre del 2012, la economía peruana creció 6.3%, gracias al comportamiento favorable de la mayoría de sectores económicos, especialmente el de construcción; esto fue por el mayor consumo interno de cemento debido a la continuidad en las obras de construcción en empresas mineras, reasentamiento de poblados, obras de infraestructura vial, construcción de centros comerciales, edificación de plantas industriales, desarrollo de proyectos inmobiliarios, entre las principales. El crecimiento acumulado del sector, al cierre del 2012, fue de 15.2%, respaldado por el déficit de infraestructura que aún todavía existe en el país, así como por los anuncios de ejecución de proyectos de inversión privada en diferentes sectores de la economía.

Grafico N° 3.1. Participación de mercado



Fuente: INEI (Instituto Nacional de estadística e informática)

Respecto a las empresas cementeras peruanas, estas son eficientes y competitivas, teniendo una capacidad instalada que permite satisfacer la demanda interna con producto nacional.

De acuerdo a su ubicación geográfica, la venta en el territorio nacional se encuentra dividida en tres zonas; (i) Cementos Lima y Cemento Andino (que desde el 1° de

octubre del 2012 se fusionaron) y empresas que han iniciado operaciones comerciales, Cemex y Caliza Cemento Inca, que abastecen la zona de la costa y sierra central; (ii) Cementos Pacasmayo y su subsidiaria, Cementos Selva, que abastecen la zona norte del país; y (iii) Yura y su subsidiaria, Cemento Sur, que abastecen la zona sur.

UNACEM continua teniendo la mayor participación de mercado (53.57% a diciembre del 2012), lo que se da en gran medida por la importante ventaja, frente a los demás productores, que representa la ubicación de su principal planta, la cual se encuentra en la ciudad capital del país (Lima), que es donde se desarrolla la mayor cantidad de proyectos públicos y privados, concentrando la mayor población con capacidad de consumo. Asimismo, con la incorporación de Cemento Andino, cuenta con la planta de Condorcocha, en el departamento de Junín, con lo que facilita la comercialización del cemento en la zona central del país.

Las barreras geográficas naturales del mercado reducen la posibilidad de ingreso y la competencia de varios productores en un mismo mercado.

Entre los principales competidores de la empresa se encuentra Cemex, empresa mexicana que cuenta con plantas en 56 países del mundo y con relaciones comerciales en 109 países, que inició operaciones en el Perú en julio del 2007, ingresando al mercado con productos importados. Cemex Perú comercializa cemento con las marcas “Quisqueya” y “Tolteca”, así como agregados para la construcción (grava, gravilla, arena gruesa, entre otros), los cuales se importan y comercializan a través de la empresa Latin-American Trading, subsidiaria de Cemex en el Perú.

Cemex realiza operaciones comerciales en la zona centro del país, que representa 60% de la demanda nacional, compitiendo con UNACEM (Cementos Lima y Cemento

Andino). En abril del 2010, Cemex anunció que invertirá US\$ 230 millones en la construcción de una planta de cemento de 1 millón de toneladas de capacidad, al sur de Lima, siendo la empresa Latin-American Trading quien se encargará de operar dicha planta.

En los próximos años se debe presentar mayor competencia en el mercado cementero, pues se esperan diferentes inversiones en el sector, por un monto del orden de los US\$ 1,145 millones, cifra que incluiría la construcción de tres nuevas plantas: Cementos Portland, Cementos Otorongo, Cementos Interoceánicos y la ampliación de Cementos Pacasmayo, lo que incluye también proyectos de ampliación en UNACEM.

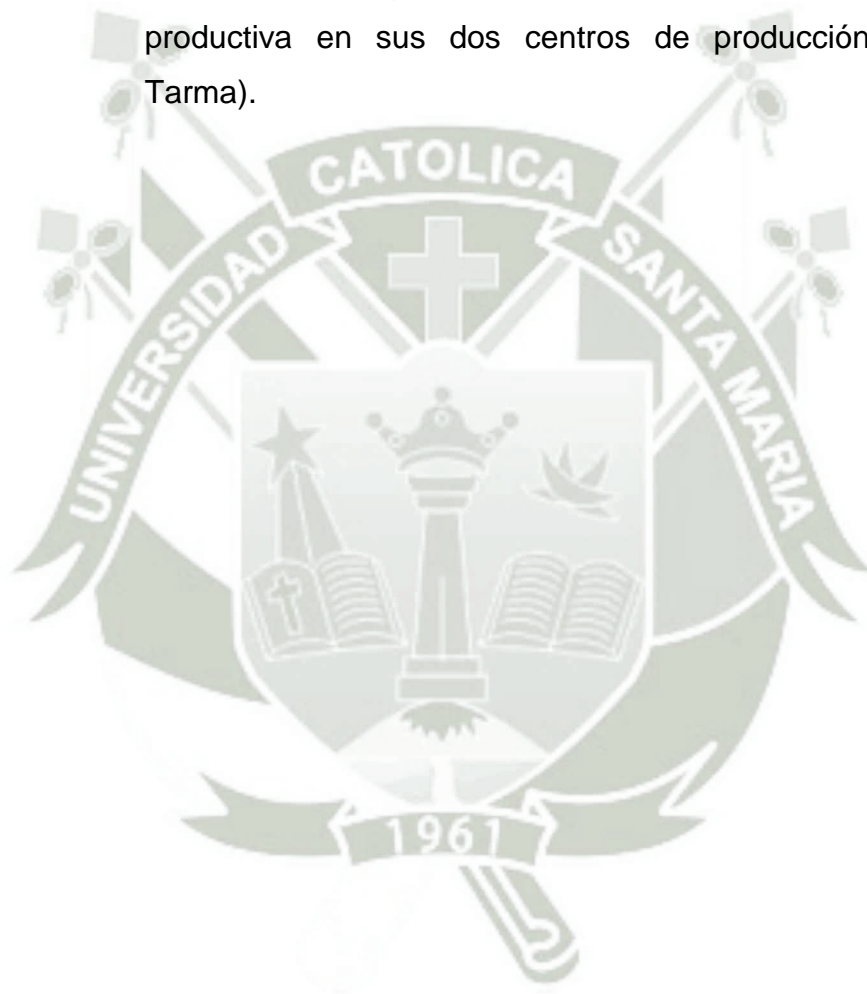
En el caso de Cementos Portland, la planta se encontrará ubicada en el distrito de Pachacámac, contando con una inversión aproximada de US\$ 150 millones. En el 2010, Votorantim Cimentos de Brasil y Cementos Bío Bío de Chile llegaron a un acuerdo mediante el cual adquieren en forma conjunta 59% de las acciones de Cementos Portland, ingresando de esta forma al mercado cementero peruano. El 41% restante quedó en manos de Inversiones Portland y de World Cement Group.

Por su parte, Cementos Otorongo y Cementos Interoceánicos, han anunciado el inicio de la construcción de plantas en el presente año. Ambas producirían 2.25 millones de toneladas y estarían ubicadas en el mercado cementero del sur, Arequipa y Puno, respectivamente.

Cementos Pacasmayo (perteneciente al Grupo Hochschild) tiene previsto ampliar la capacidad de su planta cementera de Rioja, de 200 mil a 440 mil toneladas anuales. También planea incrementar la capacidad de la planta de Pacasmayo a 200 mil toneladas de cemento clinker adicionales a su producción actual.

En junio del 2012, Cementos Lima anunció la fusión por absorción de Cemento Andino, entrando en vigencia a partir del primero de octubre del 2012, dando origen a la nueva compañía Unión Andina de Cementos S.A.A.- UNACEM.

Cementos Lima (la empresa absorbente), se convirtió en la titular de la totalidad de los bienes muebles e inmuebles de Cemento Andino, así como de sus concesiones, contratos, licencias, autorizaciones, entre otros. Este grupo también cuenta con programas de ampliación de su capacidad productiva en sus dos centros de producción (Lima y Tarma).

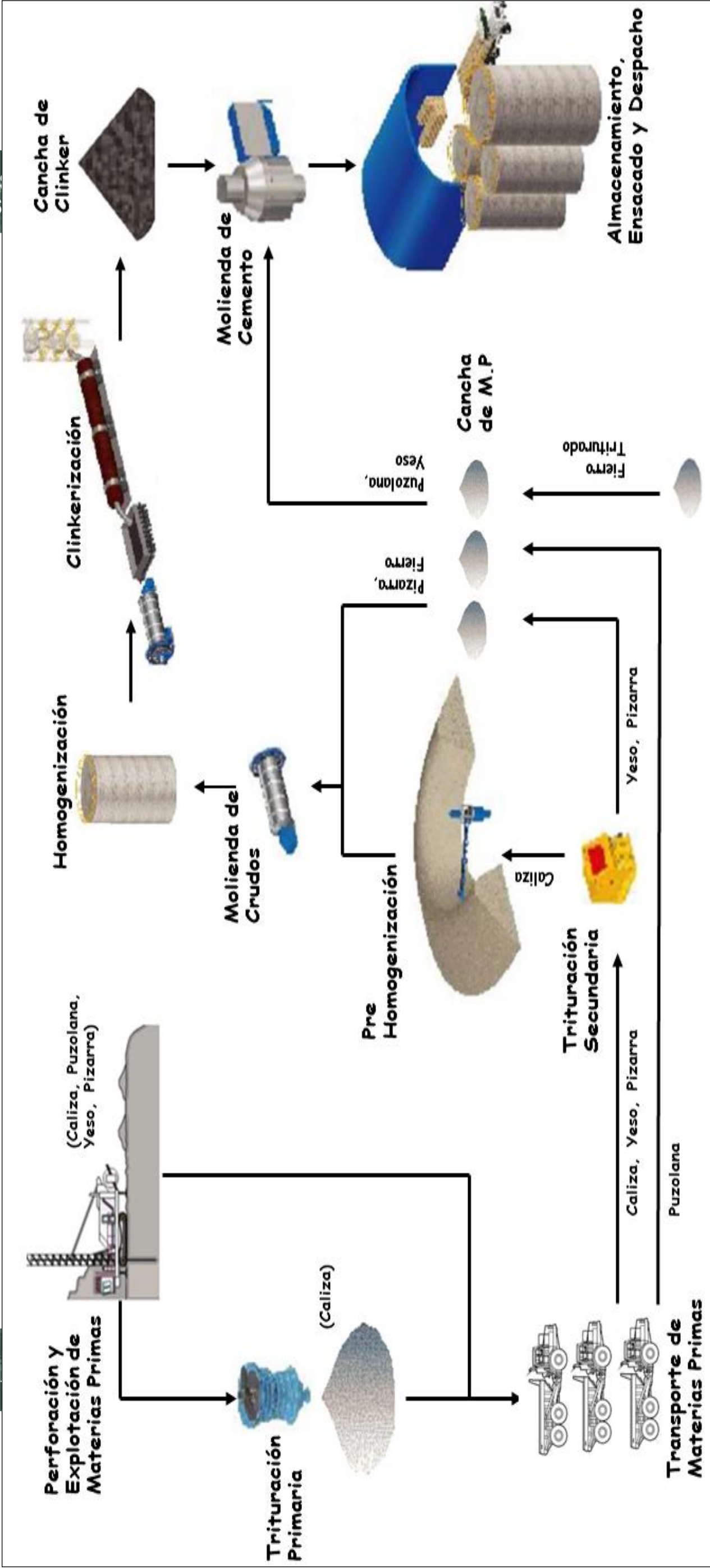


3.1.9. Proceso de Fabricación del Cemento

El proceso de fabricación del cemento se refleja en el siguiente esquema:

REPOSICIÓN
TESIS

Esquema N° 3.2. Proceso de fabricación de cemento



AD
MARÍA

Fuente: La Empresa

a. **Proceso de molienda de cemento con molinos horizontales de bolas**

El molino de bolas es una maquina horizontal que tiene una instalación rotativa en forma de tubo el cual tiene cámaras internas en las que se coloca una carga de bolas de acero que al girar muelen el material que ingresa reduciendo su granulometría hasta una fineza determinada.

El proceso de molienda de cemento tiene como producto final el cemento y está constituido por los subprocesos de alimentación de materias primas (clinker, puzolana, yeso), molienda, clasificación y transporte de cemento a silos.

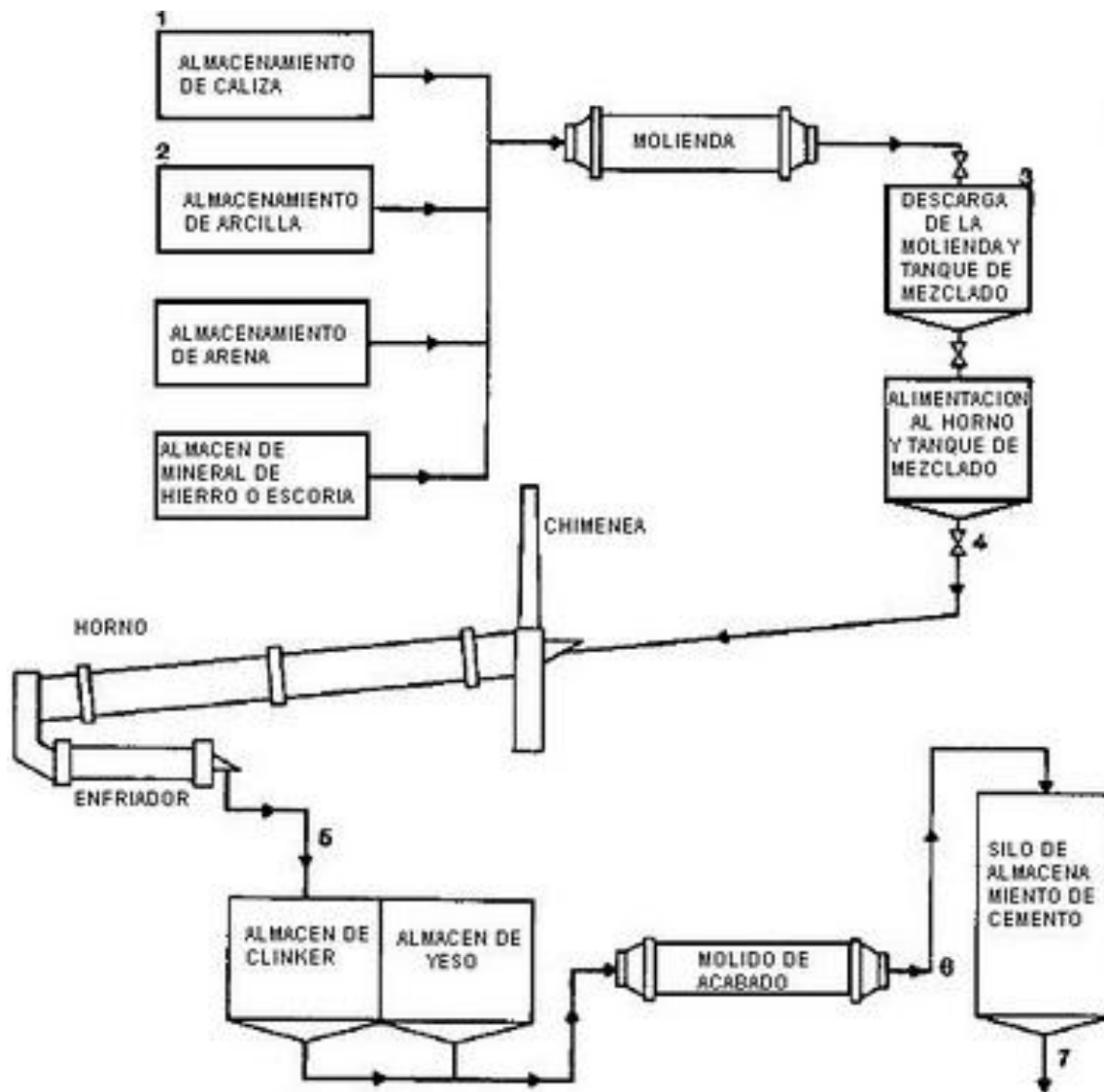
3.1.10. Proceso de Fabricación del Cemento Portland

Los componentes básicos para el cemento Portland son: CaO, obtenida de materiales ricos en cal, como la piedra caliza rica en CaCO_3 , con impurezas de SiO_2 , Al_2O_3 y MgCO_3 , de Margas, que son calizas acompañadas de sílice y productos arcillosos, conchas marinas, arcilla calcárea, greda, etc.

SiO_2 y Al_2O_3 , obtenidos de Arcilla, arcilla esquistosa, pizarra, ceniza muy fina o arena para proporcionar sílice y alúmina Fe_2O_3 , que se obtiene de mineral de hierro, costras de laminado o algún material semejante para suministrar el hierro o componente ferrífero.

Con los dos primeros componentes se produce cemento Portland blanco, el tercero es un material fundente que reduce la temperatura de calcinación necesaria para la producción del cemento gris. Esta disminución en la temperatura, hace que sea más económico en su fabricación, en relación al cemento blanco, aunque ambos poseen las mismas propiedades aglomerantes.

Esquema N° 3.3. Proceso de fabricaron del cemento Portland

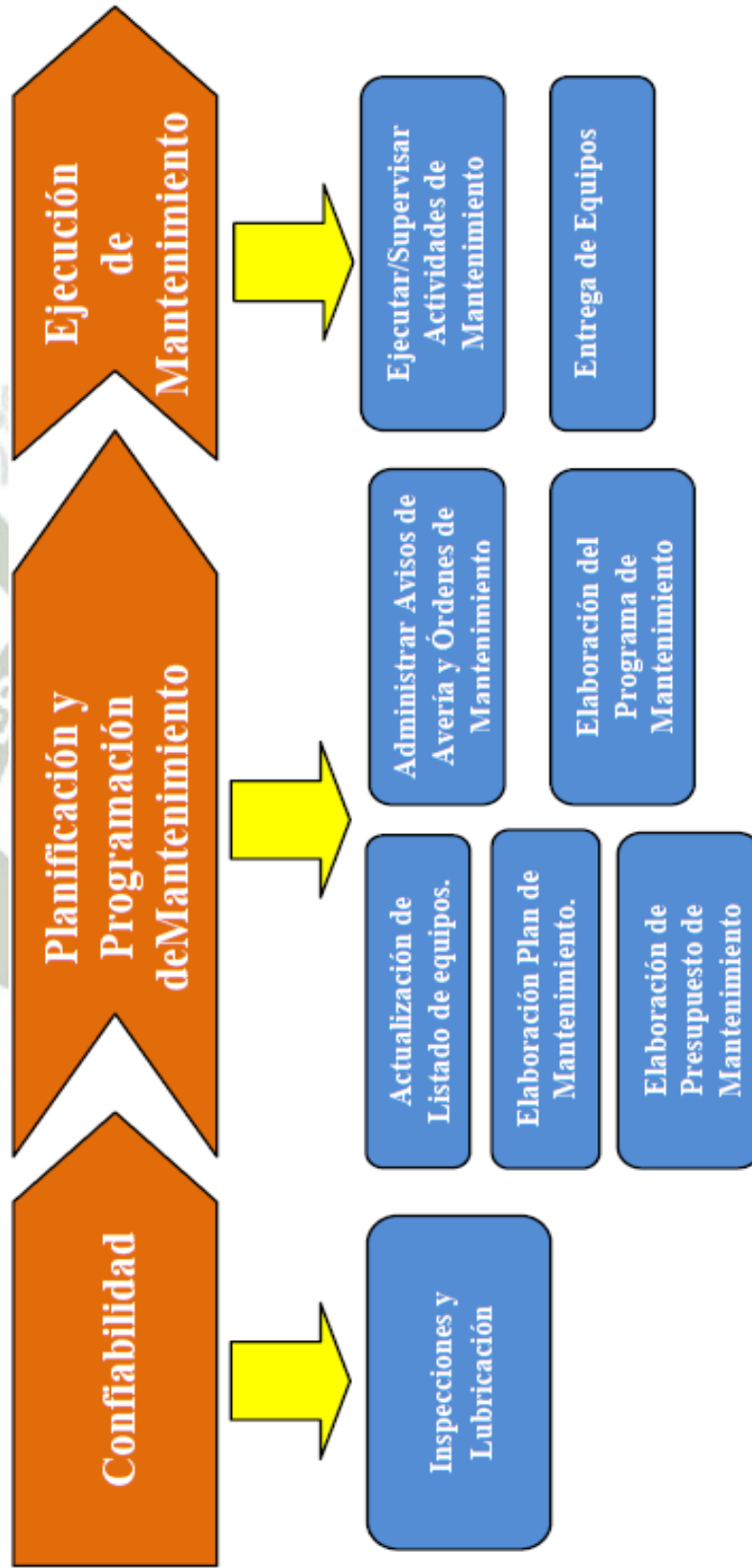


Fuente: La Empresa

3.1.11. Procesos del Área de Mantenimiento

Consta de tres subprocesos, los cuales son:

Esquema N° 3.4. Componentes del Mapa del Proceso de Mantenimiento



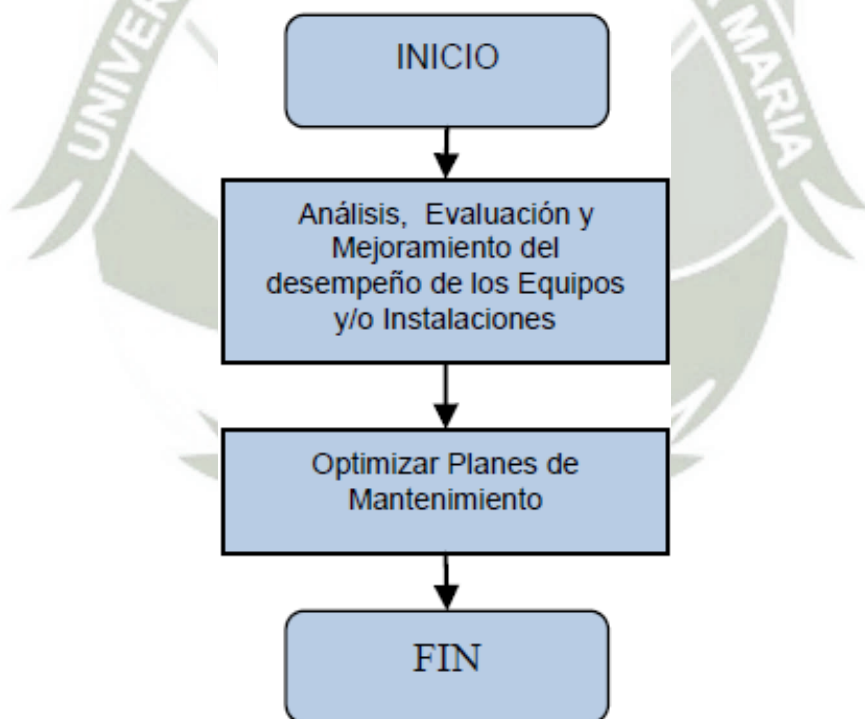
Fuente: La Empresa

a. Confiabilidad

El mapa de Procesos de Confiabilidad está constituido por dos (2) subprocesos: Evaluación y mejoramiento del desempeño, y Gestión de Mantenimiento.

En este Proceso se identifican y priorizan las oportunidades para la optimización de Planes de Mantenimiento y/o la implementación de Planes de Mejora.

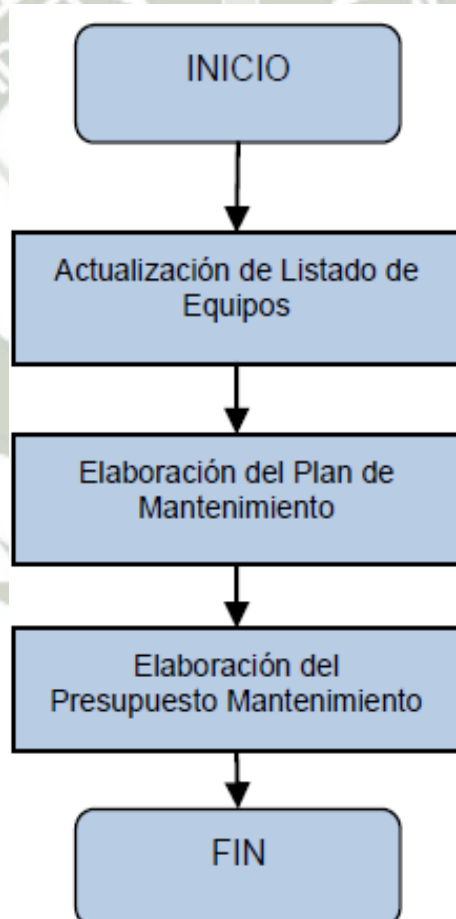
Esquema N° 3.5. Mapa del Proceso de Confiabilidad



Fuente: La Empresa

b. Planificación y Programación de Mantenimiento

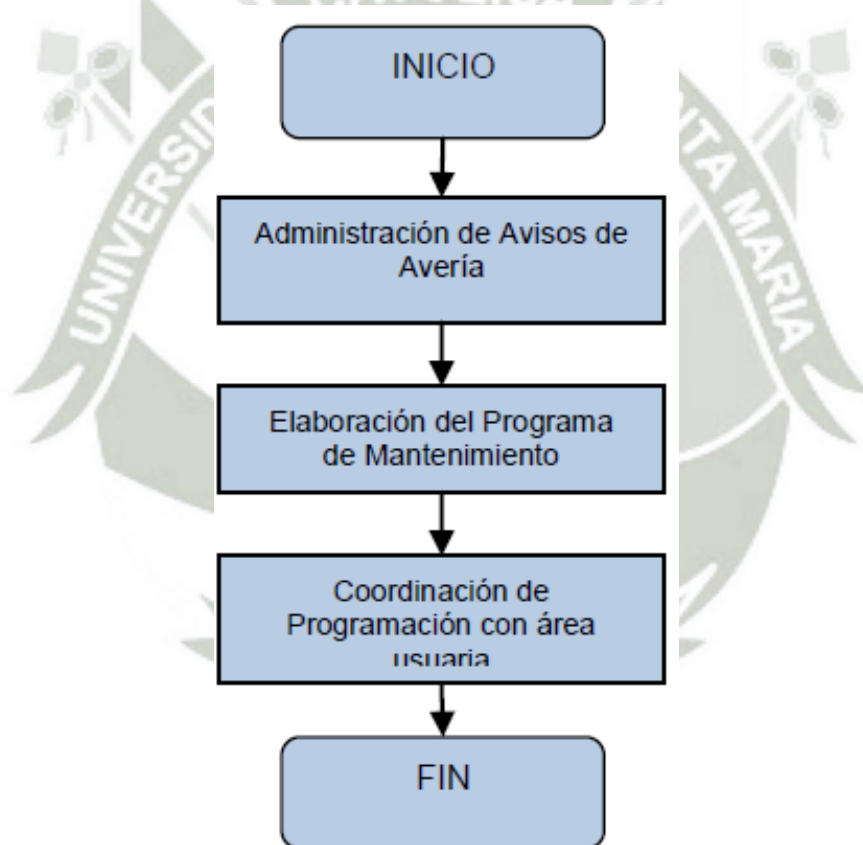
El Mapa de Planificación consta de cuatro (4) subprocesos y representa las actividades consecutivas iniciadas con la actualización del Listado de equipos para planificar las tareas de mantenimiento, procurar sus recursos y la estrategia en la cual se obtendrán, hasta tener el Plan de Mantenimiento, para que el siguiente Proceso, correspondiente a la Programación, pueda programar con fechas y recursos la ejecución de estas actividades Planificadas.

Esquema N° 3.6. Mapa del Proceso de Planificación

Fuente: La Empresa

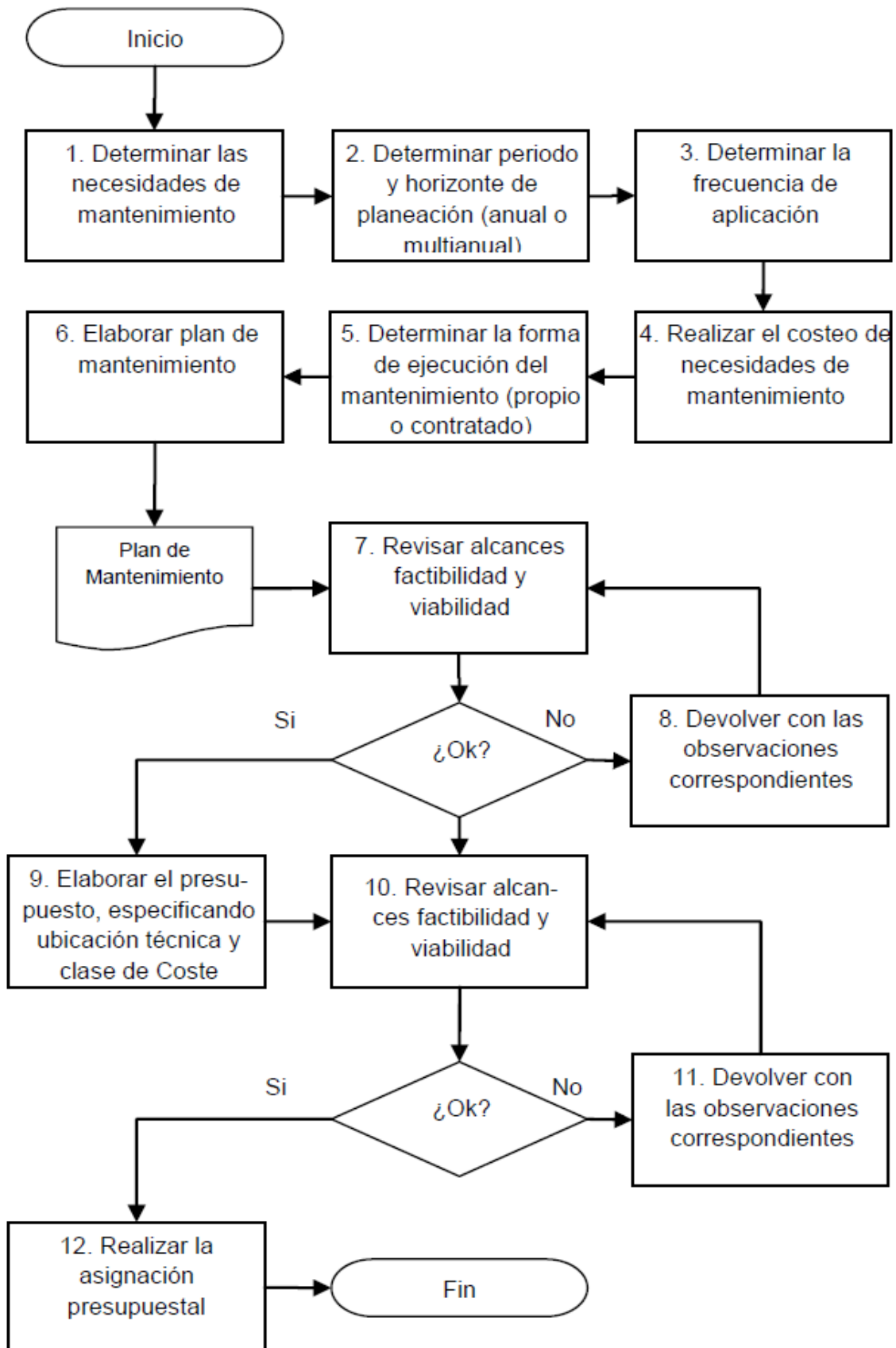
El Mapa de Programación consta de tres (3) subprocesos y se inician con la administración de los avisos de avería, posteriormente la elaboración del programa de Mantenimiento, donde se incluyen las actividades programadas.

Esquema N° 3.7. Mapa del Proceso de Programación



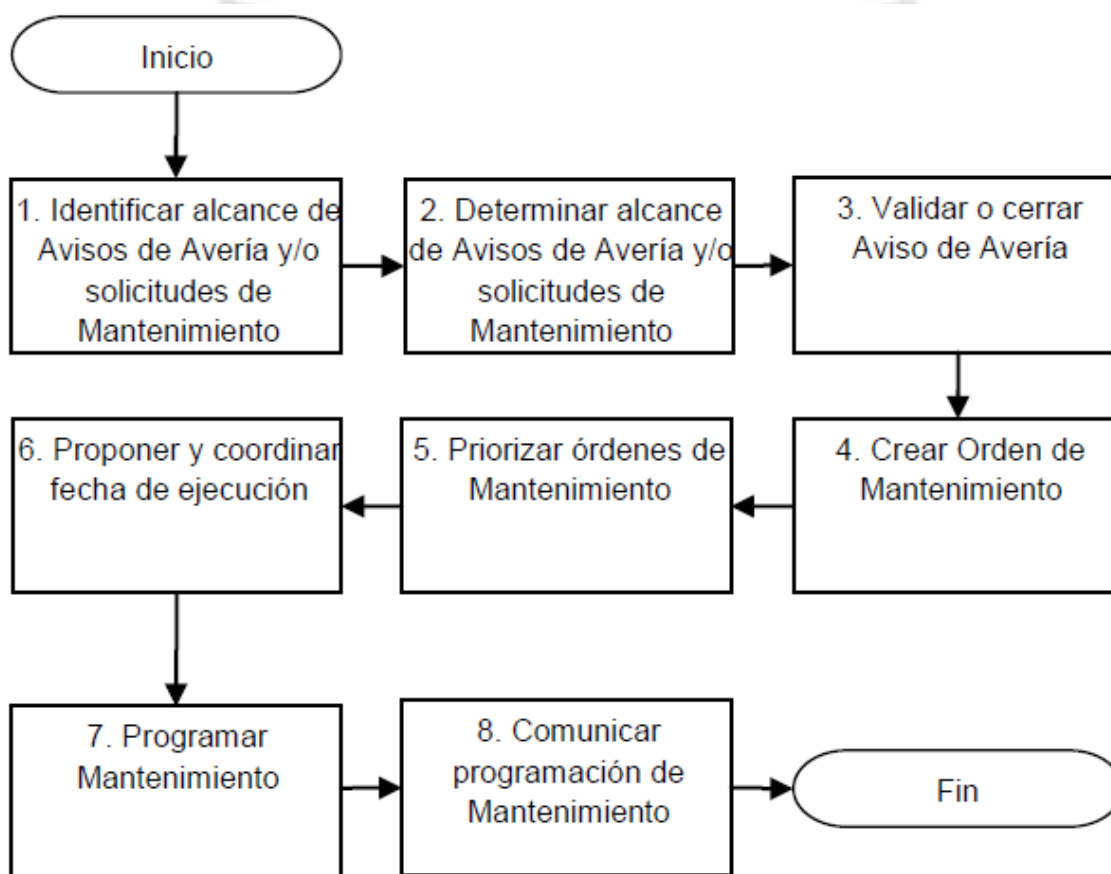
Fuente: La Empresa

Esquema N° 3.8. Procedimiento de Planificación



Fuente: La Empresa

Esquema N° 3.9. Procedimiento de Programación de Mantenimiento

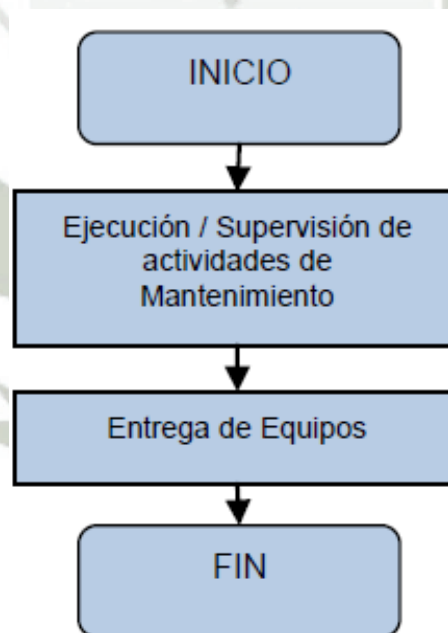


Fuente: La Empresa

c. Ejecución de mantenimiento

El Mapa de Ejecución consta de dos (02) subprocesos y se inician con la ejecución / supervisión de las actividades de mantenimiento, para finalmente efectuar la entrega de equipos donde se incluye la notificación y cierre de la orden de mantenimiento en el SAP.

