



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**  
**Laureate International Universities**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“PROPUESTA DE MEJORA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO  
PREDICTIVO DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS DEL PROCESO  
PRODUCTIVO PARA REDUCIR LA CRITICIDAD EN LA EMPRESA  
COPEINCA SAC”**

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

**AUTOR:**  
**Bach. VICTOR ABEL ESPEJO OLIVARES**

**ASESOR:**  
**Ing. Marcos Baca López**

**TRUJILLO – PERÚ**  
**2014**

## **DEDICATORIA**

*A nuestro Padre Celestial por darme la vida y la oportunidad de realizar mis metas.*

*A mis padres:*

*Victor Raúl y Juana Irma por siempre rodearme en un ambiente lleno de valores y apoyarme en el cumplimiento de todas mis metas.*

## EPÍGRAFE

“No se puede llegar a la perfección sin haber cometido por lo menos un error”

(Anónimo)

## AGRADECIMIENTO

A toda mi familia, amigos y compañeros de trabajo que comparten conmigo su día a día y forman parte de mi aprendizaje y experiencia.

## **PRESENTACIÓN**

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad y cumpliendo lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Privada del Norte, para Optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, pongo a vuestra consideración la presente Proyecto intitulado:

**“PROPUESTA DE MEJORA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA REDUCIR LA CRITICIDAD EN LA EMPRESA COPEINCA SAC”**

El presente proyecto ha sido desarrollado durante los primeros días de febrero a septiembre del año 2014, y espero que el contenido de este estudio sirva de referencia para otras Proyectos o Investigaciones.

---

Bach. Victor Abel Espejo Olivares

## **LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS**

Asesor: Marcos Baca López

Jurado 1:

Jurado 2:

Jurado 3:

## **RESUMEN**

La presente tesis propone la mejora del Plan de Mantenimiento Predictivo, con el fin de reducir los indicadores de criticidad de los equipos críticos del proceso productivo de la empresa COPEINCA SAC.

Se inició con el diagnóstico de la situación actual de la empresa COPEINCA S.A.C. y de la gestión de mantenimiento para llegar a conocer los puntos débiles dentro del proceso y formular propuestas para mejorar la gestión del mantenimiento.

El diagnóstico junto a la propuesta de mejora del Plan de Mantenimiento constituyen la metodología; ya que es una herramienta de mejora continua que permite el desarrollo adecuado de cada punto a tratar en el sistema de mantenimiento predictivo y de esta manera mejorar nuestros indicadores de criticidad de los equipos de planta.

Con la implementación de la gestión de Mantenimiento predictivo se mejorarán los indicadores de criticidad de los equipos críticos de la empresa COPEINCA S.A.C. Se aumentará la disponibilidad de los equipos en un 89%, se reducirá el tiempo de parada de planta en un 33% y aumentará la eficiencia de los KPI de mantenimiento.

Así mismo, se realizó un flujo de caja proyectado para la gestión de mantenimiento predictivo y se demostró que la propuesta de implementación es económicamente viable en un periodo de 24 meses, obteniendo como resultado un VAN de S/ 88,227.51 siendo mayor que cero, un TIR de 56% y un ratio de B/C de 2.22, ya que los costos en que se incurren no son significativos y la empresa se encuentra en la capacidad de solventar tales gastos.

Se concluye que la mejora del Plan de Mantenimiento Predictivo reducirá la criticidad en los equipos críticos de la empresa COPEINCA SAC

## **ABSTRACT**

This thesis proposes the improvement of Predictive Maintenance Plan, in order to reduce critical indicators of critical equipment in the production process of the company COPEINCA SAC

It began with the diagnosis of the current situation of the company COPEINCA SAC and the maintenance management to get to know the weak points in the process and make proposals to improve the management of maintenance.

The diagnosis and improvement proposal Maintenance Plan constitute the methodology; because it is a tool for continuous improvement that allows the proper development of each item of business on the predictive maintenance system and thus improve our statistical criticality of plant equipment.

With the implementation of predictive maintenance management will improve indicators criticality of critical equipment of company COPEINCA SAC. The availability of equipment will increase by 89%, will decrease the plant downtime by 33% and increase the efficiency of maintenance KPI.

Likewise, a projected cash flow for predictive maintenance management and demonstrated the proposed implementation is economically viable over a period of 24 months, resulting in a NPV of S / 88227.51 being greater than zero, we performed a TIR of 56% and a ratio of B / C of 2.22, and that the costs incurred are not significant and the company is in the ability to afford such expenses.

One concludes that the improvement of the Plan of Predictive Maintenance will reduce the criticidad in the critical equipments of the company COPEINCA SAC.

## **ÍNDICE GENERAL**

DEDICATORIA.....	ii
EPÍGRAFE.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE DIAGRAMAS.....	xii
ÍNDICE DE GRAFICAS Y FIGURAS.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPÍTULO 1.....	1
GENERALIDADES DE LA INVENSTIGACIÓN.....	1
1.1 Realidad Problemática.....	2
1.2 Formulación del Problema.....	4
1.3 Delimitación de la Investigación.....	4
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
1.5 Justificación.....	5
1.6 Tipo de Investigación.....	6
1.7 Hipótesis.....	6
1.8 Variables.....	6
1.8.1 Sistema de Variables.....	6
1.8.2 Operacionalización de Variables.....	7
1.9 Diseño de la Investigación.....	8
CAPÍTULO 2.....	9
MARCO REFERENCIAL.....	10
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	10
2.2 Base Teórica.....	15
2.3 Definición de Términos.....	43
CAPÍTULO 3.....	44
DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD PROBLEMATICA.....	44
3.1 Descripción General de la Empresa.....	45



3.1.1. Visión y Misión.....	45
3.1.1.1. Productos.....	46
3.1.1.2. Valores y Certificaciones.....	47
3.1.1.3 Principales Proveedores.....	48
3.1.1.4 Competidores.....	50
3.1.2 Organigrama general.....	63
3.2 Descripción Particular del Área de la Empresa objeto de Análisis.....	64
3.2.1 Diagrama de Flujo del Proceso .....	65
3.2.2 Proceso de Producción.....	68
3.3 Identificación del Problema e Indicadores Actuales.....	79
3.3.1. Diagrama de Ishikawa.....	80
3.3.2. Matriz de Priorización.....	82
3.3.3. Indicadores actuales y metas proyectadas.....	92
CAPÍTULO 4.....	94
SOLUCIÓN PROPUESTA.....	94
4.1 Propuestas de Mejora.....	95
4.1.1 Gestión del Mantenimiento Predictivo.....	96
4.1.1.1 Plan de Mantenimiento predictivo.....	96
4.1.1.2 Implementación de Equipos.....	105
4.1.1.3 Incrementar personal de mantenimiento.....	107
4.1.1.4 Plan de Capacitaciones.....	112
CAPÍTULO 5.....	115
EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA.....	115
5.1 Pérdidas Económicas en la Actualidad.....	116
5.1.2 Pérdidas por Paradas de Planta.....	116
5.2 Inversiones para las Propuestas de Mejora.....	116
5.2.2 Inversión para Disminuir las Paradas de Planta.....	117
5.3 Ahorro Implementando las Propuestas de Mejora.....	118
5.3.2 Ahorro Disminuyendo las Paradas de Planta.....	119
5.7 Cálculo del VAN.....	124
5.8 Cálculo del TIR.....	124
CAPÍTULO 6.....	125
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	125

6.1 Resultados.....	126
6.2 Discusión.....	129
CAPÍTULO 7.....	130
CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES.....	131
7.1 Conclusiones.....	132
7.2 Recomendaciones.....	133
Bibliografía.....	135
ANEXOS.....	136

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1: Costos de mantenimiento y sus actividades.....	3
Tabla 2: Variables e indicadores críticos.....	7
Tabla 3: Mediciones y parámetros usados para el diagnóstico predictivo.....	27
Tabla 4: Parámetros de monitoreo por tipo de equipo .....	28
Tabla 5: Conceptos fundamentales de los distintos tipos de mantto.....	29
Tabla 6: Criterios de criticidad y su cuantificación.....	41
Tabla 7: Determinar la criticidad de los equipos del proceso productivo.....	42
Tabla 8: Procesos de secado y calidades de harina de pescado.....	46
Tabla 9: Principales Proveedores de servicios y productos de la Empresa.....	48
Tabla 10: Equipos y sistemas de la empresa COPEINCA SAC.....	51
Tabla 11: Actividades y Gastos de mantenimiento por área.....	53
Tabla 12: Equipos y sistemas del área con mayor costo de mantenimiento.....	54
Tabla 13: Formato de encuesta de criticidad de equipos.....	55
Tabla 14: Personal encuestado para la determinación de equipos críticos.....	59
Tabla 15: Determinación de equipos críticos Aplicando Pareto.....	59
Tabla 16: Equipos críticos de la zona de descarga de materia prima.....	62
Tabla 17: Formato de encuesta para evaluación de causa críticas de la problemática ..	83
Tabla 18: Sumatoria total de encuestas de la evaluación de las causas.....	87
Tabla 19: Priorización de causas raíz aplicando Pareto .....	90
Tabla 20: Indicadores y Metas Propuestas .....	92
Tabla 21: Causas, Soluciones y Métodos Propuestos .....	95
Tabla 22: Equipos de la zona de descarga de materia prima .....	96
Tabla 23: Meses de producción y no producción durante el año .....	97
Tabla 24: Tecnologías de inspección predictiva que se aplicaran a los equipos .....	97
Tabla 25: Tecnologías de inspección predictiva para cada equipo crítico .....	98
Tabla 26: Matriz Predictivo y sus frecuencias de aplicación en los equipos .....	99
Tabla 27: Fechas de desarrollo del mantenimiento predictivo .....	101
Tabla 28: Formato registro de prueba eléctrico .....	102
Tabla 29: Formato de registro de prueba de vibraciones .....	103
Tabla 30: Formato de reporte de mantenimiento predictivo .....	104
Tabla 31: Tecnologías de inspección predictiva y equipos .....	105

Tabla 32: Equipos a Implementar dentro de la propuesta .....	106
Tabla 33: Personal de mantenimiento de Planta Chicama.....	108
Tabla 34: Horas extras del personal por actividades de mantenimiento.....	109
Tabla 35: Colaboradores de mantenimiento y sus actividades que desarrollan.....	110
Tabla 36: Personal de mantenimiento a nivel de toda la corporación.....	111
Tabla 37: Fechas de capacitaciones semestrales para el personal de mantto.....	114
Tabla 38: Inversión de la Propuesta .....	116
Tabla 39: Depreciación de Equipos a Implementar .....	117
Tabla 40: Costo de contratar tres Colaboradores en el Área de Mantenimiento .....	117
Tabla 41: Costo de Tercerización de Servicios.....	118
Tabla 42: Costo de Plan de Capacitaciones .....	118
Tabla 43: Beneficios de la Propuesta .....	119
Tabla 44: Flujo de caja .....	120
Tabla 45: Ratios Económicos de la Propuesta .....	121
Tabla 46: Evaluación Económica .....	122

## **ÍNDICE DE DIAGRAMAS**

Diagrama 1: Organigrama de la empresa COPEINCA SAC .....	63
Diagrama 2: Organigrama del área de Mantenimiento .....	64
Diagrama 3: Proceso productivo de harina y aceite de pescado .....	65
Diagrama 4: Diagrama de Flujo Cualitativo y Cuantitativo de COPEINCA SAC ....	66
Diagrama 5: Diagrama de flujo de operaciones del proceso productivo .....	67
Diagrama 6: Flujo del proceso de mantenimiento preventivo.....	76
Diagrama 7: Flujo del proceso de mantenimiento correctivo .....	77
Diagrama 8: Causa efecto de la problemática.....	80
Diagrama 9: Diagrama de Gantt de Elaboración del Mantenimiento Predictivo .....	100
Diagrama 10: Gantt de desarrollo de capacitaciones Semestrales.....	113

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Estrategias de Mantenimiento Vs fallo y severidad.....	20
Grafica 2: Fórmulas de Mantenibilidad, fiabilidad y disponibilidad .....	31
Grafica 3: Diagrama de Pareto de las causa raíz de la problemática .....	91
Grafica 4: La distribución de las horas y montos por colaborador .....	110

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Desaguador rotatorio de pescado .....	68
Figura 2: Prensas y pre-strainers .....	70
Figura 3: Centrifugas de Aceite .....	71
Figura 4: Vista lateral de un Enfriador .....	73

## INTRODUCCIÓN

La Propuesta de mejora del Plan de Mantenimiento Predictivo para disminuir la criticidad de los equipos críticos de COPEINCA S.A.C.

Se describe en los siguientes capítulos.

En el Capítulo I, se muestran los aspectos generales sobre la descripción y formulación del problema de la investigación, los objetivos del proyecto y la hipótesis.

En el Capítulo II, se describen los planteamientos teóricos relacionados con la presente investigación, así como el marco conceptual.

En el Capítulo III, se describe las generalidades y la situación actual del mantenimiento en la empresa.

En el Capítulo IV, se describe la propuesta de mejora del Plan de Mantenimiento Predictivo.

En el Capítulo V, se analiza la viabilidad económica y financiera de la implementación de la propuesta de la gestión de mantenimiento predictivo.

En el Capítulo VI, se analizan los resultados y discusión que se plantean en el presente estudio.

En el Capítulo VII, finalmente, se plantean las conclusiones y las recomendaciones del presente estudio.

Además la presente investigación permitirá a los lectores conocer la importancia de aplicar un sistema de gestión de mantenimiento predictivo conociendo cuáles son sus equipos más críticos dentro de su procesos, esto permitirá incrementar la disponibilidad de sus equipos y reducir las paradas por fallas de los mismos, creando una cultura de mantenimiento en todos los colaboradores involucrados de la empresa.

# **CAPITULO 1**

## **GENERALIDADES DE LA INVESTIGACION**

## 1.1 Descripción del problema de investigación

La fábrica de harina y aceite de pescado COPEINCA S.A.C, inicio sus operaciones en julio de 1994 sus socios fundadores fueron la familia DyerAmpudia. Actualmente cuenta con cinco plantas procesadoras de harina y aceite de pescado en todo el litoral del Perú (Bayóbar, Chancay, Chimbote, Chicama e Ilo), con certificaciones el GMPB2, BASC, ISO14001, OSHAS 18001, IFFO.