Esquema N° 3.10. Mapa del Proceso de Ejecución



Fuente: La Empresa

3.2. Diagnóstico de la Problemática

3.2.1. Descripción de Avisos

Cuadro N° 3.2. Frecuencia y Criticidad de Avisos

Ubicación de la Falla	Frecuencia (días)	Criticidad
ELEVADOR DE CANGILONES	15	C
VÁLVULA ROTATIVA	15	B
CLASIFICADOR DINÁMICO DEL MOLINO	15	B
ELEVADOR DE CANGILONES	15	B
ELEVADOR DE CANGILONES	15	B
ELEVADOR DE CANGILONES	15	A
ELEVADOR DE CANGILONES	15	B
ELEVADOR/DE/CANGILONES	15	B
MOLINO/DE/CEMENTO/2	15	B
ELEVADOR/DE/CANGILONES	15	A
CANALETA/TRANSPORTADORA	30	B
ELEVADOR/DE/CANGILONES	30	B
CANALETA/TRANSPORTADORA	30	A
ELEVADOR/CANGILONES	15	C
SEPARADOR/CEMENTO/4	15	B
ELEVADOR/CANGILONES	15	B
SEPARADOR/CEMENTO/5	15	B
ELEVADOR/CANGILONES	15	B
SEPARADOR/CEMENTO/6	15	B
VALVULA ROTATIVA INGRESO A MOLINO UBE	15	B
MOLINO VERTICAL UBE 340 TON/H *(SEPA.)	15	B
CLASIFICADOR DINAMICO DE 250 KW	15	B
ELEVADOR DE CANGILONES RECHAZO 220 TON/H	15	B
TOTAL	390	

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2. Análisis de fallas

A continuación se presenta un cuadro descriptivo de los procesos versus principales avisos de falla que suelen ocurrir frecuentemente en la planta.

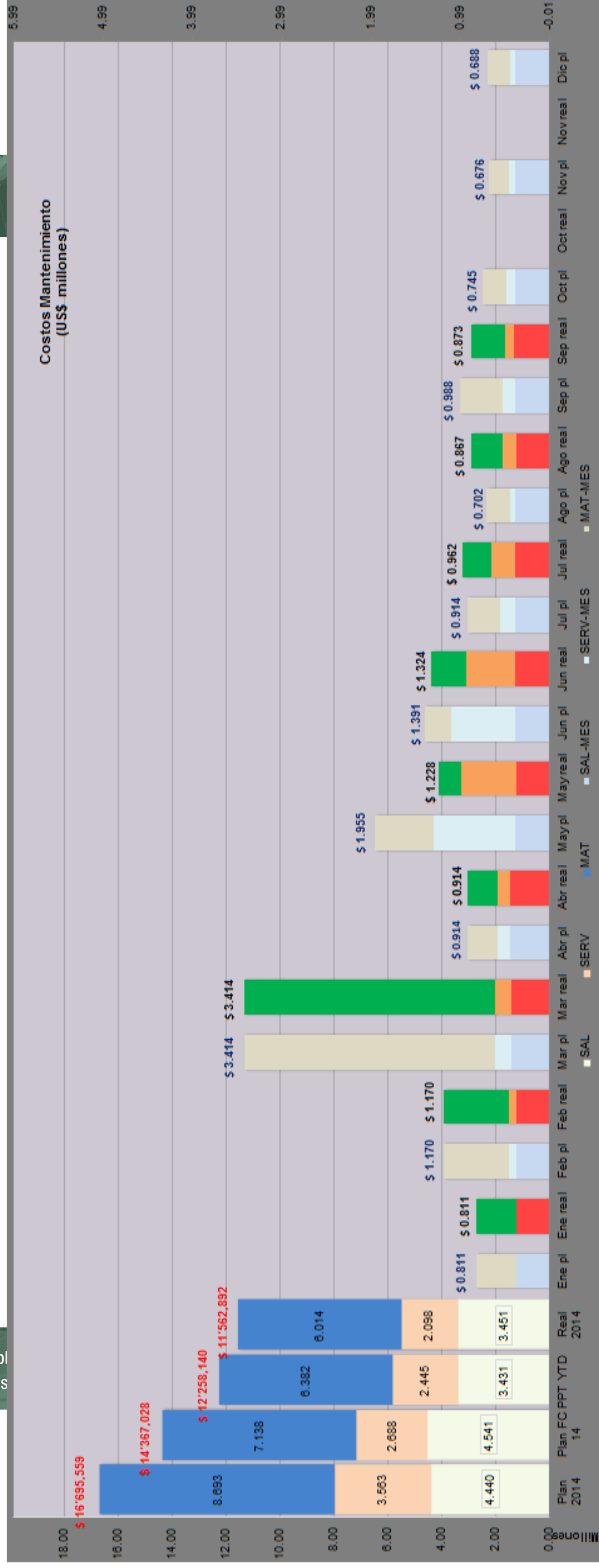
Proceso	Avisos	Porcentaje
TRITURACION Y MATERIAS PRIMAS	215	14.82%
MOLINO DE CEMENTO 3	164	26.12%
PROCESO MOLIENDA DE CRUDO	160	37.15%
TRANSPORTE MATERIA PRIMA A MOLINOS	140	46.80%
MOLINO DE CEMENTO 2	107	54.17%
YURA/ENSACADORAS/ENSAC. ESTACIONARIAS./	91	60.44%
PROCESO MOLIENDA DE CARBON	58	64.44%
YURA/LINEA 2/ALMACEN Y TRANSPORTE CARBON	58	68.44%
YURA/ENSACADORAS/TRANSPORTE CEMENTO	54	72.16%
TRANSPORTE MOLINO CEMENTO 2	54	75.88%
PROCESO DE CLINKERIZACION	53	79.53%
MOLINO DE CEMENTO 6	38	82.15%
MOLINO DE CEMENTO 5	37	84.70%
TRANSPORTE DE CEMENTO A SILOS	32	86.91%
MOLINO DE CEMENTO 4	28	88.84%
YURA/ENSACADORAS/ENSAC. ROTATIVA H&B/12P	24	90.49%
YURA/ENSACADORAS/ENSA ROTATIVA H&B/12RCC	21	91.94%
YURA/ENSACADORAS/ENSAC ROTATIVA HAVER 4	21	93.38%
YURA/ENERGIA ELECTRICA/MEDIA TENSION/	19	94.69%
YURA/ENSACADORAS/ENSAC. ROTATIVA H&B/	15	95.73%
YURA/LINEA 2/TRITURADORA PRIMARIA/	15	96.76%
YURA/SERVICIOS PLANTA - AGUA Y AIRE -	7	97.24%
YURA/LINEA 2/CRUDOS 2/	6	97.66%
YURA/ENSACADORAS/ENSAC/FAJAS DE DESPACHO	6	98.07%
YURA/LAB/CENTRAL/PREPARACION/MUESTRAS	4	98.35%
YURA/ENSACADORAS/TRANSPORTECEMENTO/SILO7	4	98.62%
YURA/LAB/CENTRAL/ENSAYOS/FISICOS/CEMENTO	3	98.83%
SALAS ELECTRICAS DE LINEA 3	3	99.04%
YURA/LINEA 2/TRITURADORA SECUNDARIA/	2	99.17%
YURA/LINEA 1/TRITURADORA DE FIERRO/	2	99.31%
YURA/LINEA 2/HORNO 2/	2	99.45%
MOLINO DE CEMENTO 1	2	99.59%
YURA/LAB3 PLANTA/PREPARACION MUESTRAS	1	99.66%
SERVICIOS AUXILIARES	1	99.72%
YURA/ENERGIA ELECTRICA/GRUPOS DE GENERA.	1	99.79%
YURA/LAB/CENTRAL/ALMACENAMIENTO/MUESTRAS	1	99.86%
YURA/LINEA 1/HOMOGENIZACION 1/	1	99.93%
YURA/LAB/CENTRAL/ANALISIS/QUIMICO	1	100.00%
Total general	1451	

Fuente: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

3.2.3. Costos de Mantenimiento

Grafico N° 3.3. Costos de Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

El siguiente gráfico representa los costos de mantenimiento planificado (presupuestado), en relación a los costos de mantenimiento proyectado (estimado). Además, para conocer los gastos acumulados durante el año, dicho análisis tiene la función de hacer un seguimiento mensual a los costos de mantenimiento en relación con los costos de mantenimiento planificados (presupuestados).

Cabe resaltar que los costos de mantenimiento tanto planificado como real, están divididos en tres clases de gastos: Gastos de Salarios, Gastos de Servicios (terceros) y Gastos de Materiales.

El monto presupuestado asignado por la organización es de \$16'695,559.00, el cual se proyecta a un monto estimado de \$14'367,028.00 y que en la actualidad se tiene un gasto total de \$11'562,892.00 (gastos acumulados hasta el mes de setiembre).

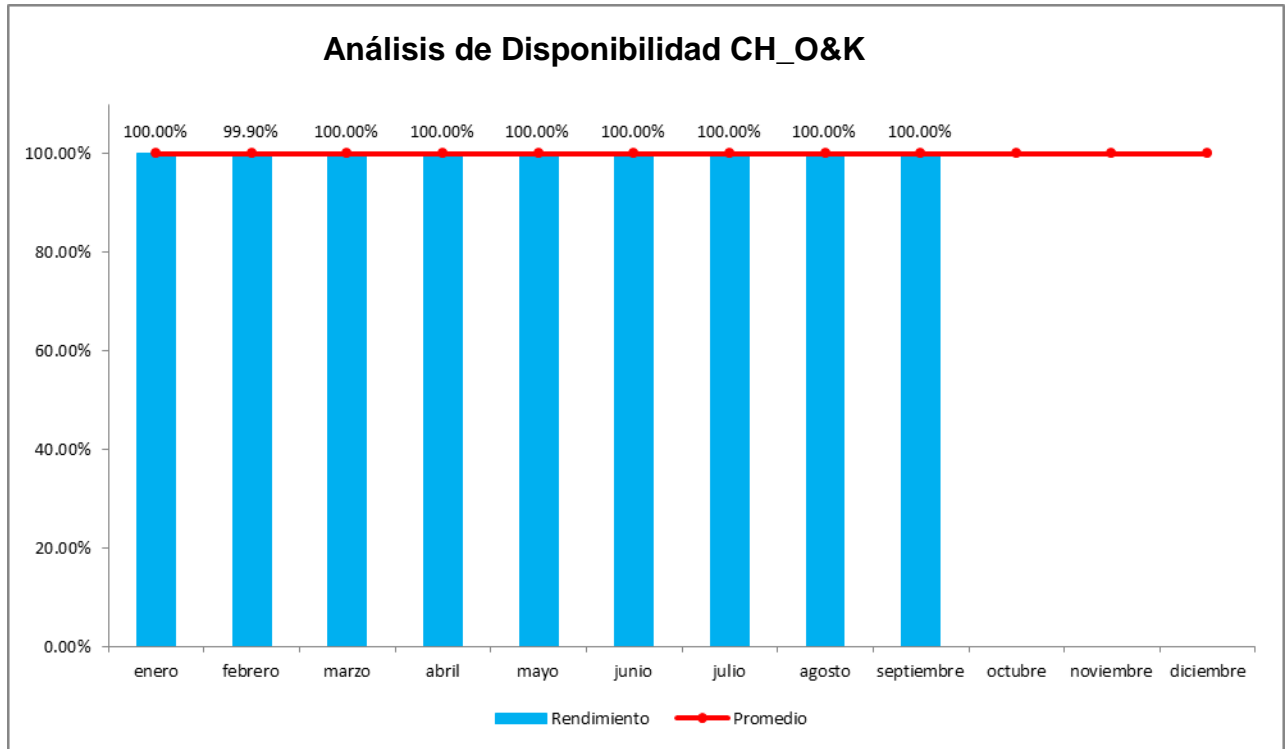
3.2.4. Análisis de Disponibilidad

Cuadro N° 3.4. Análisis de Disponibilidad de la Chancadora O&K

Meses	Suma de Hrs. Operación	Suma de Duración de parada (Hrs)	Suma de Hrs. Reales	Análisis de Disponibilidad (Función-Tiempo)
enero	744		744.00	100.00%
febrero	672	0.67	671.33	99.90%
marzo	744		744.00	100.00%
abril	720		720.00	100.00%
mayo	744		744.00	100.00%
junio	720		720.00	100.00%
julio	744		744.00	100.00%
agosto	744		744.00	100.00%
septiembre	720		720.00	100.00%
octubre				
noviembre				
diciembre				
Total	6552	0.67	6551.33	99.99%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3.4. Análisis de Disponibilidad de la Chancadora O&K



Fuente: Elaboración Propia

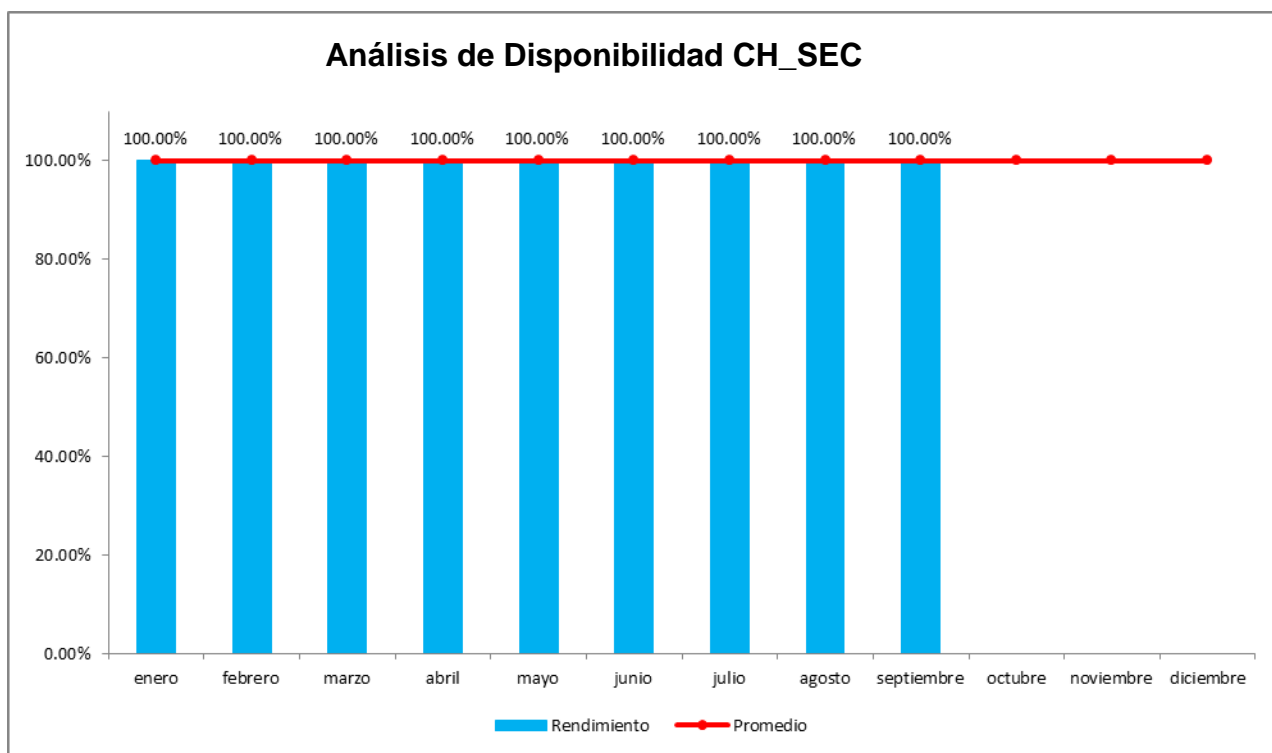
Teniendo en cuenta que la presente investigación se ha llevado a cabo en el presente año, y el periodo de captura de datos de operaciones en planta contempla los meses de enero a setiembre, se observa que en el mes de febrero se ha desarrollado un evento de parada el cual tuvo razón a un mantenimiento de emergencia en la chancadora O&K debido a un problema de falla eléctrica que involucra la faja transportadora, ocasionando un tiempo de ejecución de las tareas de mantenimiento en un valor de 0.67 horas lo que implicó una disponibilidad de 99.90%.

Cuadro N° 3.5. Análisis de Disponibilidad de la Chancadora Secundaria

Meses	Suma de Hrs. Operación	Suma de Duración de parada (Hrs)	Suma de Hrs. Reales	Análisis de Disponibilidad (Función-Tiempo)
enero	744		744.00	100.00%
febrero	672		672.00	100.00%
marzo	744		744.00	100.00%
abril	720		720.00	100.00%
mayo	744		744.00	100.00%
junio	720		720.00	100.00%
julio	744		744.00	100.00%
agosto	744		744.00	100.00%
septiembre	720	0	720.00	100.00%
octubre				
noviembre				
diciembre				
Total	6552	0	6552.00	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3.5. Análisis de Disponibilidad de la Chancadora Secundaria



Fuente: Elaboración Propia

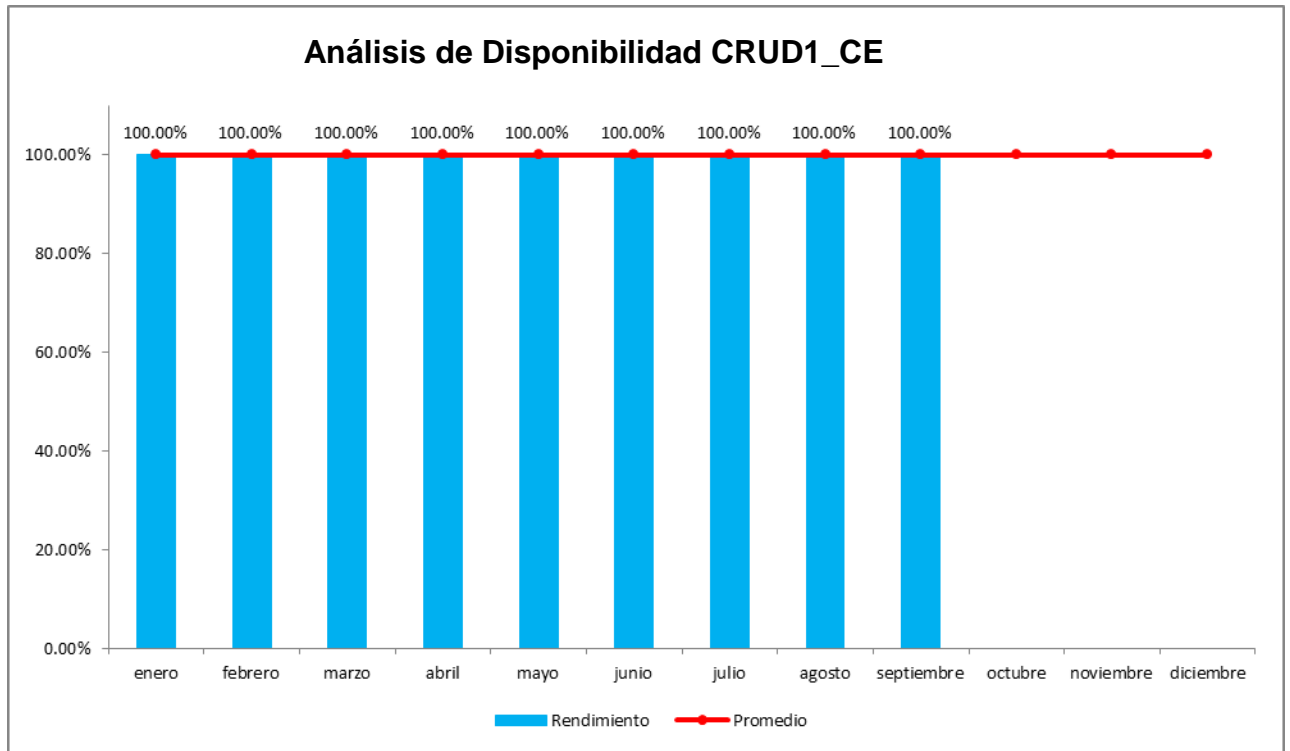
En los siguientes cuadros se puede apreciar que no se ha llevado a cabo ningún tipo de reparación en el proceso de la Trituradora Secundaria por el momento, durante este periodo no se desarrolló ningún tipo de evento de parada de emergencia, el equipo estuvo disponible durante todas las horas planificadas, lo que generó una disponibilidad del 100.00%.

Cuadro N° 3.6. Análisis de Disponibilidad del Molino de Crudos 1

Meses	Suma de Hrs. Operación	Suma de Duración de parada (Hrs)	Suma de Hrs. Reales	Análisis de Disponibilidad (Función-Tiempo)
enero	744		744.00	100.00%
febrero	672		672.00	100.00%
marzo	744		744.00	100.00%
abril	720		720.00	100.00%
mayo	744		744.00	100.00%
junio	720		720.00	100.00%
julio	744		744.00	100.00%
agosto	744		744.00	100.00%
septiembre	720		720.00	100.00%
octubre				
noviembre				
diciembre				
Total	6552		6552.00	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°3.6. Análisis de Disponibilidad del Molino de Crudos 1



Fuente: Elaboración Propia

Durante el periodo de este año se puede apreciar que en el proceso de Molino de Crudos 1 aún no se ha llevado a cabo ningún tipo de reparación.

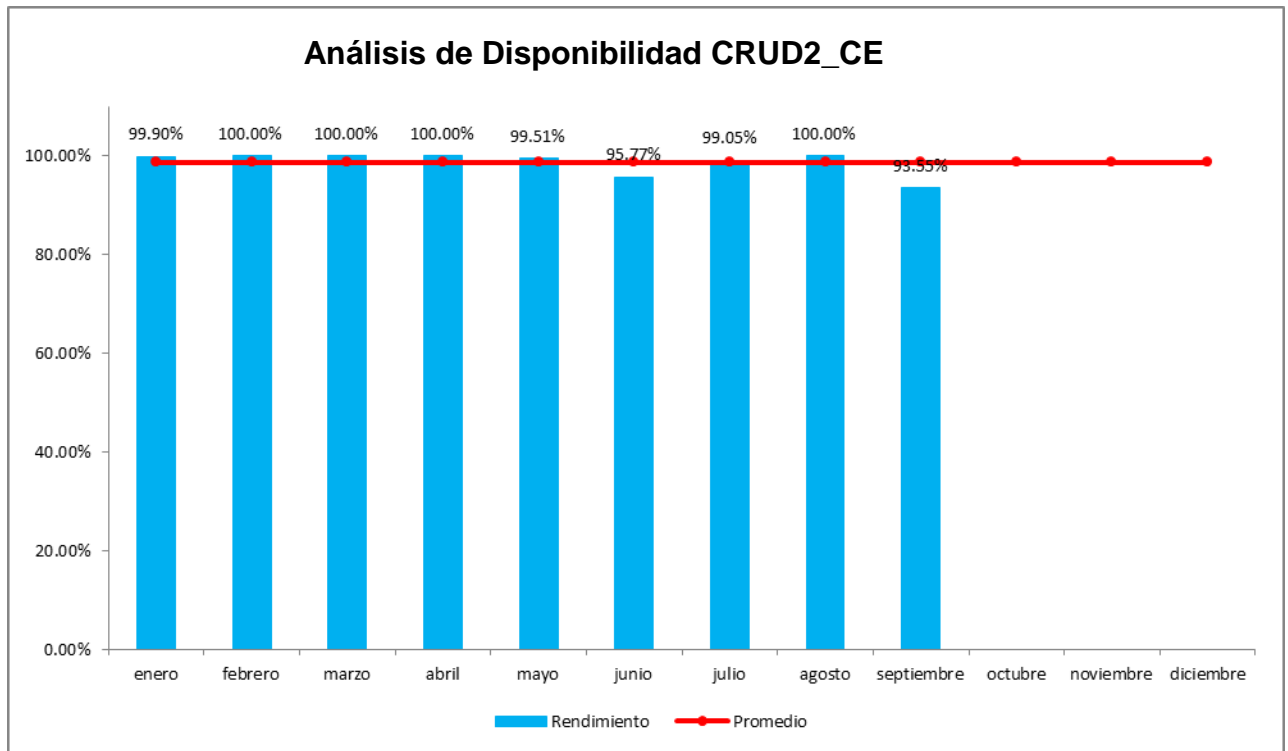
Todo este año se pudo disponer del equipo a un 100.00% ya que no se presentó ningún tipo de falla de gran magnitud, lo que podría haber reducido nuestras horas planificadas, obteniendo como resultado una disponibilidad de 100.00%.

Cuadro N° 3.7. Análisis de Disponibilidad del Molino de Crudos 2

Meses	Suma de Hrs. Operación	Suma de Duración de parada (Hrs)	Suma de Hrs. Reales	Análisis de Disponibilidad (Función-Tiempo)
enero	744	0.72	743.28	99.90%
febrero	672		672.00	100.00%
marzo	744		744.00	100.00%
abril	720		720.00	100.00%
mayo	744	3.62	740.38	99.51%
junio	720	30.47	689.53	95.77%
julio	744	7.06	736.94	99.05%
agosto	744		744.00	100.00%
septiembre	720	46.47	673.53	93.55%
octubre				
noviembre				
diciembre				
Total	6552	88.34	6463.66	98.64%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°3.7. Análisis de Disponibilidad del Molino de Crudos 2



Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente análisis se observa que durante el periodo del año 2014 el proceso presentó diversas fallas durante los meses de enero, mayo, junio, julio y setiembre.

En el mes de enero se encontró que la tapa del molino estaba mal cerrada, lo que ocasionó una falla mecánica y un tiempo de reparación de 0.72 horas.

Para el mes de mayo se tuvo un tiempo de reparación de 3.62 horas, debido a una falla al momento de arranque de una faja ascendente del molino.

En los siguientes dos meses consecutivos se presentaron fugas de materiales y fugas en la bomba de aditivos, lo que generó un tiempo de parada de 30.47 horas. Además se hizo un trabajo de soldeo para los brazos de compuerta de descarga, teniendo una duración de 7.06 horas.

Por último durante el mes de setiembre se encontraron pernos rotos, temperaturas elevadas y descarrilamientos, ocasionando un tiempo de duración de 46.47 horas.

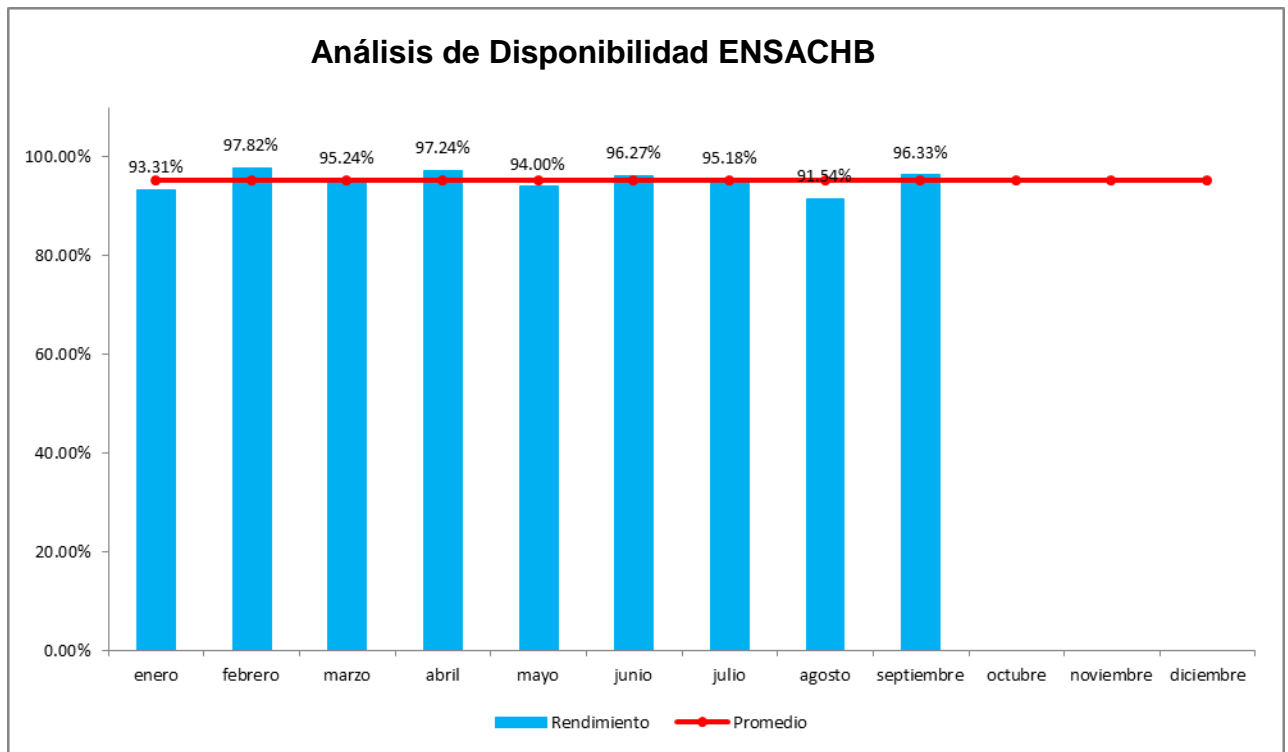
Tomando en cuenta todas las reparaciones que se han llevado a cabo en el presente año, se logro obtener una disponibilidad de 98.64%.

Cuadro N° 3.8. Análisis de Disponibilidad de la Ensacadora HB

Meses	Suma de Hrs. Operación	Suma de Duración de parada (Hrs)	Suma de Hrs. Reales	Análisis de Disponibilidad (Función-Tiempo)
enero	744	49.8	694.20	93.31%
febrero	672	14.65	657.35	97.82%
marzo	744	35.43	708.57	95.24%
abril	720	19.9	700.10	97.24%
mayo	744	44.67	699.33	94.00%
junio	720	26.85	693.15	96.27%
julio	744	35.89	708.11	95.18%
agosto	744	62.95	681.05	91.54%
septiembre	720	26.41	693.59	96.33%
octubre				
noviembre				
diciembre				
Total	6552	316.55	6235.45	95.21%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°3.8. Análisis de Disponibilidad de la Ensacadora HB



Fuente: Elaboración Propia

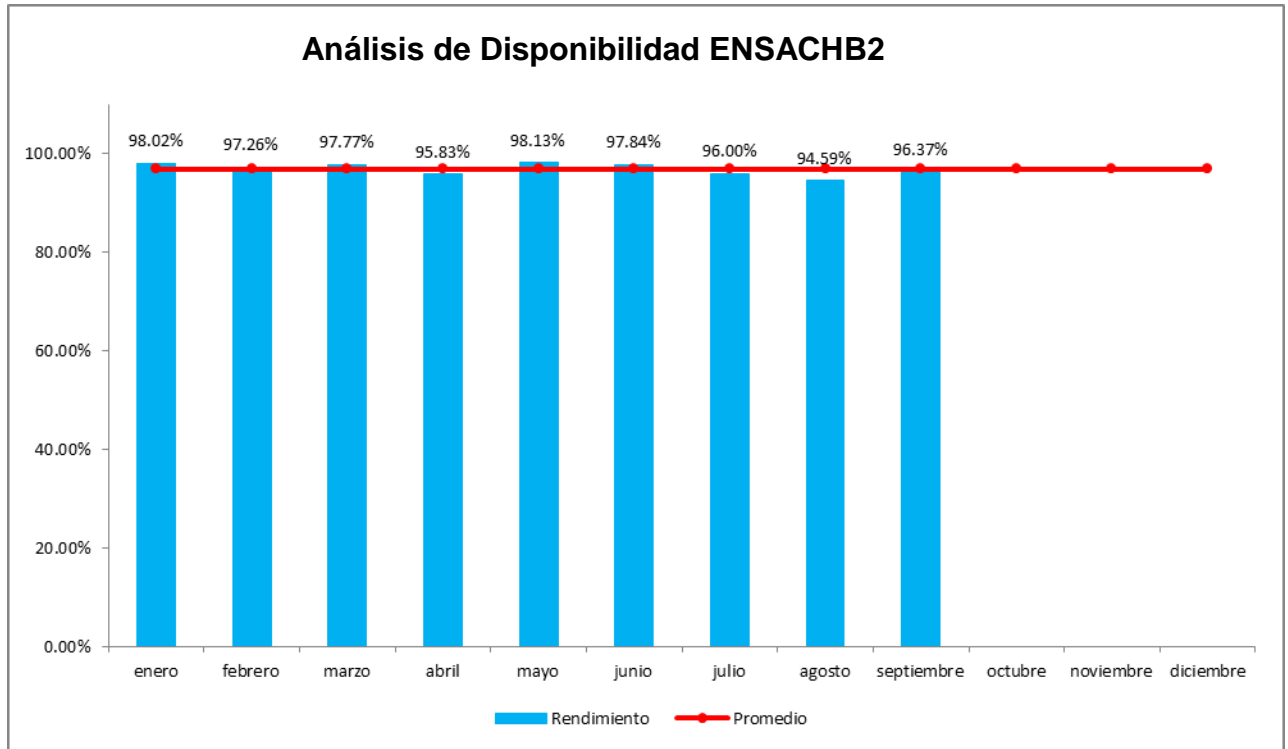
En el proceso del área de ensacado se puede apreciar que durante todos los periodos se desarrollaron eventos de paradas, obteniendo un total de 316.55 horas de reparación, debido a los frecuentes problemas que se encontraron en las canaletas, fajas, motores, filtros y módulos, lo que implicó que la disponibilidad promedio anual a la fecha sea de 95.21%.

Cuadro N° 3.9. Análisis de Disponibilidad de la Ensacadora HB2

Meses	Suma de Hrs. Operación	Suma de Duración de parada (Hrs)	Suma de Hrs. Reales	Análisis de Disponibilidad (Función-Tiempo)
enero	744	14.73	729.27	98.02%
febrero	672	18.44	653.56	97.26%
marzo	744	16.59	727.41	97.77%
abril	720	30.05	689.95	95.83%
mayo	744	13.89	730.11	98.13%
junio	720	15.53	704.47	97.84%
julio	744	29.79	714.21	96.00%
agosto	744	40.27	703.73	94.59%
septiembre	720	26.11	693.89	96.37%
octubre				
noviembre				
diciembre				
Total	6552	205.4	6346.60	96.87%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3.9. Análisis de Disponibilidad de la Ensacadora HB2



Fuente: Elaboración Propia

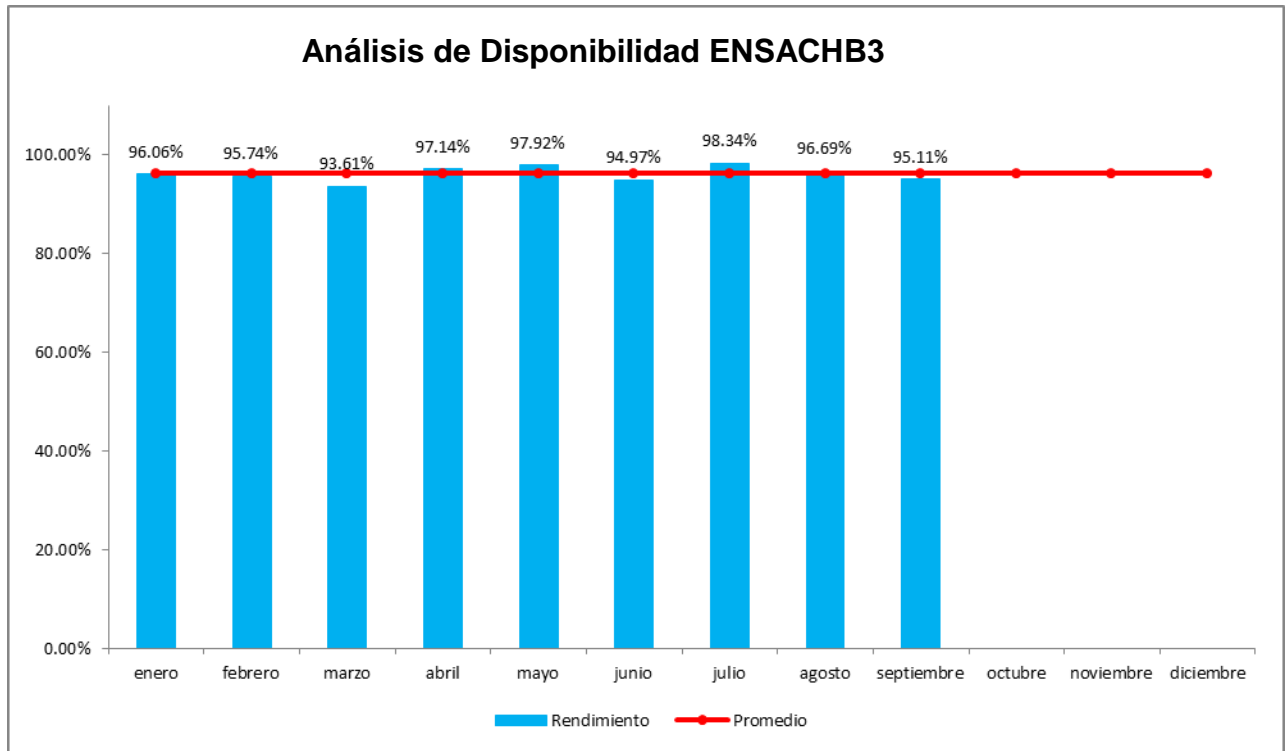
De igual forma para el proceso de ensacadora 2 se puede observar los eventos de paradas más frecuentes que tuvo como razón un mantenimiento de emergencia, esto fue debido a constantes fallas mecánicas, eléctricas y electrónicas en las cuales estuvieron involucradas los siguientes equipos: balanzas dosificadoras, elevador de cangilones, fajas transportadoras, módulos y motores de fajas, ocasionando un tiempo de reparación en un valor total de 205.4 horas lo que implicó que la disponibilidad se encuentre a un 96.87%.

Cuadro N° 3.10. Análisis de Disponibilidad de la Ensacadora HB3

Meses	Suma de Hrs. Operación	Suma de Duración de parada (Hrs)	Suma de Hrs. Reales	Análisis de Disponibilidad (Función-Tiempo)
enero	744	29.28	714.72	96.06%
febrero	672	28.62	643.38	95.74%
marzo	744	47.55	696.45	93.61%
abril	720	20.62	699.38	97.14%
mayo	744	15.49	728.51	97.92%
junio	720	36.23	683.77	94.97%
julio	744	12.32	731.68	98.34%
agosto	744	24.66	719.34	96.69%
septiembre	720	35.23	684.77	95.11%
octubre				
noviembre				
diciembre				
Total	6552	250	6302.00	96.17%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3.10. Análisis de Disponibilidad de la Ensacadora HB3



Fuente: Elaboración Propia

Para el proceso de ensacadora 3 se dio un tiempo de ejecución de tareas de mantenimiento con una duración de 250 horas lo que implicó una disponibilidad de 96.17%.

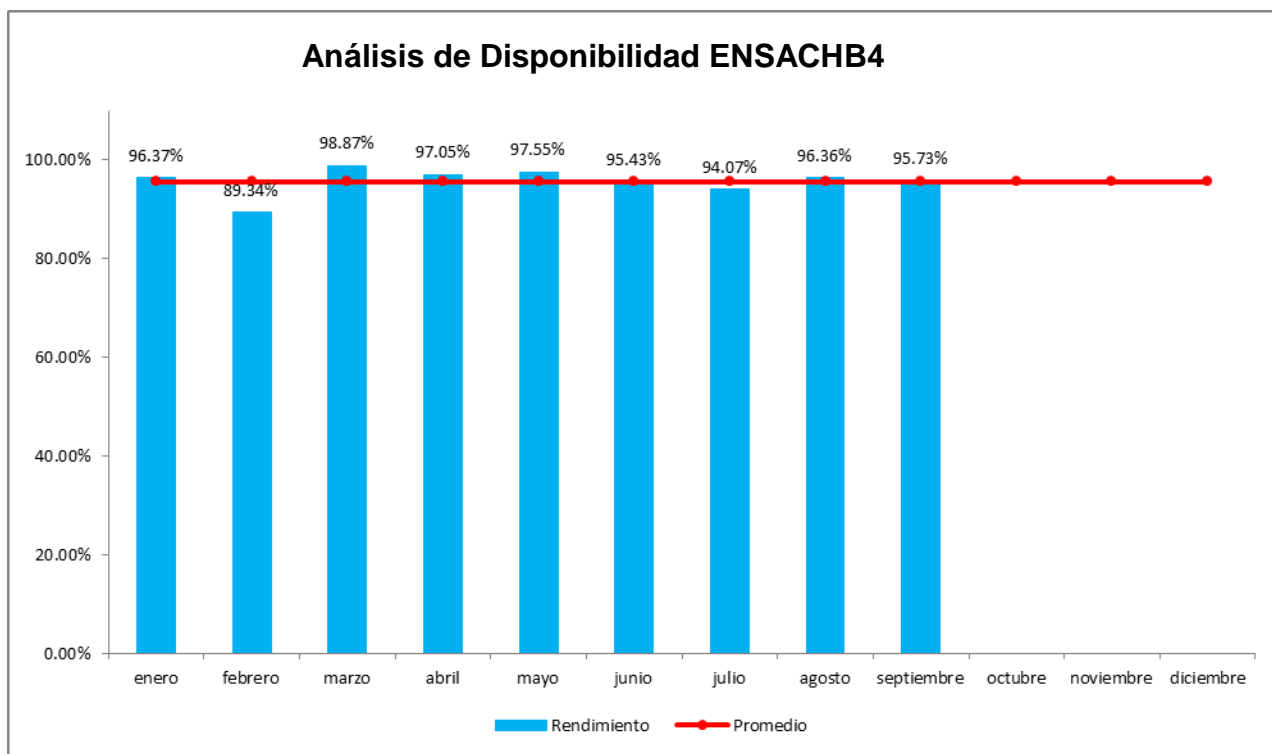
En el transcurso de este año se encontraron fallas en los módulos, fajas transportadoras, sensores eléctricos, filtros y elevadores de cangilones. También reparaciones como las siguientes: Cambio de fajas, filtros, electroválvulas, polines y elevadores, como además calibraciones para módulos y sillas.

Cuadro N° 3.11. Análisis de Disponibilidad de la Ensacadora HB4

Meses	Suma de Hrs. Operación	Suma de Duración de parada (Hrs)	Suma de Hrs. Reales	Análisis de Disponibilidad (Función-Tiempo)
enero	744	27.01	716.99	96.37%
febrero	672	71.66	600.34	89.34%
marzo	744	8.42	735.58	98.87%
abril	720	21.24	698.76	97.05%
mayo	744	18.21	725.79	97.55%
junio	720	32.94	687.06	95.43%
julio	744	44.12	699.88	94.07%
agosto	744	27.07	716.93	96.36%
septiembre	720	30.72	689.28	95.73%
octubre				
noviembre				
diciembre				
Total	6552	281.39	6270.61	95.64%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3.11. Análisis de Disponibilidad de la Ensacadora HB4



Fuente: Elaboración Propia

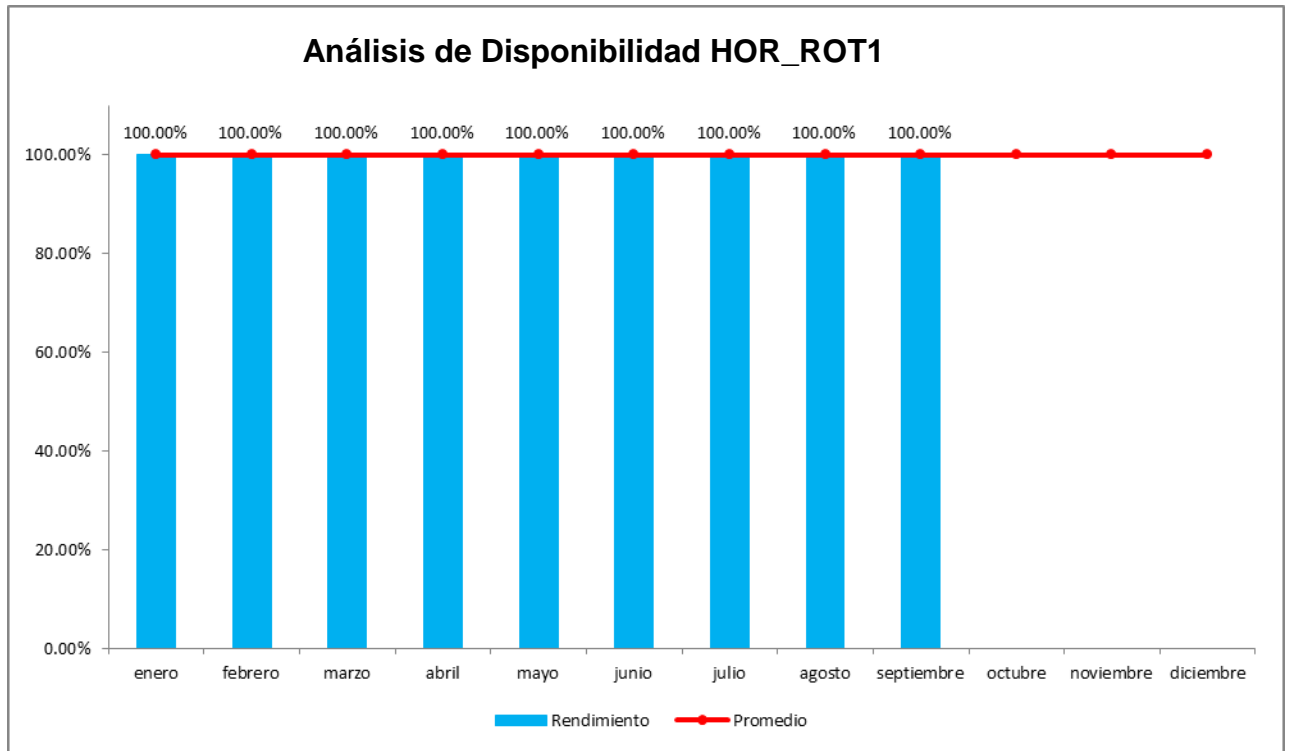
En el proceso del área de ensacado 4 se puede analizar que durante todos los meses se desarrollaron eventos de paradas muy frecuentemente, dando como resultado un tiempo total de 316.55 horas de reparación, debido a los constantes problemas que se encontraron en las canaletas, fajas, motores, filtros y módulos, lo que implicó que la disponibilidad promedio anual a la fecha sea de 95.64%.

Cuadro N° 3.12. Análisis de Disponibilidad del Horno Rotativo 1

Meses	Suma de Hrs. Operación	Suma de Duración de parada (Hrs)	Suma de Hrs. Reales	Análisis de Disponibilidad (Función-Tiempo)
enero	744		744.00	100.00%
febrero	672		672.00	100.00%
marzo	744		744.00	100.00%
abril	720		720.00	100.00%
mayo	744		744.00	100.00%
junio	720		720.00	100.00%
julio	744	0	744.00	100.00%
agosto	744		744.00	100.00%
septiembre	720		720.00	100.00%
octubre				
noviembre				
diciembre				
Total	6552	0	6552.00	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3.12. Análisis de Disponibilidad del Horno Rotativo 1



Fuente: Elaboración Propia

Durante todo este 2014 a lo que va la fecha, se puede observar que en el proceso del horno rotatorio 1 aún no se ha llevado a cabo ningún tipo de reparación por parte de mantenimiento.

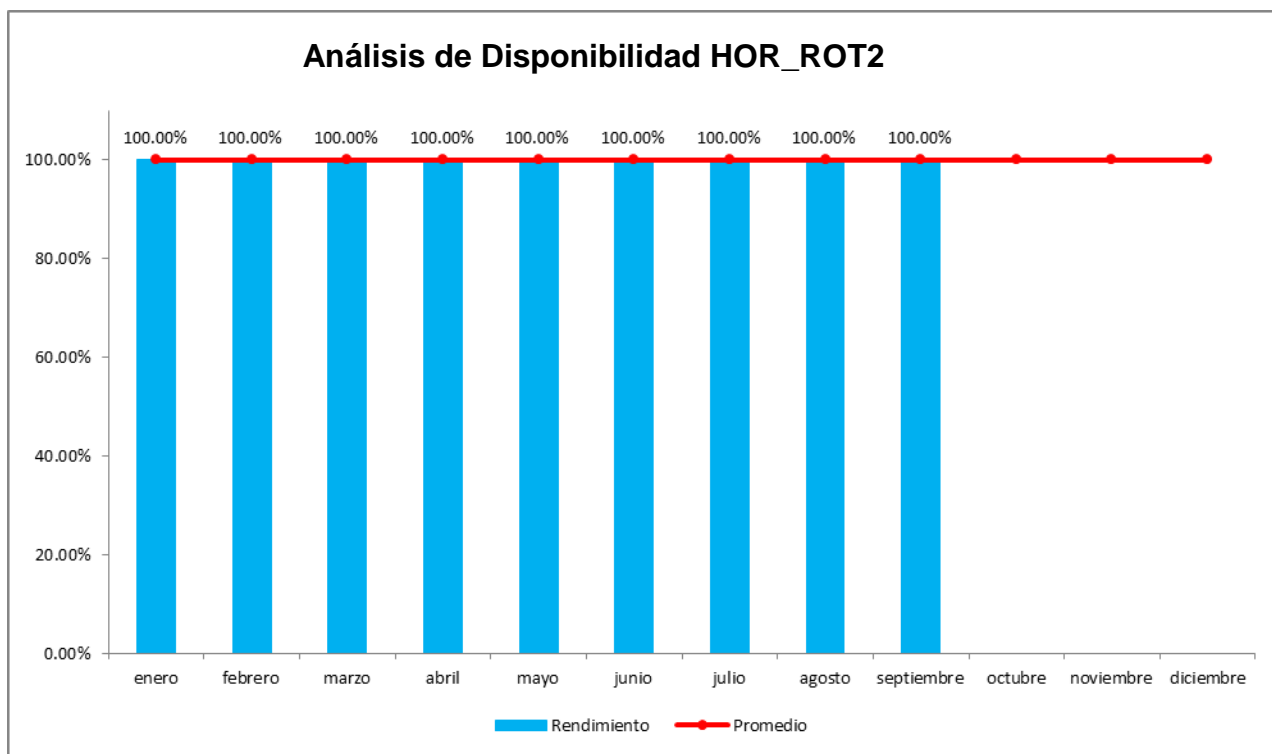
Todo este año se dispuso del equipo a un 100.00% ya que no apareció ningún tipo de falla de gran magnitud, lo que podría haber reducido nuestras horas planificadas, ocasionando como resultado una disponibilidad de 100.00%.

Cuadro N° 3.13. Análisis de Disponibilidad del Horno Rotativo 2

Meses	Suma de Hrs. Operación	Suma de Duración de parada (Hrs)	Suma de Hrs. Reales	Análisis de Disponibilidad (Función-Tiempo)
enero	744		744.00	100.00%
febrero	672		672.00	100.00%
marzo	744		744.00	100.00%
abril	720		720.00	100.00%
mayo	744		744.00	100.00%
junio	720		720.00	100.00%
julio	744		744.00	100.00%
agosto	744		744.00	100.00%
septiembre	720		720.00	100.00%
octubre				
noviembre				
diciembre				
Total	6552		6552.00	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3.13. Análisis de Disponibilidad del Horno Rotativo 2



Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente gráfico se puede apreciar que no se ha llevado a cabo ningún tipo de reparación en el proceso del área del Horno Rotativo 2.

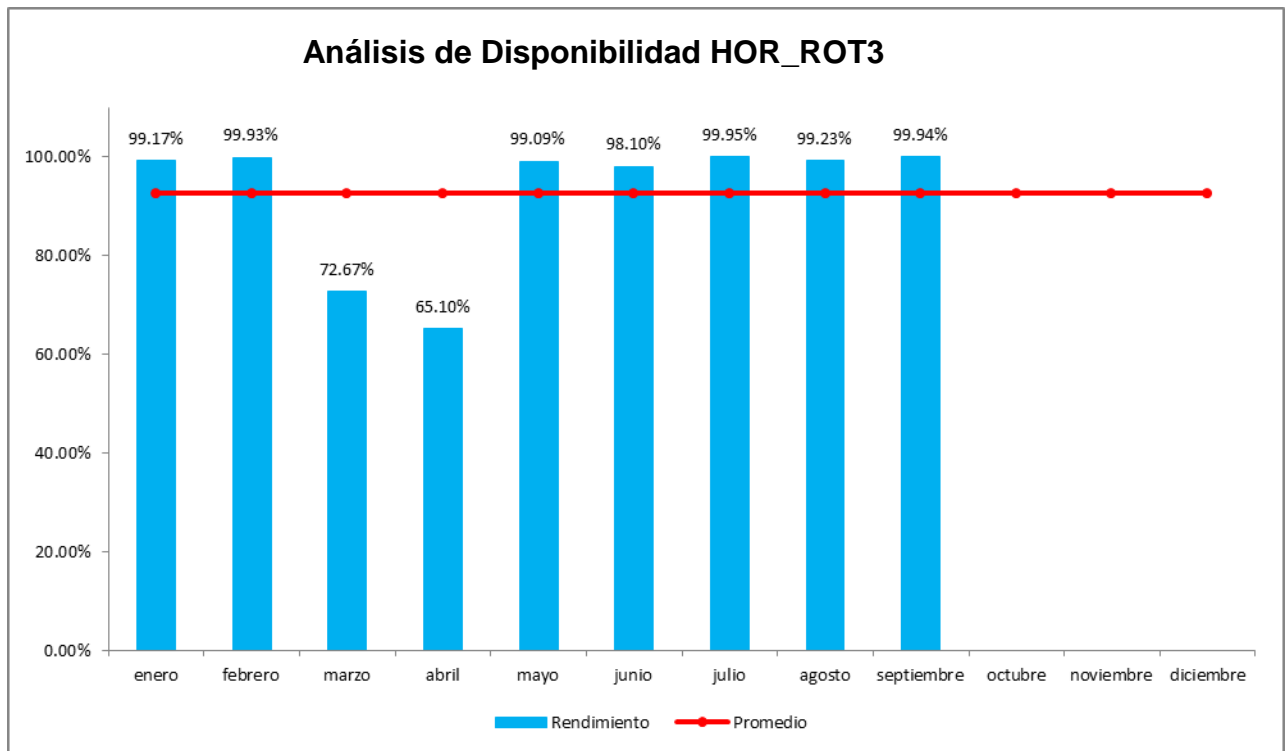
Por el momento, durante este periodo no se desarrolló ningún tipo de evento de parada de emergencia, los equipos estuvieron disponibles la mayor parte del tiempo, lo que generó una disponibilidad del 100.00%.

Cuadro N° 3.14. Análisis de Disponibilidad del Horno Rotativo 3

Meses	Suma de Hrs. Operación	Suma de Duración de parada (Hrs)	Suma de Hrs. Reales	Análisis de Disponibilidad (Función-Tiempo)
enero	744	6.2	737.80	99.17%
febrero	672	0.5	671.50	99.93%
marzo	744	203.32	540.68	72.67%
abril	720	251.27	468.73	65.10%
mayo	744	6.8	737.20	99.09%
junio	720	13.68	706.32	98.10%
julio	744	0.4	743.60	99.95%
agosto	744	5.75	738.25	99.23%
septiembre	720	0.4	719.60	99.94%
octubre				
noviembre				
diciembre				
Total	6552	645.19	6491.84	92.57%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3.14. Análisis de Disponibilidad del Horno Rotativo 3



Fuente: Elaboración Propia

En los siguientes cuadros se presenta que durante el año 2014 el proceso de Horno Rotativo 3 presenta diversas fallas durante todos los meses. Siendo los meses de marzo y abril los más críticos, debido a la reparación general anual del horno.

En el mes de marzo se realizó mantenimiento programado al ventilador de aire primario, cambio de balanzas y revisión del quemador. Adicionalmente un problema de falla eléctrica que involucra la variación de tensión del reductor, ocasionando un tiempo de ejecución de las tareas de mantenimiento en un valor de 203.32 horas lo que implicó que la disponibilidad bajara al 72.67%.

Para el mes de abril se tuvo un tiempo de reparación de 251.27 horas, debido a fallas en PLC de extracción del silo, en las balanzas y los fusibles del variador del motor principal. Por otro lado también se tubo mantenimiento programado para el horno,

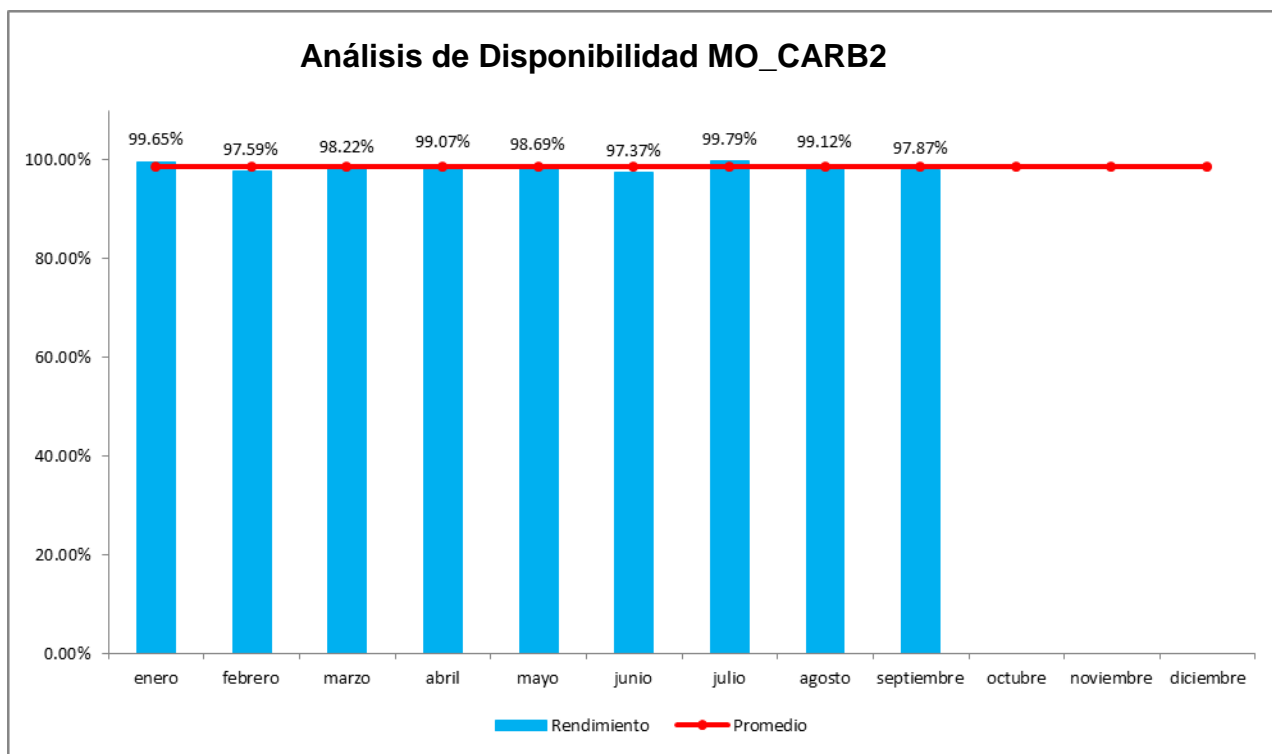
lo que genero un tiempo de parada de 251.27 horas, logrando obtener una disponibilidad de 65.10%.

Cuadro N° 3.15. Análisis de Disponibilidad del Molino de Carbón 2

Meses	Suma de Hrs. Operación	Suma de Duración de parada (Hrs)	Suma de Hrs. Reales	Análisis de Disponibilidad (Función-Tiempo)
enero	744	2.63	741.37	99.65%
febrero	672	16.17	655.83	97.59%
marzo	744	13.27	730.73	98.22%
abril	720	6.72	713.28	99.07%
mayo	744	9.75	734.25	98.69%
junio	720	18.97	701.03	97.37%
julio	744	1.55	742.45	99.79%
agosto	744	6.52	737.48	99.12%
septiembre	720	15.36	704.64	97.87%
octubre				
noviembre				
diciembre				
Total	6552	90.94	6461.06	98.60%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3.15. Análisis de Disponibilidad del Molino de Carbón 2



Fuente: Elaboración Propia

Para el proceso de molienda de carbón 2 se dio un tiempo de ejecución de tareas de mantenimiento con una duración total de 90.94 horas lo que implicó una disponibilidad de 98.60%.

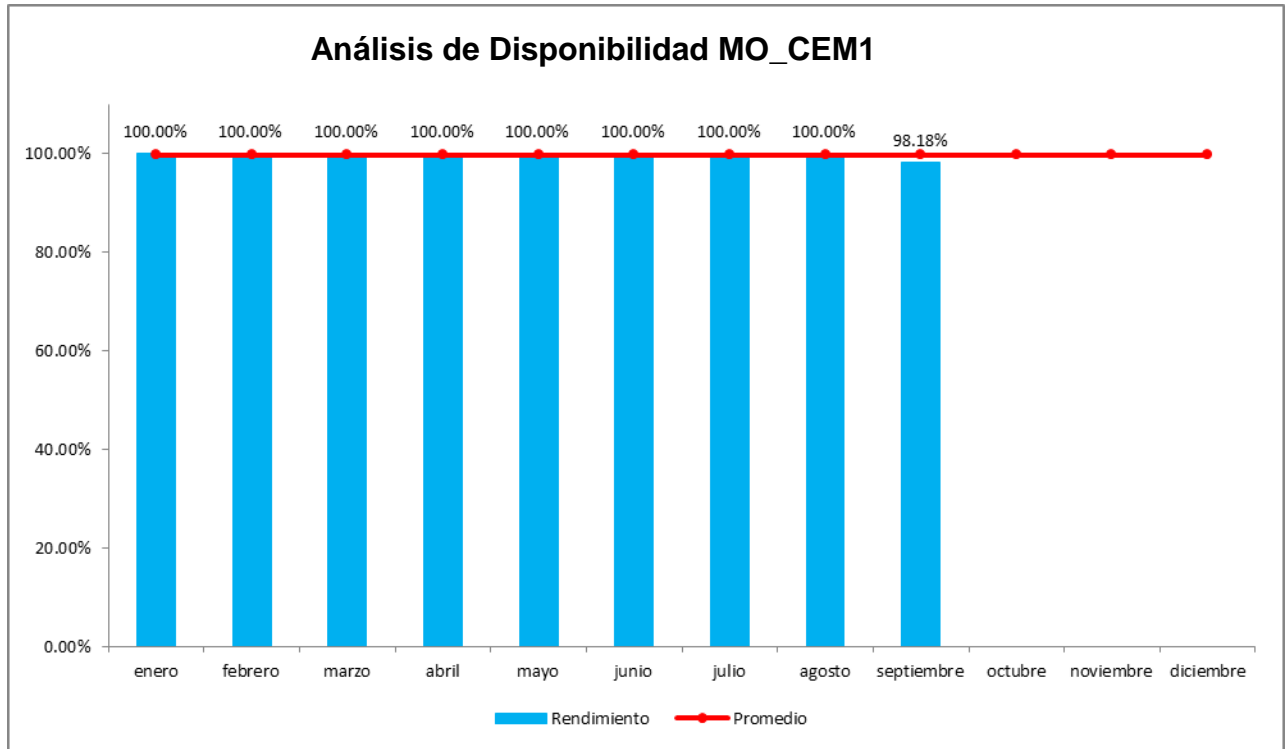
En el transcurso de este periodo se pudo encontrar fallas en las balanzas dosificadoras, bombas de lubricación, clasificador dinámico, filtro colector, motor del molino, válvulas rotativas y ventiladores para sellos del aire de molino.

Cuadro N° 3.16. Análisis de Disponibilidad del Molino de Cemento 1

Meses	Suma de Hrs. Operación	Suma de Duración de parada (Hrs)	Suma de Hrs. Reales	Análisis de Disponibilidad (Función-Tiempo)
enero	744		744.00	100.00%
febrero	672		672.00	100.00%
marzo	744		744.00	100.00%
abril	720		720.00	100.00%
mayo	744		744.00	100.00%
junio	720		720.00	100.00%
julio	744		744.00	100.00%
agosto	744		744.00	100.00%
septiembre	720	13.11	706.89	98.18%
octubre				
noviembre				
diciembre				
Total	6552	13.11	6538.89	99.80%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3.16. Análisis de Disponibilidad del Molino de Cemento 1



Fuente: Elaboración Propia

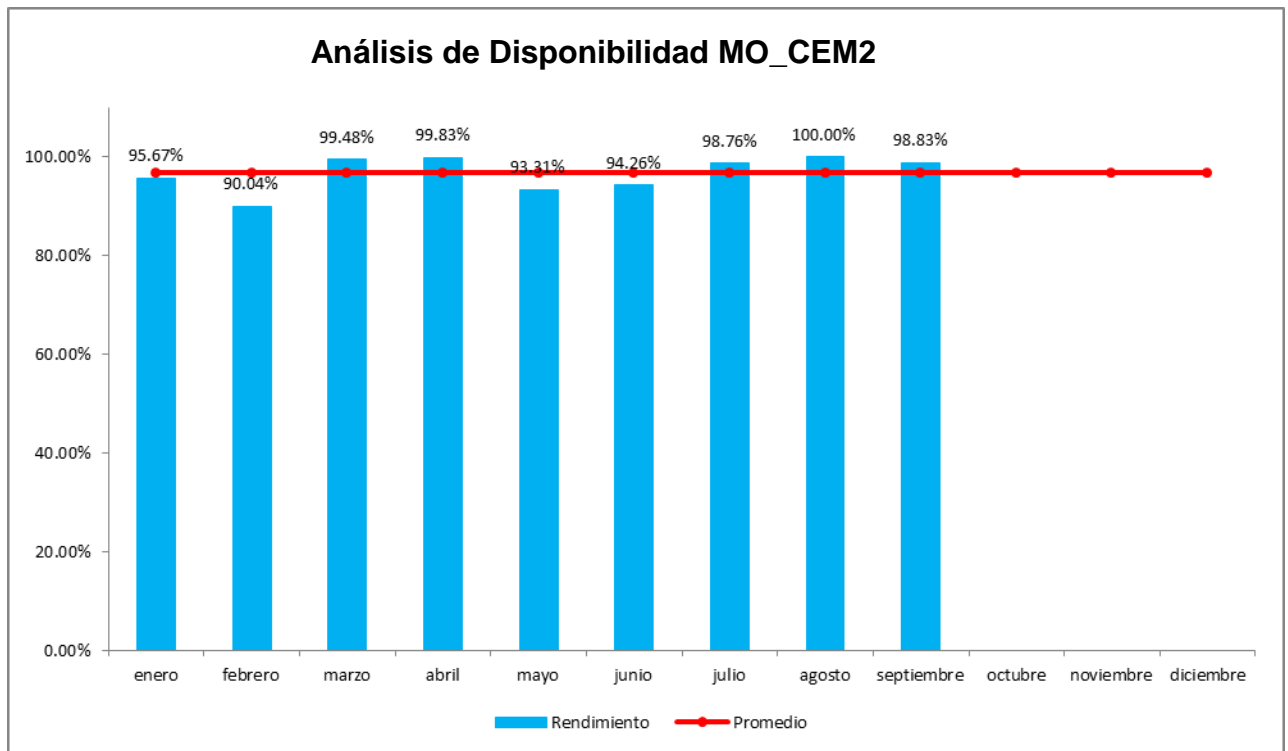
Tomando en cuenta el registro de datos de operaciones de la planta dentro del año, se observa que en el mes de setiembre se ha desarrollado un evento de parada el cual tuvo razón a un mantenimiento de emergencia en el area de molienda de cemento 1 debido al mal posicionamiento del arrancador de molino y al mal estado que presenta el disyuntor del accionamiento principal, ocasionando un tiempo de ejecución de las tareas de mantenimiento en un valor de 13.11 horas lo que implicó que la disponibilidad bajara al 98.18%.

Cuadro N° 3.17. Análisis de Disponibilidad del Molino de Cemento 2

Meses	Suma de Hrs. Operación	Suma de Duración de parada (Hrs)	Suma de Hrs. Reales	Análisis de Disponibilidad (Función-Tiempo)
enero	744	32.19	711.81	95.67%
febrero	672	66.96	605.04	90.04%
marzo	744	3.85	740.15	99.48%
abril	720	1.24	718.76	99.83%
mayo	744	49.78	694.22	93.31%
junio	720	41.34	678.66	94.26%
julio	744	9.22	734.78	98.76%
agosto	744		744.00	100.00%
septiembre	720	8.44	711.56	98.83%
octubre				
noviembre				
diciembre				
Total	6552	213.02	6338.98	96.69%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3.17. Análisis de Disponibilidad del Molino de Cemento 2



Fuente: Elaboración Propia

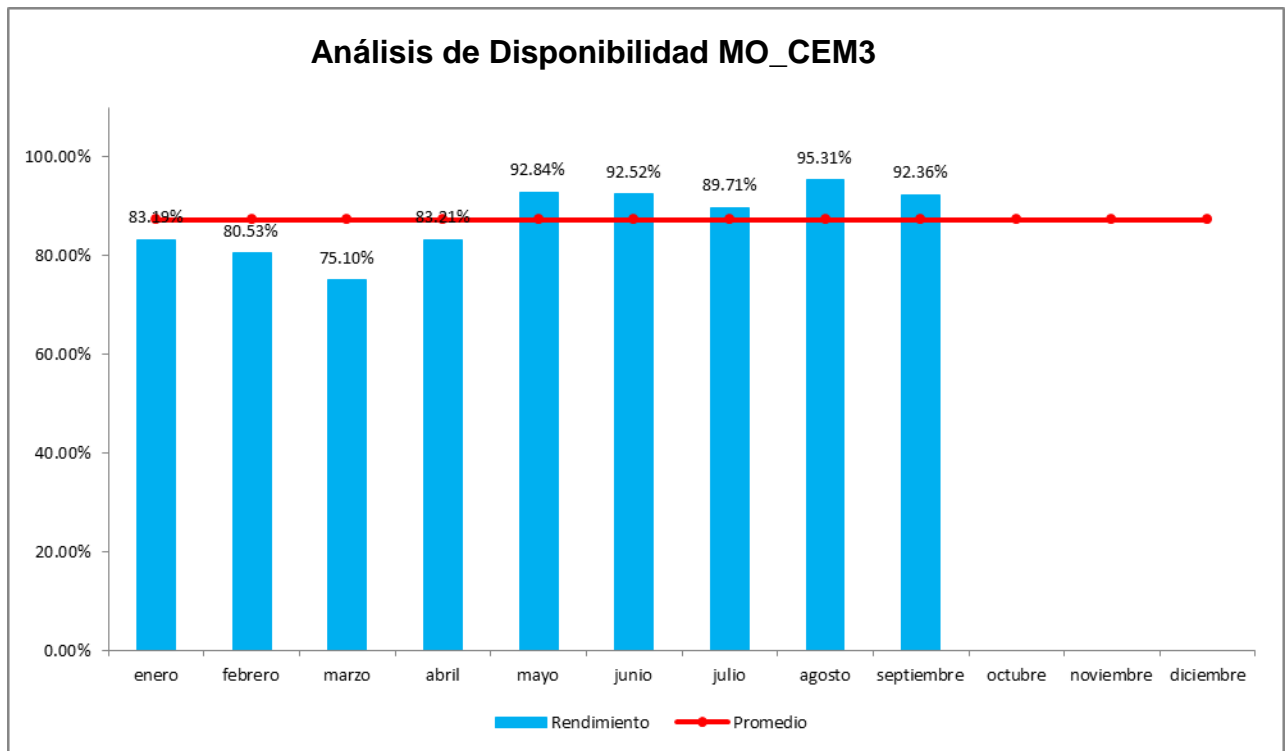
La siguiente gráfica nos indica que durante el año 2014 en el proceso de molienda de cemento 2, se realizaron actividades de mantenimiento durante todos los meses a excepción de agosto, donde se pudo tener una disponibilidad de 100.00%. Identificando las siguientes averías/anomalías, atoro de material, baja presión, descalibración de balanzas, cambio de mangas, cambio de mototambor, contactor de arrancador averiado, corto circuito, desalineamiento de fajas transportadoras, falta de aire, pernos en mal estado. Siendo los trabajos más resaltantes durante el año, se tuvo un tiempo total de reparación de 213.02 horas, lo que nos da una disponibilidad en el proceso de 96.69%.