El dueño actual es la empresa China Fishery Group Ltd la cual compró a COPEINCA S.A.C en el año 2013.

La sede en la cual se plantea la problemática está ubicada en Av. Playa Lado Norte s/n sub lote B Zona Industrial - Puerto Malabrigo, La Libertad – Perú. La empresa cuenta con una serie de procesos, desde la descarga y recepción de materia prima, luego pasa por la etapa de cocción y prensado, secado y enfriado, envasado (en sacos de 50 kilos) y almacenamiento (en rumas de mil sacos).

La velocidad máxima de procesamiento de planta es de 159 Ton/ hr, con una capacidad de almacenaje de materia prima en planta de 2050 Toneladas.

Con respecto al mantenimiento y al estado actual de los equipos y las instalaciones de la empresa, se puede decir que se encuentran funcionando y son destinados a la producción de harina y aceite de pescado; en el caso de algunos equipos como motores, bombas y ventiladores, que por su gran tiempo de uso se han realizado reparaciones; se encuentran algo deteriorados pero operativos y funcionando en la actualidad. Asimismo, se cuenta con cronogramas de mantenimientos preventivos semestrales y mantenimientos correctivos en plena producción de todos los equipos del proceso, también se encuentran equipos y partes de los equipos como chumaceras, rodajes, sellos mecánicos, estos componentes que no son de mantenimiento complejo.

En los repuestos, encontramos de importación y nacionales, la demora de algunos repuestos de los equipos genera pérdidas de tiempo en su reparación como muestra nuestro indicador de gestión (MTTR de 1.52 horas para el año 2013).

Los equipos en planta están clasificados en 196 sistemas y dentro de estos sistemas se encuentran sistemas críticos y no críticos.

La criticidad de la empresa se basa en las paradas de planta por motivos de fallas en los equipos del proceso productivo.



Los equipos (sistemas) no cuentan con un plan de gestión de mantenimiento predictivo en los sistemas críticos de planta de tal forma que no se pueden gestionar adecuadamente para reducir las paradas de planta imprevistas y a la vez mejorar nuestro indicador de criticidad.

Hay trabajos que se ejecutan en producción pero son sólo reparaciones mayores, menores o locales con el fin de recuperar la operatividad de los equipos en el menor tiempo posible. Esta es una razón por la cual el estado de los equipos se ve afectado en su mayoría y con la misma tendencia para los equipos de menor y reciente tiempo de instalación, afectando esto directamente a la producción de harina de pescado.

Las principales variables de gestión en mantenimiento son:

Tiempo promedio entre fallas (MTBF), tiempo promedio para la falla (MTTF), tiempo promedio para la reparación (MTTR), ratio de mantenimiento además de los costos de mantenimiento.

Teniendo como resultados en el año 2013:

MTBF = 6.85 HORAS

MTTR = 1.52 HORAS

MTTF = 5.33 HORAS

DISPONIBILIDAD = 82%

RATIO DE MANTENIMIENTO = \$ 14.83 / ton HP (toneladas de harina de pescado)

#### COSTOS Y ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

DESCRIPCIÓN	MONTO USD	PORCENT	Nº ACTIVI.	PORCENT
PREVENTIVO	\$ 154,994.3	24%	348	31%
CORRECTIVO	\$ 451,314.3	69%	711	64%
MEJORAS	\$ 27,089.45	4%	52	5%
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 633,398.05</b>	<b>97%</b>	<b>1111</b>	<b>100%</b>

Tabla 1: costos de mantenimiento y sus actividades. (ANEXO 1)

Para el 2013, contó con un presupuesto inicial de \$ 485,854.39 USD, culminando el año con \$ 655,000.31 USD asignados

El 3% restante del presupuesto se utilizó directamente en los centros de costo tanto en materiales como en servicios.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora del Plan de Mantenimiento Predictivo de los Equipos Críticos del Proceso Productivo en el indicador de Criticidad de la Empresa COPEINCA SAC?

## **1.3. Delimitación de la investigación:**

Se enmarca en el ámbito de las ciencias de Ingeniería Industrial en el área de mantenimiento.

Disponibilidad de la información de la empresa **COPEINCA S.A.C.**

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Evaluar el impacto de la propuesta de mejora del Plan de Mantenimiento predictivo de los equipos críticos de la empresa COPEINCA SAC.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar: Conocer cuáles son los equipos prioritarios (críticos) para las diversas actividades del proceso productivo analizado. Conocer el estado actual de las tareas y actividades de mantenimiento que se ejecutan en la empresa. Identificar los equipos de mayor criticidad, sobre los parámetros establecidos para el análisis.
- Reducir el indicador de criticidad de los equipos críticos del proceso productivo con la mejora de la gestión del plan anual de mantenimiento predictivo en la empresa COPEINCA S.A.C.
- Elaborar un plan de mantenimiento predictivo para los equipos más críticos del proceso productivo de harina y aceite de pescado.
- Evaluar de impacto en los indicadores de criticidad de los equipos del proceso productivo de harina y aceite de pescado.
- Evaluar el impacto económico y financiero de la propuesta.

## **1.5 Justificación.**

La presente investigación, permitirá a la empresa COPEINCA S.A.C garantizar el buen funcionamiento y operatividad constante de los equipos e instalaciones gestionando el mantenimiento adecuadamente, para así poder garantizar el correcto desempeño de la empresa y evitar interferencias o paradas forzadas en el proceso productivo.

En la empresa tenemos varios equipos e instalaciones importantes para todo el proceso productivo, para ello contamos con un manejo de un stock mínimo de repuestos para

nuestros equipos, es necesario el cuidado y mantenimiento efectivo de los equipos e instalaciones relacionados con el proceso o etapa productiva de la empresa para así evitar retrasos y daño del producto procesado; Lo más importante es los programas de producción y de entrega a los clientes.

Con este estudio se pretende realizar un programa de mantenimiento predictivo de los equipos críticos del proceso productivo para la disminución de fallas imprevistas y/o reparaciones (paradas forzosas) en plena producción, para ello analizaremos los equipos críticos de todos los 196 sistemas que encontramos en planta y los indicadores de gestión de mantenimiento que son: MTBF = 6.85 HORAS, MTTR = 1.52 HORAS, MTTF = 5.33 HORAS, DISPONIBILIDAD = 82%. RATIO DE MANTENIMIENTO = \$ 14.83 / ton HP (toneladas de harina de pescado)

En el aspecto Académico, se justifica ya que la presente investigación al aplicar herramientas de Ingeniería, servirá como guía o instrumento de consulta para futuras investigaciones.

## **1.6. Tipo de Investigación**

**Por la orientación:** Investigación aplicada proyectista

**Por el diseño:** Pre experimental

## **1.7. Hipótesis**

La mejora de la gestión del Plan de Mantenimiento Predictivo de los Equipos Críticos del Proceso Productivo permitirá reducir el Indicador de Criticidad en los equipos de la empresa COPEINCA SAC

## **1.8. Variables**

### **1.8.1. Sistema de variables**

VARIABLE DEPENDIENTE: Criticidad de los Equipos del Proceso Productivo.

VARIABLE INDEPENDIENTE. Mejoramiento del Plan de Mantenimiento Predictivo.

### **1.8.2. Variables Operacionales**

Tabla 2: variables e indicadores críticos

PROBLEMA	HIPOTESIS	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES
¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora del Plan de Mantenimiento Predictivo de los Equipos del Proceso Productivo en el indicador de Criticidad de la Empresa COPEINCA SAC?	La mejora de la gestión del Plan de Mantenimiento Predictivo de los Equipos del Proceso Productivo permitirá reducir el Indicador de Criticidad en los Equipos de la Empresa COPEINCA SAC.	PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	% cumplimiento del plan de mantenimiento
		<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	% capacitaciones específicas al personal
			Tiempo promedio entre fallas (MTBF)
			tiempo promedio para la falla (MTTF)
			promedio para la reparación (MTTR)
		CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS DEL PROCESO PRODUCTIVO	disponibilidad de los equipos
			porcentaje de actividades de mantto correctivo durante el año
	tiempos perdidos en paradas de planta		

## 1.9. Diseño de la Investigación

La presente investigación se enfoca en integrar el diagnóstico con una propuesta de mejora para explicar predecir lo que va pasar en el futuro; y si es necesario realizar un determinado cambio.

G: COPEINCA SAC

X1 → número de equipos críticos en el sistema de producción de COPEINCA antes de aplicar el mantto. predictivo

M → mantto. predictivo

X2 → número de equipos críticos en el sistema de producción de COPEINCA después de aplicar el mantto. predictivo

**G: X1 → M → X2**

# **CAPITULO 2**

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

## **2.1 Antecedentes de la Investigación**

**Pesántes, A. (2007). ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO Y PREVENTIVO EN FUNCIÓN DE LA CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA EMPACADORA DE CAMARÓN.** (Pesántez Huerta, 2007)

Elaborada por: Alvaro Eduardo Pesántez Huerta para optar al Grado académico de Ingeniero Industrial, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, GUAYAQUIL – ECUADOR - año 2007. Donde se concluye con la elaboración de este plan de mantenimiento predictivo y preventivo, se espera que la empresa reduzca el porcentaje de mantenimiento correctivo, ya que este presenta atrasos en la producción, alteraciones en la calidad del producto y daños más considerables en los equipos afectados, aparte de la pérdida de tiempo por la llegada de los repuestos para su reparación.

Sus resultados:

Establecieron una etapa crítica del proceso productivo fue la congelación, para así saber a cuáles equipos se debió orientar este estudio y de esta manera precautelar la entrega a tiempo de las órdenes de producción, con una excelente calidad y controlando el buen funcionamiento de los mismos.

Establecieron rutinas de mantenimiento en un 100% de sus equipos e instalaciones.

Podremos evidenciar como fue elaborado el plan anual para el año 2008, año en el cual se piensa dejar como punto de partida para la futura estandarización de los diversos mantenimientos.

También se sugirieron rutinas de mantenimiento por los mismos Técnicos de Mantenimiento.



**Rodriguez, M. (2012). PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA MANTENIBILIDAD DE EQUIPOS DE ACARREO DE UNA EMPRESA MINERA DE CAJAMARCA.** (Rodriguez del Aguila, 2012)

Elaborada por: Miguel Angel Rodriguez del Aguila para optar el Título de Ingeniero Industrial, UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - PERÚ - año 2012. Donde se Concluye: Se inició con el diagnóstico de la situación actual de la empresa y de la gestión de mantenimiento para llegar a conocer los puntos débiles dentro del proceso y poder formular propuestas para mejorar y reducir costos relacionados al mantenimiento. Así mismo, la propuesta de mejora será aplicada en el área involucrada con la gestión de mantenimiento.

Sus resultados:

- Que el área de mantenimiento tenga un diagnóstico para identificar sus debilidades y poder retroalimentar el proceso.
- Se establecieron los indicadores para asegurar una adecuada gestión de mantenimiento y asegurar la disponibilidad de los equipos de acarreo.
- Acciones de mejora valorizadas
- Análisis FODA del área de mantenimiento para establecer las estrategias de mantenimiento

**Villa, L. (2011). MANTENIMIENTO PREDICTIVO APLICADO A MÁQUINAS SOMETIDAS A VELOCIDAD Y CARGA VARIABLES MEDIANTE ANÁLISIS DE ÓRDENES.** (Villa Montoya, 2011)

Elaborada por: Luisa Fernanda Villa Montoya, Tesis doctoral, UNIVERSIDAD DE VALLADOLID – ESPAÑA - año 2011. Donde se Concluye: se desarrolló una metodología para seleccionar las variables y sensores más sensibles a las condiciones de funcionamiento y fallos del sistema y un algoritmo que permite realizar una diagnosis de los diferentes tipos de fallos del sistema bajo condiciones de velocidad y carga variables.

Sus resultados:

El trabajo de investigación ha permitido obtener un algoritmo de diagnosis para diferentes tipos de fallos, bajo un régimen de funcionamiento de velocidad y carga variable. El resultado es que el citado algoritmo de diagnosis aprovecha las medidas de vibración en todo el rango de operación de la máquina objeto de estudio. Esto permite detectar con una mayor sensibilidad y anticipación fallos que serían difícilmente detectables mediante únicamente un nivel global de vibración en una determinada banda de frecuencia característica. Además, se ha podido compensar el problema del “esparcimiento” de frecuencias producido por altas variaciones de velocidad y carga por medio de un algoritmo de remuestreo angular que mejora los resultados alcanzados por los algoritmos existentes. También se desarrolló una plataforma de test y un software de captura, procesado y análisis, que puede ser utilizado en el diagnóstico de aerogeneradores.

**Juan, F; Juan, G (2011). ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS CRÍTICOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA UNIVERSIDAD ICESI. (ARBOLEDA CELA & ANGEL GOMES, 2011)**

Elaborada por: JUAN FRANCISCO ARBOLEDA CELA, JUAN JOSE ANGEL GÓMES, para optar el Título de Ingeniero Industrial, UNIVERSIDAD ICESI - COLOMBIA - año 2011. Donde se Concluye: un estudio aplicativo, en el cual se utilizaron fuentes primarias como la observación de todos los componentes del sistema y sus actividades de mantenimiento, recolección de datos de campo, entrevistas con las personas responsables de los procesos.

El objetivo general de este proyecto consiste en el mejoramiento de los procesos de mantenimiento preventivo del sistema hidráulico de la universidad Icesi.

Sus resultados:

-El análisis de criticidad realizado determinó que los subsistemas de potabilización, almacenaje, y distribución, son críticos. Por lo cual todo el sistema de producción de agua se vuelve crítico para la Universidad.

-El análisis de criticidad arrojó que el subsistema de los pozos de achique es muy crítico. Aunque en este sistema dos de sus pozos no alcanzan a calificarse como críticos, el pozo de achique del cuarto de chillers convierte a todo el subsistema como muy crítico debido al impacto en la seguridad humana y el costo en el daño.

-El sistema de desagüe de aguas residuales de la universidad no es crítico.

-Se estandarizaron los procesos de mantenimiento preventivo de los equipos que hacen parte de todo el proceso de producción de agua potable y del subsistema de desagües de los pozos de achique.

**Ruiz, A. (2012). MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN LAS FACILIDADES DE PRODUCCION DE PETRÓLEO. (RUIZ ACEVEDO, 2012)**

Elaborada por: ADRIANA MARÍA RUIZ ACEVEDO, para optar el Título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER - COLOMBIA - año 2012. Donde se Concluye: Que se ejecutó el proceso completo, desde la clasificación de equipos críticos hasta la implementación del mantenimiento predictivo tomando como guía normas internacionales ISO 17359.

El objetivo general de este proyecto consiste en desarrollar un modelo práctico de gestión para la implementación del mantenimiento predictivo aplicado a facilidades de producción de una empresa petrolera, sus resultados:

-Disponibilidad Mecánica: A partir de la implementación del modelo, la disponibilidad mecánica de los sistemas paso de 95% al 97%.

-Pérdidas de Producción: como consecuencia de la mayor disponibilidad de los sistemas, se redujeron la pérdidas de producción, disminuyendo en 14000Bls entre el 2008 y 2010, comprobando que el modelo impacto en el negocio

-Costos de Mantenimiento: En un inicio los costos de mantenimiento se incrementaron, luego de la implementación del modelo estos bajaron en un 10%, adicionalmente e inversamente proporcional incremento la disponibilidad debido a la efectiva programación de los correctivos descubiertos atreves del predictivo.

## **2.2 Base Teórica**

### **Definiciones de Mantenimiento (Pesántez Huerta, 2007)**

A continuación se detallarán algunas conceptualizaciones relacionadas con la palabra mantenimiento, así como el alcance de la misma:

- Mantenimiento es: Asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas.
- De manera sencilla, es el conjunto de trabajos necesarios para asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones.
- De manera precisa, es un conjunto de técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios, contribuyendo a los beneficios de la empresa.
- Es un órgano de estudio que busca lo más conveniente para las máquinas, tratando de alargar su vida de forma rentable.
- Metafóricamente hablando: El mantenimiento es la medicina preventiva y curativa de las máquinas, equipos, instalaciones, etc.

¿Por Qué Mantener?

Las razones o los fundamentos por los cuales hacemos mantenimiento pueden ser resumidas en las siguientes categorías (sobre la base de los beneficios logrados).

#### **A. Prevenir o disminuir el riesgo de fallas (Pesántez Huerta, 2007)**

Busca bajar la frecuencia de fallas y/o disminuir sus consecuencias (incluyendo todas sus posibilidades). Esta es una de las visiones más básicas del mantenimiento y en muchas ocasiones es el único motor que mueve las estrategias de mantenimiento de algunas empresas, olvidándose de otros elementos de interés nombrados abajo.

#### **B. Recuperar el desempeño** (Pesántez Huerta, 2007)

Con el uso de los equipos el desempeño se puede ver deteriorado por dos factores principales: Pérdida de capacidad de producción y/o aumento de costos de operación. Grandes ahorros se han logrado al usar éste como gatillo para el mantenimiento, ya que a veces este factor es de dimensiones mayores a las fallas a evitar, ejemplos típicos incluyen: Cambios de filtros de gas, aceite, lavado de compresores axiales, etc.

#### **C. Aumentar la vida útil/diferir inversiones** (Pesántez Huerta, 2007)

La vida útil de algunos activos se ve seriamente afectada por la frecuencia/calidad del mantenimiento. Por otra parte se pueden diferir grandes inversiones, como por ejemplo reconstrucciones de equipos mayores. Encontrar el punto exacto de máximo beneficio económico es de suma importancia aquí. A modo de ejemplo la frecuencia con la cual se hace mantenimiento mayor de una turbina a gas se ve influenciada por la frecuencia de paradas de la misma.

#### **D. Seguridad, ambiente y aspectos legales** (Pesántez Huerta, 2007)

Muchas tareas de mantenimiento están dirigidas a disminuir ciertos problemas que puedan acarrear, responsabilidades legales relativas a medio ambiente y seguridad. El valor de dichas tareas es difícil de evaluar. El uso de herramientas avanzadas de computación ha permitido en algunos casos evaluar la relación costo/riesgo y así determinar los intervalos óptimos de mantenimiento.

#### **E. Factor Brillo** (Pesántez Huerta, 2007)

La imagen pública, aspectos estéticos de bienes, la moral de los trabajadores, etc. Son factores importantes a la hora de elegir tareas e intervalos de mantenimiento. Por ejemplo la pintura de una fachada de edificio: el intervalo entre pintadas es modulado más por la apariencia, que por el deterioro de la estructura por baja protección.

## **TIPOS DE MANTENIMIENTO. CLASIFICACIÓN GENERAL**

### **MANTENIMIENTO CORRECTIVO (Pesántez Huerta, 2007)**

#### **Definición**

Acción de carácter puntual a raíz del uso, agotamiento de la vida útil u otros factores externos, de componentes, partes, piezas, materiales y en general, de elementos que constituyen la infraestructura o planta física, permitiendo su recuperación, restauración o renovación, sin agregarle valor al establecimiento.

También denominado mantenimiento reactivo, es aquel trabajo que involucra una cantidad determinada de tareas de reparación no programadas con el objetivo de restaurar la función de un activo una vez producido un paro imprevisto (parada forzada). Las causas que pueden originar un paro imprevisto se deben a desperfectos no detectados durante las inspecciones predictivas, a errores operacionales, a la ausencia tareas de mantenimiento (reparaciones), a sobre uso o utilización de los equipos fuera de las condiciones normales de operatividad del diseño, a problemas de fabricación de partes o piezas de equipos y, a requerimientos de producción que generan políticas como la de “repara cuando falle”, o “no pares que el equipo aguanta”. Existen desventajas cuando dejamos trabajar una máquina hasta la condición de reparar cuando falle, ya que generalmente los costos por impacto total son mayores que si se hubiera inspeccionado y realizado las tareas de mantenimiento adecuadas que mitigaran o eliminaran las fallas, de acuerdo a lo establecido en las recomendaciones de mantenimiento del fabricante y/o las mejores prácticas de mantenimiento preventivo y predictivo.

### **MANTENIMIENTO PREVENTIVO (Pesántez Huerta, 2007)**

#### **Definición**

El Mantenimiento Preventivo se define como el conjunto de tareas de mantenimiento necesarias para evitar que se produzcan fallas en instalaciones, equipos y maquinaria en general (prevenir), es denominada también por algunos autores como Mantenimiento Proactivo Programado. El objetivo último del Mantenimiento Preventivo es asegurar la disponibilidad permanente de las edificaciones, equipos, sistemas e instalaciones en una Organización, Institución o Empresa, evitando al máximo las paradas forzadas e

interferencias en los procesos y actividades inherentes de la Empresa y a las personas que laboran en ella. El Mantenimiento Preventivo es además un proceso planificado, estructurado y controlado de tareas de mantenimiento a realizar dentro de las recurrencias establecidas, las mismas que generalmente son definidas por los fabricantes, y a falta de estas se puede recurrir a las mejores prácticas del mercado de este tipo de servicios, también llamados de Manutención.

Las actividades básicas y más generales definen la cobertura del mantenimiento preventivo, entre las cuales se pueden mencionar:

- Limpieza y aseo de: edificaciones, equipos, instalaciones, maquinaria, sistemas, etc.
- Lubricación general de automotores, equipos y maquinaria que tengan partes móviles, rótulas o trabajen con sistemas que incluyan aceites de circulación y/o hidráulicos.
- Inspecciones periódicas y recurrentes (tiempo definido).
- Cambio de piezas y partes, así como reparaciones menores y revisiones generales.
- Ajustes y Calibraciones.
- Supervisión y Control a través de validaciones de tiempo de servicio de las instalaciones, equipos y maquinarias en general (control de dispositivos de medición de horas de trabajo, por ejemplo: horómetros).

#### **Objetivos y Alcance del MPv.** (Pesántez Huerta, 2007)

Entre los objetivos más importantes del Mantenimiento Preventivo podemos citar los siguientes:

- Eliminación o drástica reducción de los costos de reparaciones innecesarias correctivas.
- Optimización de los recursos humanos que intervienen en este proceso (recursos propios o externos).



- Reducción de detenciones e interferencias en los procesos asignados a las demás áreas o centros de actividad de una empresa o institución.
- Eliminación de los daños de consideración y por ende aumentar la eficiencia de los equipos e instalaciones en general.
- Alargar la vida útil de una instalación, maquinaria o equipo.
- Reducir tratando de eliminar paradas forzadas y no programadas en las máquinas, equipos e instalaciones en los procesos productivos.
- Reducir al mínimo los costos que se generan por la producción de daños causados por las paradas forzadas o imprevistas en los procesos de fabricación.
- Establecer los programas más apropiados de mantenimiento evitando las fallas sobre la base de las recomendaciones de los fabricantes o las mejores prácticas en la actividad.
- Evitar el desgaste en los equipos por falta de ajustes, calibraciones, reajustes o cambio de los lubricantes y/o grasas.

### **Mantenimiento Predictivo (PdM) o mantenimiento basado en la condición (CBM)**

#### **Definición (PREDITEC, S/E (SIN ESPECIFICAR))**

El mantenimiento predictivo o basado en la condición evalúa el estado de la maquinaria y recomienda intervenir o no, lo cual produce grandes ahorros en mantenimiento.

El diagnóstico predictivo de maquinaria se desarrolla en la industria en la década que va desde mediados de los ochenta a mediados de los noventa del siglo XX.

Actualmente, las filosofías predictivas se aplican en la maquinaria crítica en aquellas plantas que cuentan con una gestión optimizada de sus activos. El mantenimiento basado en la condición optima al mantenimiento preventivo de manera que determina el momento preciso para cada intervención en los activos industriales.

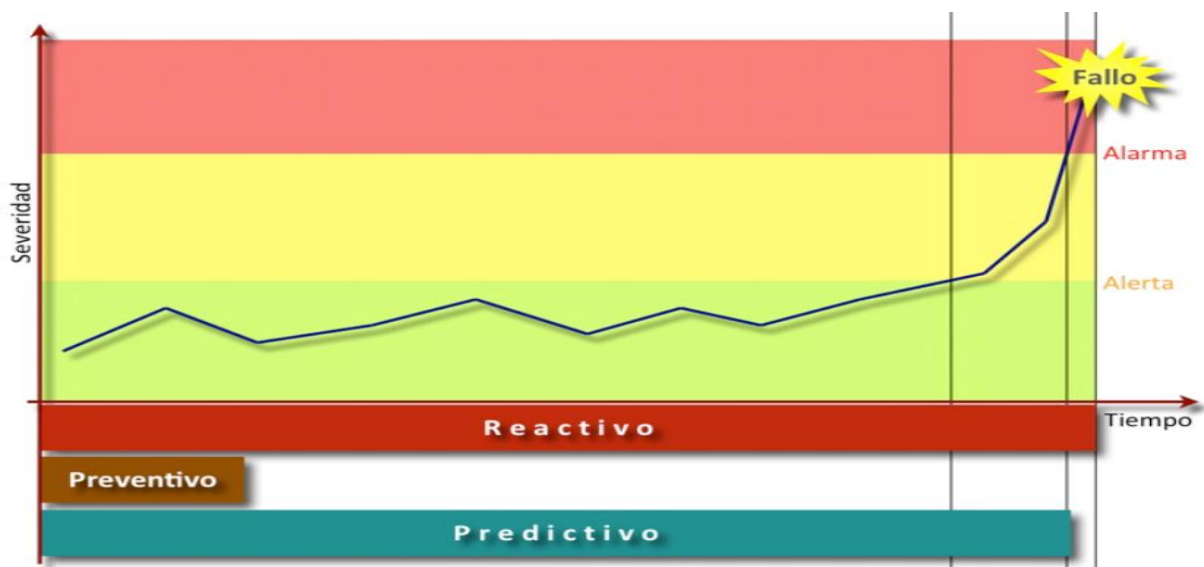
El mantenimiento predictivo es un conjunto de técnicas instrumentadas de medida y análisis de variables para caracterizar en términos de fallos potenciales la condición operativa de los equipos productivos. Su misión principal es optimizar la fiabilidad y disponibilidad de equipos al mínimo costo. Desde el punto de vista técnico, una actividad de mantenimiento será considerada como predictiva siempre que se den ciertos requisitos:

- La medida sea no intrusiva, es decir, que se realice con el equipo en condiciones normales de operación.

- El resultado de la medida pueda expresarse en unidades físicas, o también en índices adimensionales correlacionados.
- La variable medida ofrezca una buena repetibilidad.
- La variable predictiva pueda ser analizada y/o parametrizada para que represente algún modo típico de fallo del equipo, es decir, ofrezca alguna capacidad de diagnóstico

Desde el punto de vista organizativo, un sistema de gestión de mantenimiento será predictivo siempre que:

- La medida de las variables se realice de forma periódica en modo rutina.
- El sistema permita la coordinación entre el servicio de verificación predictiva y la planificación del mantenimiento.
- La organización de mantenimiento (planificación, taller) y la de producción (operación) esté preparada para reaccionar ante la eventualidad de un diagnóstico crítico.



Gráfica. 1. Estrategias de Mantenimiento Vs fallo y severidad. (PREDITEC, S/E (SIN ESPECIFICAR))

Al aplicar la estrategia predictiva se puede extender la vida útil de un activo hasta cinco veces más que si se sigue una estrategia preventiva. La estrategia reactiva es la que aprovecha mejor la duración de los activos, pero ignora el riesgo de hacer funcionar una máquina hasta el momento de su avería.