Cuadro N° 3.18. Análisis de Disponibilidad del Molino de Cemento 3

Meses	Suma de Hrs. Operación	Suma de Duración de parada (Hrs)	Suma de Hrs. Reales	Análisis de Disponibilidad (Función-Tiempo)
enero	744	125.09	618.91	83.19%
febrero	672	130.81	541.19	80.53%
marzo	744	185.22	558.78	75.10%
abril	720	120.87	599.13	83.21%
mayo	744	53.29	690.71	92.84%
junio	720	53.86	666.14	92.52%
julio	744	76.57	667.43	89.71%
agosto	744	34.92	709.08	95.31%
septiembre	720	54.99	665.01	92.36%
octubre				
noviembre				
diciembre				
Total	6552	835.62	5716.38	87.20%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3.18. Análisis de Disponibilidad del Molino de Cemento 3



Fuente: Elaboración Propia

El análisis presenta que durante el año 2014 el proceso del Molino del Cemento 3 (Molino Loesche) presentó múltiples fallas durante todos los meses. En donde febrero y marzo fueron los meses más críticos.

En el mes de febrero se dieron constantes vibraciones elevadas, atoros de materiales en las válvulas de paso y fallas de sensores de temperatura en la parte del clasificador dinámico del molino, ocasionando un tiempo de ejecución de las tareas de mantenimiento de un valor de 130.81 horas lo que implicó que la disponibilidad bajó al 80.53%.

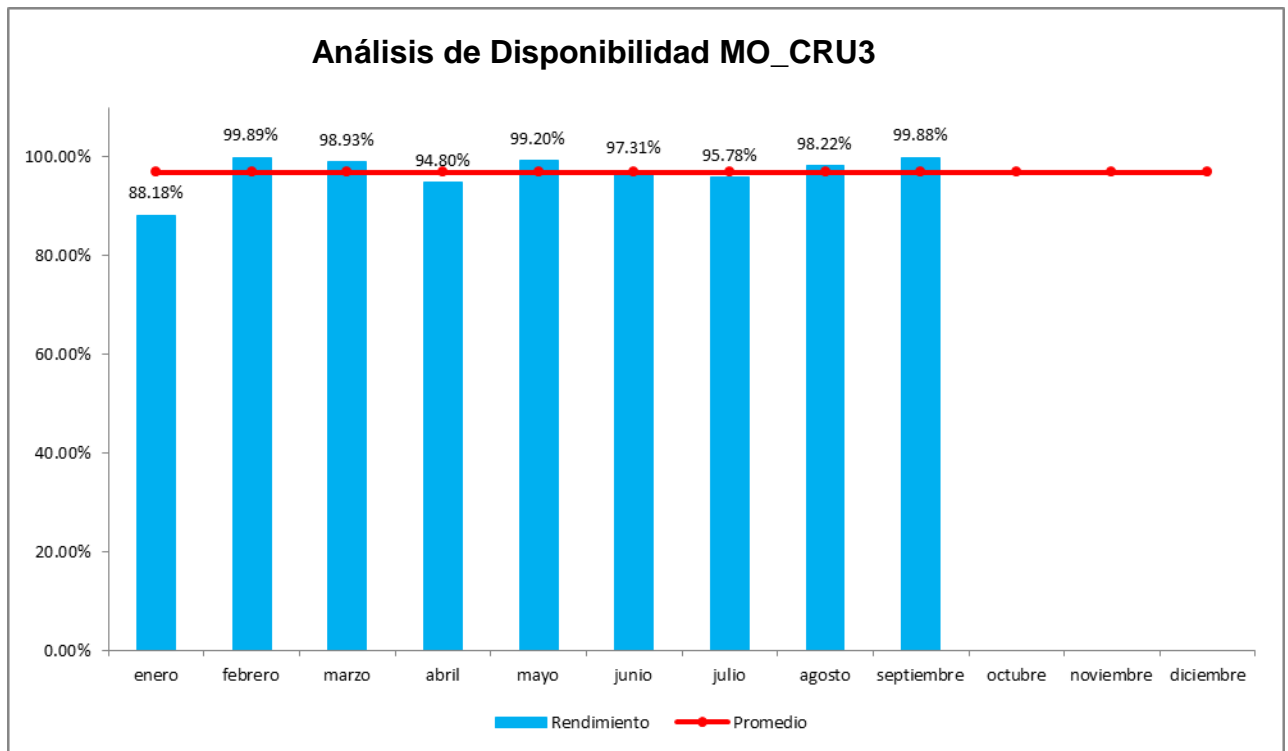
Para el siguiente mes se dio problema de falla mecánica que involucró al elevador de cangilones, ocasionando un tiempo de ejecución de las tareas de mantenimiento en un valor de 2.12 horas. Además de constantes altas vibraciones en el molino y atoro de material nuevamente en la válvula rotativa lo que implicó que la disponibilidad bajó al 75.10%.

Cuadro N° 3.19. Análisis de Disponibilidad del Molino de Crudos 3

Meses	Suma de Hrs. Operación	Suma de Duración de parada (Hrs)	Suma de Hrs. Reales	Análisis de Disponibilidad (Función-Tiempo)
enero	744	87.91	656.09	88.18%
febrero	672	0.72	671.28	99.89%
marzo	744	7.95	736.05	98.93%
abril	720	37.44	682.56	94.80%
mayo	744	5.95	738.05	99.20%
junio	720	19.36	700.64	97.31%
julio	744	31.4	712.6	95.78%
agosto	744	13.22	730.78	98.22%
septiembre	720	0.84	719.16	99.88%
octubre				
noviembre				
diciembre				
Total	6552	204.79	6347.21	96.91%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3.19. Análisis de Disponibilidad del Molino de Crudos 3



Fuente: Elaboración Propia

En el proceso de molienda de crudos 3 se muestra que el mes de enero fue el más crítico, donde se tuvo un tiempo de ejecución de tareas de mantenimiento de 87.91 horas lo cual implicó que la disponibilidad para este mes se encuentre en un 88.18%. Durante el mes se dieron los siguientes eventos:

Reposición de cortina de jebe en una faja transportadora, así como también se detectó agujeros en la misma faja.

Se dio una falla mecánica dado a las constantes fallas de rodamiento del piñón de ataque del reductor.

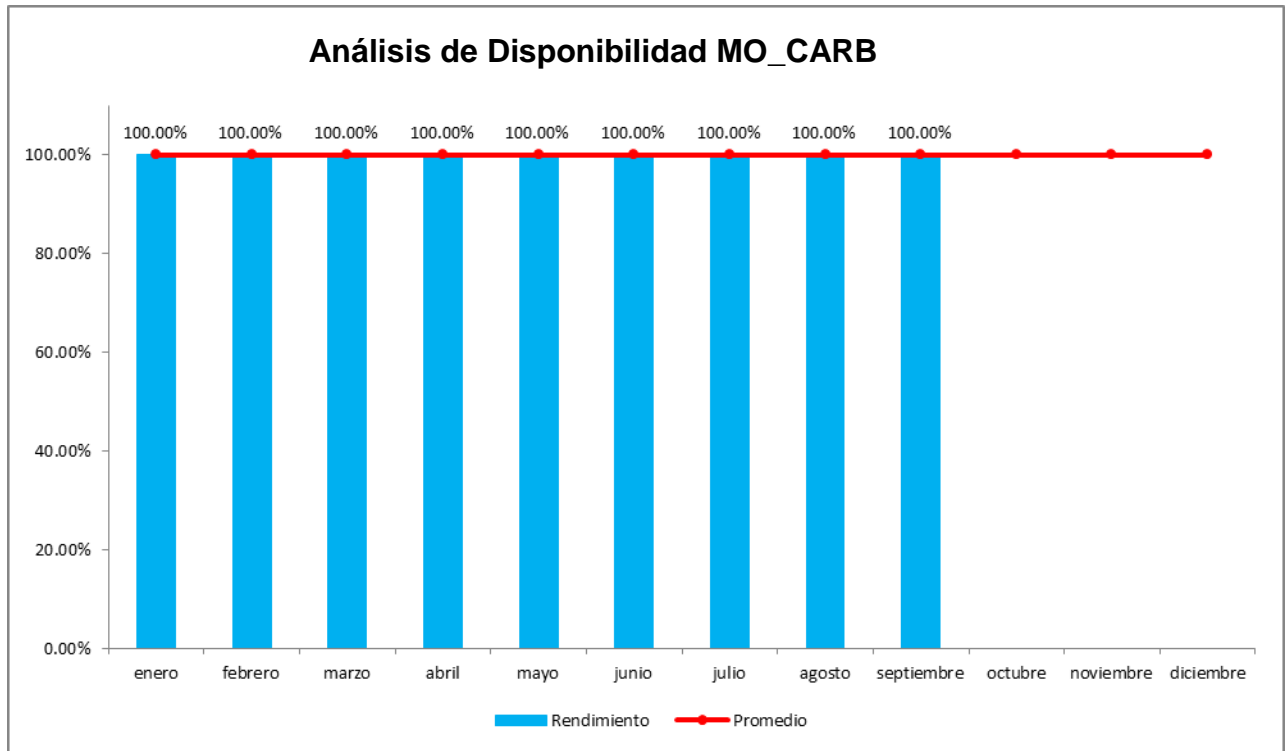
Y por último fallas electrónicas para el separador magnético y sistema de lubricación.

Cuadro N° 3.20. Análisis de Disponibilidad del Molino de Carbón

Meses	Suma de Hrs. Operación	Suma de Duración de parada (Hrs)	Suma de Hrs. Reales	Análisis de Disponibilidad (Función-Tiempo)
enero	744		744.00	100.00%
febrero	672		672.00	100.00%
marzo	744		744.00	100.00%
abril	720		720.00	100.00%
mayo	744		744.00	100.00%
junio	720		720.00	100.00%
julio	744		744.00	100.00%
agosto	744		744.00	100.00%
septiembre	720		720.00	100.00%
octubre				
noviembre				
diciembre				
Total	6552		6552.00	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°3.20. Análisis de Disponibilidad del Molino de Carbón



Fuente: Elaboración Propia

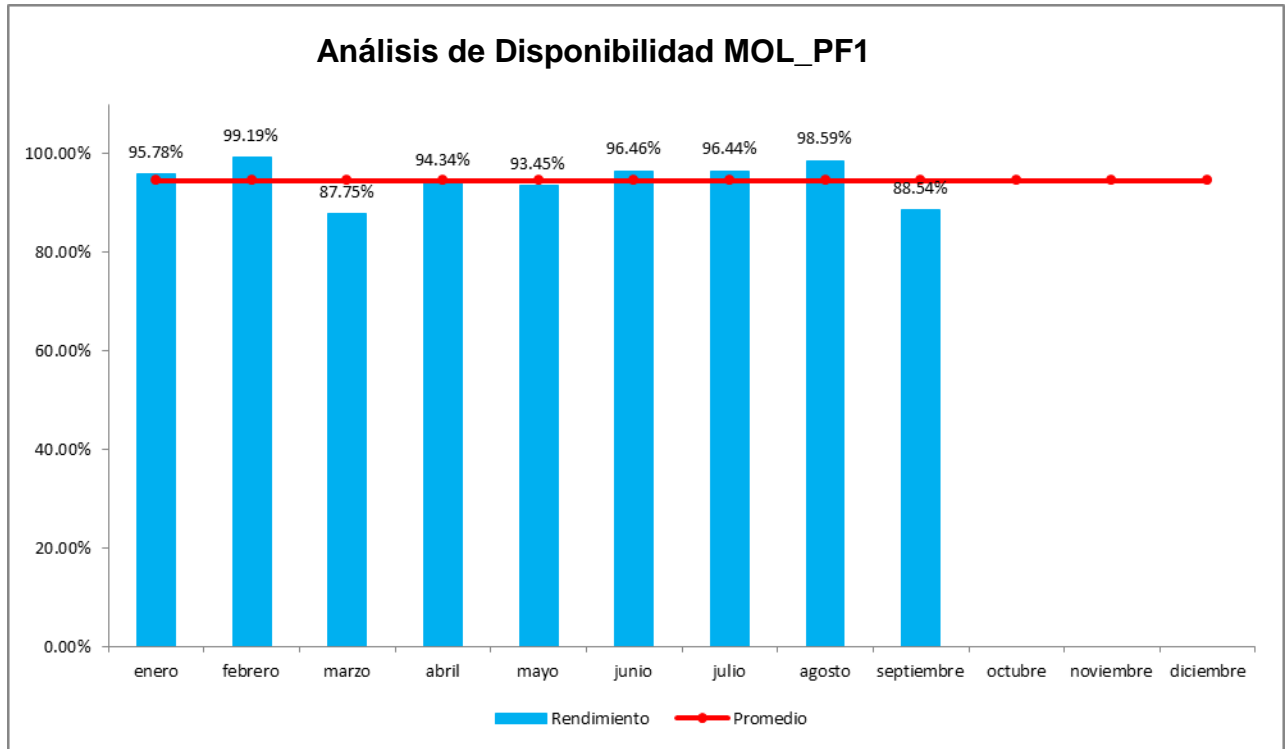
En los siguiente cuadros se muestra que aún no se ha llevado a cabo ningún tipo de reparación en el proceso de molienda de carbón, durante este periodo no se desarrolló ningún tipo de evento de parada de emergencia por parte de mantenimiento, el equipo estuvo disponible durante todas las horas planificadas, lo que generó una disponibilidad total del 100.00% en lo que va del año.

Cuadro N° 3.21. Análisis de Disponibilidad del Molino PF1

Meses	Suma de Hrs. Operación	Suma de Duración de parada (Hrs)	Suma de Hrs. Reales	Análisis de Disponibilidad (Función-Tiempo)
enero	744	31.4	712.60	95.78%
febrero	672	5.41	666.59	99.19%
marzo	744	91.12	652.88	87.75%
abril	720	40.73	679.27	94.34%
mayo	744	48.76	695.24	93.45%
junio	720	25.5	694.50	96.46%
julio	744	26.46	717.54	96.44%
agosto	744	10.47	733.53	98.59%
septiembre	720	82.51	637.49	88.54%
octubre				
noviembre				
diciembre				
Total	6552	362.36	6189.64	94.51%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°3.21. Análisis de Disponibilidad del Molino PF1



Fuente: Elaboración Propia

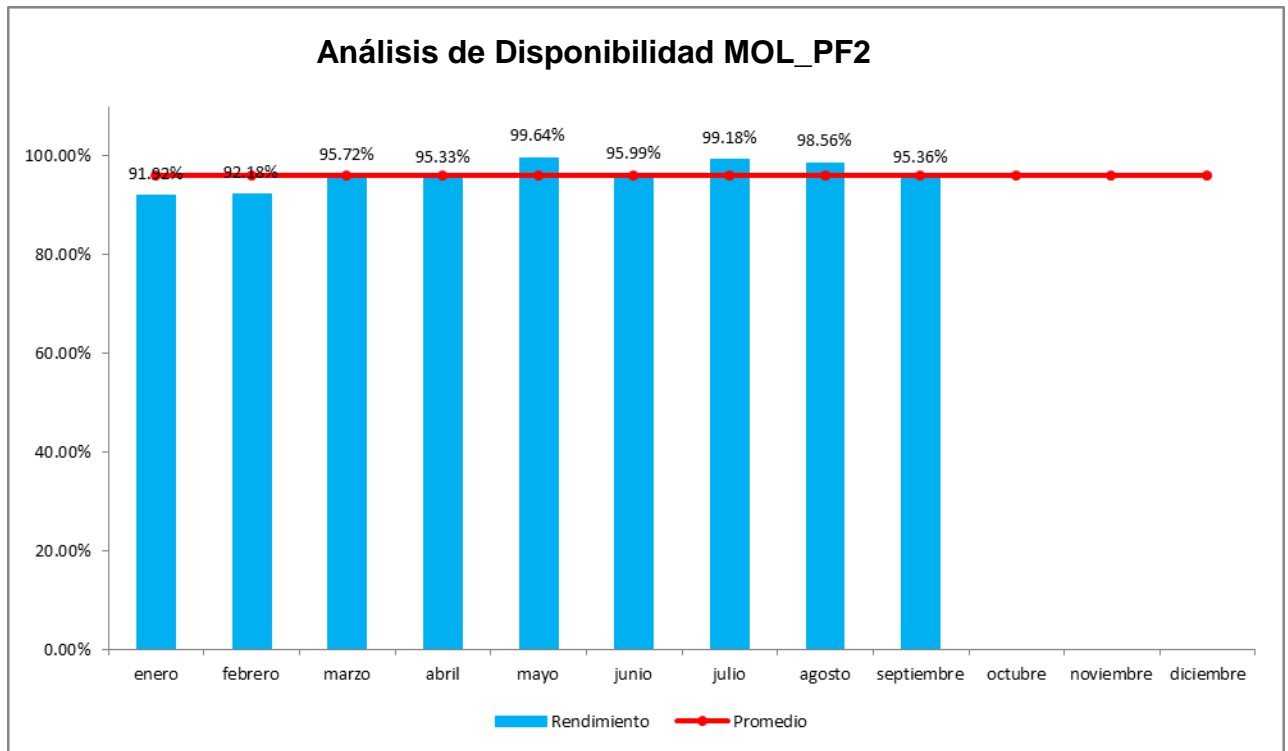
El siguiente análisis demuestra que en el mes marzo se obtuvo una disponibilidad mensual de 87.75%. El resultado de esta disponibilidad se debe a las horas utilizadas para actividades de mantenimiento de emergencia que fueron unas 91.12 horas. Dentro de las averías más resaltantes sobresalen las siguientes: Cortocircuito en el desalineamiento de las fajas transportadoras, Flujo mínimo de lubricación para el sistema de lubricación de entrada del molino y retoques a los pernos de carcasa del molino.

Cuadro N° 3.22. Análisis de Disponibilidad del Molino PF2

Meses	Suma de Hrs. Operación	Suma de Duración de parada (Hrs)	Suma de Hrs. Reales	Análisis de Disponibilidad (Función-Tiempo)
enero	744	60.09	683.91	91.92%
febrero	672	52.58	619.42	92.18%
marzo	744	31.83	712.17	95.72%
abril	720	33.62	686.38	95.33%
mayo	744	2.69	741.31	99.64%
junio	720	28.9	691.10	95.99%
julio	744	6.07	737.93	99.18%
agosto	744	10.75	733.25	98.56%
septiembre	720	33.42	686.58	95.36%
octubre				
noviembre				
diciembre				
Total	6552	259.95	6292.05	95.99%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3.22. Análisis de Disponibilidad del Molino PF2



Fuente: Elaboración Propia

Para comienzos de año se puede apreciar que en los meses de enero y febrero, fueron los periodos más críticos que se encontraron en el proceso del Molino Peng Fei 2.

En el mes de enero se dio constantes fallas eléctricas del arrancador del motor principal del molino, adicionalmente problemas en fajas transportadoras y sistemas de lubricación, lo que ocasiono un tiempo de reparación total de 60.09 horas. Para el mes de febrero se tuvo un tiempo de reparación de 52.58 horas, debido a fallas mecánicas en la parte de las canaletas, fajas transportadoras y filtro compacto de des polvorización.

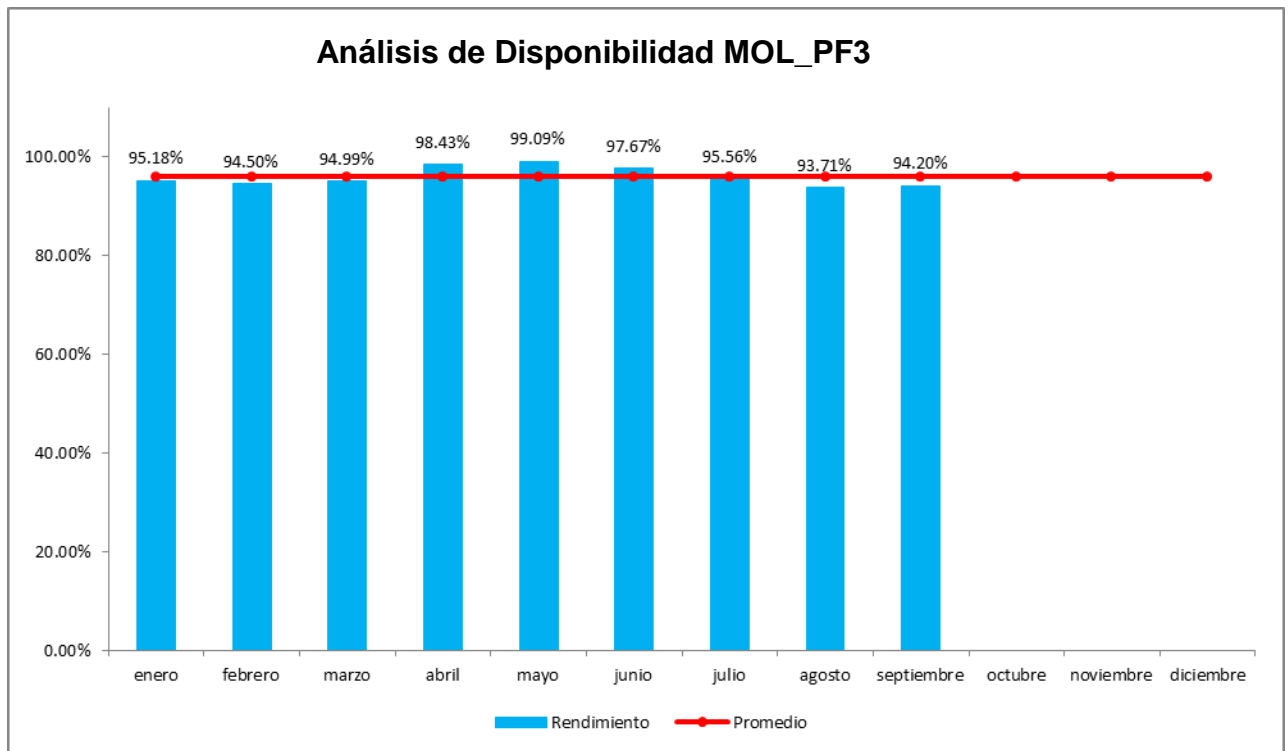
Dando como resultado acumulado una disponibilidad de 95.99%.

Cuadro N° 3.23. Análisis de Disponibilidad del Molino PF3

Meses	Suma de Hrs. Operación	Suma de Duración de parada (Hrs)	Suma de Hrs. Reales	Análisis de Disponibilidad (Función-Tiempo)
enero	744	35.84	708.16	95.18%
febrero	672	36.97	635.03	94.50%
marzo	744	37.24	706.76	94.99%
abril	720	11.31	708.69	98.43%
mayo	744	6.75	737.25	99.09%
junio	720	16.81	703.19	97.67%
julio	744	33.07	710.93	95.56%
agosto	744	46.82	697.18	93.71%
septiembre	720	41.73	678.27	94.20%
octubre				
noviembre				
diciembre				
Total	6552	266.54	6285.46	95.93%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3.23. Análisis de Disponibilidad del Molino PF3



Fuente: Elaboración Propia

En el análisis siguiente indica que se tuvo un promedio de duración de parada aproximado de 29.62 horas. Siendo los más destacados el mes de agosto y setiembre.

El mes de agosto se desarrollaron averías de fallas eléctricas producto de las balanzas dosificadoras, también problemas mecánicos causado por altas temperaturas y vibraciones como además problemas en los rodamientos de motores.

El último mes se desarrollaron eventos de parada debido a problema netamente de falla eléctrica que involucra al molino, al motor principal y al separador, ocasionando un tiempo de ejecución de las tareas de mantenimiento en un valor de 41.73 horas lo que implicó que la disponibilidad baje al 94.20%.

3.2.5. Análisis de eficiencia

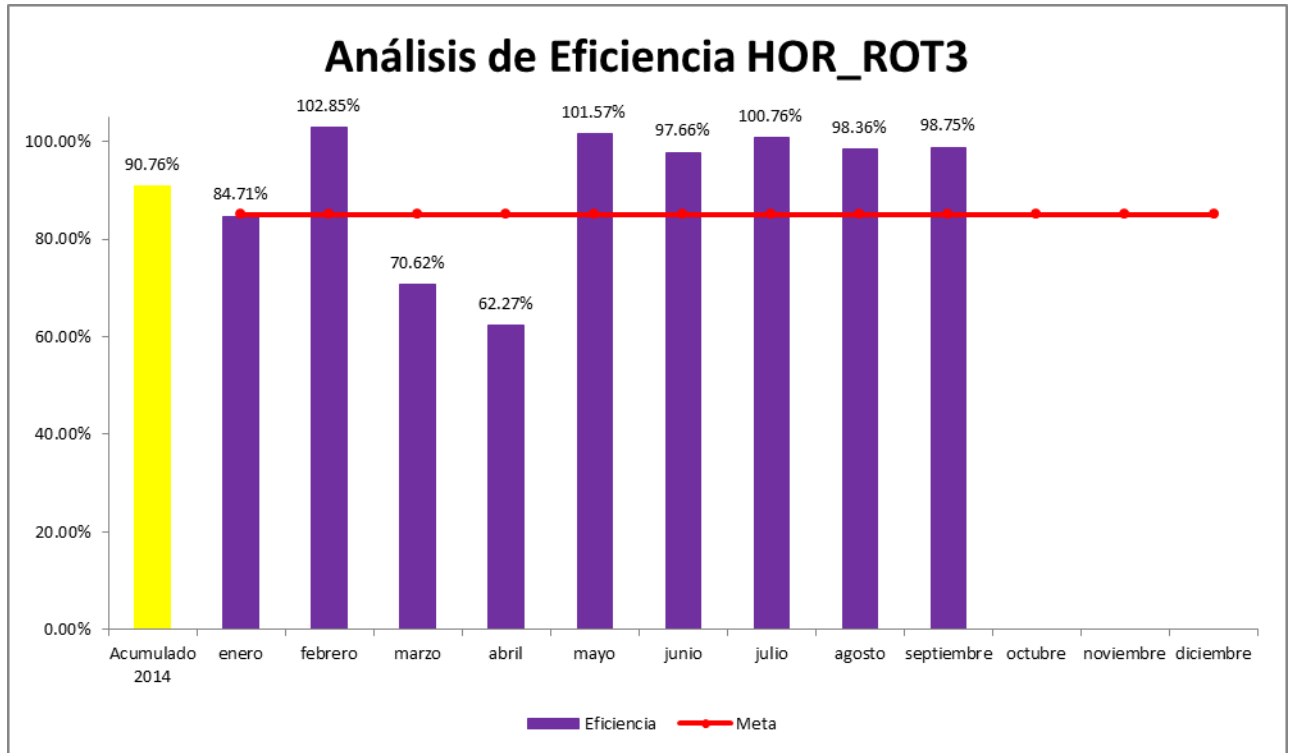
En el análisis de disponibilidad, se pudo apreciar que dentro de los procesos de la planta, gran parte de los equipos cuentan con un porcentaje de disponibilidad mayor al 95%. Sin embargo se encontraron dos procesos excluyentes al estándar, razón por la cual se decidió hacer el siguiente análisis.

Cuadro N° 3.24. Eficiencia General de los Equipos del Horno Rotativo 3

HOR_ROT3			
PERIODO	NAI	PRI	OEE
enero	84.33%	100.44%	84.71%
febrero	99.93%	102.92%	102.85%
marzo	72.67%	97.18%	70.62%
abril	65.10%	95.64%	62.27%
mayo	98.82%	102.78%	101.57%
junio	98.10%	99.55%	97.66%
julio	99.01%	101.78%	100.76%
agosto	96.57%	101.86%	98.36%
septiembre	99.94%	98.81%	98.75%
octubre			
noviembre			
diciembre			
PROMEDIO	90.42%	100.37%	90.76%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3.24. Eficiencia General de los Equipos del Horno Rotativo 3



Fuente: Elaboración Propia

La siguiente gráfica representa el indicador OEE (Eficiencia General de los Equipos) en el proceso del Horno 3, este indicador nos permite medir la competitividad de la industria y compararse con las demás industrias.

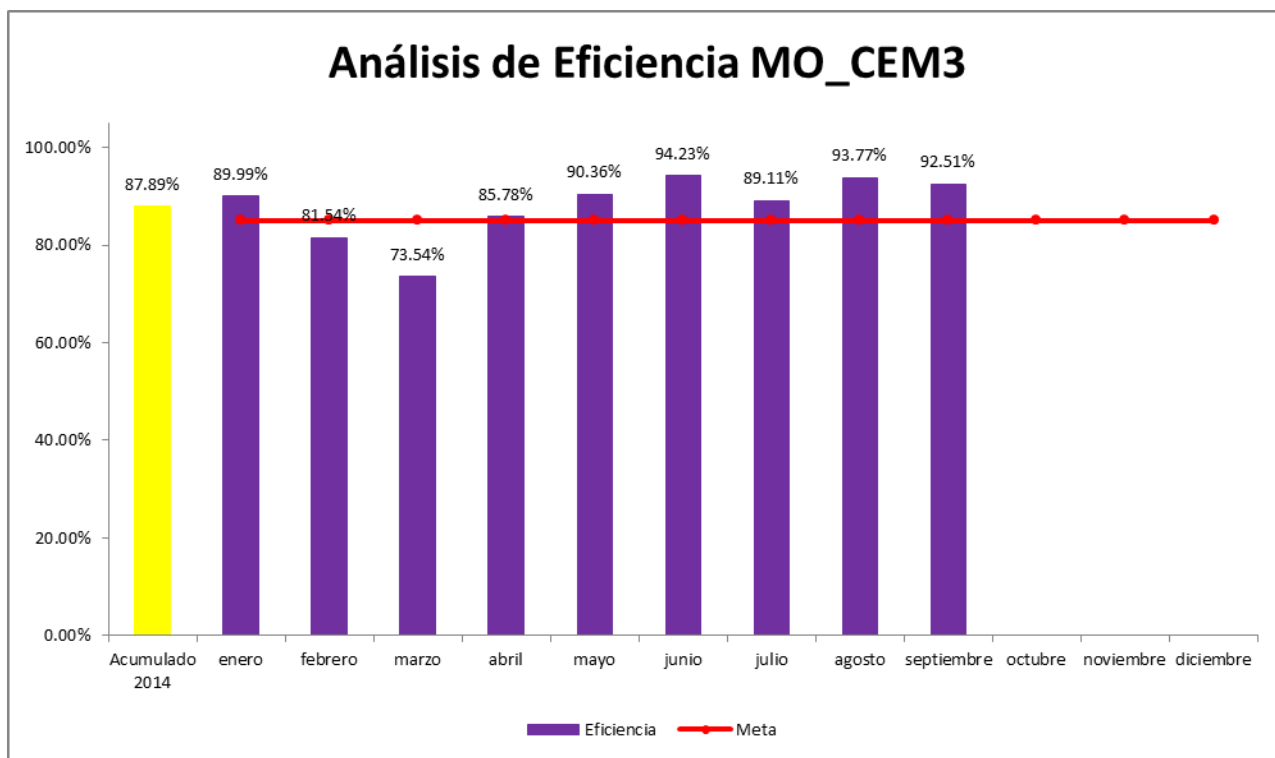
En la actualidad disponemos de un OEE de 90.76%, lo que se considera como un indicador de buena competitividad, entrando en Valores World Class. El poder lograr un OEE mayor al 95% indicador que disponemos de una excelente competitividad en Valores World Class.

Cuadro N° 3.25. Eficiencia General de los Equipos del Molino de Cemento 3

MO_CEM3			
PERIODO	NAI	PRI	OEE
enero	87.83%	102.45%	89.99%
febrero	81.17%	100.46%	81.54%
marzo	75.10%	97.92%	73.54%
abril	86.86%	98.75%	85.78%
mayo	93.59%	96.55%	90.36%
junio	95.21%	98.96%	94.23%
julio	89.85%	99.18%	89.11%
agosto	95.31%	98.39%	93.77%
septiembre	92.39%	100.14%	92.51%
octubre			
noviembre			
diciembre			
PROMEDIO	88.64%	99.16%	87.89%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°3.25. Eficiencia General de los Equipos del Molino de Cemento 3



Fuente: Elaboración Propia

El OEE del proceso de molienda de cemento nos da como valor promedio anual a la fecha de 87.89%. Teniendo un calificativo bueno por parámetros de Valores World Class, sin embargo si llegamos a reducir a un valor por debajo del 85% y mayor al 75% será solamente aceptable y la empresa tendrá que superar ese indicador con la finalidad de avanzar hacia la World Class, ya que este indicador representara pérdidas económicas y competitividad ligeramente baja.

3.2.6. Actividades de mantenimiento

Realizando el análisis de indicadores del área de mantenimiento, se pudo llegar a la conclusión que el Molino de Cemento 3 (Molino Loesche), ha sido el proceso más crítico dentro de la planta.

Por esa razón se propuso a realizar un análisis más profundo de dicho proceso.

Cuadro N° 3.26. Actividades del Molino Loesche

SEMANA	ACTIVIDADES
2	Cambio de alabes fijos (cubos ejes) Cambio elemento flexible en acople de reductor clasificador Isks85 Autotuning clasificador. rev de configuración de vfd Cambio de platinas en forros master Rev de scrappers
4	Paro programado 18 hrs Cambio de alabes fijos (cubos ejes) Relleno de nitrógenos en acumuladores Revestimiento epoxico en cono de gruesos Mantenimiento clasificador
6	Paro overhaul de molino x 4.5 días Cambio de llanta master 1 Mant general a clasificador-cambio paletas fijas soportes Cambio de válvula rotativa de alimentación , compuerta de 2 vías Se contempla 4 días de paro
9	Paro x 12 hrs elevador 2014 Revisión de dist mesa rodillos Rev de elevadores 2014 2121 Rev de compuerta 2108
10	Transporte de componentes para rep gral de sem 11
11	Paro programado para 6 días Cambio de cilindro hidráulico 2 und -prodise

	<p>Cambio general de segmentos de mesa , anillos dan ring, luvre ring y armour ring - prodise</p> <p>Cambio de polea motriz faja 2103. mec planta mtto a motoreductores acc. de fajas 2007 y 2011</p> <p>Reparación de junta de expansión salida de molino. Comaimpro</p>
13	<p>Torqueo de pernos de dam ring</p> <p>Paro programado a 7.00- 21.00hrs</p> <p>Soldeo con citudur de anillo de fijación de mesa</p> <p>Cambio de alabes fijos (cubos ejes)</p> <p>Cambio de alabes móviles</p> <p>Cambio de plancha de chute I3-2007 / reparación de polín tensor</p>
15	<p>Servicio: revisión del estado, reparación y/o reprogramación de equipos de aplicación de hardfaci</p>
16	<p>Relleno de mesa se iniciaría domingo 20 a partir de las 14.00hrs</p>
17	<p>Relleno de mesa</p> <p>Relleno de rodillo master #1 y #2</p> <p>Revisión equipos aire acondicionado</p> <p>Parchado de ductos de succión de los filtros (I3-2017- I3-2123 - I3-2374)</p>
19	<p>Paro programado por 14 hrs. cemento-cemento a partir de las 8.00am</p> <p>Parchar agujeros de la carcasa de elevador 2014</p> <p>Rev de elevadores 2014 2121</p> <p>Rev de compuerta 2108 (hermetizar correctamente - maestranza)</p> <p>Optiprosos - trabajo de modificar filtro 2212-uso de grúa de 70 ton</p> <p>Rev. de avisos de los inspectores Loesche</p>
21	<p>Paro programado por 14 hrs. cemento-cemento a partir de las 8.00am</p> <p>Parchar agujeros de la carcasa de elevador 2014</p> <p>Rev de elevadores 2014 2121</p> <p>Rev de compuerta 2108 (hermetizar correctamente - maestranza)</p> <p>Optiprosos - trabajo de modificar filtro 2212-uso de grúa de 70 ton</p> <p>Rev. de avisos de los inspectores loesche</p>

<p>23</p>	<p>Reforzamiento de forros de rodillos master Continuar con mto de clasificador - cambio de ejes fijos y cubos Revisar empalme de elevador 2215 Revisión elevadores 2014 y 2121</p>
<p>24</p>	<p>Cambio de banda separador magnético Rectificado/relleno de eje contrapeso 2121 Revisar empalme de banda 2215 Revisar empalme de banda 2245</p>
<p>25</p>	<p>Loesche para a las 14.00hrs y se entrega a las 23.00hrs Para en hora punta , limpieza toberas , rev general elevadores y clasificador (cambio alabes fijos) Mantenimiento elevador I3-2014 (cambio de platinas guía del contrapeso) Cambio de balanza de clinker, cambio de protectores de tuercas en rodillos master</p>
<p>27</p>	<p>Parada de molino 07:00am Cambio de tobera de agua (lado rodillo master #1) Cambio de forro rodillo master #2 Cambio de alabes móviles Mantenimiento alfa laval Cambio de banda separador magnético</p>
<p>29</p>	<p>Parada de molino 07:00am x 14 hrs (cemento-cemento) Mantenimiento de secador de compresor 2137-4 Cambio de forro rodillo esclavo #1 Cambio de segmentos de contrapeso 2014 Mantenimiento soporte de vigas - clasificador recubrimiento del cono</p>
<p>31</p>	<p>Parada de molino 07:00am x 14 hrs (cemento-cemento) Recubrimiento del cono Continuar con mto de clasificador - cambio de Ejes fijos y cubos Cambio de polin tensor de faja I3-2007 Reforzar empalme de banda (separador magnetico I3-2105) Seguir con el mantenimiento del elevador I3-2014</p>

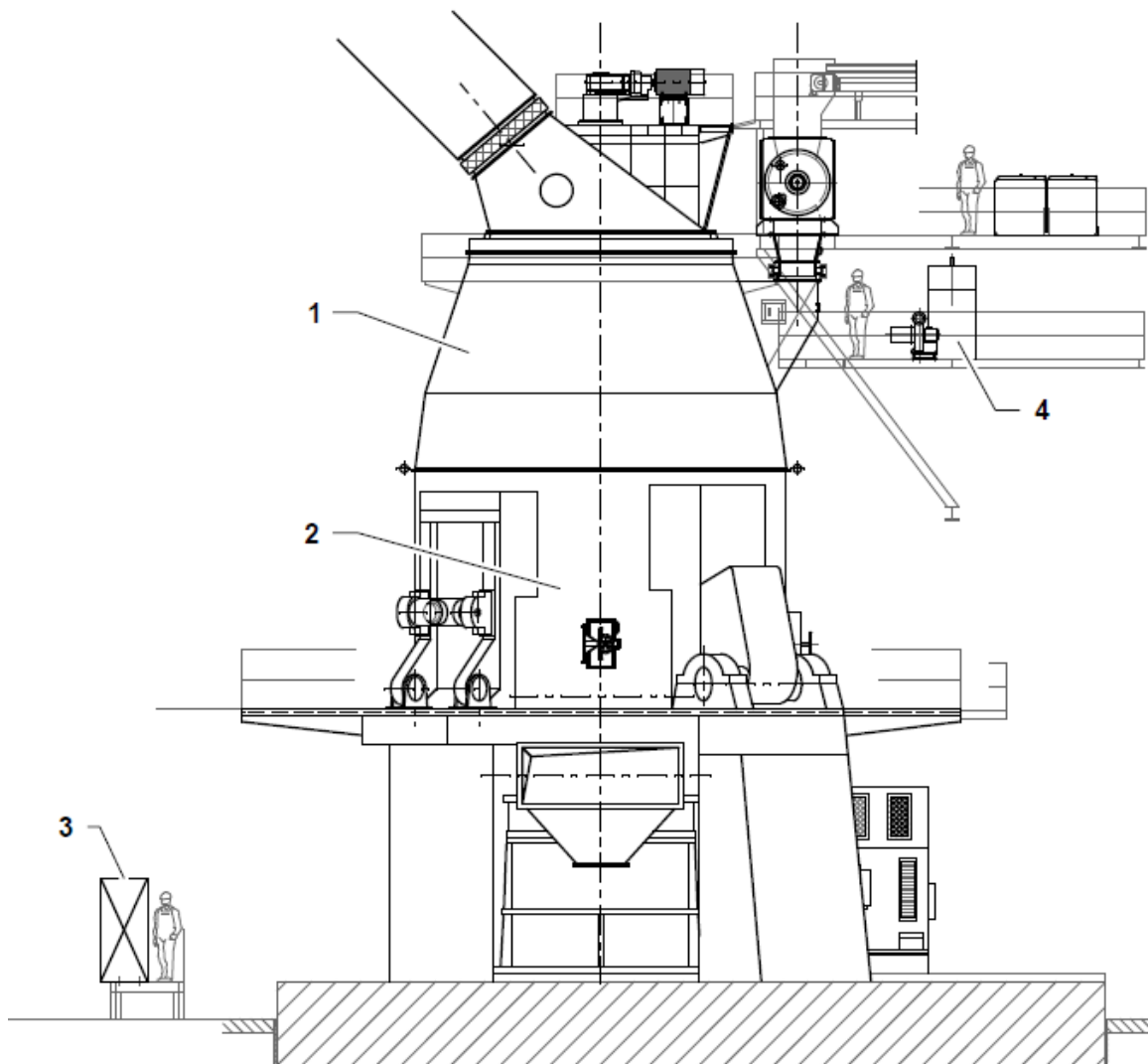
<p>33</p>	<p>Parada de molino hora punta 17:00 x 22:00 hrs (cemento-cemento) Continuar con mto de clasificador - soporte de vigas Cambio de mangas de filtro principal azursa Reparación parcial faja de elevador 2260 aqp service Instalación de ducto aire acondicionado 2126 tecnicold</p>
<p>34</p>	<p>Empezar con el montaje de la ducteria en el edificio de tolvas loesche (control de polución) Paro prog a las 6.am x 12 hrs Seguir con el mantenimiento del elevador I3-2014 Reparación de emplame de banda de elevador I3-2260/aqp service Reforzado de copas/recubrimiento de cono Cambio de platina de anillo de alta eficiencia Revisión de scraper</p>
<p>36</p>	<p>Parada de molino 07:00am x 14 hrs (cemento-cemento) Cambio parcial de armour ring (evaluar costo) Cambio de copas Continuar con el montaje de la ducteria en el edificio de tolvas loesche (control de polución) Seguir con el mantenimiento del elevador I3-2014 Seguimiento estado de empalme de banda de elevador I3-2260/aqp service Continuar con cambio de mangas de filtro principal Recubrimiento de cono</p>
<p>38</p>	<p>Parada de molino 07:00am x 14 hrs (cemento-cemento) Cambio de copas Mantenimiento soporte de vigas del clasificador Seguir con el mantenimiento del elevador I3-2014 Reforzar empalme de balanza dosificadora de puzolana (I3-2102-2) Cambio de lona en canaleta I3-2268</p>
<p>41</p>	<p>Parada de molino 07:00am x 14 hrs (cemento-cemento) Cambio de tobera de agua Mantenimiento cubos y pines del clasificador Cambio de banda de balanza 2110</p>

	<p>Cambio de polines de retorno (fajas transport. I3-2011, I3-2013)</p> <p>Mtto de todos los soportes (extremos) de las 4 vigas cuadradas ya que presentan desgaste elevado</p> <p>Relleno de nitrógeno en acumuladores</p>
43	<p>Parada de molino 07:00am x 14 hrs (cemento-cemento)</p> <p>Seguir con el mantenimiento del elevador I3-2014</p> <p>Cambio de reten en reductor del clasificador</p> <p>Montaje de la ducteria en el edificio de tolvas loesche (control de polución)</p> <p>Cambio de las fundas de cuero de los esclavos estos se encuentra presentando deterioro por desgaste</p> <p>Cambio de sello de alta eficiencia</p> <p>Modificación de chute de descarga de la faja 2032 a la 2013 (instalación de deflectores)</p> <p>Aire falso en filtro reparar</p> <p>Cambio de jebe limpiador en v, instalación de polín autoalineante I3-2107</p> <p>Modificación estructura de faja 2007, debido a rozamiento con faja transportadora</p> <p>Reforzar placas del louve ring</p>
45	<p>Parada de molino 07:00am x 14 hrs (cemento-cemento)</p> <p>Seguir con el mantenimiento del elevador I3-2014</p> <p>Limpieza de toberas de agua</p> <p>Cambio de limpiador de faja retorno(jebe) - I3-2102-1</p> <p>Cambio de limpiador de faja retorno(jebe) - I3-2102-2</p> <p>Reforzar empalme de faja transportadora de rechazos molino (I3-2120)</p> <p>P1-mantenimiento accionamiento auxiliar elevador (I3-2245)</p> <p>Recubrimiento de cono de ingreso al molino</p> <p>Refuerzo de unión de forros de rodillos esclavos/master</p>

Fuente: La Empresa

a. Descripción del Molino Loesche

Grafico N° 3.26. Molino Vertical de Rodillos LOESCHE

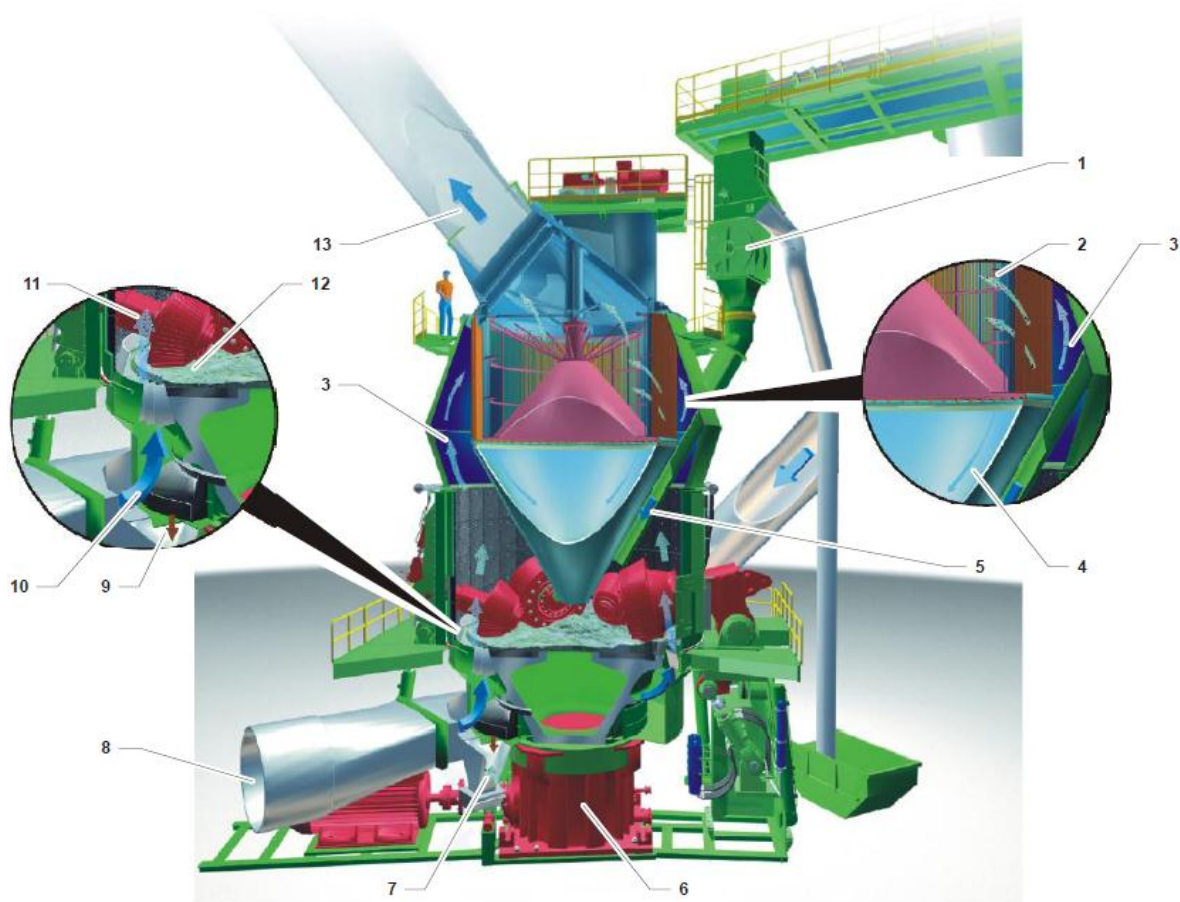


Fuente: La Empresa

Leyenda

1. Separador
2. Molino LOESCHE
3. Armario hidráulico HSMS, HSLM
4. Armario hidráulico HSSW
5. Dispositivo de volteo (sin imagen)

Gráfico N° 3.27. Flujo del material a moler por el molino



Fuente: La Empresa

Leyenda

1. Entrada del material de molienda mediante esclusa de aire
2. Separación del material en el separador
3. El gas caliente lleva el material hacia el separador
4. Material rechazado por el separador
5. El material de molienda cae por la resbaladera en el centro del plato
6. El accionamiento LM impulsa el plato
7. Material rechazado
8. Entrada de gas caliente
9. Los escariadores empujan el material de rechazo en el embudo de rechazos
10. El gas caliente circula por la corona de álabes

11. El material es atrapado por la corriente de gas caliente
12. Los rodillos muelen el material
13. Salida de producto acabado

El molino vertical de rodillos LOESCHE para la molienda de clinker/escoria está compuesto básicamente por

- La esclusa de material de alimentación;
- El molino;
- El separador;
- Los reductores del molino con acoplamiento y motor de accionamiento;
- Armarios hidráulicos y de lubricación para los rodillos.

Las máquinas individuales están agrupadas en una unidad funcional "molino vertical de rodillos" y conectadas entre sí mediante tuberías.

El material a moler se echa por una esclusa de aire a la resbaladera de alimentación en el separador. La fuerza de la gravedad lleva el material al plato y dicho plato se pone en rotación por medio de un motor eléctrico y el engranaje del molino. La fuerza centrífuga que actúa en el plato transporta el material a moler a los rodillos. La trituración del material a moler se lleva a cabo entre el rodillo Master correspondiente y la vía de molienda mediante presión y fricción bajo el efecto del sistema hidro-neumático de los rodillos. El rodillo Master tiene un rodillo Support precedente para la preparación del lecho de molienda. El material de molienda triturado es expulsado mediante el borde del plato en la zona de la corona de álabes. Allí es atrapado por la corriente de aire, que es aspirada por el molino y el separador para el transporte y separación del material de molienda.

Ya en la unidad final, el molino de cemento LOESCHE deja el material triturado junto con la corriente de aire

mediante unos manguitos de salida en el separador. Los trozos grandes de material son rechazados por el separador y se vuelven a reenviar por medio de un cono guía del plato para ser triturados de nuevo. La arena que ni es atrapada por los rodillos para su trituración, ni tampoco llega al plato con ayuda de la corriente de aire, cae por la corona de álabes en el canal circular que encierra el plato y es llevada desde allí por medio de un embudo de rechazos al sistema de manipulación de rechazos externo.



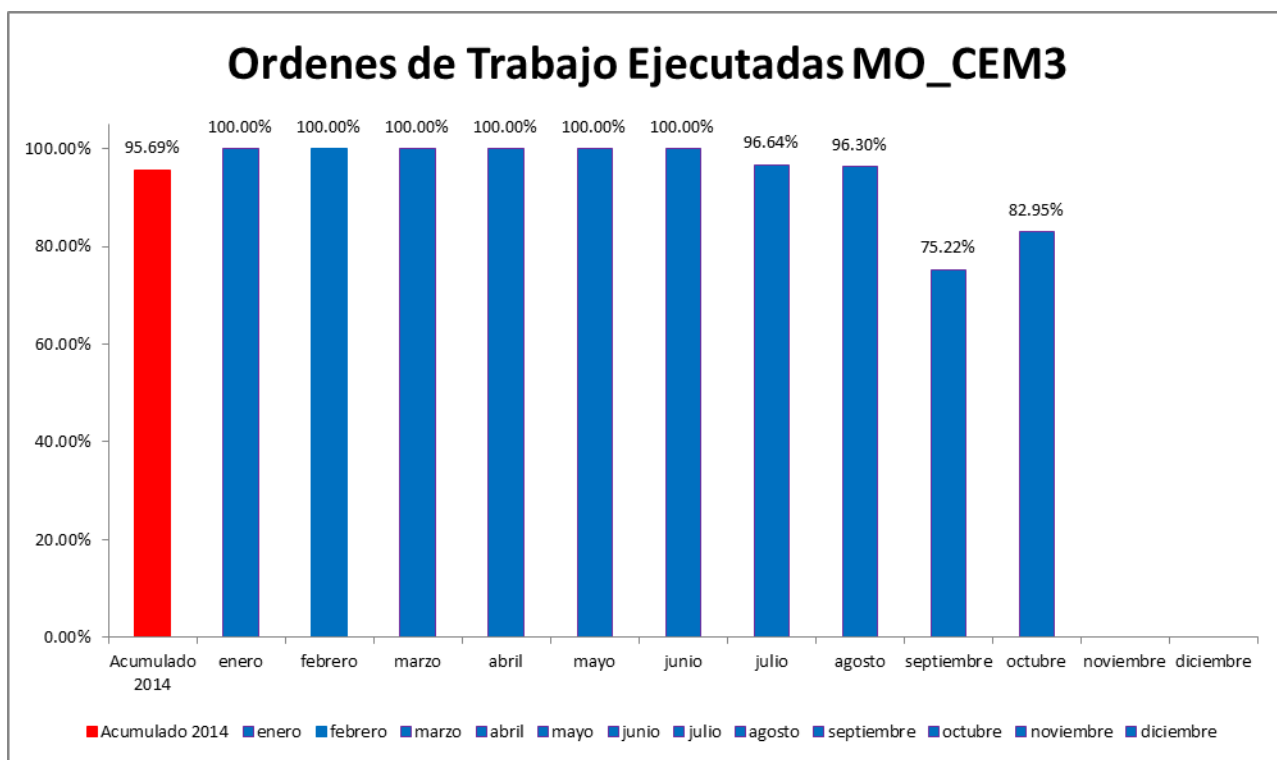
3.2.7. Cumplimiento de trabajo

Cuadro N° 3.27. Ordenes de Trabajo Ejecutadas del Molino de Cemento 3

Meses	Horas Planificadas	Trabajos Realizados (Hrs)	Cumplimiento de Trabajo
Enero	315.6	315.6	100.00%
Febrero	943.8	943.8	100.00%
Marzo	888.65	888.65	100.00%
Abril	946	946	100.00%
Mayo	1602.7	1602.7	100.00%
Junio	444.5	444.5	100.00%
Julio	1060.8	1025.2	96.64%
Agosto	656.6	632.3	96.30%
septiembre	910.9	685.2	75.22%
Octubre	328.4	272.4	82.95%
noviembre			
diciembre			
Total	8105.95	7756.35	95.69%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3.28. Ordenes de Trabajo Ejecutadas del Molino de Cemento 3



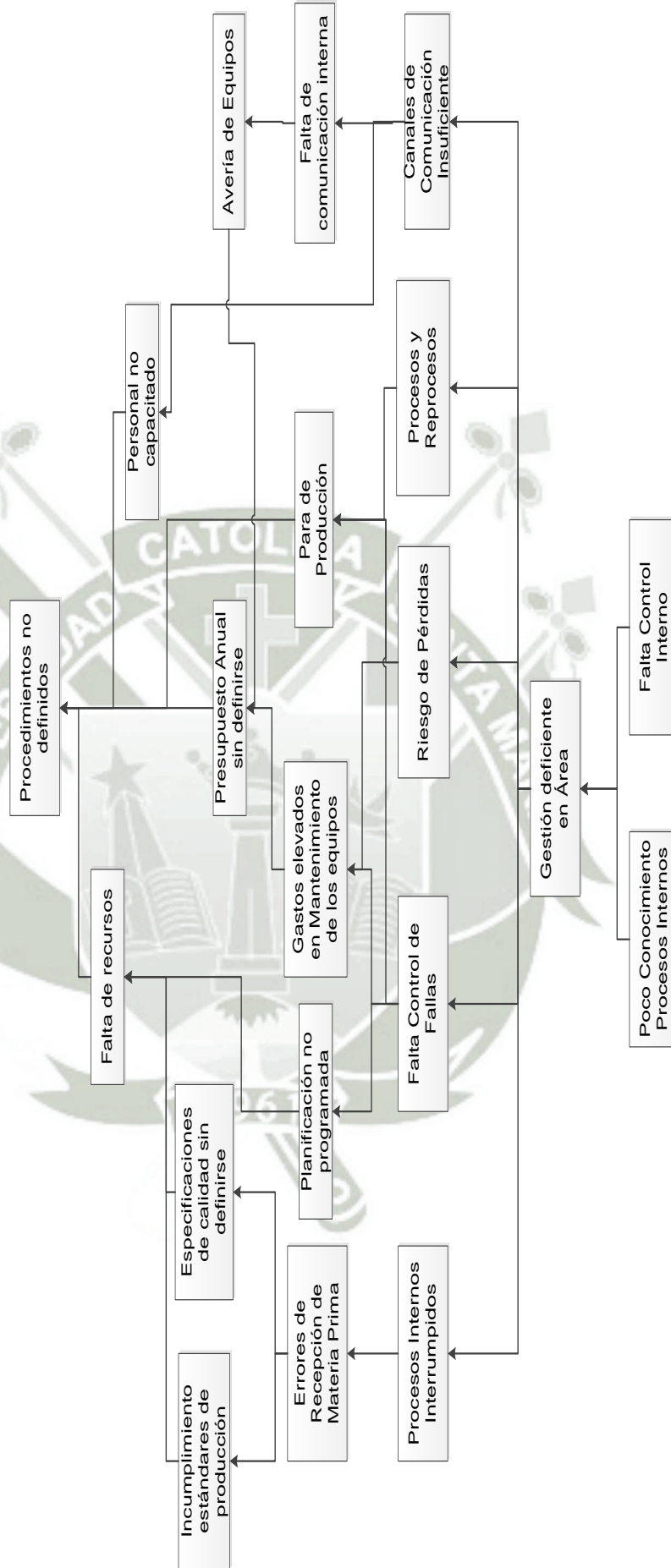
Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis representa el cumplimiento de trabajos realizados en función a los trabajos planificados, se puede apreciar que el cumplimiento de órdenes de trabajos en los últimos 4 meses (julio, agosto, setiembre y octubre) se tienen trabajos pendientes y que a la fecha no han sido realizados, dándonos como un resultado final de 95.69% de cumplimiento de órdenes de trabajo por parte del área de mantenimiento.

3.3. Metodología de Selección de factores críticos

3.3.1. Árbol de Problemas

Gráfico N° 3.29. Árbol de Problemas



Fuente: Elaboración Propia

Con esta técnica se ha podido describir el problema central del área de mantenimiento que tiene contacto directo con la planta donde el equipo de mayor incidencia identificado en el capítulo anterior (Molino Loesche), tomando como base las causas posibles y obteniendo al mismo tiempo las consecuencias de la forma en la que se lleva la gestión del mantenimiento. El tronco del árbol es el problema central, las raíces son las causas y la copa los efectos. La lógica implica que los principales problema se encuentran directamente relacionados con la gestión del mantenimiento en la planta, lo que incide sobre la reducción del rendimiento del equipo evaluado.

Gráfico N° 3.30. Diagrama de Afinidad

Producción	Gestión Interna	Manejo de Información	Procesos
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Incumplimiento a los estándares de producción</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Especificaciones de calidad sin definirse</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Errores de Recepción de Materia Prima</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Procesos Internos Interrumpidos</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Procedimientos no definidos</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Falta de recursos</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Procesos y Reprocesos</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Para de Producción</div>
Capital Humano	Mantenimiento de Equipos	Planificación	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Personal no capacitado</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Canales de Comunicación Insuficiente</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Riesgo de pérdidas</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Gastos elevados en Mantenimiento de los equipos</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Avería de Equipos</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Falta de control de fallas</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Planificación no programada</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Falta de comunicación Interna</div>	

Fuente: Elaboración Propia

A través de este diagrama se han categorizado los problemas, o efectos encontrados en el área de mantenimiento según la afinidad que presentan. Estos se han dividido en siete pequeños grupos, donde podemos observar lo siguiente:

El aspecto principal a evaluar dentro del grupo producción son las especificaciones de calidad que nos van a permitir tener un estándar en la elaboración del producto.

En la gestión interna tenemos los procesos internos interrumpido, lo que no nos asegura un adecuado rendimiento de la producción.

En el manejo de información los procedimientos no definidos van a ocasionar que se lleve una falta de control interno provocando riesgos de producción.

Como resultado del proceso productivo ineficiente se contempla la existencia de procesos y reprocesos.

El principal problema del Capital humano es que éste no tenga mejores condiciones de entrenamiento, lo que ocasiona mayor riesgo de de pérdida en las operaciones de mantenimiento.

Se incurre en gastos elevados en el mantenimiento de los equipos porque no se tiene elaborado un programa de mantenimiento, sólo se realiza un trabajo correctivo lo que aumenta la probabilidad de fallas de los mismos.

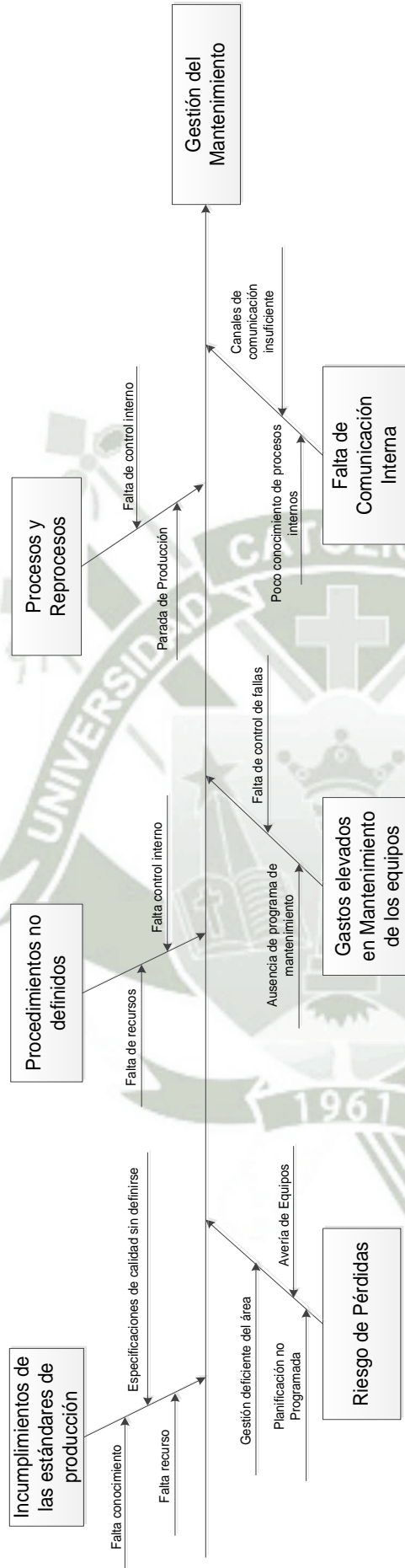
La falta de comunicación interna puede deberse a que el mismo trabajador no se siente a gusto o está insatisfecho dentro del área de mantenimiento; esto puede provocar averías durante el proceso de mantenimiento a los equipos.

A través de esta técnica podemos ver la relación que tienen todos los problemas que se han identificado en la empresa con el problema central y la relación que existe entre ellos, por ejemplo si el personal no es capacitado va a estar insatisfecho con lo que la empresa le ofrece, esto se da principalmente por la gestión del área.



3.3.3. Ishikawa

Gráfico N° 3.32. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia

Con el diagrama de Causa y Efecto o Ishikawa se ha identificado todas las posibles causas del problema de mantenimiento. Así podemos observar que no se lleva el control de la producción porque los trabajadores no saben cómo hacerlo, porque no hay especificaciones de calidad definidas o porque simplemente no hay registros.

3.3.4. Matriz semicuantitativa

Cuadro N° 3.28. Indicadores

Código	Descripción de Indicadores
F1	Especificaciones de calidad sin definirse
F2	Procedimientos no definidos
F3	Paradas de Producción
F4	Poco conocimiento de procesos internos
F5	Ausencia de programa de mantenimiento
F6	Planificación no programada
F7	Procesos y Reprocesos
F8	Gestión deficiente del área
F9	Gastos elevados de mantenimiento de los equipos

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 3.29. Matriz Semicuantitativa

	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	Factor	Suma	Peso
F1	F2 2	F1 3	F4 2	F1 2	F1 2	F1 2	F8 2	F1 1	F1	10	0.29
	F2 2	F2 2	F4 2	F2 2	F6 3	F7 3	F8 2	F9 3	F2	4	0.11
	F3 2	F4 2	F3 1	F6 2	F7 2	F8 2	F3 1		F3	2	0.06
	F4 2	F4 2	F6 2	F4 2	F8 2	F4 2			F4	6	0.17
	F5 2	F6 2	F5 1	F8 2	F5 2				F5	3	0.09
	F6 2	F6 2	F8 2	F6 3					F6	5	0.14
	F7 2	F8 2	F7 1						F7	1	0.03
	F8 2	F8 2							F8	2	0.06
	F9 2								F9	2	0.06
										35	1.00

Importancia	
1	Débil
2	Regular
3	Fuerte

Fuente: Elaboración Propia

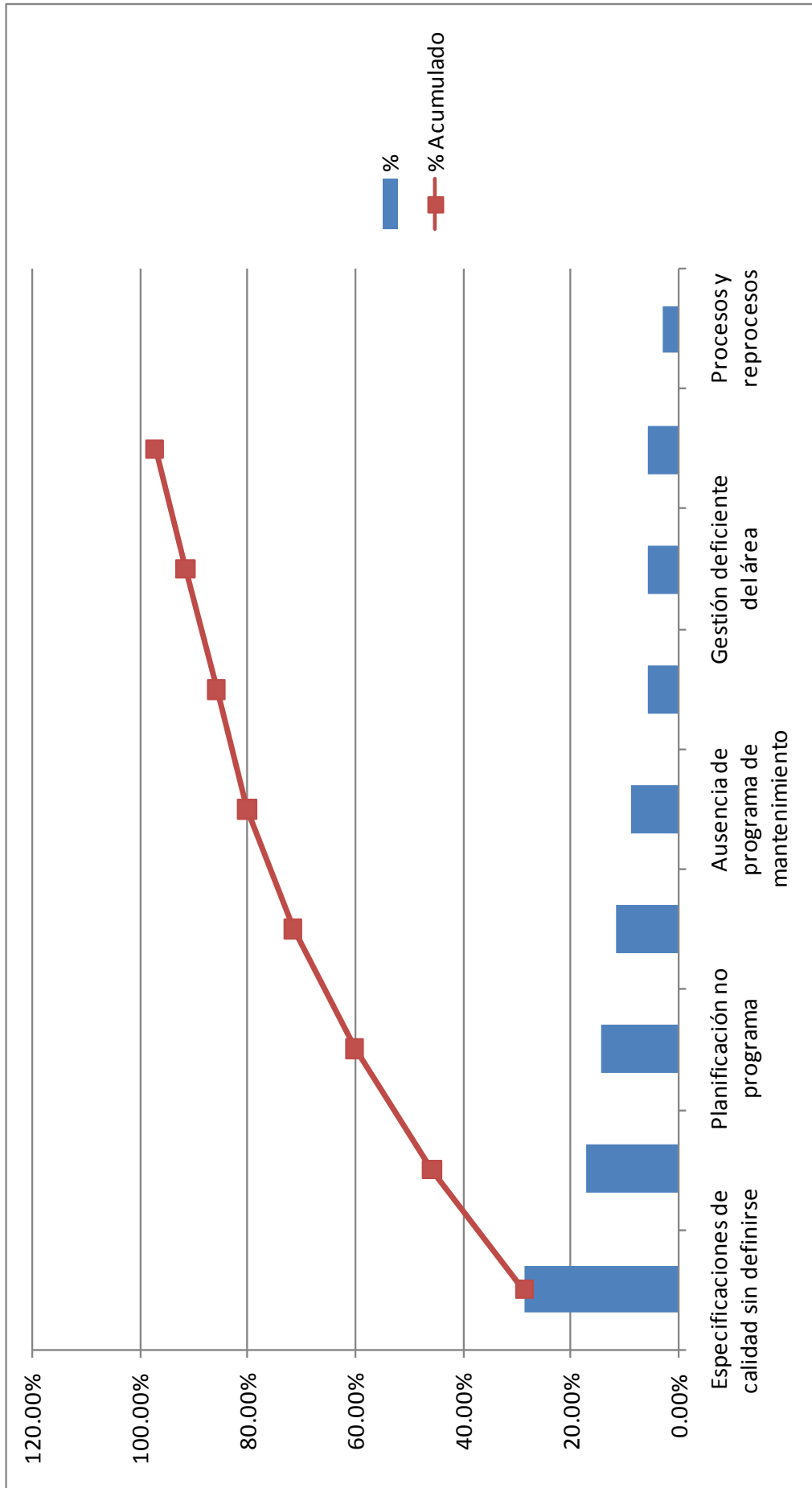
3.3.5. Diagrama Pareto

Cuadro N° 3.30. Diagrama de Pareto

Factor	Grado importancia	%	% Acumulado
Especificaciones de calidad sin definirse	0.29	28.57%	28.57%
Poco conocimiento en procesos internos	0.17	17.14%	45.71%
Planificación no programa	0.14	14.29%	60.00%
Procedimientos no definidos	0.11	11.43%	71.43%
Ausencia de programa de mantenimiento	0.09	8.57%	80.00%
Paradas de Producción	0.06	5.71%	85.71%
Gestión deficiente del área	0.06	5.71%	91.43%
Gastos elevados de mantenimiento de los equipos	0.06	5.71%	97.14%
Procesos y reprocesos	0.03	2.86%	100.00%
	1.00	100.00%	

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3.33. Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV PROPUESTA

4.1. Propósito

Se propone la optimización de procesos en el área de mantenimiento con la finalidad de solucionar las deficiencias, eliminar carencias y cumplir con todas las políticas y así mejorar todo el sistema de producción de la empresa a través de un enfoque basado en procesos.

4.2. Objetivo de la Propuesta

Asegurar el Mantenimiento en planta y servir de soporte a los distintos procesos llevados con orientación a incrementar el rendimiento bajo un enfoque de mejora continua.