## **Técnicas aplicadas al mantenimiento predictivo**

### **Análisis de Vibraciones (FRANCO, 2013)**

El interés de las Vibraciones Mecánicas llega al Mantenimiento Industrial de la mano del Mantenimiento Preventivo y Predictivo, con el interés de alerta que significa un elemento vibrante en una Máquina, y la necesaria prevención de las fallas que traen las vibraciones a medio plazo. El interés principal para el mantenimiento deberá ser la identificación de las amplitudes predominantes de las vibraciones detectadas en el elemento o máquina, la determinación de las causas de la vibración, y la corrección del problema que ellas representan. Las consecuencias de las vibraciones mecánicas son el aumento de los esfuerzos y las tensiones, pérdidas de energía, desgaste de materiales, y las más temidas daños por fatiga de los materiales, además de ruidos molestos en el ambiente laboral, etc. Parámetros de las vibraciones:

- Frecuencia. Es el tiempo necesario para completar un ciclo vibratorio. En los estudios de Vibración se usan los CPM (ciclos por segundo) o HZ (hercios).
- Desplazamiento. Es la distancia total que describe el elemento vibrante, desde un extremo al otro de su movimiento.
- Velocidad y Aceleración. Como valor relacional de los anteriores.
- Dirección. Las vibraciones pueden producirse en 3 direcciones lineales y 3 rotacionales

Tipos de vibraciones:

- Vibración libre. causada por un sistema vibra debido a una excitación instantánea.
- Vibración forzada. causada por un sistema vibra debida a una excitación constante las causas de las vibraciones mecánicas

A continuación detallamos las razones más habituales por las que una máquina o elemento de la misma puede llegar a vibrar:

- Vibración debida al Desequilibrado (maquinaria rotativa).
- Vibración debida a la Falta de Alineamiento (maquinaria rotativa)
- Vibración debida a la Excentricidad (maquinaria rotativa).
- Vibración debida a la Falla de Rodamientos y cojinetes.
- Vibración debida a problemas de engranajes y correas de Transmisión (holguras, falta de lubricación, roces, etc.)

### **Análisis de lubricantes (FRANCO, 2013).**

Estos se ejecutan dependiendo de la necesidad, según. Análisis Iniciales. se realizan a productos de aquellos equipos que presenten dudas provenientes de los resultados del Estudio de Lubricación y permiten correcciones en la selección del producto, motivadas a cambios en condiciones de operación. Análisis Rutinarios. Aplican para equipos considerados como críticos o de gran capacidad, en los cuales se define una frecuencia de muestreo, siendo el objetivo principal de los análisis la determinación del estado del aceite, nivel de desgaste y contaminación entre otros Análisis de Emergencia. Se efectúan para detectar cualquier anomalía en el equipo y/o Lubricante, según:

- Contaminación con agua
- Sólidos (filtros y sellos defectuosos).
- Uso de un producto inadecuado

Equipos:

- Bombas de extracción
- Envases para muestras
- Etiquetas de identificación
- Formatos

Este método asegura que se tendrá:

- Máxima reducción de los costos operativos.

- Máxima vida útil de los componentes con mínimo desgaste.
- Máximo aprovechamiento del lubricante utilizado.
- Mínima generación de efluentes.

En cada muestra podemos conseguir o estudiar los siguientes factores que afectan a nuestra máquina:

- Elementos de desgaste. Hierro, cromo, molibdeno, aluminio, cobre, estaño, plomo.
- Conteo de partículas. Determinación de la limpieza, ferrografía.
- Contaminantes. silicio, sodio, agua, combustible, hollín, oxidación, nitración, sulfatos, nitratos.
- Aditivos y condiciones del lubricante. Magnesio, calcio, zinc, fósforo, boro, azufre, viscosidad.
- Gráficos e historial. Para la evaluación de las tendencias a lo largo del tiempo.

De este modo, mediante la implementación de técnicas ampliamente investigadas y experimentadas, y con la utilización de equipos de la más avanzada tecnología, se logrará disminuir drásticamente:

- Tiempo perdido en producción en razón de desperfectos mecánicos.
- Desgaste de las máquinas y sus componentes.
- Horas hombre dedicadas al mantenimiento.
- Consumo general de lubricantes

### **Termografía (FRANCO, 2013)**

La Termografía Infrarroja es una técnica que permite, a distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar temperaturas de superficie con precisión. Los ojos humanos no son sensibles a la Radiación infrarroja emitida por un objeto, pero las cámaras termográficas, o de termovisión, son capaces de medir la energía con Sensores infrarrojos, capacitados para "ver" en estas longitudes de onda. Esto nos permite medir la energía radiante emitida por objetos y, por consiguiente, determinar la temperatura de la superficie a distancia, en tiempo

real y sin contacto. La gran mayoría de los problemas y averías en el entorno industrial - ya sea de tipo mecánico, eléctrico y de fabricación - están precedidos por cambios de temperatura que pueden ser detectados mediante la monitorización de temperatura con sistema de Termovisión por Infrarrojos.

Con la implementación de programas de inspecciones termográficas en instalaciones, maquinaria, cuadros eléctricos, etc. es posible minimizar el riesgo de una falla de equipos y sus consecuencias, a la vez que también ofrece una herramienta para el control de calidad de las reparaciones efectuadas. El análisis mediante Termografía infrarroja debe complementarse con otras técnicas y sistemas de ensayo conocidos, como pueden ser el análisis de aceites lubricantes, el análisis de vibraciones, los ultrasonidos pasivos y el análisis predictivo en motores eléctricos. Pueden añadirse los ensayos no destructivos clásicos. Ensayos, radiográfico, el ultrasonido activo, partículas magnéticas, etc. El análisis mediante Cámaras Termográficas Infrarrojas, está recomendado para:

- Instalaciones y líneas eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- Cuadros, conexiones, bornes, transformadores, fusibles y empalmes eléctricos.
- Motores eléctricos, generadores, bobinados, etc.
- Reductores, frenos, rodamientos, acoplamientos y embragues mecánicos.
- Hornos, calderas e intercambiadores de calor.
- Instalaciones de climatización.
- Líneas de producción, corte, prensado, forja, tratamientos térmicos.

Las ventajas que ofrece el Mantenimiento Preventivo por Termovisión son:

- Método de análisis sin detención de procesos productivos, ahorra gastos.
- Baja peligrosidad para el operario por evitar la necesidad de contacto con el equipo.
- Determinación exacta de puntos deficientes en una línea de proceso.
- Reduce el tiempo de reparación por la localización precisa de la Falla.
- Facilita informes muy precisos al personal de mantenimiento.
- Ayuda al seguimiento de las reparaciones previas.

### **Análisis por árbol de fallas (FRANCO, 2013)**

El Análisis por Árboles de Fallos (AAF), es una técnica deductiva que se centra en un suceso accidental particular (accidente) y proporciona un método para determinar las causas que han producido dicho accidente. Nació en la década de los años 60 para la verificación de la fiabilidad de diseño del cohete Minuteman y ha sido ampliamente utilizado en el campo nuclear y químico. El hecho de su gran utilización se basa en que puede proporcionar resultados tanto cualitativos mediante la búsqueda de caminos críticos, como cuantitativos, en términos de probabilidad de fallos de componentes. Para el tratamiento del problema se utiliza un modelo gráfico que muestra las distintas combinaciones de fallos de componentes y/o errores humanos cuya ocurrencia simultánea es suficiente para desembocar en un suceso accidental.

La técnica consiste en un proceso deductivo basado en las leyes del Álgebra de Boole, que permite determinar la expresión de sucesos complejos estudiados en función de los fallos básicos de los elementos que intervienen en él. Consiste en descomponer sistemáticamente un suceso complejo (por ejemplo rotura de un depósito de almacenamiento de amoníaco) en sucesos intermedios hasta llegar a sucesos básicos, ligados normalmente a fallos de componentes, errores humanos, errores operativos, etc. Este proceso se realiza enlazando dichos tipos de sucesos mediante lo que se denomina puertas lógicas que representan los operadores del álgebra de sucesos. Cada uno de estos aspectos se representa gráficamente durante la elaboración del árbol mediante diferentes símbolos que representan los tipos de sucesos, las puertas lógicas y las transferencias o desarrollos posteriores del árbol.

### **Análisis FMECA. (FRANCO, 2013)**

Otra útil técnica para la eliminación de las características de diseño deficientes es el análisis de los modos y efectos de fallos (FMEA); o análisis de modos de fallos y efectos críticos (FMECA) La intención es identificar las áreas o ensambles que es más probable que den lugar a fallos del conjunto. El FMEA define la función como la tarea que realiza un componente --por ejemplo, la función de una válvula es abrir y cerrar-- y los modos de fallo son las formas en las que el componente puede fallar. La válvula fallará en la apertura si se rompe su resorte, pero también puede tropezar en su guía o mantenerse en posición de

abierta por la leva debido a una rotura en la correa de árbol de levas. La técnica consiste en evaluar tres aspectos del sistema y su operación:

- Condiciones anticipadas de operación, y el fallo más probable:
- Efecto de fallo en el rendimiento.
- Severidad del fallo en el mecanismo.

La probabilidad de fallos se evalúa generalmente en una escala de 1 a 10, con la criticidad aumentando con el valor del número.

Esta técnica es útil para evaluar soluciones alternativas a un problema pero no es fácil de usar con precisión en nuevos diseños. El FMEA es útil para evaluar si hay en un ensamble un número innecesario de componentes puesto que la interacción de un ensamble con otro multiplicará los efectos de un fallo. Es igualmente útil para analizar el producto y el equipo que se utiliza para producirlo. El FMEA, ayuda en la identificación de los modos de fallo que es probable que causen problemas de uso del producto. Ayuda también a eliminar debilidades o complicaciones excesivas del diseño, y a identificar los componentes que pueden fallar con mayor probabilidad. Su empleo no debe confinarse al producto que se desarrolla por el grupo de trabajo. Puede también usarse eficazmente para evaluar las causas de parada en las máquinas de producción antes de completar el diseño.

Como se enuncio en el ítem de mantenimiento predictivo, de este documento las técnicas predictivas determinan la condición del equipo en el momento que se hagan las mediciones. Estas pronostican la ocurrencia de un evento o falla d un componente, en función del nivel de riesgo y la condición de operatividad de un equipo crítico.

La tabla a continuación muestra algunas de las técnicas y variables medidas dentro del mantenimiento predictivo:



Tabla 3. Ejemplo de mediciones y parámetros usados para el diagnóstico predictivo.

Rendimiento	Mecánica	Eléctrica	Análisis de aceite, calidad de producto y otros
Consumo de energía	Expansión térmica	Corriente	Análisis de aceite
Eficiencia	Posición	Voltaje	Análisis de trazas de hierro
Temperatura	Nivel de fluido	Inductancia	Dimensiones de producto
Termografía	Vibración – desplazamiento	Resistencia	Propiedades físicas de producto
Presión	Vibración – velocidad	Capacitancia	Propiedades químicas (color, olor, apariencia)
Flujo	Vibración – aceleración	Campo magnético	Otras pruebas no destructivas
	Ruido audible	Aislamiento	
	Ultrasonido: ondas		

Fuente: ISO 13379. *Condition monitoring and diagnostics of machines — General guidelines on data interpretation and diagnostics techniques, 2003. Pág 8*

(RUIZ ACEVEDO, 2012)

Usando varias tecnologías se pueden revisar y confirmar los hallazgos entre tecnologías. Así, una técnica puede encontrar problemas que no pueden ser detectados con otra esta es la razón de aplicar varias tecnologías, ya que hay pocos beneficios al utilizar solo una o dos técnicas predictivas. Es posible que no se detecten las señales de advertencia que están presentando, así que los equipos fallaran de cualquier manera.

Como se puede apreciar en la siguiente tabla, existe un sinnúmero de parámetros que sirven para conocer la condición de un equipo, al momento de la medición.

En este documento se desarrollaran algunas de ellas, implementadas en el proyecto.

Tabla 4: Parámetros de monitoreo por tipo de equipo. (RUIZ ACEVEDO, 2012)

Parámetros	Tipo de equipos						
	Motor eléctrico	Turbina a gas	Bomba	Compresor	Generador eléctrico	Motores combustión interna	Ventilador
Temperatura	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Presión		✓	✓	✓		✓	✓
Cabeza de presión			✓				
Flujo de aire		✓		✓		✓	✓
Flujo de combustible		✓				✓	
Flujo de fluido de trabajo		✓	✓	✓			
Corriente	✓				✓		
Voltaje	✓				✓		
Resistencia	✓				✓		
Entrada/Salida energía	✓		✓	✓	✓		
Ruido	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Vibración	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Técnicas acústicas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Presión de aceite	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Consumo de aceite	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tribología	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Torque	✓	✓		✓	✓	✓	
Velocidad	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Eficiencia		✓	✓	✓		✓	

Fuente: ISO 13380. *Condition monitoring and diagnostics of machines —General guidelines on using performance parameters, 2002. Pag. 10*

## MANTENIMIENTO VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Tabla 5: Los conceptos fundamentales de los distintos tipos de mantenimiento (RUIZ ACEVEDO, 2012)

<b>Mantenimiento</b>	<b>Concepto</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>	<b>Aplicación</b>
Correctivo	Se ejecuta en caso de falla notable en el rendimiento operativo del equipo o inactividad total.	Genera costo ante falla existente.	Incertidumbre sobre cuándo se producirá la falla, que puede ser en el momento más inconveniente e involucrar un alto costo.	En todos los casos.
Preventivo	Considera el historial de fallas en máquinas iguales para la programación de paradas y verificación.	El mantenimiento es programado para el momento productivo oportuno.	El mantenimiento puede ser innecesario.	Generalizada. No aplicable cuando las posible averías no generan grandes gastos comparados con los de mantenimiento.
Predictivo	Monitoreo programable de variables indicativas del funcionamiento. Se ejecuta el mantenimiento cuando alguna/s de ellas se aleja/n de su/s valores promedio.	Se evitan desarmes innecesarios y se conoce el estado de la máquina.	Un monitoreo mal implementado o llevado someramente puede permitir que la maquinaria falle.	Cuando el costo de paradas (para una reparación más profunda en el caso de mantenimiento Correctivo, o de paradas innecesarias en el caso de mantenimiento Preventivo) justifica la implementación de este tipo.

## **DISEÑO DEL PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO** (Pesántez Huerta, 2007)

### **Objetivos Generales**

Diseñar una guía que sirva para planear, organizar, dirigir y controlar adecuadamente las labores de mantenimiento preventivo y predictivo con el fin de alargar la vida útil de la inversión y mantener el mayor tiempo posible una edificación con todos los sistemas complementarios operativos y funcionales. Evitar detenciones o interferencias producto de las paradas generales imprevistas o forzadas que afectan el proceso productivo.