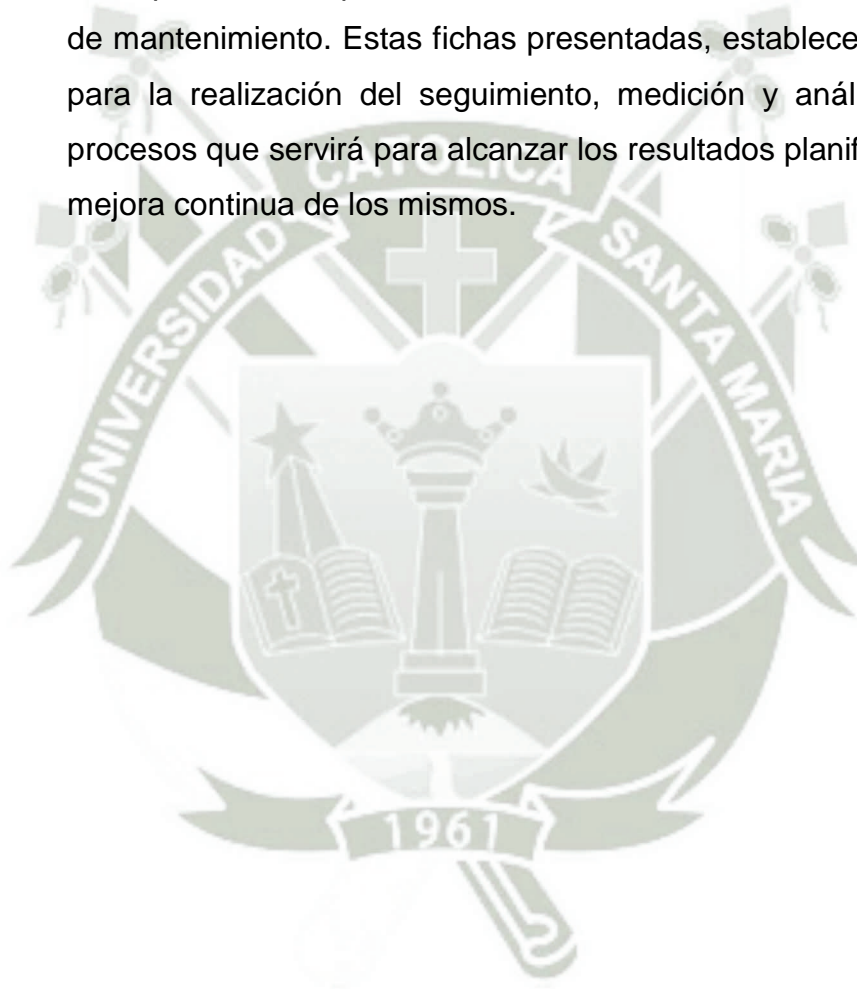
4.3. Objetivos Específicos

- Brindar soporte durante la elaboración del producto controlando y fijando los límites de los procesos según los requisitos especificados por el cliente.
- Capacitar al personal según los requerimientos de la empresa.
- Asegurar la Mantenimiento de la planta cumpliendo los aspectos reglamentarios.
- Compromiso de mantener y cumplir con los requisitos del área de mantenimiento.

4.4. Documentación

- Manual de Mantenimiento, en el cual se expone la estructura del área de mantenimiento y donde se especifica la misión, visión, política de la Mantenimiento y los objetivos que apuntan al cumplimiento de dicha política.

- Manual de Organización y Funciones, el cual especifica las responsabilidades y funciones que debe desarrollar el personal en sus diferentes cargos y puestos de trabajo con la finalidad de consolidar los objetivos de la empresa.
- Mapa de Procesos, el cual representa gráficamente todos los procesos que existen en una empresa y su interrelación entre ellos.
- Ficha de Caracterización de Procesos, la cual contiene la descripción de los procesos llevados a cabo dentro de la gestión de mantenimiento. Estas fichas presentadas, establecen el marco para la realización del seguimiento, medición y análisis de los procesos que servirá para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de los mismos.



Cuadro N° 4.1. Ficha de Proceso

FICHA DE PROCESO N°			
Entradas:	➔	Proceso:	➔
Salidas:			
Responsable del Proceso:			
Objetivo del Proceso:			
Inicio del Proceso:			
Principales Actividades:			
Fin del Proceso:			
Unidades y Personas Involucradas:			
Documentos Relacionados:			
Registros Relacionados:			
Medición del Proceso:			
Nombre del Indicador	Cálculo del Indicador	Frecuencia	Responsable de Medición

Fuente: Elaboración Propia

- Procedimientos e Instructivos, los cuales aseguran de que todas las operaciones se efectúan de igual manera con independencia de quién las realice y tienen asociados formatos de control.
- Formatos de Control, los cuales son utilizados por la empresa para dar evidencia de que los procesos se están llevando a cabo acorde con el sistema.

- Documentos Externos, los cuales hacen referencia a reglamentos, normativas, certificados, constancias, y todos los pertinentes para el desempeño del área de mantenimiento.
- Registros de Mantenimiento, los cuales proceden de la utilización de los formatos de control y quedan como evidencia objetiva de la realización de las actividades del área de mantenimiento.

4.5. Implementación del Sistema de Documentación

a. Control del Manual de Mantenimiento

La Gerencia General y el Representante del área de mantenimiento serán los responsables de la revisión y aprobación del Manual de Mantenimiento.

Según sea el caso, la distribución del Manual de Mantenimiento se puede dar de las siguientes maneras:

Copias controladas: Son las copias registradas del documento original destinadas al personal autorizado, las cuales se actualizan cada vez que se realiza alguna modificación en el Manual de Mantenimiento.

Copias no controladas: Son las copias del documento original entregado con fines de información, motivo por el cual no se actualiza a la persona que lo posea por cambios de versión.

La revisión y actualización del Manual de Mantenimiento se efectuará por lo menos una vez al año y/o en función de los cambios sugeridos por los gerentes en coordinación con el Representante del área de mantenimiento. El Gerente General se encargará de la aprobación de los mismos. El Representante del área de mantenimiento es responsable de actualizar y controlar la distribución de las copias de los manuales según correspondan, basándose en una lista de distribución de copias.

Cada vez que se realiza una revisión o se efectúen cambios, se actualiza el Manual de Mantenimiento, modificándose el número de versión y la fecha de vigencia del mismo. A su vez, los cambios

sufridos se registrarán en el apartado histórico de ediciones de cada documento, procediéndose a la actualización de la edición vigente.

Cabe destacar que los procedimientos e instrucciones de trabajo presentados a continuación correspondientes al Manual de Mantenimiento, serán elaborados por los trabajadores de la empresa en base al formato de procedimiento.

b. Control de Documentos

Los gerentes y jefes de área tienen la responsabilidad de revisar y aprobar los documentos del área de mantenimiento antes de su utilización definitiva.

Para ello la empresa deberá establecer el Procedimiento de Control de documentos y registros de Mantenimiento, el cual asegurará:

- Que las últimas versiones de los documentos sean utilizadas y estén disponibles cuando se requieran.
- La correcta codificación e identificación de la versión y vigencia de los documentos existentes, y la apropiada organización y distribución de los mismos.
- Prevención de uso de los documentos obsoletos y reemplazo inmediato con los documentos actualizados en las diferentes áreas de trabajo.
- Que se guarde un registro histórico de las versiones reemplazadas y de las actualizaciones realizadas en la última versión.

Así mismo, los gerentes de área deben mantener estos documentos disponibles, actualizados y bien conservados para el personal a cargo que los solicite.

c. Control de Registros

Los registros son la evidencia de que en el área de mantenimiento se mantiene implementado en la empresa. También son fuente de

información para el seguimiento, análisis de tendencias y cumplimiento de los requisitos del cliente.

Para el correcto manejo de estos registros se deberá utilizar el Procedimiento de Control de documentos y registros de Mantenimiento, el cual indicará lo siguiente:

- Los registros de Mantenimiento se generan a partir del uso de los Formatos de Control bajo la responsabilidad de los gerentes de cada área.
- Los registros de Mantenimiento deben asegurar la operación efectiva del área de mantenimiento.
- Los registros deben permanecer clasificados, identificados, actualizados y de fácil disposición para su revisión.
- Los registros de Mantenimiento se archivan en soporte informático o en papel, tomándose las medidas precisas para garantizar su perfecto estado de conservación.

El gerente de cada área es responsable de identificar los registros de Mantenimiento necesarios mediante el desarrollo de una lista de referencia con todos los registros utilizados por el área, la cual deberá establecer: el nombre del registro, la forma y lugar de almacenamiento, el responsable y el tiempo de conservación del registro.

4.6. Compromiso de la Dirección

La empresa se compromete a fabricar productos con los más altos estándares, manteniendo la Mantenimiento y eficiencia de los procesos a través del cumplimiento de los requisitos establecidos por la empresa.

La Gerencia demuestra su compromiso con el desarrollo e implementación de la gestión de mantenimiento cumpliendo lo siguiente:

- Provisionando los recursos necesarios para la implementación y mejora de la gestión de mantenimiento.

- Definiendo e informando a todos los niveles dentro de la organización sobre las responsabilidades, funciones y autoridades.
- Estableciendo mecanismos de comunicación eficiente con la organización, por medio de correos electrónicos y llamadas telefónicas a fin de identificar y satisfacer sus requerimientos.
- Estableciendo y asegurando que sea difundida y comprendida la política de Mantenimiento con sus respectivos objetivos.
- Revisando mensualmente o cada vez que sea necesario el funcionamiento y desempeño del área de mantenimiento enfocándose en mantener la mejora continua del mismo.

4.7. Asignación de responsabilidades

La Gerencia, a través del Gerente General, selecciona al equipo encargado de supervisar y mantener el correcto funcionamiento del área de mantenimiento en la empresa.

Se elige al Responsable o Representante de mantenimiento que tendrá como función principal garantizar que se implanten y mantengan los procesos del sistema.

También se nombra a los miembros del Comité de Mantenimiento, equipo encargado del desarrollo, implementación, mantenimiento y mejoramiento, y que sirven de apoyo al Responsable del área de mantenimiento.

a. Responsable del Sistema de Mantenimiento

El Gerente General elige al Gerente de Producción como Representante de la Gerencia para el área de mantenimiento debido a su amplio conocimiento de la empresa, su capacidad de liderazgo y la autoridad que posee frente al personal de la empresa

Se detalla a continuación las funciones asignadas a este cargo:

- Asegurarse de que se establecen, implementan y mantienen los procesos necesarios para la gestión de mantenimiento.
- Informar a la Gerencia sobre el desempeño del área de mantenimiento y de cualquier necesidad de mejora.
- Asegurarse de que se promueva la toma de conciencia de los requisitos del cliente en todos los niveles de la organización a través de reuniones de sensibilización, círculos de Mantenimiento, entre otros.
- Monitorear la aplicación y actualizar la documentación referente a la gestión de mantenimiento.
- Solicitar a los responsables los informes del cumplimiento de: objetivos de Mantenimiento, acciones correctivas, acciones preventivas, capacitaciones, evaluación del personal, indicadores, medición de la satisfacción del cliente, entre otros.
- Asegurar la mejora continua del sistema resolviendo no conformidades e identificando las oportunidades de mejora con el apoyo de los responsables de los procesos correspondientes.
- Liderar reuniones semanales con el Comité de Mantenimiento para evaluar el desempeño del área de mantenimiento, comunicar las faltas o no conformidades encontradas, y acordar las acciones a tomar para resolverlas.

b. Comité de Mantenimiento

El Comité o Equipo de Mantenimiento es un grupo formado para asegurar que los productos que se elaboran cumplen con los requisitos específicos de los clientes y que los procesos se mantienen en óptimas condiciones.

El Comité de Mantenimiento estará conformado por el Supervisor de Planta, Supervisor de Mantenimiento, Jefe de Almacenaje y Distribución, Jefe de Mantenimiento y Jefe de Seguridad y Salud Ocupacional, y estarán liderados por el Gerente de Producción y el Gerente General.

Las funciones del Comité de Mantenimiento se describen a continuación:

- Planear, apoyar y asistir el proceso de desarrollo e implementación del Sistema de Gestión de la Mantenimiento.
- Establecer los mecanismos que permitan a los diferentes procesos la aplicación de los objetivos y política de Mantenimiento.
- Elaborar los programas de auditorías internas y evaluar sus resultados.
- Dar adecuado tratamiento a las quejas, reclamos y sugerencias de los clientes internos y externos.
- Estudiar las propuestas de mejora de la gestión de mantenimiento producidas por los usuarios internos y externos.
- Verificar el nivel de cumplimiento de las acciones correctivas, preventivas y de mejora implementadas en el área de mantenimiento.
- Monitorear y respaldar la documentación de la gestión de mantenimiento.
- Proporcionar los datos del desempeño del área de mantenimiento requeridos por la Gerencia para su revisión.

El Comité de Mantenimiento se reunirá semanalmente para revisar, discutir, analizar y proponer mejoras sobre el desempeño del área de mantenimiento.

4.8. Comunicación Interna

El papel de la comunicación es vital y debe ser considerada como una herramienta principal para el desarrollo e implementación del área de mantenimiento. Además, la comunicación interna reconoce a los miembros de la organización como parte del engranaje de la gestión de mantenimiento.

El Comité de Mantenimiento agilizará y asegurará la comunicación interna entre los diferentes niveles de la organización. Ésta se

ejecutará a través de reuniones mensuales efectuadas por los jefes de las diferentes áreas de la empresa. La comunicación interna también será facilitada por medio de correo electrónico, teléfono, reportes, encuestas, revistas, publicación en paneles, buzón de sugerencias, informando sobre lo siguiente:

- Cumplimiento de política y objetivos
- Estado de desempeño de los procesos
- Resultados de auditorías, acciones correctivas y preventivas
- Resultados de la revisión por la Gerencia
- Cambios y mejoras del área de mantenimiento.

Los registros que dan constancia de la comunicación interna serán archivados por los gerentes de cada área.

4.9. Gestión de los Recursos

a. Recursos Humanos

La empresa definirá los requisitos y competencias de los puestos de trabajo que afectan al área de mantenimiento a través del Manual de Organización y Funciones (MOF). Por otra parte, los mecanismos de selección e inducción del personal se detallarán en el Procedimiento Requerimiento, selección, inducción, capacitación y evaluación del personal.

La asignación de personal se definirá tomando en cuenta las necesidades de cada tipo de tarea y considerando la competencia en función de la educación, formación, habilidades y experiencia apropiadas.

La gerencia general, gerentes y jefes de cada área determinarán las competencias necesarias del personal a su cargo y sus requerimientos de capacitación para lograr la satisfacción del cliente y mejorar el desempeño de sus actividades.

Se contará con un procedimiento de inducción de personal con la finalidad de facilitar la incorporación de todo nuevo trabajador, así

como para asegurar que dicho personal tenga conocimiento de la importancia de sus actividades dentro de la organización. Esta tarea se realizará de acuerdo con lo establecido en el Procedimiento Requerimiento, selección, inducción, capacitación y evaluación del personal.

Cada gerencia diagnosticará e identificará las necesidades de entrenamiento o capacitación del personal de su área de acuerdo a la naturaleza de las actividades que desempeñan para su desarrollo personal o acorde con la cultura de la organización. De esta manera, con la finalidad de mantener la competencia del personal, se generará el Plan de Capacitación Anual.

El Gerente General aprobará el Plan de Capacitación Anual y se asignarán las responsabilidades para las coordinaciones y el cumplimiento de lo programado.

Los registros y/o certificados serán mantenidos para asegurar el cumplimiento de lo programado o lo indicado en los procedimientos.

Por otro lado, el llevar un seguimiento y control del desempeño del personal resulta de suma importancia para la compañía. De esta manera, se verificará que el personal cumpla con las actividades y responsabilidades que le han sido asignadas.

Es por esto que se llevarán a cabo evaluaciones de desempeño al personal de forma trimestral en coordinación con el área de RRHH y los gerentes de cada área.

b. Infraestructura

La Gerencia, a través del Gerente General, determinará, proporcionará y mantendrá la infraestructura necesaria para la elaboración del producto con los más altos estándares de Mantenimiento.

El gerente de Producción será el responsable y encargado del control y aseguramiento de los tipos de mantenimiento aplicados en la organización, siendo éstos:

Mantenimiento Autónomo: Básicamente para la prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos. Este

mantenimiento, llevado a cabo por los operadores y preparadores del equipo, debe contribuir significativamente a la eficacia de los equipos en las líneas de producción. El mantenimiento autónomo se realizará una vez por semana y apuntará a mantener las condiciones básicas de funcionamiento de los equipos.

Mantenimiento Preventivo: Consiste en el mantenimiento controlado de las máquinas y equipos que permite detectar fallas repetitivas, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos y disminuir el costo de las reparaciones. Para ello se desarrollará el Cronograma de Mantenimiento Anual, que indica el equipo, máquina o zona a ser asistido, la frecuencia y duración del mantenimiento, los materiales a utilizar, y el método a emplear para asegurar su óptimo funcionamiento.

Mantenimiento Correctivo: Se entiende como la corrección de las averías o fallas cuando éstas se presentan. Es la habitual reparación tras una avería que obligó a detener el equipo o máquina afectada por el fallo. Éste debe llevarse a cabo con la mayor celeridad para evitar que se incrementen costos e impedir daños materiales y/o humanos. Cabe resaltar que la empresa debe tratar de evitar este tipo de mantenimiento a través del mantenimiento autónomo y preventivo.

Por otro lado, se mantendrán documentos y registros del mantenimiento realizado a las instalaciones, vehículos de transporte de materiales (montacargas), equipos y máquinas dentro de la planta de producción.

4.10. Seguimiento y Medición

a. De los Equipos

Las áreas de producción y Mantenimiento deben identificar las necesidades de calibración de los equipos de inspección, medición y ensayo. Los jefes de estas áreas deben mantener, asegurar y actualizar la capacidad de medición requerida.

A cada equipo, según el tipo de prueba, se le asignará un código único posterior a la calibración. Se colocará al equipo una etiqueta que identificará su estado de control.

Las instrucciones de operación y los datos técnicos de los equipos de inspección y ensayo se encontrarán disponibles para el personal de planta. Los jefes de las áreas de producción y Mantenimiento deben verificar que los equipos de medición son funcionalmente adecuados para su utilización en la planta de producción.

Se establecerá un Procedimiento de Calibración y control de equipos e instrumentos de medición para el seguimiento al proceso y la inspección al producto. Los equipos serán controlados antes de su uso o durante la frecuencia establecida para asegurar que se mantiene el margen de precisión indicado en instrucciones o certificados de calibración.

La calibración será realizada por entidades calificadas cada tres meses o cuando sea requerida por los jefes de producción y Mantenimiento.

Los registros de calibración serán conservados para demostrar que los equipos se encuentran en el grado de exactitud requerido. Estos registros permitirán establecer frecuencias de calibración y confiabilidad de la operación.

b. De los Procesos

A fin de evaluar la capacidad y control de los procesos, se identificarán las acciones de seguimiento y medición utilizando la Ficha de Procesos.

Así mismo, se han establecido indicadores para los procesos principales en la elaboración del producto mostrados en el Plan del área de mantenimiento.

Los resultados del seguimiento y medición del proceso serán evaluados y permitirán establecer objetivos de mejora continua.

4.11. Control del Servicio No Conforme

El control de los servicios no conformes estará especificado en el Procedimiento de Control de producto no conforme, y en una base de datos que describe la identificación, evaluación, comunicación, destino, revisión y el tratamiento de los productos no conformes.

Los inspectores de Mantenimiento tienen la responsabilidad de identificar los servicios terminados no conformes y la autoridad para decidir la aceptación o su rechazo definitivo. Las reparaciones o procesos efectuados serán registrados y los productos serán inspeccionados nuevamente de acuerdo a las instrucciones de inspección establecidos en el procedimiento. En el Reporte de No Conformidades que se utilizará para la recolección, análisis, tratamiento y seguimiento de las no conformidades.

4.12. Auditorías Internas

Se establecerá el Procedimiento Auditoría interna donde se presentarán los criterios para la ejecución de las auditorías, su frecuencia, la metodología aplicada y selección de auditores para llevarlas a cabo y poder determinar el nivel de desempeño del Sistema de Gestión de la Mantenimiento.

El Representante del área de mantenimiento elaborará el Plan Anual de Auditoría Interna, el cual será aprobado por el Gerente General y distribuido a cada Gerencia.

Cada elemento de la gestión de mantenimiento será auditado conforme al Programa de Auditoría aprobado por el Gerente General, el que podrá ser revisado y modificado de acuerdo a los resultados.

Los auditores internos deben estar calificados para evaluar los elementos de la Política de Mantenimiento, se tendrá además en cuenta su objetividad, integridad, visión analítica e imparcialidad. A su vez, estos no deberán ser responsables ni estar directamente involucrados con el área auditada.

Las no conformidades identificadas durante las auditorías serán documentadas e informadas a los responsables del área auditada. Se aplicarán las acciones correctivas sobre las deficiencias encontradas durante la auditoría y posteriormente serán verificadas en auditorías de seguimiento con el fin de prevenir su repetición.

Los registros de las auditorías llevadas a cabo, sus dictámenes y las acciones correctivas tomadas estarán disponibles para la revisión de la Gerencia General a través del Informe de Auditoría.

4.13. Análisis de Datos

Los responsables de cada uno de los procesos de mantenimiento determinarán, recopilarán y analizarán los datos apropiados para demostrar la eficacia del mismo y para evaluar dónde es que se puede realizarse la mejora continua para lo cual se utilizará la información recabada por la medición y monitoreo de los procesos.

Los resultados del análisis de los datos se presentarán en las reuniones de revisión por parte de la Gerencia. Con estos resultados se elaborará el diagnóstico para la mejora de la eficacia global de la empresa, teniendo la oportunidad de realizar acciones preventivas.

4.14. Mejora Continua y Actualización

La organización debe mantener implementado un sistema de mejora continua, el cual promueva al personal a buscar la perfección de la gestión de mantenimiento a través de los siguientes mecanismos:

- Política y objetivos de Mantenimiento
- Resultados de las auditorías internas
- Análisis de datos
- Acciones correctivas y preventivas
- Revisión del área de mantenimiento por la Gerencia

Además, resulta necesario que toda la documentación referente a mantenimiento sea actualizada mensualmente por los responsables de los diferentes procesos.

La Gerencia se encargará de revisar y aprobar las modificaciones realizadas y el Representante del área de mantenimiento verificará que la documentación sea vigente y que se estén utilizando las versiones más recientes.

4.15. Acciones Correctivas y Acciones Preventivas

Con la finalidad de eliminar las causas de las no conformidades, evitar su repetición y asegurar que las acciones preventivas y correctivas sean apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas se contará con el Procedimiento de Acciones correctivas y preventivas. En este procedimiento se definirán los requisitos para:

- a) Revisar las no conformidades (incluyendo las quejas de los clientes).
- b) Determinar las causas de la no conformidad.
- c) Evaluar la necesidad de adoptar acciones para evitar su recurrencia.
- d) Determinar e implantar acciones correctivas /preventivas necesarias.
- e) Registrar los resultados de las acciones tomadas.
- f) Revisar la implementación y efectividad de las acciones tomadas.

4.16. Revisión por la Dirección

La Gerencia con el apoyo del Comité de Mantenimiento, realizarán la revisión al área de mantenimiento después de cada auditoría interna o cada vez que la Gerencia y Gerente General lo consideren necesario, como mínimo una vez al año.

Ésta revisión se lleva a cabo con la finalidad de asegurar la conveniencia, adecuación y eficacia continua del área de mantenimiento. La revisión debe incluir la evaluación de oportunidades de mejora y la necesidad de realizar cambios en la gestión de mantenimiento, incluyendo la política y los objetivos de Mantenimiento. Para efectuar esta revisión es necesario que el Representante del área de mantenimiento consolide y entregue a la Gerencia la siguiente información:

- Resultados de las auditorías internas y externas
- Retroalimentación del cliente
- Desempeño de los procesos
- Acciones correctivas y preventivas
- Seguimiento de revisiones por la Gerencia
- Cumplimiento de política y objetivos
- Recomendaciones para la mejora
- Cambios que puedan afectar al área de mantenimiento

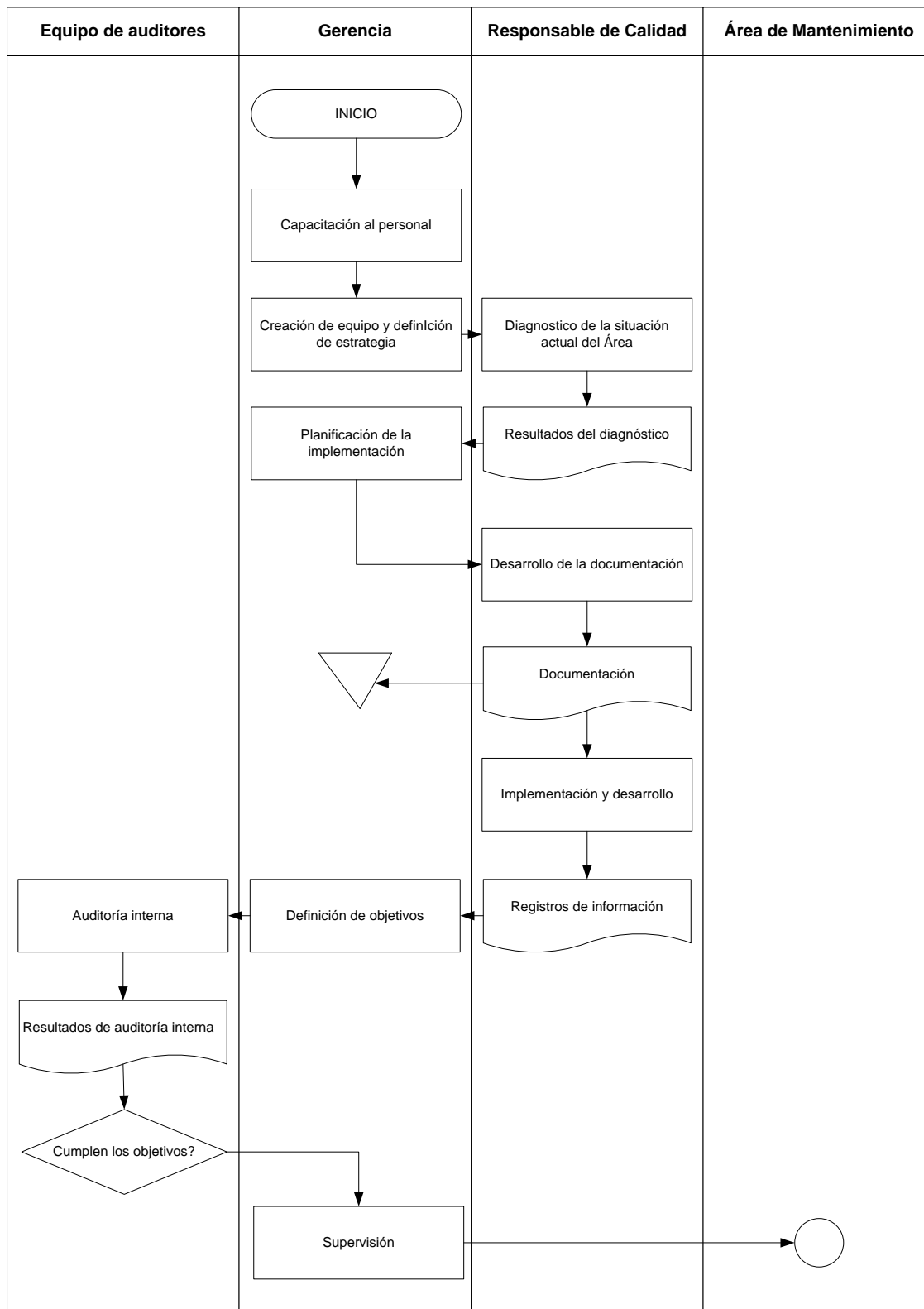
Los resultados de la revisión incluirán todas las decisiones y acciones relacionadas con:

- a) La mejora de la eficacia del área de mantenimiento y sus procesos.
- b) La mejora en el producto basado en los requisitos del cliente.
- c) La mejor disposición de recursos para el área de mantenimiento.

Como resultado de cada revisión por parte de la Gerencia, el Representante del área de mantenimiento elaborará el Acta de Revisión por la Gerencia, efectuando el seguimiento de las decisiones y acciones tomadas y a modo de informar a la Gerencia General y al personal involucrado en el área de mantenimiento sobre su cumplimiento.

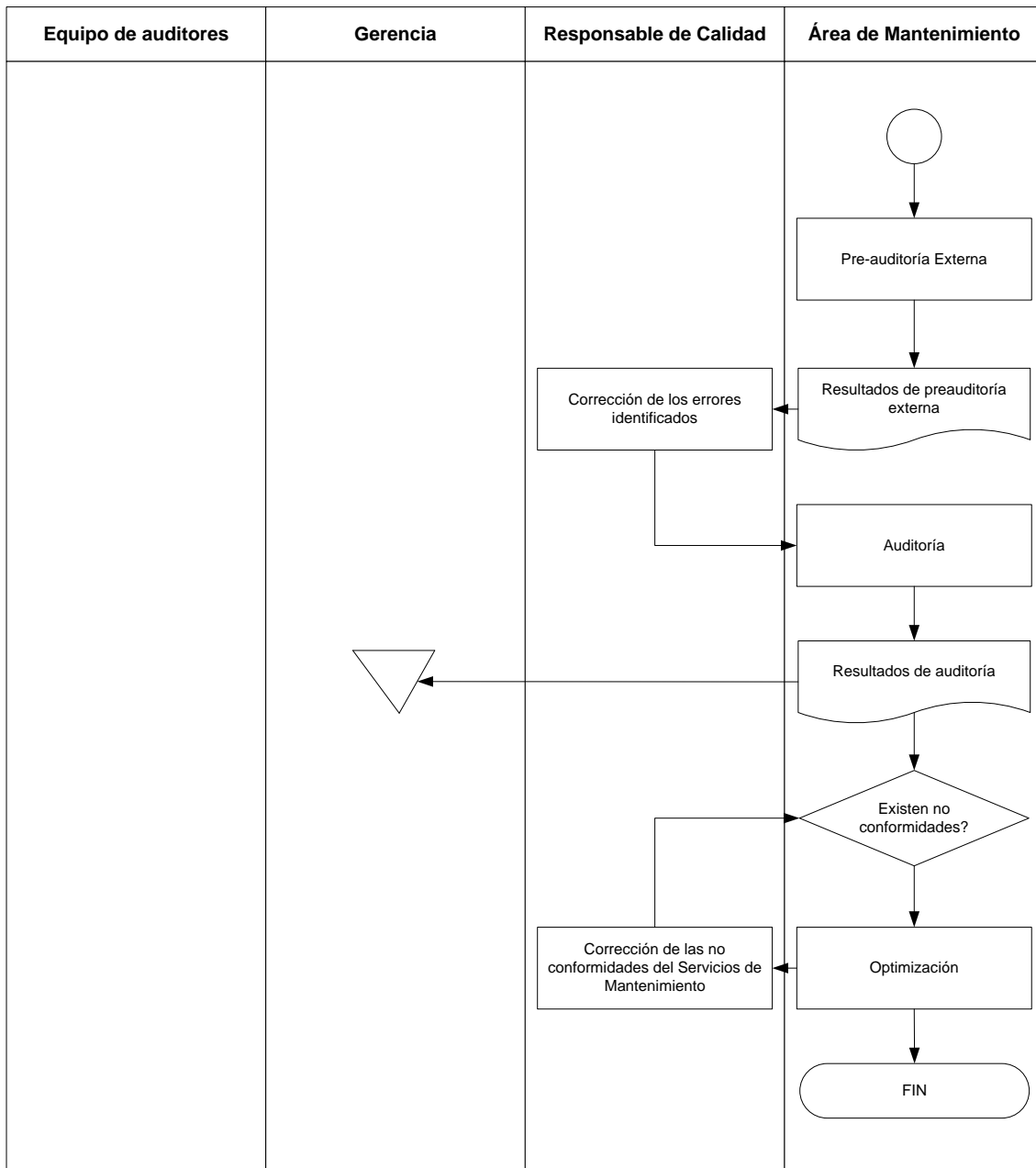
4.17. Plan de Implementación

Esquema N° 4.1. Diagrama de flujo matricial de la implementación del área de mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

Esquema N° 4.1. Diagrama de flujo matricial de la implementación del área de mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

El plan de implementación debe contener la estructura de todo el esquema de acción. Para elaborar este plan, se determinarán las etapas en la implementación y mantenimiento del área. Se recomendó la necesidad de contratar un Jefe de mantenimiento para que supervise el proyecto de implementación y oriente a la organización.

A continuación se muestra a detalle en qué consisten las diferentes etapas y las actividades a realizar con sus respectivos responsables para la consecución de la implementación del área de mantenimiento.

4.17.1. Etapa 0: Preparación y diseño

El punto de partida para implementar la gestión de mantenimiento en la empresa está definido por la política y objetivos de Mantenimiento, alcance del sistema y análisis de los procesos.

En primera instancia, se ha definido que el alcance del área de mantenimiento abarcará los procesos desarrollados por la empresa para lograr la elaboración del producto final. Estos procesos comprenden desde la concepción del producto hasta su distribución final, y los que aportan los recursos necesarios.

En este marco se ha establecido la política de Mantenimiento de la empresa y los objetivos que se desprenden de dicha política declarados en el diseño del manual de Mantenimiento.

Además el plan del área de mantenimiento, debe mostrar la manera como se controlarán los procesos incluidos dentro del alcance del área, a través de indicadores de desempeño. De igual manera, se han identificado los principales de procesos, sus responsables para su consecución, y su interacción a través del mapa de procesos. Queda a cargo de la empresa llenar el formato de la fichas de caracterización de procesos con la información necesaria y referente a los procesos incluidos en el alcance del área de mantenimiento.

Se crea el manual de Mantenimiento que expone toda la estructura del área de mantenimiento. También se desarrolla la tabla de Correspondencia, donde se exponen los procedimientos, instructivos y documentación en general a

ser creados por la empresa acorde con los requisitos de la política de mantenimiento.

Finalmente, se realiza el diagnóstico que muestra el escenario actual en el cual se encuentra la empresa antes de la implementación para el desarrollo de estrategias en la resolución de deficiencias y para el cumplimiento de todos los requerimientos de la política de mantenimiento.

Cabe resaltar que para llevar a cabo la implementación del sistema es necesario asegurarse que la Gerencia esté comprometida con el proyecto de Mantenimiento y esté dispuesta a tomar parte activa en el proyecto.

4.17.2. Etapa 1: Presentación del proyecto

El Jefe del área de mantenimiento con el consentimiento del Gerente General, será el encargado de presentar y sustentar el proyecto a la Gerencia para lograr su aprobación. Así mismo, durante esta presentación se tomará nota de las observaciones, comentarios y sugerencias que puedan surgir.

El Gerente General por su parte, presentará detalladamente el proyecto al Equipo de Mantenimiento elegido, y le comunicará la política, los objetivos y alcance de la empresa para su difusión a todo el personal mediante los medios de comunicación adecuados: correo electrónico, paneles informativos, boletines, revistas, entre otros.

Los principales objetivos en esta etapa son:

- Presentar y sustentar los conceptos referentes a mantenimiento para su aprobación.
- Presentar a la organización el equipo que trabajará en la definición e implementación de la gestión de mantenimiento.
- Motivar al personal para lograr su máxima colaboración con el proyecto.

- Definir los canales de comunicación para aportación de sugerencias: correo electrónico, buzón de sugerencias, reuniones semanales, entre otros.

4.17.3. Etapa 2: Planificación

En esta etapa se deben establecer los recursos físicos, humanos y de información necesarios para el diseño de la gestión de mantenimiento. Se deben determinar y desarrollar los métodos, tareas, tiempos, responsabilidades, funciones y estándares requeridos en el área de mantenimiento.

El Jefe de mantenimiento gestionará el plan para la implementación del proyecto que determina las actividades a seguir, su secuencia y estrategias para su consecución, el cual será revisado por la Gerencia y aprobado por el Gerente General.

El Gerente General con la colaboración del Representante del área de mantenimiento, debe identificar al personal involucrado y responsable del área de mantenimiento, y seleccionará los auditores internos que serán luego capacitados para realizar las auditorías correspondientes. Así mismo, se designarán las responsabilidades y funciones que recaen sobre cada miembro del Equipo de Mantenimiento antes, durante y después de la implementación de la gestión de mantenimiento.