### **Indicadores de Gestión**

#### **Tiempo Promedio para Fallar (TPPF) – Mean Time To Fail (MTTF):**

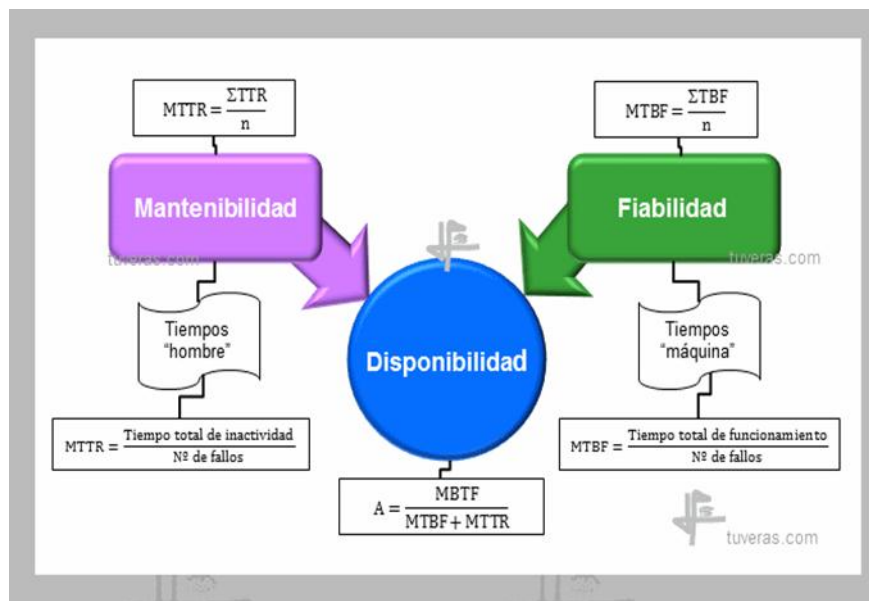
Este indicador mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad sin interrupciones dentro del período considerado; este constituye un indicador indirecto de la confiabilidad del equipo o sistema. El Tiempo Promedio para Fallar también es llamado “Tiempo Promedio Operativo” o “Tiempo Promedio hasta la Falla”

#### **Tiempo Promedio para Reparar (TPPR) – Mean Time To Repair (MTTR):**

Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. El Tiempo Promedio para Reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento. La mantenibilidad, definida como la probabilidad de devolver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimientos prescritos, es una función del diseño del equipo (factores tales como accesibilidad, modularidad, estandarización y facilidades de diagnóstico, facilitan enormemente el mantenimiento). Para un diseño dado, si las reparaciones se realizan con personal calificado y con herramientas, documentación y procedimientos prescritos, el tiempo de reparación depende de la naturaleza del fallo y de las mencionadas características de diseño.

## Tiempo Promedio entre Fallos (TMEF) – Mean Time Between Failures (MTBF)

. El Tiempo Promedio Entre Fallos indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo; es decir, es el tiempo medio transcurrido hasta la llegada del evento “fallo”. Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo. Uno de los parámetros más importantes utilizados en el estudio de la Confiabilidad constituye el MTBF, es por esta razón que debe ser tomado como un indicador más que represente de alguna manera el comportamiento de un equipo específico. Asimismo, para determinar el valor de este indicador se deberá utilizar la data primaria histórica almacenada en los sistemas de información.



Gráfica 2: fórmulas de Mantenibilidad, fiabilidad y disponibilidad

### Disponibilidad (Availability)

La probabilidad de un equipo o instalación, de estar en estado de funcionamiento en un periodo de tiempo determinado.

### Diagrama de Pareto (Pedant, 2014)

El Diagrama de Pareto constituye un sencillo y gráfico método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales).

Ejemplo: El 80% del valor de un inventario de artículos se debe al 20% de estos artículos.

## ¿COMO CONSTRUIR UN DIAGRAMA DE PARETO? (Pedant, 2014)

**PASO 1:** Identificar el Problema: Identificar el problema o área de mejora en la que se va a trabajar.

Ejemplo: Cual es la principal causa por la cual se están dañando los PC de la empresa.

**PASO 2:** Identificar los factores: Elaborar una lista de los factores que pueden estar incidiendo en el problema, por ejemplo, tipos de fallas, características de comportamiento, tiempos de entrega.

Ejemplo:

- Falta de mantenimiento
- Programa inadecuado
- Manejo incorrecto del operador
- Interrupciones de la energía
- Virus en el sistema
- Otros

**PASO 3:** Definir el periodo de recolección: Establecer el periodo de tiempo dentro del cual se recolectaran los datos:  
días, semanas, meses.

Ejemplo: Durante un mes vamos a recopilar datos

### **PASO 4: RECOLECCIÓN DE DATOS:** (Pedant, 2014)

CAUSAS	FRECUENCIA
Interrupciones de la energía	48
Manejo incorrecto del operador	22
Programa inadecuado	7
Falta de mantenimiento	35
Virus del sistema	4

Otros 2

**PASO 5: ORDENAR LOS DATOS:** (Pedant, 2014)

CAUSAS	FRECUENCIA
Interrupciones de la energía	48
Falta de mantenimiento	35
Manejo incorrecto del operador	22
Programa inadecuado	7
Virus del sistema	4
Otros	2

**PASO 6: CALCULAR LOS PORCENTAJES:** (Pedant, 2014)

Obtener el porcentaje relativo de cada causa o factor, con respecto a un total:

Porcentaje relativo= frecuencia de la causa / total de frecuencias

La suma de todos los porcentajes debe ser igual al 100%

CAUSAS	FRECUENCIA	Porcentaje relativo
Interrupciones de la energía	48	40,68
Falta de mantenimiento	35	29,66
Manejo incorrecto del operador	22	18,64
Programa inadecuado	7	5,93
Virus del sistema	4	3,39
Otros	2	1,69
<b>TOTAL</b>	<b>118</b>	<b>100%</b>

### **PASO 7: CALCULAR LOS PORCENTAJES ACUMULADOS.** (Pedant, 2014)

Calcular el porcentaje relativo acumulado, sumando en forma consecutiva los porcentajes de cada factor. Con esta información se señala el porcentaje de veces que se presenta el problema y que se eliminaría si se realizan acciones efectivas que supriman las causas principales del problema.

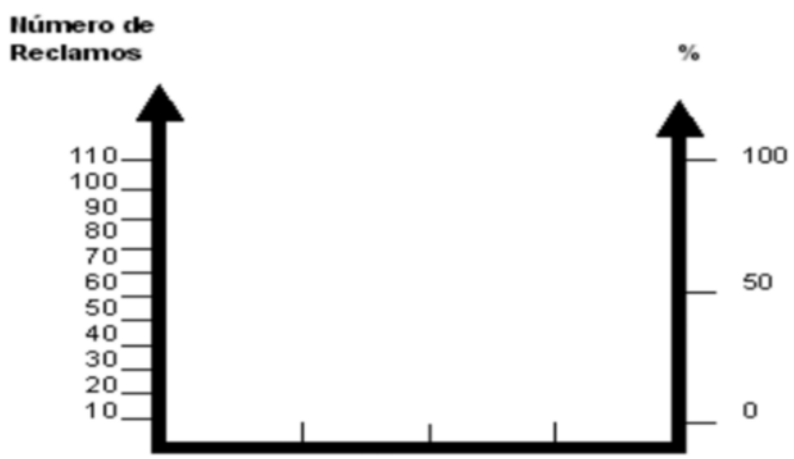
<b>CAUSAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>% Relativo</b>	<b>% Acum</b>
Interrupciones de la energía	48	41%	41%
Falta de mantenimiento	35	30%	70%
Manejo incorrecto del operador	22	19%	89%
Programa inadecuado	7	6%	95%
Virus del sistema	4	3%	98%
Otros	2	2%	100%
	<b>118</b>	<b>100%</b>	

### **PASO 8: DIBUJAR EL DIAGRAMA DE PARETO** (Pedant, 2014)

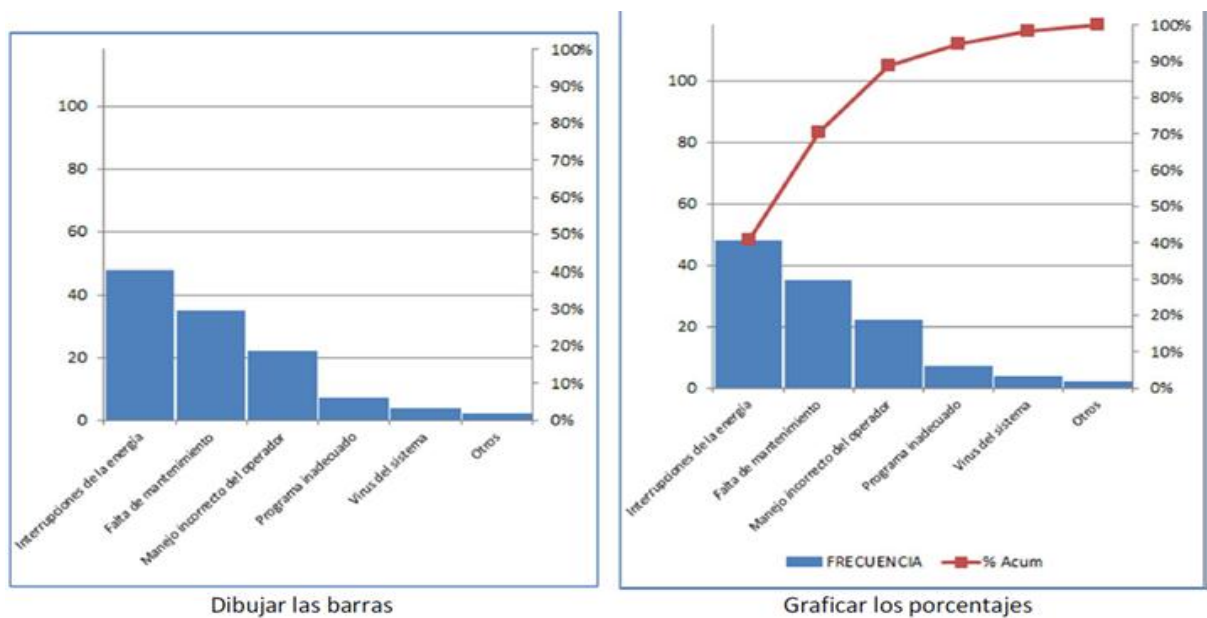
IDENTIFICAR LOS EJES: en el eje horizontal se anotan los factores de izquierda a derecha, en orden decreciente en cuanto a su frecuencia. El eje vertical izquierdo se gradúa de forma tal que sirva para mostrar el número de datos observados (la frecuencia de cada factor), el eje vertical derecho mostrara el porcentaje relativo acumulado.

Es importante tener en cuenta, que el diagrama sea más bien cuadrado, es decir que la longitud del eje horizontal sea igual que la del vertical.





DIBUJAR LAS BARRAS: Trazar la barras o rectángulos correspondientes a los distintos factores. La altura de las barras representa el número de veces que se presentó el factor, se dibujan con la misma amplitud, unas tras otras.



GRAFICAR LOS PORCENTAJES: Colocar los puntos que representan el porcentaje relativo acumulado, tomando en cuenta la graduación de la barra vertical derecha; los puntos se colocan partiendo desde el origen y después en la posición que corresponde al extremo derecho de cada barra, y se traza una curva que una dichos puntos. En esta forma queda graficada la curva del porcentaje relativo.

## **PASO 9: ANÁLISIS DE PARETO** (Pedant, 2014)

Debido a que se tiene que ser más productivos con recursos limitados, se debe tratar de enfocar los esfuerzos a reducir una barra de los pocos vitales a la mitad, que intentar reducir una barra de los muchos triviales a cero. Se realiza el diagrama de Pareto para seleccionar un problema o para priorizar causas.

Ejemplo: Si mejoramos el suministro de energía (instalación de UPS) y establecemos un programa de mantenimiento estamos eliminando el 70% de las causas de daños de PC.

## **ACTIVIDADES DE UN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO** (Pesántez Huerta, 2007)

Las actividades que se desarrollan en un departamento de Mantenimiento son diferentes en cada compañía, institución o empresa; tomando en consideración aspectos tales como: Número, tipo y/o tamaño de las edificaciones que utiliza en sus procesos productivos; políticas internas de la empresa relacionada con las labores de manutención; estándar de acabados establecido en la empresa; mantenimiento, estructuración y capacidad operativa con recursos propios y políticas de tercerización (outsourcing); disponibilidad de servicios de mantenimiento en el medio en que se desarrollan las operaciones y otros factores particulares que están relacionados incluso con el giro del negocio de la organización.

En función de los parámetros anteriores las tareas de Mantenimiento se dividen en:

- Funciones Primarias.
- Funciones Secundarias.

### **A) Funciones Primarias:** (Pesántez Huerta, 2007)

1. Mantenimiento de las edificaciones existentes en la institución y de sus instalaciones.
2. Mantenimiento de los diferentes equipos existentes en las edificaciones.
3. Inspección y Lubricación de maquinarias, equipos en general (Mantenimiento Preventivo) de acuerdo a las condiciones estándares y recomendaciones del fabricante.
4. Ejecución de las operaciones estándares tanto de mantenimiento Preventivo como Correctivo.
5. Modificaciones a los equipos y edificios existentes (Mantenimiento de Modernización).
6. Nuevas instalaciones en los equipos y edificios (Mantenimiento de Desarrollo).

7. Inspecciones programadas y aleatorias de las edificaciones, maquinarias, equipos y en general los sistemas y equipamiento complementario de la organización (mantenimiento predictivo)

**B) Funciones Secundarias:** (Pesántez Huerta, 2007)

1. Almacenamiento, Bodegas de Stock: insumos, materiales y repuestos.
2. Protección de las plantas, edificaciones en general. Seguridad Industrial.
3. Disposición de desperdicios.
4. Recuperación y programas de reciclaje.
5. Administración y manejo de Seguros.
6. Servicios Administrativos Varios. Programas de uso racional de recursos, insumos y materiales.
7. Manejo de Inventarios de Activos Fijos.
8. Eliminación y control permanente de contaminantes y ruidos.
9. Cualquier otro servicio que abarque a las diferentes ingenierías de mantenimiento por la administración de la gestión de Manutención de las edificaciones, instalaciones o equipos existentes

**DETERMINACIÓN DE FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO** (Pesántez Huerta, 2007)

Las recurrencias de aseo y limpieza en general de edificaciones, instalaciones y equipos deben estar claramente definidas y serán establecidas en base a las necesidades, estándares y de las condiciones del entorno.