Será responsabilidad del Equipo de Mantenimiento asegurar los recursos físicos como: hardware, software, equipos, útiles de escritorio, material didáctico, y acondicionar la infraestructura de la empresa, preparando y organizando las áreas de trabajo para la implementación del área de mantenimiento.

4.17.4. Etapa 3: Sensibilización y formación

Esta etapa consiste en concientizar y capacitar a los miembros de la organización en los temas básicos referentes a Mantenimiento y a la gestión de mantenimiento. Esta tarea debe ser impulsada por el Gerente General, a cargo del Representante del área de mantenimiento y coordinada por el área de RRHH a través de personas dentro de la misma organización con conocimiento de los temas o especialistas externos.

Se procederá a integrar grupos de trabajo conformados por miembros de las áreas involucradas en el cumplimiento de la gestión de mantenimiento. Se dispondrá de material relacionado con los temas de Mantenimiento y gestión de mantenimiento para su discusión y refuerzo, así como una evaluación para determinar el nivel de comprensión acerca de las capacitaciones recibidas.

Los temas abordados serán referentes a la ejecución del trabajo, la resistencia al cambio, la necesidad de implementación del área de mantenimiento, y sistemas de trabajo que ayudarán a realizar las tareas con mayor eficiencia.

Se exponen a continuación los principales objetivos de esta etapa divididos en sensibilización y formación.

Los principales objetivos de la fase de sensibilización son:

- Implicación activa del personal afectado.
- Participación en el proceso de mejora.
- Concienciación de la importancia de la aportación individual.
- Entendimiento de la razón del cambio.

Los principales objetivos de la fase de formación son:

- Aumentar la eficiencia del personal implicado.

- Facilitar la comprensión de la gestión por procesos y el desarrollo de los mismos.
- Desarrollar y gestionar apropiadamente la documentación del área de mantenimiento.
- Proporcionar los conocimientos necesarios para el correcto funcionamiento del área de mantenimiento.

4.17.5. Etapa 4: Implementación de la gestión de mantenimiento

Como punto de partida, los trabajadores de cada área deben desarrollar toda la documentación que soporta al área de mantenimiento, bajo la supervisión y gestión del Equipo de Mantenimiento. Dentro de esta documentación se encuentra: manual de organización y funciones, procedimientos generales y específicos, fichas de caracterización de procesos, registros, documentación técnica e instructivos.

Luego de haber desarrollado toda la documentación referente a la gestión de mantenimiento, el Equipo de Mantenimiento distribuirá dicha documentación al personal de las diferentes áreas para su mantenimiento y puesta en práctica.

El inicio de la implementación del área de mantenimiento es comunicado por el Gerente General a través del Equipo de Mantenimiento resaltando su importancia, comunicando su alcance y metodología de desarrollo al personal de la empresa involucrado.

El Equipo de Mantenimiento realizará el seguimiento a todas las áreas de la organización por medio de visitas de apoyo, capacitaciones adicionales, atención personalizada y continua a todas las inquietudes del personal de la organización. También se encargará de supervisar la realización de procesos y asesorar al personal en sus funciones, facilitando los recursos y herramientas necesarias.

Es responsabilidad del Jefe de mantenimiento de comunicar los avances del proyecto y desarrollo de dicha implementación al Gerente General, Equipo de Mantenimiento y al personal responsable de la gestión de mantenimiento.

4.17.6. Etapa 5: Verificación y validación

En esta etapa se deben establecer los mecanismos de seguimiento, medición y análisis necesarios para asegurarse de la eficiencia y evaluar el grado de implementación del área de mantenimiento.

Para ello, el Representante del área de mantenimiento elaborará el Plan Anual de Auditoría Interna, el cual será aprobado por el Gerente General y distribuido a cada gerencia. El Equipo de Mantenimiento se encargará de coordinar con los auditores internos seleccionados la realización de las auditorías internas al área de mantenimiento.

A partir de la evaluación del sistema, se determinarán las no conformidades y oportunidades de mejora a la eficiencia del área de mantenimiento para luego proceder con la subsanación de las mismas a partir de acciones correctivas y preventivas.

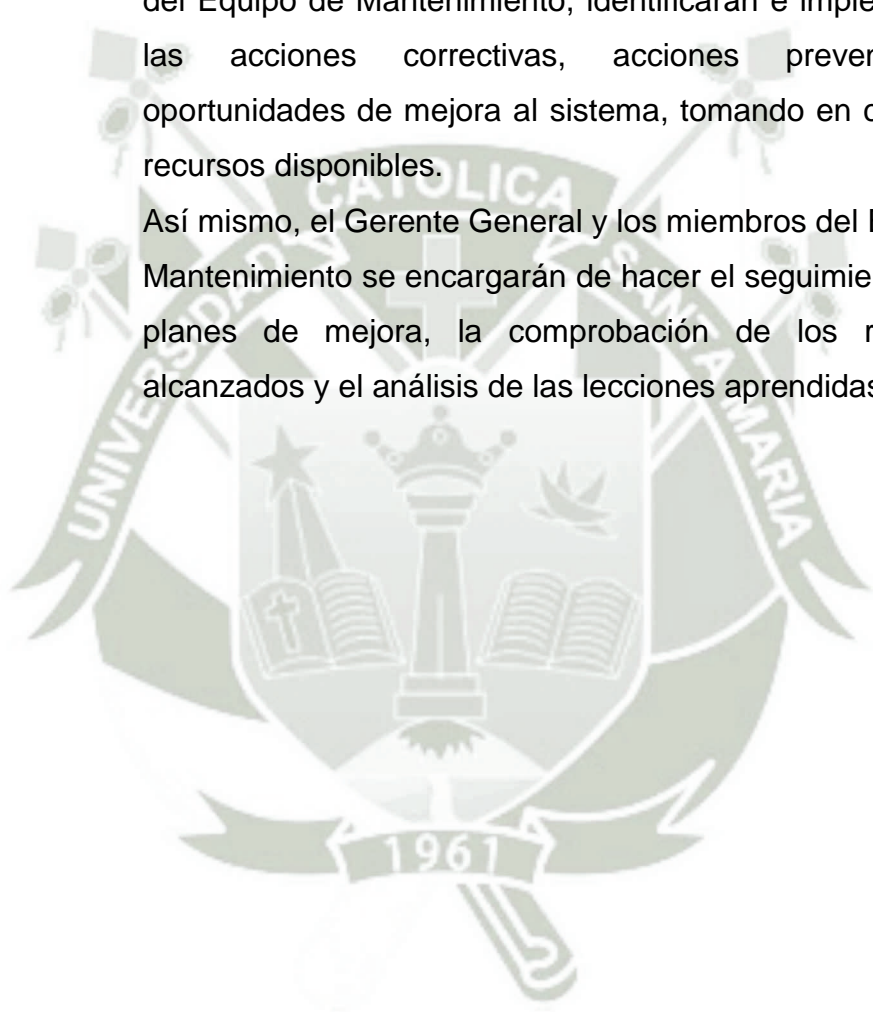
A su vez, el Equipo de Mantenimiento realizará la recopilación y análisis de datos referentes al cumplimiento y desempeño de la gestión de mantenimiento junto con los indicadores de los procesos, del producto y de la satisfacción del cliente para ser presentados a la Gerencia.

4.17.7. Etapa 6: Mejora continua

Para el mantenimiento de la eficacia de la gestión de mantenimiento de la empresa, se debe contar con un proceso de mejora continua con el fin de resolver las no conformidades y corregir las faltas para que no vuelvan a ocurrir.

El Representante del área de mantenimiento con el apoyo del Equipo de Mantenimiento, identificarán e implementarán las acciones correctivas, acciones preventivas y oportunidades de mejora al sistema, tomando en cuenta los recursos disponibles.

Así mismo, el Gerente General y los miembros del Equipo de Mantenimiento se encargarán de hacer el seguimiento de los planes de mejora, la comprobación de los resultados alcanzados y el análisis de las lecciones aprendidas.



Cuadro N° 4.2. Matriz de síntesis para la optimización de Mantenimiento

Etapa	Actividades		Responsable	Objetivo	Estrategia
	1	2			
Presentación del proyecto	1	Presentación y sustentación del proyecto a la Gerencia	Jefe de mantenimiento	Aprobar del proyecto	Reunión para revisión del proyecto y recolección de ideas y sugerencias
	2	Presentación del proyecto al Equipo de Mantenimiento	Gerente General	Establecer requisitos del mantenimiento y responsabilidades de cada miembro para su consecución	Reuniones y comunicación mediante correo electrónico
	3	Reunión de la Gerencia con los involucrados del sistema	Gerente General	Comunicar la política de Mantenimiento, objetivos y alcance del área de mantenimiento	Difusión a todo el personal mediante correo electrónico, paneles informativos, boletines, revistas
Planificación	1	Gestión del plan de implementación del área de mantenimiento.	Jefe de mantenimiento	Determinar las herramientas necesarias para llevar a cabo la implementación	Estudio del diagnóstico de la empresa y establecimiento del marco en el que se encuentra
	2	Establecimiento y gestión de los recursos humanos	Gerente General y Representante del área de mantenimiento.	Identificar el personal involucrado, designación de funciones y responsabilidades	Comunicación a todo nivel y selección fundamentada del personal apto
	3	Provisión de recursos físicos y acondicionamiento de infraestructura	Equipo de Mantenimiento	Asegurar los recursos físicos y organizar las áreas de trabajo	Registro y mantenimiento del inventario de la empresa y verificación de las áreas de trabajo
Sensibilización y formación	1	Campaña de sensibilización ISO a todo el personal	Gerente General y Representante del área de mantenimiento.	Comprometer al personal con el desarrollo del área de mantenimiento en la empresa	Reuniones de la organización, lettereros, boletines y correos electrónicos
	2	Preparación y gestión del material necesario para llevar a cabo las capacitaciones	Equipo de Mantenimiento	Identificar y facilitar las necesidades para llevar a cabo la capacitación	Listado y registro del material/herramientas necesarias y ambientes de trabajo
	3	Capacitación al personal y formación continua en temas de Mantenimiento y gestión de mantenimiento.	Gerente General, Representante del área de mantenimiento y Recursos Humanos	Aumentar la eficiencia del personal y proporcionar los conocimientos necesarios sobre la gestión de mantenimiento.	Cursos de capacitación ISO 9001 y gestión de Mantenimiento brindados por un especialista
	4	Evaluación de las capacitaciones y de los conocimientos adquiridos	Equipo de Mantenimiento	Detectar, comprobar y reforzar los conocimientos adquiridos por el personal	Evaluación mediante indicadores de desempeño y registro de los resultados de las capacitaciones
Implementación del área de mantenimiento	1	Desarrollo de toda la documentación que soporta al área de mantenimiento.	Equipo de Mantenimiento	Preparar las herramientas documentarias para la implementación del área de mantenimiento.	Instrucción y revisión de la documentación
	2	Organización y distribución de la documentación al personal para su mantenimiento y utilización	Equipo de Mantenimiento	Garantizar los recursos necesarios para la realización de las actividades	Registro, clasificación y control de la documentación desarrollada y distribuida
	3	Puesta en marcha del área de mantenimiento	Gerente General y Equipo de Mantenimiento	Llevar a cabo los procesos y poner en práctica la documentación establecida	Comprobación de que existen las herramientas y el personal necesario para la puesta en marcha
	4	Seguimiento y supervisión del desarrollo de la implementación	Jefe de mantenimiento y Equipo de Mantenimiento	Asegurar de que estén conformados los procesos y documentación tal cual el diseño realizado	Revisión y comparación continua del diseño vs el desarrollo del área de mantenimiento
Verificación y validación	1	Planificación y realización de auditorías internas	Representante del área de mantenimiento	Identificar y registrar de no conformidades y oportunidades de mejora	Seguimiento del cumplimiento de las auditorías internas
	2	Recopilación de datos e indicadores	Equipo de Mantenimiento	Verificar el cumplimiento y desempeño de la empresa en la implementación del área de mantenimiento	Registro y análisis de resultados
Mejora continua	1	Corrección de las no conformidades mediante acciones correctivas y preventivas	Equipo de Mantenimiento	Mantener eficaz el área de mantenimiento en la empresa	Seguimiento de las no conformidades y aplicación inmediata de las acciones respectivas
	2	Implementación de oportunidades de mejora	Equipo de Mantenimiento	Mejorar continuamente el sistema	Continua búsqueda de herramientas y metodologías para mejorar el sistema
	3	Realizar seguimiento a las mejoras implementadas y análisis de las lecciones aprendidas	Gerente General y Equipo de Mantenimiento	Comprobar los resultados alcanzados y registrar las lecciones aprendidas	Registro y evaluación de las mejoras implementadas y divulgación de las lecciones aprendidas

Fuente: Elaboración Propia

4.18. Actividades

En base a lo especificado en el plan de implementación: actividades, responsable, objetivo y estrategia, se elaborará el cronograma de actividades del proyecto que permitirá hacerle seguimiento a las actividades previas, durante y después de la implementación de la gestión de mantenimiento.

El horizonte estimado del proyecto es de 60 semanas, las cuales abarcan las seis etapas para la implementación del área de mantenimiento, desde la presentación del proyecto hasta la mejora continua del sistema. Cabe resaltar que queda como decisión de la empresa de continuar con una certificación de gestión de la calidad para el área de mantenimiento.

La primera etapa que consiste en la presentación del proyecto a la empresa, tiene una duración de 2 semanas y la componen las siguientes actividades: presentación y sustentación del proyecto a la Gerencia a cargo del Jefe de mantenimiento presentación del proyecto al Equipo de Mantenimiento bajo la responsabilidad del Gerente General, reunión de la Gerencia con los involucrados del sistema.

La segunda etapa, la cual da paso a la planificación del proyecto, dura alrededor de 1 mes. En esta etapa se gestiona el plan de implementación del área de mantenimiento por el Jefe de mantenimiento contratado, se establecen y gestionan todos los recursos humanos a utilizar en el proyecto, y se asegura la provisión de recursos físicos y la infraestructura necesaria para llevar a cabo todas las actividades relacionadas con la implementación de la gestión de mantenimiento.

La sensibilización y formación del personal se lleva a cabo en la tercera etapa, cuya duración es de 18 semanas. En estas semanas se realizarán las siguientes actividades: campaña de sensibilización ISO a todo el personal, preparación y gestión del material necesario para llevar a cabo las capacitaciones, capacitación al personal y formación continua en temas de Mantenimiento incluyendo la gestión de mantenimiento, y

evaluación de las capacitaciones para verificar los conocimientos adquiridos.

El desarrollo, seguimiento y supervisión del área de mantenimiento se ejecutará en la cuarta etapa. Las siguientes actividades son necesarias para poder implementar de manera organizada y apropiada la gestión de mantenimiento: desarrollo de toda la documentación que soporta el área de mantenimiento, organización y distribución de la documentación al personal para su mantenimiento y utilización, puesta en marcha o desarrollo del área de mantenimiento, seguimiento y supervisión de la implementación. Durante la implementación de la gestión de mantenimiento, el Jefe de mantenimiento será el encargado de presentar los avances del proyecto a la Gerencia y al personal involucrado para la realización del mismo.

En la quinta etapa se validará y verificará si la gestión de mantenimiento implementada funciona eficazmente acorde con el diseño realizado en etapas anteriores. Para ello, se planificarán y realizarán auditorías internas por los gerentes de cada área, y el Equipo de Mantenimiento recopilará datos e indicadores referentes al desempeño del sistema.

La sexta etapa está relacionada con la mejora continua del sistema. Las actividades involucradas en esta etapa son: corrección de las no conformidades mediante acciones correctivas y preventivas, implementación de oportunidades de mejora, seguimiento a las mejoras implementadas y análisis de las lecciones aprendidas para no cometer los mismos errores.

4.19. Programa de Auditorías

4.19.1. Auditorías Internas

Los auditores internos seleccionados por el Gerente General con el apoyo del Comité de Mantenimiento lo constituirán en un

principio los responsables de cada una de las áreas, a quienes se les capacitará previamente en temas de auditoría interna, cumplimiento del Procedimiento de Auditoría, y todas las actividades y documentación involucrada.

Las auditorías internas comenzarán a partir de la semana 49 después de implementar la gestión de mantenimiento, semana en la cual los auditores internos deben estar perfectamente capacitados. Las auditorías internas se realizarán mensualmente por tres meses; luego, la empresa decidirá si llevar a cabo o no una la auditoría de calidad para certificación.

4.20. Resultados esperados de la implementación

- Con el área de mantenimiento completamente implementado, se espera obtener un crecimiento global de la empresa, traducido en resultados a corto, mediano y largo plazo que se exponen a continuación.
- Con la documentación del área de mantenimiento continuamente actualizada se logrará la plena organización de los procesos, actividades y procedimientos llevados a cabo en la empresa. Al establecer y difundir la política de Mantenimiento y objetivos, se mantendrá el compromiso e involucramiento del personal, partiendo desde la Gerencia, para cumplir con la conservación del sistema. Para esta etapa se podrá percibir con mayor claridad el enfoque y hacia dónde apunta la empresa.

CAPÍTULO V EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.1. Presupuesto de Implementación

Cuadro N° 5.1. Presupuesto de Implementación

Actividades	Costo (\$)
Presentación del proyecto	1,000.00
Planificación	1,300.00
Sensibilización y formación	1,600.00
Implementación de Gestión del Mantenimiento	9,300.00
Verificación y validación	4,700.00
Mejora continua	1,000.00
Adecuaciones	1,600.00
TOTAL	20,500.00

Fuente: Elaboración Propia

5.1.1. Simulación del Costo de Operación Propuesto

a. Paradas por operación

Mediante la propuesta se alcanza la siguiente distribución de datos de acuerdo a los tiempos marcados para la parada planificada:

Cuadro N° 5.2. Tiempo de Operacion

Número de Dato	Tiempo en el que ocurrió una parada	
	Actual (hr)	Propuesto (hr)
1	44	69
2	37	66
3	41	66
4	39	68
5	40	67
6	38	67
7	41	66
8	45	68
9	44	67
10	36	68
11	39	
12	40	
13	43	
14	37	
15	40	
TOTAL	604	672

Fuente: Elaboración Propia

Lo que implica que para el caso actual se suscitaron en promedio 15 paradas en el mes de evaluación siendo como resultante un tiempo efectivo de operación del molino Loesche de 604 horas (por lo que el tiempo promedio de pérdida es 120 horas lo que representa un valor de 16.67%) y para el caso propuesto se pretende alcanzar 10 paradas al mes con un tiempo de operación de 672 horas efectivas (tiempo promedio de pérdida de 48 horas lo que representa un valor del 6.67%)

Es decir, se se pretende alcanzar una mejora del:

$$\text{Efectividad} = 1 - (48 \text{ horas (propuesto)} / 120 \text{ horas (actuales)}) = 0.6$$

Es decir que se pretende reducir el tiempo muerto en 60%.

A continuación se ordenan los datos de forma creciente y se realizan los siguientes cálculos para determinar la distribución de Weibull, lo cual nos permitirá determinar el tiempo de paradas por mes:

Cuadro N° 5.3. Distribución de Weibull (actual)

Tiempo (h)	Rank	Actual			
		Median Ranks	1/(1- Median Rank)	ln(ln(1/(1- Median Rank)))	ln(hora de falla)
36	1	0.0455	1.0476	-3.0679	3.5835
37	2	0.1104	1.1241	-2.1458	3.6109
37	3	0.1753	1.2126	-1.6463	3.6109
38	4	0.2403	1.3162	-1.2918	3.6376
39	5	0.3052	1.4393	-1.0103	3.6636
39	6	0.3701	1.5876	-0.7717	3.6636
40	7	0.4351	1.7701	-0.5603	3.6889
40	8	0.5000	2.0000	-0.3665	3.6889
40	9	0.5649	2.2985	-0.1836	3.6889
41	10	0.6299	2.7018	-0.0061	3.7136
41	11	0.6948	3.2766	0.1713	3.7136
43	12	0.7597	4.1622	0.3549	3.7612
44	13	0.8247	5.7037	0.5545	3.7842
44	14	0.8896	9.0588	0.7902	3.7842
45	15	0.9545	22.0000	1.1285	3.8067

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 5.3. Distribución de Weibull (propuesto)

Tiempo (h)	Rank	Median Ranks	1/(1-Median Rank)	ln(ln(1/(1-Median Rank)))	ln(hora de falla)
66	1	0.0673	1.0722	-2.6638	4.1897
66	2	0.1635	1.1954	-1.7233	4.1897
66	3	0.2596	1.3506	-1.2020	4.1897
67	4	0.3558	1.5522	-0.8217	4.2047
67	5	0.4519	1.8246	-0.5086	4.2047
67	6	0.5481	2.2128	-0.2304	4.2047
68	7	0.6442	2.8108	0.0329	4.2195
68	8	0.7404	3.8519	0.2990	4.2195
68	9	0.8365	6.1176	0.5940	4.2195
69	10	0.9327	14.8571	0.9927	4.2341

Fuente: Elaboración Propia

Mediante análisis de regresión se determinan los coeficientes Beta (parámetro pendiente) y Eta (Característica vida):

Cuadro N° 5.4. Coeficientes

	Actual	Propuesto
BETA	14.48	56.38
ETA	42	68
tiempo	720	720
Reliability	.0000	.0000
Probabilidad de falla	1.0000	1.0000

Fuente: Elaboración Propia

Luego, se determina la Confiabilidad y Mantenibilidad:

CALCULOS DE CONFIABILIDAD - METODO DE DISTRIBUCION DE WEIBULL

$$R=1- \text{EXP}^{-(t/\text{Alpha})^{\text{Beta}}}$$

CALCULOS DE MANTENIBILIDAD, FAILURE-FINDING TASK

$$\text{FFI}=2*(1-R)*\text{MTBF}$$

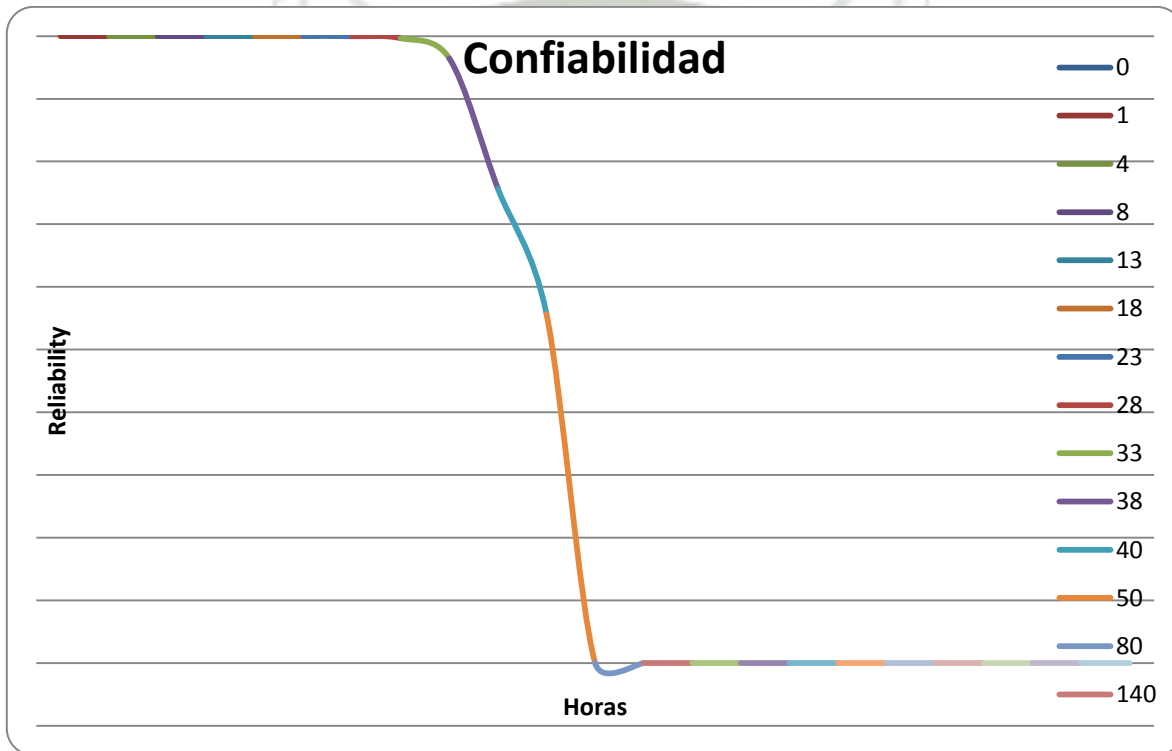
Cuadro N° 5.5. Calculo de Confiabilidad

Actual MTBF (horas)= 40.03			Propuesta MTBF (horas)= 67.00		
Tiempo	Probabilidad falla	Reliability	Tiempo	Probabilidad falla	Reliability
0	.0000	1.0000	0	.0000	1.0000
1	.0000	1.0000	1	.0000	1.0000
5	.0000	1.0000	5	.0000	1.0000
7	.0000	1.0000	8	.0000	1.0000
10	.0000	1.0000	15	.0000	1.0000
12	.0000	1.0000	25	.0000	1.0000
15	.0000	1.0000	40	.0000	1.0000
18	.0000	1.0000	50	.0000	1.0000
23	.0002	.9998	65	.0983	.9017
27	.0020	.9980	67	.4353	.5647
35	.0813	.9187	72	1.0000	.0000
40	.4436	.5564	122	1.0000	.0000
50	1.0000	.0000	222	1.0000	.0000
200	1.0000	.0000	372	1.0000	.0000
450	1.0000	.0000	572	1.0000	.0000
550	1.0000	.0000	622	1.0000	.0000
650	1.0000	.0000	672	1.0000	.0000
720	1.0000	.0000	720	1.0000	.0000
Reliability	horas	FFI	Reliability	horas	FFI
0.1	44	72.1	0.01	70	132.7
0.2	43	64.1	0.1	69	120.6
0.5	40	40.0	0.5	67	67.0
0.9	36	8.0	0.9	65	13.4
0.999	26	.1	0.999	60	.1
0.9999	22	.0	0.9999	57	.0
0.99999	19	.0	0.99999	55	.0
0.999999	16	.0	0.999999	53	.0

Fuente: Elaboración Propia

Lo que implica que en el límite del MTBF (acrónimo de Mean Time Between Failures)²⁹ se incrementa de 40 horas a 67 horas en el que permanecerá el equipo Loesche e operatividad hasta que ocurra una incidencia de parada.

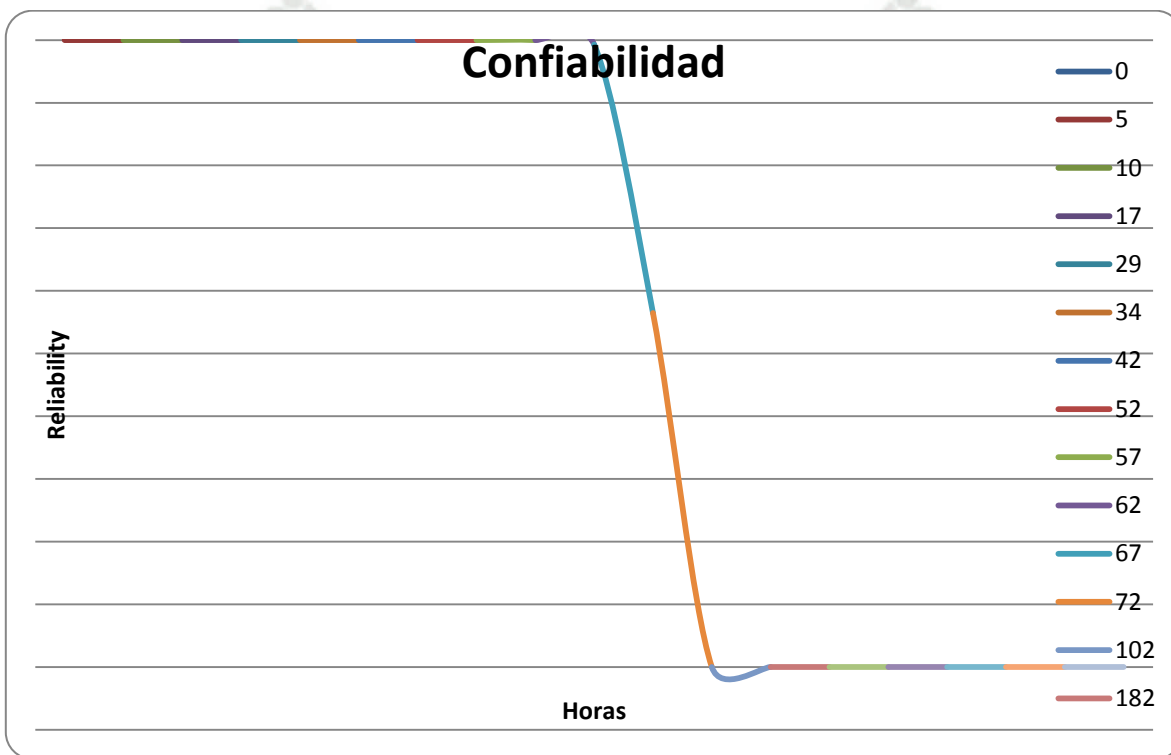
Gráfico N° 5.1. Confiabilidad (actual)



Fuente: Elaboración Propia

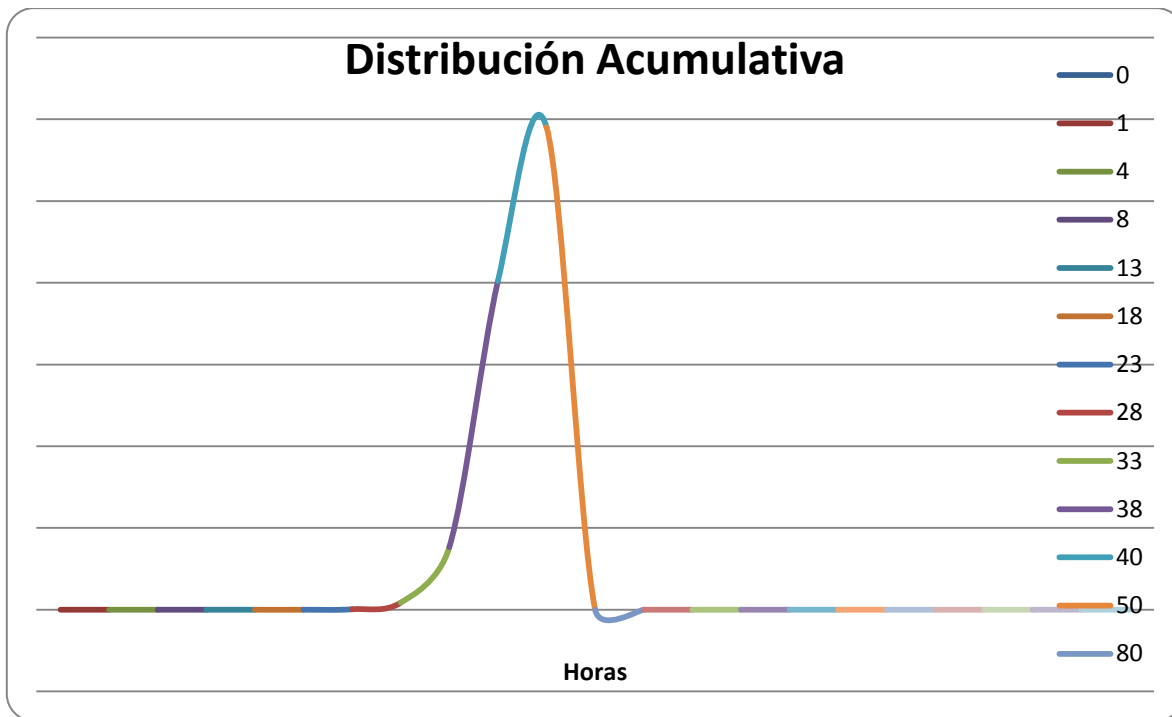
²⁹ Es la media aritmética (promedio) del tiempo entre fallos de un sistema.

Gráfico N° 5.1. Confiabilidad (propuesta)



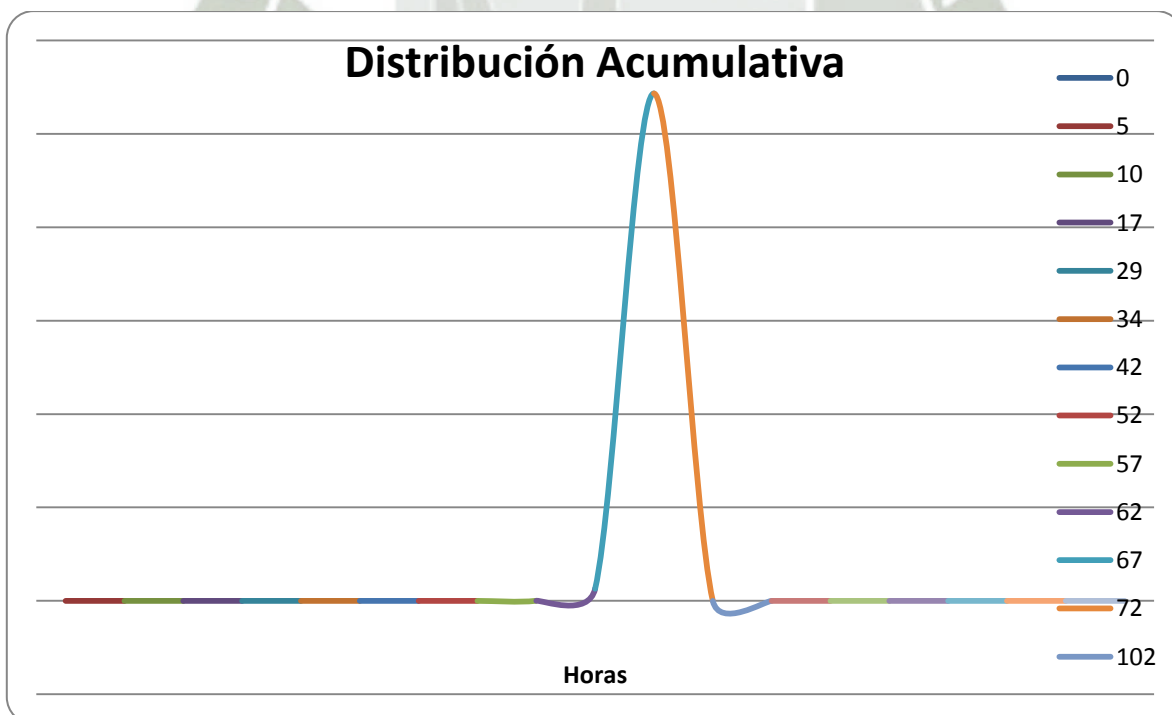
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 5.2. Distribución Acumulativa (actual)



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 5.2. Distribución Acumulativa (propuesta)



Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto se puede distinguir que la mejora en tiempo de disponibilidad de operatividad del molino Loesche resulta ser 27 horas más de lo que actualmente trabaja hasta que ocurra una parada, es decir ello presenta un incremento del 67.5% de disponibilidad.

5.2. Costo de Mantenimiento

Cuadro N° 5.6. Costo Mensual de Mantenimiento

Partida	\$
Materiales y Servicios	960.00
Salarios	3,376.80
Total	4,336.80

Fuente: La empresa

En el cuadro anterior se puede observar que el costo total actual por el mantenimiento mensual para el molino Loesche asciende a una cantidad de \$ 4,336.8, teniendo en cuenta que para el mes de evaluación se contabilizaron 15 paradas, el costo por parada quedaría establecido en:

Costo por parada = Costo de Mantenimiento / # de paradas

Costo por parada = \$ 4,336.80 / 15

Costo por parada = \$ 289.12

Por otro lado, el costo total de mantenimiento actual (\$ 4,336.80) representa el valor de 120 horas que el molino Loesche se encontró en reparación, para calcular el costo de reducción se aplica una regla de tres simple:

Si 120 horas generó un gasto de \$ 4,336.80

Entonces 48 horas ¿cuánto representará?

$$X = (48 \text{ hr} \times \$ 4,336.80) / (120 \text{ hr})$$

$$X = \$ 1,734.72$$

Es decir que se tendría un costo por parada resultante después de la propuesta con un valor de:

$$\text{Costos parada propuesto} = \$ 1,734.72 / 10$$

$$\text{Costos parada propuesto} = \$ 173.50$$

En conclusión, se pretende minimizar el costo total de mantenimiento mensual hasta un 40%.

$$\text{Ahorro} = \$ 4,336.80 - \$ 1,734.72 = \$ 2,602.08$$

5.2.1. Comparativo Actual vs Propuesto

Cuadro N° 5.7. Tiempo promedio en el que se presentan fallos en la planta

	MTBF
Actual	40.03
Propuesto	67

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 5.8. Estimado de la cantidad de Paradas por mes

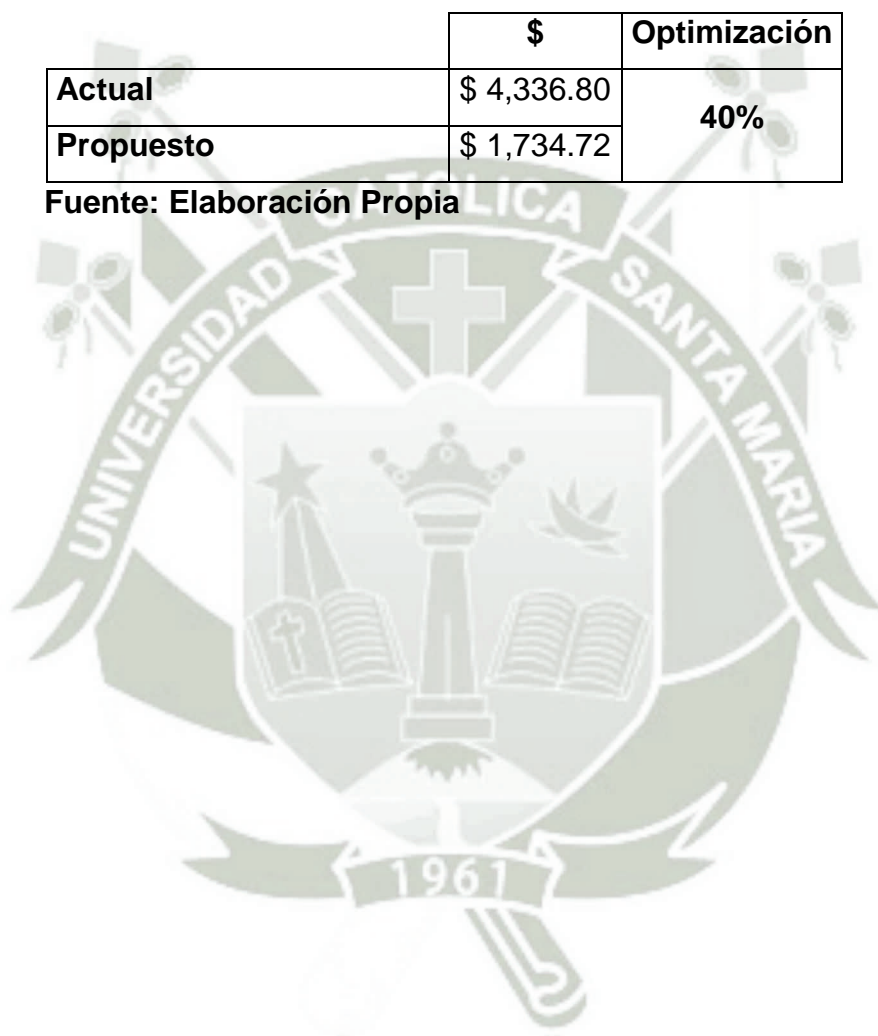
Paradas al Mes	Cantidad	Optimización
Actual	15	66.67%
Propuesto	10	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 5.9. Estimado de Costo de Operación Mensual

	\$	Optimización
Actual	\$ 4,336.80	40%
Propuesto	\$ 1,734.72	

Fuente: Elaboración Propia



5.3. Determinación del Beneficio Costo

Cuadro N° 5.10. Análisis Costo-Beneficio

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Actual	\$ 16,695,558.90	\$ 17,530,336.85	\$ 18,406,853.69	\$ 19,327,196.37	\$ 20,293,556.19	\$ 21,308,234.00
Ingresos						
Propuesto		\$ 17,561,561.81	\$ 18,439,639.90	\$ 19,361,621.89	\$ 20,329,702.98	\$ 21,346,188.13
Egresos	\$ 14,367,028.26	\$ 15,085,379.67	\$ 15,839,648.66	\$ 16,631,631.09	\$ 17,463,212.64	\$ 18,336,373.27
Salarios	\$ 4,540,978.40	\$ 4,768,027.32	\$ 5,006,428.69	\$ 5,256,750.12	\$ 5,519,587.63	\$ 5,795,567.01
Servicios	\$ 2,687,668.97	\$ 2,822,052.42	\$ 2,963,155.04	\$ 3,111,312.79	\$ 3,266,878.43	\$ 3,430,222.35
Materiales	\$ 7,138,380.89	\$ 7,495,299.93	\$ 7,870,064.93	\$ 8,263,568.18	\$ 8,676,746.59	\$ 9,110,583.92
Inversión	\$ 20,500.00		\$ 1,000.00		\$ 1,000.00	\$ 1,000.00
FCE (sin propuesta)	\$ 2,308,030.64	\$ 2,444,957.17	\$ 2,566,205.03	\$ 2,694,565.28	\$ 2,829,343.55	\$ 2,970,860.72
FCE (propuesta)		\$ 2,476,182.13	\$ 2,598,991.24	\$ 2,728,990.80	\$ 2,865,490.34	\$ 3,008,814.86
B/C (sin propuesta)	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
B/C (propuesta)		1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
Variación		0.18%	0.18%	0.18%	0.18%	0.18%

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

- PRIMERA:** Se concluye que para alcanzar la optimización de los procesos en el área de mantenimiento en favor de mejorar la productividad de la planta, es necesario realizar diagnósticos periódicos para el desarrollo de especificaciones de calidad que aún se encuentren sin definir, incrementar el conocimiento de los procesos internos de parte de los trabajadores de las áreas involucradas, establecer una Planificación programa, así como definir los procedimientos requeridos en planta.
- SEGUNDA:** Se concluye que los factores críticos para la optimización de procesos en el área de mantenimiento de la empresa, resultan aquellos involucrados en la secuencia e interacción de los procesos pero que en la actualidad no se encuentran plasmados en un diagrama, se controla debidamente a través de registros todos los procesos subcontratados mas no son auditados, solo existen documentos o procedimientos sueltos, no recopilados, la política de mantenimiento y sus objetivos se identifican en las operaciones diarias pero no existe un documento físico de ellos y no existe un adecuado control de la gestión del mantenimiento.
- TERCERA:** Habiendo analizado los costos de mantenimiento de la empresa se concluye que ello permitiría reducir las paradas en un 60% de deficiencia alcanzando un ahorro del 40% por el mantenimiento del equipo principal (molino Loesche).
- CUARTA:** La implementación del sistema de gestión de la Mantenimiento basada en la Política de Mantenimiento ha sido propuesta en base a siete etapas, Presentación del proyecto, Planificación,

Sensibilización y formación, Implementación de la gestión de mantenimiento, Verificación y validación así como la Mejora continua.



RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Es necesario que todo el personal se encuentre involucrado y conozca perfectamente sus funciones y responsabilidades para mantener efectivo al área de mantenimiento. Es por ello que se recomienda que la Gerencia revise mensualmente el Plan de Capacitación Anual para verificar que todas se cumplan según lo programado. Además, se debe hacer seguimiento a las capacitaciones realizadas a través de exámenes y encuestas, evaluando su aporte en el desarrollo del personal de la empresa.
- SEGUNDA:** Se recomienda que las evaluaciones y auditorías deban ser más exigentes para verificar que cumplan con todos los requisitos y estándares que plantea la empresa, el no cumplir con los requisitos mínimos resultaría en el descarte de dicho proveedor y la selección de uno nuevo que ocupe su lugar. Este control se deberá llevar a cabo semestralmente y se espera calificar como óptimos resultados al 95% de rendimiento de la planta. A raíz de esto, las incidencias de reclamos al proveedor por parte de la empresa debería disminuir a menos del 2% del total de órdenes de servicios realizadas mensualmente.
- TERCERA:** Se recomienda mejorar la comunicación entre las áreas involucradas en los distintos proyectos logrando finalizar y cerrar el 90% del total de actividades programadas, ya que en su mayor parte representan oportunidades de ahorro o mejoras del producto que se traducen en ganancias para la empresa. Para ello se utilizará de forma activa el correo electrónico para presentar requerimientos de planta, los riesgos que se presentan, coordinaciones en general, y planificar reuniones.

Estas reuniones se llevarán a cabo semanalmente para discutir sobre el avance del proyecto. A su vez, la planta será monitoreada y auditada por el área de Mantenimiento, bajo responsabilidad del líder de mantenimiento.



BIBLIOGRAFÍA

- Bernal, A. Importancia del diseño de plantas industriales. Primera edición. Diseño plantas industriales. Bogotá, Colombia. 2012. P. 75
- Bernal, B. Clasificación de las empresas - Generalidades. Primera edición. Mc. Graw Hill. California, Estados Unidos. 2008. P. 35
- Blanco, M. Mantenimiento y productividad. Primera edición. Organización y métodos de trabajo. Madrid, España. 2007. P. 33
- Camacho, R. Los procesos en las organizaciones. Primera edición. Procesos y procedimientos: del concepto a la acción. Lima, Perú. 2012. P. 62
- Correa, L. Procedimiento de ejecución de mantenimiento. Primera edición. Prezi. Cali, Colombia. 2012. P. 5
- Excelencia empresarial. Métodos para la identificación de proceso. Primera edición. Excelencia empresarial. Bilbao, España. 2006. P. 25
- FEMEVAL. Introducción a la productividad. Primera edición. I-creo. Valencia, España. 2008. P. 4
- Ferrero, D. Una mirada al sector de mantenimiento. Primera edición. Mantenimiento mundial. Argentina. 2008. P. 6
- Flores, M. Definición de mejora continua. Primera edición. Escuela de organización industrial. España. 2010. P. 36
- García, J. Prácticas de la gestión empresarial. Primera edición. McGraw Hill. Madrid, España. 2001. P. 35
- Guerra, D. Características comunes en procesos. Primera edición. Mantenimiento y procesos. California, Estados Unidos. 2012. P. 48
- Jackson, M. ¿Qué es la optimización de código? Primera edición. Assistance technique. España. 2013. P. 7
- Mautino, J. Tecnología 9. Primera edición. Stella. Buenos Aires, Argentina. 2000. P. 24
- Moncayo, R. Optimización de procesos. Primera edición. Optimización de procesos industriales. Venezuela. 2011. P. 25

- Moncayo R. Optimización de procesos. Primera edición. Optimización de procesos industriales. Venezuela. 2011. P. 38
- Muñoz, B. Mantenimiento industrial. Primera edición. Universidad Carlos III de Madrid Área de ingeniería Mecánica. Madrid, España. 2003. P. 4
- Muñoz, B. Mantenimiento Industrial. Cuarta edición. Tecnología de máquinas 4° ingeniería industrial. Madrid, España. 2003. P. 5
- Ros, A. Mantenimiento industrial. Primera Edición. Emagíster. España. 2010. P. 71
- Sucunza, I. Consultoría para la optimización de procesos clave. Primera edición. Human management systems. Pamplona, España. 2010. P. 26
- Seguel, R. Optimización de procesos. Primera edición. BPM-latan. Chile. 2008. P. 34
- Tamayo, E. Diseño de plantas industriales. Primera edición. Webquest. Manizales, Colombia. 2012. P. 3
- Tena, G. Departamento de mantenimiento. Primera edición. Centro de investigación y de estudios avanzados. México DF, México. 2010. P. 3
- Vera, H. Administración de empresas. Primera edición. Gerencia negocios. España. 2008. P. 27
- Wikipedia. Proceso. Primera edición. Wikipedia la enciclopedia libre. España. 2013. <http://es.wikipedia.org/wiki/Proceso>
- Wikipedia. Mantenimiento. Primera edición. Wikipedia la enciclopedia libre. España. 2013. <http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento>
- Wikipedia. Productividad. Edición. Wikipedia la enciclopedia libre. España. 2013. <http://es.wikipedia.org/wiki/Productividad>
- Wikipedia. Productividad. Edición. Wikipedia la enciclopedia libre. España. 2013. <http://es.wikipedia.org/wiki/Productividad>
- Wikipedia. Productividad. Edición. Wikipedia la enciclopedia libre. España. 2013. <http://es.wikipedia.org/wiki/Productividad>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de Disponibilidad

Disponibilidad

Incluye:

Pérdidas de Tiempo Productivo por Paradas.

La Disponibilidad resulta de dividir el tiempo que la máquina ha estado produciendo (Tiempo de Operación: TO) por el tiempo que la máquina podría haber estado produciendo. El tiempo que la máquina podría haber estado produciendo (Tiempo Planificado de Producción: TPO) es el tiempo total menos los periodos en los que no estaba planificado producir por razones legales, festivos, almuerzos, mantenimientos programados, etc., lo que se denominan Paradas Planificadas

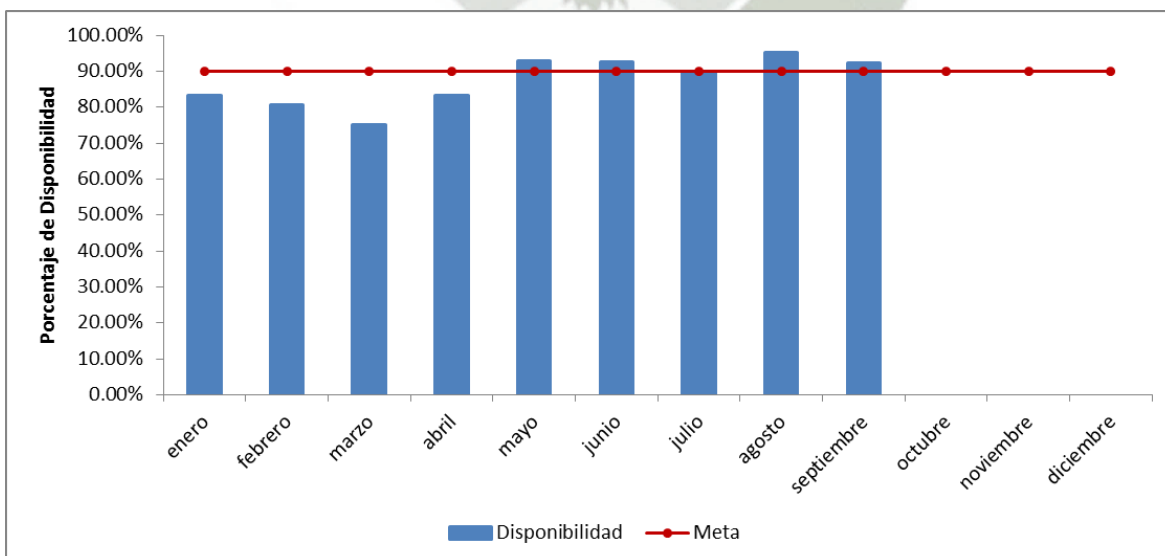
$$\text{Disponibilidad} = (\text{TO} / \text{TPO}) \times 100$$

Donde:

TPO= Tiempo Total de trabajo - Tiempo de Paradas Planificadas

TO= TPO - Paradas y/o Averías

La Disponibilidad es un valor entre 0 y 1 por lo que se suele expresar porcentualmente.



Anexo 2. Eficiencia General de los Equipos

Cálculo del OEE

El OEE resulta de multiplicar otras tres razones porcentuales: la Disponibilidad, la Eficiencia y la Calidad.

Clasificación OEE

El valor de la OEE permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia.

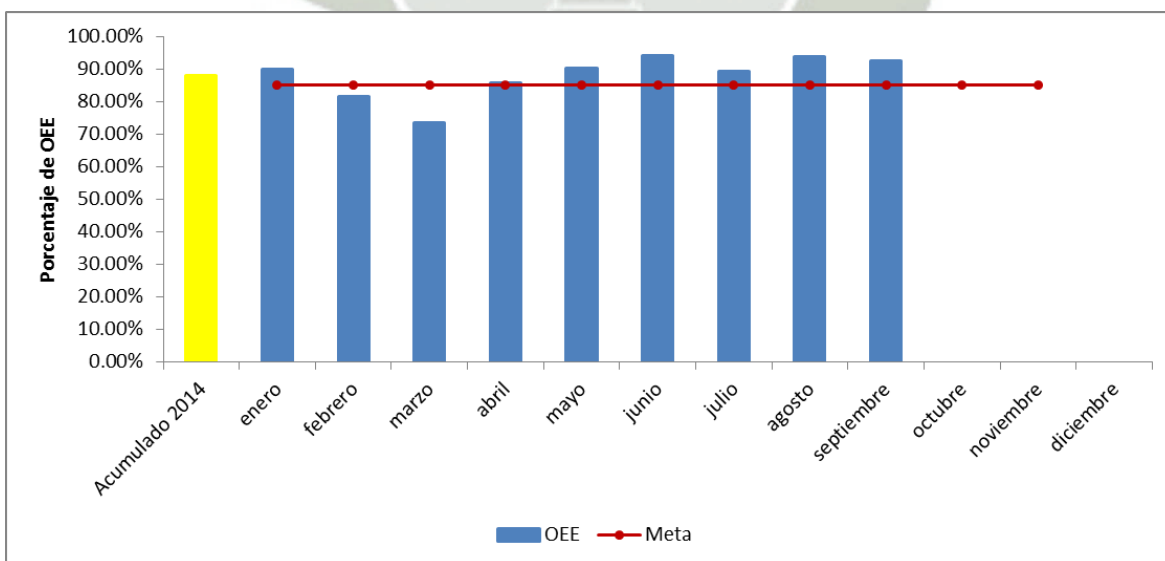
OEE < 65% Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.

65% < OEE < 75% Regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.

75% < OEE < 85% Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la World Class. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.

85% < OEE < 95% Buena. Entra en Valores World Class. Buena competitividad.

OEE > 95% Excelencia. Valores World Class. Excelente competitividad.

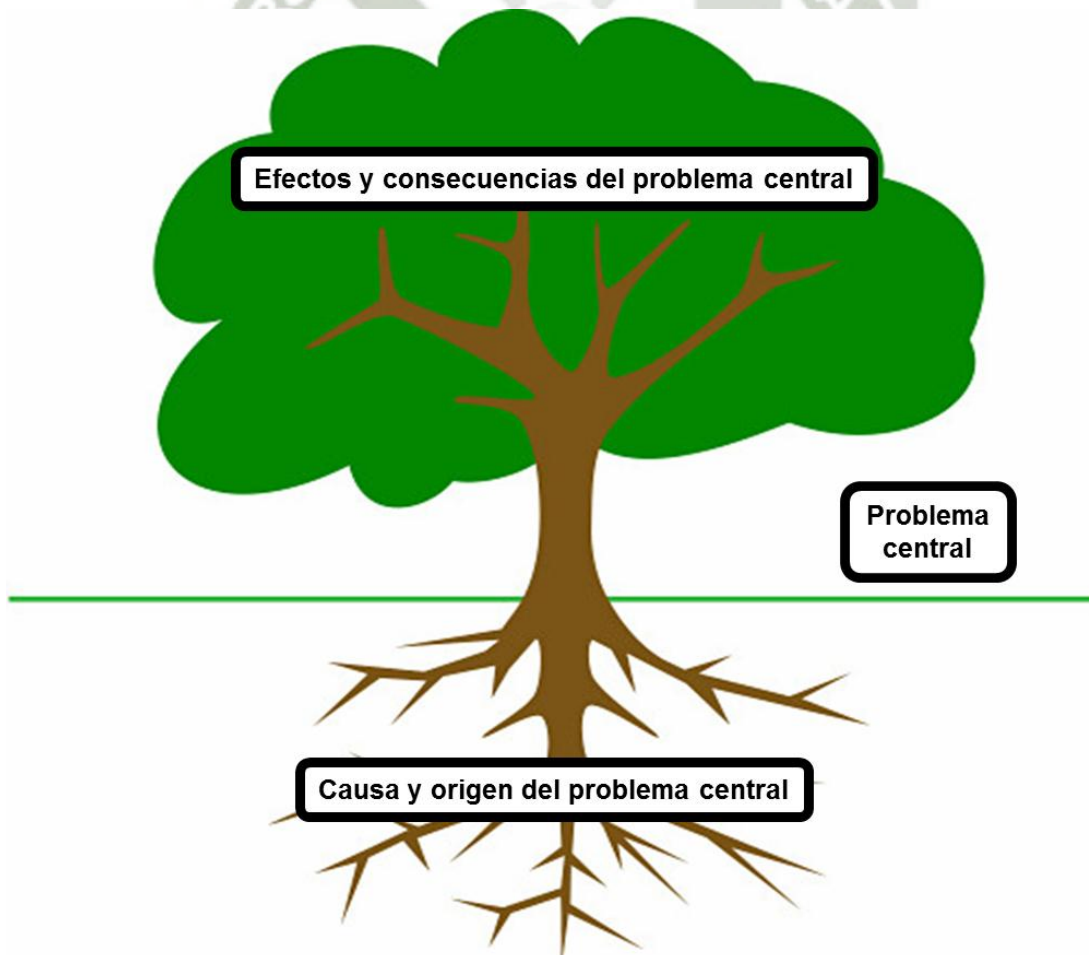


Anexo 3. Árbol de Problemas

El árbol de problemas es una técnica que se emplea para identificar una situación negativa (problema central), la cual se intenta solucionar analizando relaciones de tipo causa-efecto. Para ello, se debe formular el problema central de modo tal que permita diferentes alternativas de solución, en lugar de una solución única.

Luego de haber sido definido el problema central, se exponen tanto las causas que lo generan como los efectos negativos producidos, y se interrelacionan los tres componentes de una manera gráfica.

La técnica adecuada para relacionar las causas y los efectos, una vez definido el problema central, es la lluvia de ideas. Esta técnica consiste en hacer un listado de todas las posibles causas y efectos del problema que surjan, luego de haber realizado un diagnóstico sobre la situación que se quiere resolver.

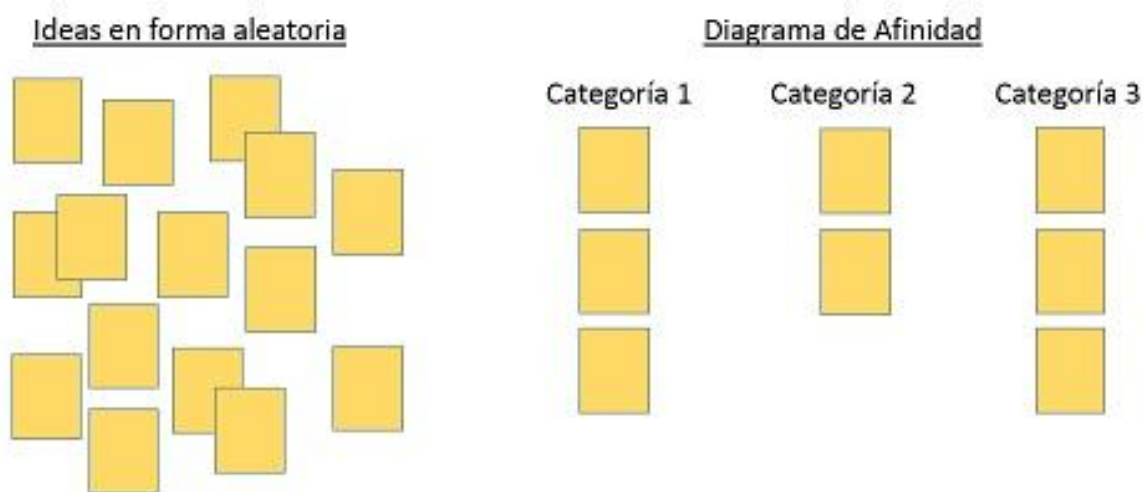


Anexo 4. Diagrama de Afinidad

Un Diagrama de Afinidad es una forma de organizar la información reunida en sesiones de Lluvia de Ideas. Está diseñado para reunir hechos, opiniones e ideas sobre áreas que se encuentran en un estado de desorganización.

El Diagrama de Afinidad ayuda a agrupar aquellos elementos que están relacionados de forma natural. Como resultado, cada grupo se une alrededor de un tema o concepto clave.

El uso de un Diagrama de Afinidad es un proceso creativo que produce consenso por medio de la clasificación que hace el equipo en vez de una discusión. El Diagrama fue creado por Kawakita Jiro y también es conocido como el método KJ.



Anexo 5. Convergencia en el centro

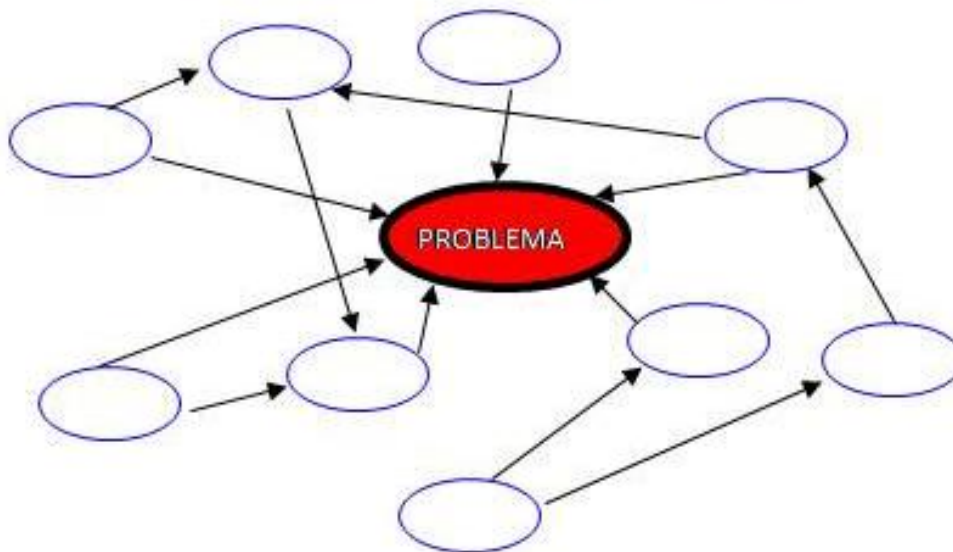
El diagrama de relaciones es una herramienta que ayuda a analizar un problema cuyas causas están relacionadas de manera compleja. El diagrama de relaciones permite alcanzar una visión de conjunto sobre cómo las causas están en relación con sus efectos y cómo, unas y otros, se relacionan entre sí.

El objetivo principal del diagrama de relaciones es la identificación de las relaciones causales complejas que pueden existir en una situación dada. El método da por supuesto que hay muchas posibles causas y efectos en torno a un determinado problema. El objetivo de la aplicación de la herramienta es obtener sus posibles causas, analizando la complejidad de sus relaciones.

El diagrama de relaciones, no obstante, puede realizarse desde una perspectiva “positiva”, es decir, situando en el centro, en lugar de un problema, un objetivo o efecto deseable para el que se buscarán los posibles caminos o acciones.

Para llevar a cabo un diagrama de relaciones es necesario un grupo de trabajo cuyos componentes conozcan bien el problema o, en general, la situación que se va a analizar.

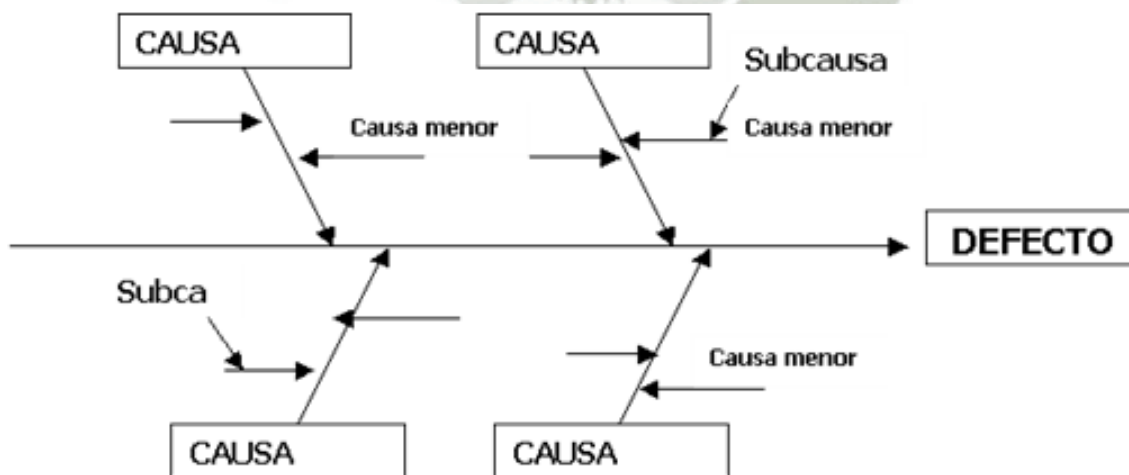
CENTRAL CONVERGENTE



Anexo 6. Diagrama de Ishikawa

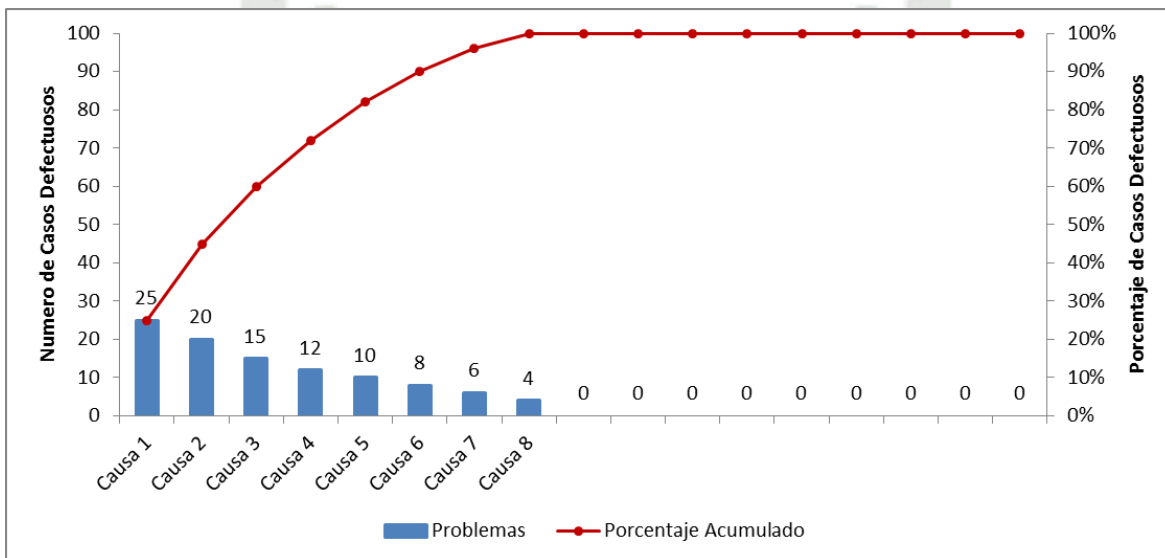
El diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de espina de pescado, diagrama de causa-efecto, diagrama de Grandal o diagrama causal, se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pez. Consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha. Es una de las diversas herramientas surgidas a lo largo del siglo XX en ámbitos de la industria y posteriormente en el de los servicios, para facilitar el análisis de problemas y sus soluciones en esferas como lo son; calidad de los procesos, los productos y servicios. Fue concebido por el licenciado en química japonés Dr. Kaoru Ishikawa en el año 1943.

Este diagrama causal es la representación gráfica de las relaciones múltiples de causa - efecto entre las diversas variables que intervienen en un proceso. En teoría general de sistemas, un diagrama causal es un tipo de diagrama que muestra gráficamente las entradas o inputs, el proceso, y las salidas u outputs de un sistema (causa-efecto), con su respectiva retroalimentación (feedback) para el subsistema de control.



Anexo 7. Diagrama de Pareto

Ejemplo simple de un diagrama de Pareto usando datos hipotéticos. Se muestran las frecuencias relativas en un diagrama de barras y en una línea roja las frecuencias acumuladas de las causas por las que los empleados llegan tarde a trabajar a una empresa.



Anexo 8. Distribución Weibull

Calculo de Confiabilidad Método de Weibull

$$R = 1 - EXP\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta$$

Donde:

R= Confiabilidad

B= Parámetro de pendiente

Calculo de Mantenibilidad

$$FFI = 2 * (1 - R) * MTBF$$

Donde:

FFI= Mantenibilidad

MTBF= Tiempo medio entre falla

Actual MTBF (horas)= 40.03			Propuesta MTBF (horas)= 67.00		
Tiempo	Probabilidad falla	Reliability	Tiempo	Probabilidad falla	Reliability
0	.0000	1.0000	0	.0000	1.0000
1	.0000	1.0000	1	.0000	1.0000
5	.0000	1.0000	5	.0000	1.0000
7	.0000	1.0000	8	.0000	1.0000
10	.0000	1.0000	15	.0000	1.0000
12	.0000	1.0000	25	.0000	1.0000
15	.0000	1.0000	40	.0000	1.0000
18	.0000	1.0000	50	.0000	1.0000
23	.0002	.9998	65	.0983	.9017
27	.0020	.9980	67	.4353	.5647
35	.0813	.9187	72	1.0000	.0000
40	.4436	.5564	122	1.0000	.0000
50	1.0000	.0000	222	1.0000	.0000
200	1.0000	.0000	372	1.0000	.0000
450	1.0000	.0000	572	1.0000	.0000
550	1.0000	.0000	622	1.0000	.0000
650	1.0000	.0000	672	1.0000	.0000
720	1.0000	.0000	720	1.0000	.0000
Reliability	horas	FFI	Reliability	horas	FFI
0.1	44	72.1	0.01	70	132.7
0.2	43	64.1	0.1	69	120.6
0.5	40	40.0	0.5	67	67.0
0.9	36	8.0	0.9	65	13.4
0.999	26	.1	0.999	60	.1
0.9999	22	.0	0.9999	57	.0
0.99999	19	.0	0.99999	55	.0
0.999999	16	.0	0.999999	53	.0

Anexo 9. MTBF (Tiempo Medio entre Fallas)

Para un determinado período de vida de una componente, el tiempo medio entre fallas es el valor medio de dos intervalos de tiempo ocurridos entre fallas consecutivas, esto es, la relación entre el tiempo total acumulado de observaciones y el número de fallas ocurridas.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total acumulado}}{\text{Numero de fallas}}$$

Anexo 10. Análisis Costo Beneficio

El análisis de costo-beneficio es una técnica importante dentro del ámbito de la teoría de la decisión. Pretende determinar la conveniencia de proyecto mediante la enumeración y valoración posterior en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados directa e indirectamente de dicho proyecto. Este método se aplica a obras sociales, proyectos colectivos o individuales, empresas privadas, planes de negocios, etc., prestando atención a la importancia y cuantificación de sus consecuencias sociales y/o económicas

$$\frac{BC}{C} = \frac{\text{Beneficios} - \text{Contrabeneficios}}{\text{Costos}}$$

Si $B/C \geq 1.0$: Se determina que el proyecto si es económicamente aceptable, para los estimados y la tasa de descuento aplicada.

Si $B/C < 1.0$: Se determina que el proyecto no es económicamente aceptable.

Si $B/C = 1.0$ o está muy cerca de el: Los factores no económicos ayudan a tomar la decisión de la mejor alternativa