Las recurrencias de las diferentes lubricaciones de equipos deben estar establecidas en función del parámetro de control: horas trabajadas (horómetro), kilómetros recorridos, desgaste de pieza de control, niveles de alerta de vibración.

Las condiciones de reemplazo y/o de adecuaciones deben proyectarse además en el plan de mantenimiento preventivo anual.

Otros factores que influyen en la determinación de la frecuencia de mantenimiento son:

- Edad (tiempo de uso), condiciones generales, valor del equipo y costos de los repuestos y partes más importantes.

- Susceptibilidad del equipo a sufrir pérdidas en el ajuste y balanceo general.
- Susceptibilidad al daño (vibraciones, sobrecargas eléctricas, uso anormal).
- Severidad del servicio al que está expuesto.
- Condiciones de rozamiento, fatiga, corrosión presentes en el entorno de trabajo.

### **Definición de Equipos Críticos. Consideraciones Generales (Pesántez Huerta, 2007)**

**Equipos Críticos:** aquellos cuyas fallas producen detenciones e interferencias generales, cuellos de botella, daños a otros equipos o instalaciones y retrasos o paradas en las actividades de los demás centros de actividad de una empresa u organización. Aquellos que detienen la prestación de los servicios a los clientes, afectan de manera directa los procesos productivos y por ende generan problemas con el cumplimiento a los clientes.

**Equipos Críticos Especiales:** son aquellos equipos especiales, cuyas partes, piezas o componentes más importantes no se encuentran disponibles en el mercado local directo de proveedores de partes, y que además no permiten adaptaciones locales o en muchos casos el hacerlo es sumamente complicado, dado lo sofisticado de su diseño y/o arquitectura. Una parada no programada (forzosa o inesperada) de estos equipos generalmente pueden afectar sustancialmente y/o detener la producción de un bien o servicio, generando altos costos para la empresa y procediendo impactos negativos, que incluso pueden afectar de manera directa la imagen de la organización.

### **FACTORES A CONSIDERAR EN LA SELECCIÓN Y DETERMINACIÓN DE EQUIPOS CRÍTICOS (Pesántez Huerta, 2007)**

Debido a la gran cantidad de equipos e instalaciones dentro de la empresa productora de harina y aceite de pescado, es necesario efectuar una selección y determinación adecuada de aquellos equipos, sistemas e instalaciones complementarias que presenten un mayor nivel de criticidad, en otras palabras, en base al impacto y a la importancia que tienen en la prestación de los servicios o en la producción de los bienes de la empresa.

A continuación se mencionarán los principales factores a considerar para la determinación y selección de los equipos e instalaciones críticos:

- De acuerdo a la frecuencia y los tiempos de operación de los mismos.
- Costo del equipo, el mismo que justifique su protección general y programación de manutención preventiva recurrente.
- Si la falla o detención de un equipo afecta directamente el servicio brindado a los clientes o al proceso productivo general de la empresa. Equipos críticos que generan paralizaciones en varios procesos o en aquellos subprocesos más importantes, y por ende detenciones generales.
- Si se cuenta con equipo de respaldo o adicional disponible para ser usado en caso de contingencias.
- Si las fallas de estos equipos podrían afectar la seguridad de los clientes, así como la proyección de la imagen de la empresa y el cumplimiento de objetivos o metas de producción.
- Si ha llegado al límite de su vida útil y/o se desarrolló y/o se modernizó y necesita mayor control preventivo.
- Si el costo de las reparaciones está sobre el costo del cambio del equipo, o si el tiempo de deterioro es mayor que el tiempo de obsolescencia del equipo.

### **ANÁLISIS DE LA CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS (Pesántez Huerta, 2007)**

El análisis de la criticidad de los equipos de una empresa nos sirve para poder jerarquizar, por importancia, los elementos (sistemas) sobre los cuales vale la pena dirigir recursos (humanos, económicos y tecnológicos). Además ayuda a identificar eventos potenciales indeseados, en el contexto de la confiabilidad operacional.

#### **Aspectos Principales (Pesántez Huerta, 2007)**

Para poder realizar un correcto análisis, es necesario comenzar por hacerse la pregunta: ¿A qué nivel del conjunto (equipo, planta, componente, etc.) debería ser conducido el análisis? Y para responder esta pregunta, a más de definir como se identifican los componentes y sistemas críticos, también se definirá varios conceptos necesarios para una mejor concepción del tema y se mostrará cuales son las estructuras típicas en las empresas.

**Componente:** es una unidad o conjunto de unidades cuya confiabilidad se estudia independientemente de la de sus partes. En general, cuando un componente se cambia y no se reemplaza.

**Sistema:** podemos definir un sistema como un conjunto de componentes relacionados entre sí.

**Subsistema:** es una parte del sistema, este puede estudiarse por separado y considerarse como un sistema.

**Estructura:** es la forma como están relacionados los componentes de un sistema a los ojos de la confiabilidad (serie, paralelo, combinado).

### **CRITERIOS PARA DETERMINAR LA CRITICIDAD DE EQUIPOS** (Pesántez Huerta, 2007)

Los criterios que van a ser expuestos a continuación están sujetos a dos factores muy importantes, la frecuencia del fallo y la consecuencia de su aparición. Cabe señalar que estos factores a considerar para la selección y determinación de equipos críticos fueron expuestos en los puntos anteriores, los cuales resumen los siguientes aspectos:

- Seguridad: Efecto del fallo sobre personas y entorno.
- Calidad: Efecto del fallo sobre la calidad del producto.
- Operaciones: Efecto del fallo sobre la producción.
- Mantenimiento: Tiempo y costo de reparación.

Estos criterios y su cuantificación están sujetos a ser ajustados para cada empresa, pero de manera general se los determinó de la siguiente manera

**TABLA**

**6**

**CRITERIOS DE CRITICIDAD Y SU  
CUANTIFICACIÓN (Pesántez Huerta, 2007)**

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

Fuente: MORA GUTIÉRREZ LUIS ALBERTO, Material proporcionado en Seminario de MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD, Medellín – Colombia, 2002

Para realizar el análisis de criticidad utilizaremos los siguientes criterios, los cuales nos van a servir para poder evaluar la siguiente fórmula:

$$\text{Criticidad Total} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia}$$

Tabla 7 - Para determinar la criticidad de los equipos en el proceso productivo.

(Elaboración en conjunto con el área de Mantenimiento)

IMPORTANCIA CRITICA DE LOS SISTEMA / EQUIPOS													
ZONA													
PROCESO													
SISTEMA / EQUIPO													
<b>SEGURIDAD Y POLUCIÓN DEL ENTORNO</b>													
A=3	Una falla podría causar serios problemas de seguridad y entorno en el área circundante.												
B=2	Una falla podría causar algunos problemas de seguridad y entorno en el área circundante.												
C=1	Una falla no causará problemas de seguridad o entorno en las áreas circundante.												
<b>CALIDAD Y RENDIMIENTO</b>													
A=3	Una falla podría causar productos defectuosos o afectar seriamente el rendimiento.												
B=2	Una falla podría causar variaciones de calidad o afectar moderadamente el rendimiento.												
C=1	Una falla no podría causar variaciones de calidad o afectar moderadamente el rendimiento.												
<b>ESTATUS DE OPERACIÓN</b>													
A=3	24 horas de operación												
B=2	De 7 a 14 horas de												
C=1	Operación intermitente												
<b>FACTOR DE RETRASO (COSTOS DE OPORTUNIDAD)</b>													
A=3	Una falla pararía la planta entera												
B=2	Una falla pararía solamente el sistema afectado												
C=1	Esta disponible una unidad de reserva												
<b>PERIODO (INTERVALO DE FALLO)</b>													
A=3	Paradas frecuentes												
B=2	Paradas ocasionales												
C=1	Difícilmente se produce una parada												
<b>DEPENDENCIA LOGÍSTICA</b>													
A=3	Los repuestos se tienen que importar del extranjero.												
B=2	Algunos repuesto se comprar local y extranjero-												
C=1	Repuesto se consiguen stock localmente.												
<b>MANTENIBILIDAD</b>													
<b>DEPENDENCIA DE MANO DE OBRA</b>													
A=3	Mantto. Requiere contratar terceros.												
B=2	Mantto. Se realiza por personal propio calificado. (técnico-especializados)												
C=1	Mantto. Se realiza por personal propio (técnico)												
<b>TIEMPOS DE REPARACIÓN</b>													
A=3	4 horas a más												
B=2	1 - 4 horas												
C=1	menos de 1 hora												
<b>COSTOS DE REPARACIÓN</b>													
A=3	alrededor de \$1,600 o +												
B=2	\$400-\$1,600												
C=1	menos de \$400												
<b>TOTAL DE PUNTOS</b>													
<b>EQUIPOS</b>													
CRÍMICOS (A)	19 - 27 Puntos												
IMPORTANTE (SEM - CRÍMICOS)(B)	16 - 18 Puntos												
REGULAR (C.)	9 - 15 Puntos												



### **2.3 Definición de Términos**

**Sistema:** Conjunto de procesos o elementos interrelacionados con un medio para formar una totalidad encauzada hacia un objetivo común

**Productividad:** En términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que algo o alguien es productivo cuando con una cantidad de Recursos (Insumos) en un periodo de tiempo dado obtiene el máximo de productos.

**Proceso de Fabricación:** Es el conjunto de operaciones unitarias necesarias para modificar las características de las materias primas. Dichas características pueden ser de naturaleza muy variable tales como la forma, la densidad, la resistencia, el tamaño, o la estética para la obtención de un determinado producto.

**Harina de Pescado:** La harina de pescado es un polvo fino obtenido del cocinado, prensado, secado y molido de la materia prima (pescado). Es una fuente de alimentación, con un alto contenido en proteínas y rica en vitaminas y minerales, que es usado como ingrediente en la elaboración de alimentos balanceados para la avicultura, la acuicultura, la ganadería y animales de compañía.

**Indicadores:** Son variables que intentan medir u objetivar en forma cuantitativa o cualitativa, sucesos colectivos para así, poder respaldar acciones.

**Criticidad:** significa la importancia del equipo o Instalación en el proceso de producción o servicio.

# **CAPÍTULO 3**

## **DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

## **Diagnóstico de la Realidad Actual**

### **3.1 Descripción general de la empresa**

Corporación Pesquera Inca (COPEINCA ASA) fue fundada en julio de 1994. Sus socios fundadores principales fueron Luis Dyer Ampudia, Rosa Coriat Valera, Edward Dyer Ampudia y Samuel Dyer Ampudia. Ese mismo año adquirieron la primera planta para la producción de harina y aceite de pescado, ubicada en la bahía de Bayóvar, departamento de Piura, y contaba con una capacidad de 68 TM /h.

En el 2011 aprovecharemos totalmente los beneficios de la Ley ITQ (Límites Máximos de Captura por Embarcación). Operando con 26 embarcaciones, 5 plantas y 1,400 colaboradores comparados con 64,12 y 2,200 respectivamente en el 2008. Esto permitirá a la Empresa obtener mejores rendimientos, producir 100% SD de harina de pescado, y por lo tanto, vender a precios más altos.

Corporación Pesquera Inca S.A.C. “COPEINCA S.A.C” es una empresa dedicada a la producción de harina y aceite de pescado cuya visión es ser una organización líder en el sector pesquero mundial; actualmente suministra alimentos pesqueros de alta calidad, para satisfacer las necesidades del mercado mundial; lo logra explotando en forma responsable y eficiente los recursos pesqueros disponibles; basada en una adecuada tecnología y mejora continua de sus procesos.

#### **3.1.1 Cultura Organizacional**

##### **VISIÓN**

Ser el líder mundial en la producción de harina y aceite de pescado.

##### **MISIÓN**

Producir y vender harina y aceite de pescado con eficiencia, calidad y responsabilidad.

### 3.1.1.1 PRODUCTOS:

#### a) HARINA DE PESCADO

Producto con alta calidad proteica, obtenido del pescado anchoveta, a través de un sistema continuo de cocido, prensado y secado.

Este sistema es principalmente para preparar fórmulas de alimentos balanceados para animales.

Actualmente, producimos Harina de Pescado con sistemas secado a vapor (Steam Dried) y un sistema de secado de aire caliente.

PROCESO DE SECADO			SECADO A VAPOR---SECADO AIRE CALIENTE					
Calidad			STD	Super prime	Prime	Taiwán	Tailandia	STD
Proteína	%	min	64	68	67	67	67	64
Grasa	%	max	12	10	10	10	10	10
Humedad	%	max	10	10	10	10	10	10
Sal y arena	%	max	5	4	5	5	5	5
Arena sola	%	max	2	1	2	2	2	2
TVN	mg/100g	max	NA	100	120	120	150	NA
FFA	%	max	NA	7.5	10	10	10	NA
Histamina	ppm	max	NA	500	1000	NA	NA	NA
Antioxidante	ppm	min	150	150	150	150	150	150

NA: No aplica

Tabla 8: Procesos de secado y calidades de harina de pescado

#### b) ACEITE DE PESCADO

Co-Producto obtenido en el mismo proceso de producción de la harina, donde el aceite se separa del agua de cola en centrífugas y pasa por un proceso de pulido.

Todo el aceite producido es retenido por 24 horas en decantadores, luego de los cual pasa a diferentes tanques de almacenamiento.

Todas nuestras plantas se encuentran certificadas para la venta de aceite para consumo humano directo a la Unión Europea, y cada una de ellas, separa aceites según califique para consumo humano y según su contenido de Omega 3, para lo cual contamos con cromatógrafo de gases que nos permiten tener el resultado en pocas horas.

ACEITE DE PESCADO CRUDO			
Acidos grasos libres	%	max	3
Humedad e impurezas	%	max	3

### 3.1.1.2 VALORES DE LA ORGANIZACIÓN

**Respeto:** En copeinca valoramos y reconocemos a las personas. Propiciamos el buen trato y relacionamiento tanto dentro de la organización como fuera de ésta.

**Excelencia:** En copeinca todos trabajamos buscando alcanzar los mayores estándares de desempeño e innovación para contribuir al logro de los objetivos de la empresa.

**Humildad:** En copeinca estamos abiertos a diversos puntos de vista, a reconocer y aprender de nuestros errores, y a promover la autocritica.

**Responsabilidad:** En copeinca asumimos las consecuencias de nuestro proceder y tomamos en cuenta siempre el triple resultado, económico, social y ambiental.

### CERTIFICACIONES

En COPEINCA estamos enfocados en la calidad y eficiencia de las operaciones. Para mantener y mejorar constantemente nuestros procesos a lo largo de toda la compañía venimos adoptando estándares de gestión internacionales y de esta manera certificar nuestros sistemas de gestión.

- GMPB2: Certificación en Calidad y Seguridad Alimentaria
- BASC: Certificación en Seguridad de Comercio
- ISO 14001: Certificación en Sistemas de Gestión Ambiental
- OSHAS 18001: Certificación en Sistemas de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional
- IFFO: El Estándar IFFO nos permite demostrar que proporcionamos harina y aceite de pescado seguro y de manera responsable al mercado internacional.

### **3.1.1.3 PRINCIPALES PROVEEDORES DE INSUMOS CRÍTICOS**

Tabla 9: Principales Proveedores de servicios y productos de la Empresa

<b>PRODUCTO / SERVICIO</b>	<b>PROVEEDOR</b>	<b>Lugar del servicio</b>	<b>Ubicación</b>
Sacos laminados de polipropileno	SACOS PISCO / NORSAC / IBEROAMERICANA	Corporativo	Pisco / Trujillo / Lurín
Hilos	COMINSER / SANTA MARIA HUACHIPA	Corporativo	Lima
Almacenamiento de aceite Bombeo de tanques de BPO a nave	BLUE PACIFIC OIL	Chimbote / Chancay	Chancay/Chimbote
Almacenamiento de harina	PORT LOGISTICS	Piura	Paita
Almacenamiento de aceite	OLEOTANKS	Bayóvar	Paita
Almacenamiento de aceite Bombeo de tanques de Colpex a nave Transporte de aceite	COLPEX S.A.C	Chimbote / Pisco	Chimbote
Transporte de aceite	TRANSPORTES ANTICONA	Bayóvar/ Chicama/ Chimbote/ Chancay/ Callao	Trujillo
Transporte de aceite	TRANSPORTES JOSELITO	Bayóvar/ Chicama/ Chimbote/ Chancay/ Callao	Trujillo
Flexibag Bombeo de cisternas a flexibags	FULL-PAK PERU S.A.	Paita y Callao	Lima
Bombeo de cisternas a flexibags	CARGO BULK	Ilo/ Callao y Paita	Chile (con representantes en Lima Port Logistic)
Terminal	ALCONSA	Callao	Callao
Terminal	LICSA	Callao	Callao
Terminal	IMUPESA	Callao	Callao
Terminal	CONTRAS	Callao	Callao
Terminal	NEPTUNIA	Callao	Callao
Terminal	UNIMAR	Callao	Callao
Terminal	TRAMARSA	Callao	Callao
Terminal	TPP	Callao	Callao

## **PRINCIPALES PROVEEDORES DEL AREA DE MANTENIMIENTO**

**FERREYROS CAT:** Nos brinda servicios y venta de repuestos en nuestros equipos de planta principalmente generadores electrógenos.

**LA LLAVE:** Nos brinda servicios y venta de repuestos en nuestros equipos de planta principalmente en controles automáticos de nuestro proceso.

**INDUSTRIAL CONTROLS SAC:** Nos brinda servicios y venta de repuestos en nuestros equipos de planta principalmente en controles automáticos de nuestro proceso.

**SKF:** Nos brinda servicios y venta de repuestos en nuestros equipos de planta principalmente en rodajes y retenes para el equipo de planta además de otros repuestos.

**GENERA VAPOR SAC:** Nos brinda servicios y venta de repuestos en nuestros equipos de planta principalmente en controles automáticos de nuestros calderos de planta.

**ALFA LAVAL:** Nos brinda servicios y venta de repuestos en nuestros equipos de planta principalmente en las centrifugas y separadoras de nuestro proceso.

**TECNIPESA:** Nos brinda servicios y venta de repuestos en nuestros equipos de planta principalmente en los controles automáticos de balanzas de nuestro proceso.

## **CLIENTES:**

Países a donde se exporta la harina de pescado:

- Nueva Zelanda
- Canadá
- Chile
- Colombia
- Costa rica
- Guatemala
- Honduras
- Brasil
- Venezuela
- China
- EAU
- Filipinas
- India
- Indonesia
- Israel
- Irán
- Japón
- Malasia
- Rusia
- Taiwán
- Vietnam
- Alemania
- Bélgica
- Bulgaria
- Dinamarca
- Francia
- Inglaterra
- Lituania
- Noruega
- Rumania

#### **3.1.1.4 COMPETIDORES:**

**NACIONAL:** Dentro de las cuales están las nueve principales empresas procesadoras de harina y aceite de pescado las cuales son:

1. TASA
  2. PESQUERA DIAMANTE S.A
  3. AUSTRAL GROUP S.A.A
  4. PESQUERA EXALMAR S.A.A
  5. CFG INVESTMENT S.A.C
  6. PESQUERA HAYDUK S.A
  7. COMPAÑÍA PESQUERA DEL PACIFICO CENTRO S.A
  8. PESQUERA CENTINELS S.A.C
  9. PROCESADORA DE PRODUCTOS MARINOS S.A
- OTROS

**INTERNACIONAL:** Países exportadores de harina de pescado como CHILE, ESTADOS UNIDOS, BRASIL, ECUADOR, CANADA, MEXICO, COLOMBIA, CUBA, HONDURAS Y OTROS. Los cuales son a nivel mundial los principales exportadores de harina de pescado.



Tabla 10: Equipos y sistemas de la empresa COPEINCA SAC

ÍTEM	ÁREA	ZONA	UBICACIÓN TECNICA	BLOQUE/SISTEMAS
1	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	MANGUERA DE DESCARGA NORTE
2	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	SISTEMA TANQUE DE DESCARGA # 1 LADO NORTE
3	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	SISTEMA TANQUE DE DESCARGA # 2 LADO NORTE
4	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	SISTEMA TANQUE DE DESCARGA # 3 LADO NORTE
5	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	COMPRESOR LEROI NORTE
6	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	MOTOR CAT NORTE
7	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	BOMBA AGUA MAR A PAC NORTE
8	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	COMPRESOR INSTRUMENTACION NORTE
9	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	BOMBA VACIO LADO NORTE
10	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	MANIFOLD DE VALVULAS LADO NORTE
11	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	TABLERO DE CONTROL LADO NORTE
12	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	SISTEMA DE INYECCION AGUA LADO NORTE
13	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	HIDROFORO NORTE
14	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	MANGUERA DE DESCARGA SUR
15	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	SISTEMA TANQUE DE DESCARGA # 1 LADO SUR
16	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	SISTEMA TANQUE DE DESCARGA # 2 LADO SUR
17	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	SISTEMA TANQUE DE DESCARGA # 3 LADO SUR

18	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	COMPRESOR LEROI SUR
19	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	MOTOR CAT SUR
20	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	BOMBA AGUA MAR A PAC SUR
21	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	COMPRESOR INSTRUMENTACION SUR
22	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	BOMBA VACIO LADO SUR
23	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	MANIFOLD DE VALVULAS LADO SUR
24	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	TABLERO DE CONTROL LADO SUR
25	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	SISTEMA DE INYECCION AGUA LADO SUR
26	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	HIDROFORO SUR
27	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	BOMBA DE ACHIQUE
28	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	GRUPO ELECTROGENO OMAN
29	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ZONA HÚMEDA	DESCARGA M.P.	TANQUE D-2

Realizando una comparación entre áreas sobre las actividades de mantenimiento y sus costos, observamos que el área de **Descarga de materia prima** tiene un gran número de actividades de mantenimiento y además es la que tiene mayores costos de mantenimiento, por tales motivos escogeremos esta área para el análisis de estudio.

Tabla 11: Actividades y Gastos de mantenimiento por área dentro de la empresa Copeinca SAC. (Anexo 1)

ACTIVIDADES OPERATIVAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO POR ZONAS TECNICAS

DESCRIPCIÓN	TOTAL
SECADO	134
<b>DESCARGA MATERIA PRIMA</b>	<b>125</b>
CASA VAPOR	82
TRATAMIENTO LIQUIDOS	58
PRENSADO	48
TRATAMIENTO LIQUIDOS AGUA DE BOMBEO	36
CASA FUERZA	34
RECEPCION MATERIA PRIMA	24
PLANTA AGUA DE COLA	22
ALIMENTACION COCINADORES	20
COCCION	20

GASTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO POR ZONA TECNICA

DESCRIPCIÓN	TOTAL
<b>DESCARGA MATERIA PRIMA</b>	<b>\$ 102,137</b>
SECADO	\$ 85,263
CASA FUERZA	\$ 51,996
PRENSADO	\$ 40,051
TRATAMIENTO LIQUIDOS	\$ 35,671
FLOTACION AGUA DE BOMBEO	\$ 35,322
CASA VAPOR	\$ 19,110

En este cuadro analizaremos todos los equipos del área de **Descarga de materia prima** realizándole un análisis de criticidad de sus sistemas y equipos para esto tendremos en cuenta un número de 29 sistemas.

Tabla 12: Equipos y sistemas del área con mayor costo de mantenimiento y mayor número de mantenimientos correctivos

DESCARGA DE MATERIA PRIMA		
N°	PRIORIZACION DE EQUIPOS CRITICOS	N°-critico
1	MOTOR CAT NORTE	EC-1
2	MOTOR CAT SUR	EC-2
3	GRUPO ELECTROGENO OMAN	EC-3
4	COMPRESOR LEROI NORTE	EC-4
5	COMPRESOR LEROI SUR	EC-5
6	BOMBA AGUA MAR A PAC NORTE	EC-6
7	BOMBA AGUA MAR A PAC SUR	EC-7
8	TABLERO DE CONTROL LADO NORTE	EC-8
9	TABLERO DE CONTROL LADO SUR	EC-9
10	BOMBA VACIO LADO NORTE	EC-10
11	BOMBA VACIO LADO SUR	EC-11
12	HIDROFORO NORTE	EC-12
13	HIDROFORO SUR	EC-13
14	TK DE DESCARGA # 1 LADO NORTE	EC-14
15	TK DE DESCARGA # 2 LADO NORTE	EC-15
16	TK DE DESCARGA # 3 LADO NORTE	EC-16
17	TK DE DESCARGA # 1 LADO SUR	EC-17
18	TK DE DESCARGA # 2 LADO SUR	EC-18
19	TK DE DESCARGA # 3 LADO SUR	EC-19
20	COMPRESOR INSTRUMENTACION NORTE	EC-20
21	COMPRESOR INSTRUMENTACION SUR	EC-21
22	MANIFOLD DE VALVULAS LADO NORTE	EC-22
23	MANIFOLD DE VALVULAS LADO SUR	EC-23
24	TK D-2	EC-24
25	MANGUERA DE DESCARGA NORTE	EC-25
26	MANGUERA DE DESCARGA SUR	EC-26
27	BOMBA DE ACHIQUE	EC-27
28	SISTEMA DE INYECCION AGUA LADO NORTE	EC-28
29	SISTEMA DE INYECCION AGUA LADO SUR	EC-29

Para determinar cuáles son los equipos más críticos del área de descarga de materia prima aplicaremos una encuesta elaborada con criterios de evaluación por maquinaria y por las áreas vinculadas a estos equipos, esta encuesta se aplicara a los colaboradores del área de mantenimiento el cual nos dará una visión más concreta sobre estos equipos ya que ellos son los más vinculados a su operatividad de los mismos.

Tabla 13: formato de encuesta de criticidad de equipos.

ENCUESTA MATRIZ DE CRITICIDAD DE EQUIPOS	
NOMBRE:	
Encuesta desarrollada para la determinación de los equipos críticos del área de descarga de materia prima	
Marque con una "X" la alternativa que tu consideres correcta para cada enunciado	
IMPORTANCIA CRITICA DE LOS SISTEMAS / EQUIPOS	
ZONA	HUMEDA
PROCESO	DESCARGA DE MATERIA PRIMA (CHATA DC-1)
SISTEMA / EQUIPO	MANGUERA DE DESCARGA NORTE MANGUERA DE DESCARGA SUR TK DE DESCARGA # 1 LADO NORTE TK DE DESCARGA # 2 LADO NORTE TK DE DESCARGA # 3 LADO NORTE TK DE DESCARGA # 1 LADO SUR TK DE DESCARGA # 2 LADO SUR TK DE DESCARGA # 3 LADO SUR COMPRESOR LEROI NORTE COMPRESOR LEROI SUR MOTOR CAT NORTE MOTOR CAT SUR BOMBA AGUA MAR A PAC NORTE BOMBA AGUA MAR A PAC SUR COMPRESOR INSTRUMENTACION NORTE COMPRESOR INSTRUMENTACION SUR BOMBA VACIO LADO NORTE BOMBA VACIO LADO SUR MANIFOLD DE VALVULAS LADO NORTE MANIFOLD DE VALVULAS LADO SUR BOMBA DE ACHIQUE TABLERO DE CONTROL LADO NORTE TABLERO DE CONTROL LADO SUR SISTEMA DE INYECCION AGUA LADO NORTE SISTEMA DE INYECCION AGUA LADO SUR GRUPO ELECTROGENO OMAN TK D-2 HIDROFORO NORTE HIDROFORO SUR





MANTENIBILIDAD																						
DEPENDENCIA DE MANO DE OBRA																						
A=3	Mantto. Requiere contratar terceros.																					
B=2	Mantto. Se realiza por personal propio calificado.(técnico-especializados)																					
C=1	Mantto. Se realiza por personal propio (técnico)																					
TIEMPOS DE REPARACIÓN																						
A=3	4 horas a más																					
B=2	1-4 horas																					
C=1	menos de 1 hora																					
COSTOS DE REPARACIÓN																						
A=3	alrededor de \$1,600 o +																					
B=2	\$400-\$1,600																					
C=1	menos de \$400																					
<b>TOTAL DE PUNTOS</b>																						



Tabla 14: Personal encuestado para la determinación de equipos críticos.

ENCUESTADOS		
	PERSONAL	CARGO
A=	CUEVA JULIO MANUEL	SUPERVISOR MECANICO
B=	ESTRADA RAFAEL MANFREDO	MECANICO DE PLANTA
C=	GUTIERREZ ANGEL ROLANDO	ELECTRICISTA DE PLANTA
D=	PRADO GINO RIGOBERTO	MECANICO DE PLANTA
E=	VICTOR ABEL ESPEJO OLIVARES	ELECTRONICO PLANTA
F=	PAREDES JUAN	SUPERVISOR ELECTRICO

Después de realizar la encuesta al personal de mantenimiento se realizó la sumatoria totales de los puntajes tal como se muestra en los anexos 1 y 2.

Después de realizar y ver el puntaje acumulado de las encuestas al personal de mantenimiento, a este puntaje aplicaremos la herramienta de Pareto (80-20) para poder determinar los sistemas críticos del área tal como se muestra en el cuadro siguiente.

Tabla 15: Determinación de equipos críticos Aplicando Pareto (anexo 2)

DESCARGA DE MATERIA PRIMA						
			T-ACUMU-->	puntaje acumulado de las encuestas		
Nº	PRIORIZACION DE EQUIPOS CRITICOS	Nº-critico	T-ACUMU	% ACUMULADO	%	80-20
1	MOTOR CAT NORTE	EC-1	148	4.9%	4.92%	80%
2	MOTOR CAT SUR	EC-2	148	9.8%	4.92%	80%

3	GRUPO ELECTROGENO OMAN	EC-3	148	14.8%	4.92%	80%
4	COMPRESOR LEROI NORTE	EC-4	145	19.6%	4.82%	80%
5	COMPRESOR LEROI SUR	EC-5	145	24.4%	4.82%	80%
6	BOMBA AGUA MAR A PAC NORTE	EC-6	144	29.2%	4.79%	80%
7	BOMBA AGUA MAR A PAC SUR	EC-7	144	34.0%	4.79%	80%
8	TABLERO DE CONTROL LADO NORTE	EC-8	139	38.6%	4.62%	80%
9	TABLERO DE CONTROL LADO SUR	EC-9	139	43.2%	4.62%	80%
10	BOMBA VACIO LADO NORTE	EC-10	119	47.2%	3.96%	80%
11	BOMBA VACIO LADO SUR	EC-11	119	51.2%	3.96%	80%
12	HIDROFORO NORTE	EC-12	92	54.2%	3.06%	80%
13	HIDROFORO SUR	EC-13	92	57.3%	3.06%	80%
14	TK DE DESCARGA # 1 LADO NORTE	EC-14	87	60.2%	2.89%	80%
15	TK DE DESCARGA # 2 LADO NORTE	EC-15	87	63.1%	2.89%	80%
16	TK DE DESCARGA # 3 LADO NORTE	EC-16	87	66.0%	2.89%	80%
17	TK DE DESCARGA # 1 LADO SUR	EC-17	87	68.9%	2.89%	80%
18	TK DE DESCARGA # 2 LADO SUR	EC-18	87	71.8%	2.89%	80%
19	TK DE DESCARGA # 3 LADO SUR	EC-19	87	74.7%	2.89%	80%
20	COMPRESOR INSTRUMENTACION NORTE	EC-20	87	77.5%	2.89%	80%
21	COMPRESOR INSTRUMENTACION SUR	EC-21	87	80.4%	2.89%	80%
22	MANIFOLD DE VALVULAS LADO NORTE	EC-22	80	83.1%	2.66%	80%
23	MANIFOLD DE VALVULAS LADO SUR	EC-23	80	85.8%	2.66%	80%

24	TK D-2	EC-24	75	88.3%	2.50%	80%
25	MANGUERA DE DESCARGA NORTE	EC-25	74	90.7%	2.46%	80%
26	MANGUERA DE DESCARGA SUR	EC-26	74	93.2%	2.46%	80%
27	BOMBA DE ACHIQUE	EC-27	73	95.6%	2.43%	80%
28	SISTEMA DE INYECCION AGUA LADO NORTE	EC-28	66	97.8%	2.20%	80%
29	SISTEMA DE INYECCION AGUA LADO SUR	EC-29	66	100.0%	2.20%	80%
			3006			

Después de realizar y aplicar la herramienta de Pareto (80-20), nos quedamos con los sistemas críticos del área de **descarga de materia prima** los cuales muestro a continuación:

Tabla 16: Equipos críticos de la zona de descarga de materia prima

<b>DESCARGA DE MATERIA PRIMA</b>		
<b>N°</b>	<b>PRIORIZACION DE EQUIPOS CRITICOS</b>	<b>N°-critico</b>
1	MOTOR CAT NORTE	EC-1
2	MOTOR CAT SUR	EC-2
3	GRUPO ELECTROGENO OMAN	EC-3
4	COMPRESOR LEROI NORTE	EC-4
5	COMPRESOR LEROI SUR	EC-5
6	BOMBA AGUA MAR A PAC NORTE	EC-6
7	BOMBA AGUA MAR A PAC SUR	EC-7
8	TABLERO DE CONTROL LADO NORTE	EC-8
9	TABLERO DE CONTROL LADO SUR	EC-9
10	BOMBA VACIO LADO NORTE	EC-10
11	BOMBA VACIO LADO SUR	EC-11
12	HIDROFORO NORTE	EC-12
13	HIDROFORO SUR	EC-13
14	TK DE DESCARGA # 1 LADO NORTE	EC-14
15	TK DE DESCARGA # 2 LADO NORTE	EC-15
16	TK DE DESCARGA # 3 LADO NORTE	EC-16
17	TK DE DESCARGA # 1 LADO SUR	EC-17
18	TK DE DESCARGA # 2 LADO SUR	EC-18
19	TK DE DESCARGA # 3 LADO SUR	EC-19
20	COMPRESOR INSTRUMENTACION NORTE	EC-20
21	COMPRESOR INSTRUMENTACION SUR	EC-21

### 3.1.2 Organigrama de la Planta COPEINCA SAC

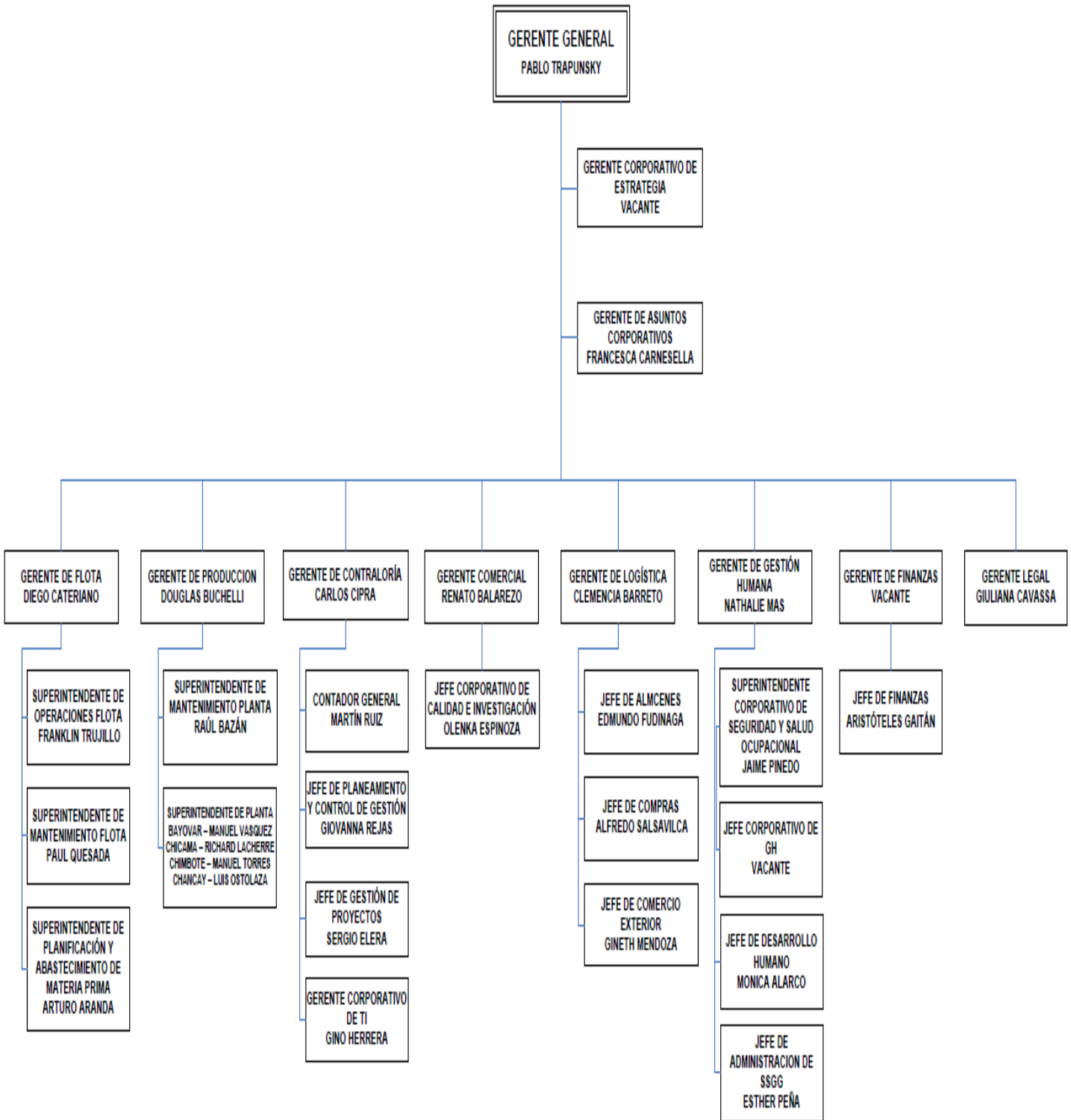


Diagrama 1: Organigrama de la empresa COPEINCA SAC

### 3.2 Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis

En la empresa COPEINCA SAC contamos con área de mantenimiento el cual realiza mantenimientos preventivos programados en temporada de veda y correctivos en temporada de producción.

La empresa opera desde el año 2002 teniendo una serie de transformaciones con respecto a los cambios realizados en sus equipos e instalaciones.

Actualmente contamos con una política de mantenimiento basada en la vida del sistema con indicadores de gestión que nos permite medirnos como están nuestros resultados de mantenimiento.

Indicadores de gestión:

MTBF: TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS

MTTF: TIEMPO PROMEDIO PARA LA FALLA

MTTR: TIEMPO PROMEDIO PARA LA REPARACION

RATIO DE MANTENIMIENTO= \$ COSTOS DE MANTTO / HARINA PRODUCIDA

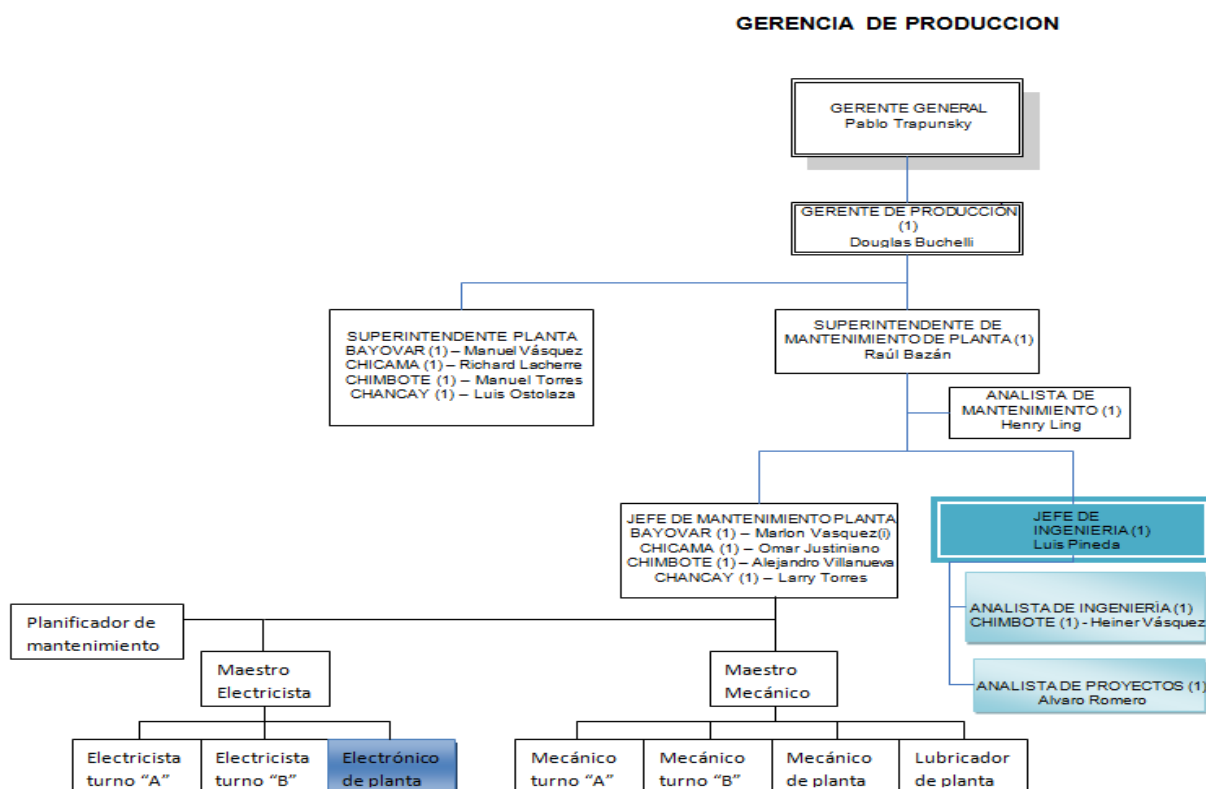


Diagrama 2: Organigrama del área de Mantenimiento

### 3.2.1 DIAGRAMA DE PROCESO PRODUCTIVO DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO SD

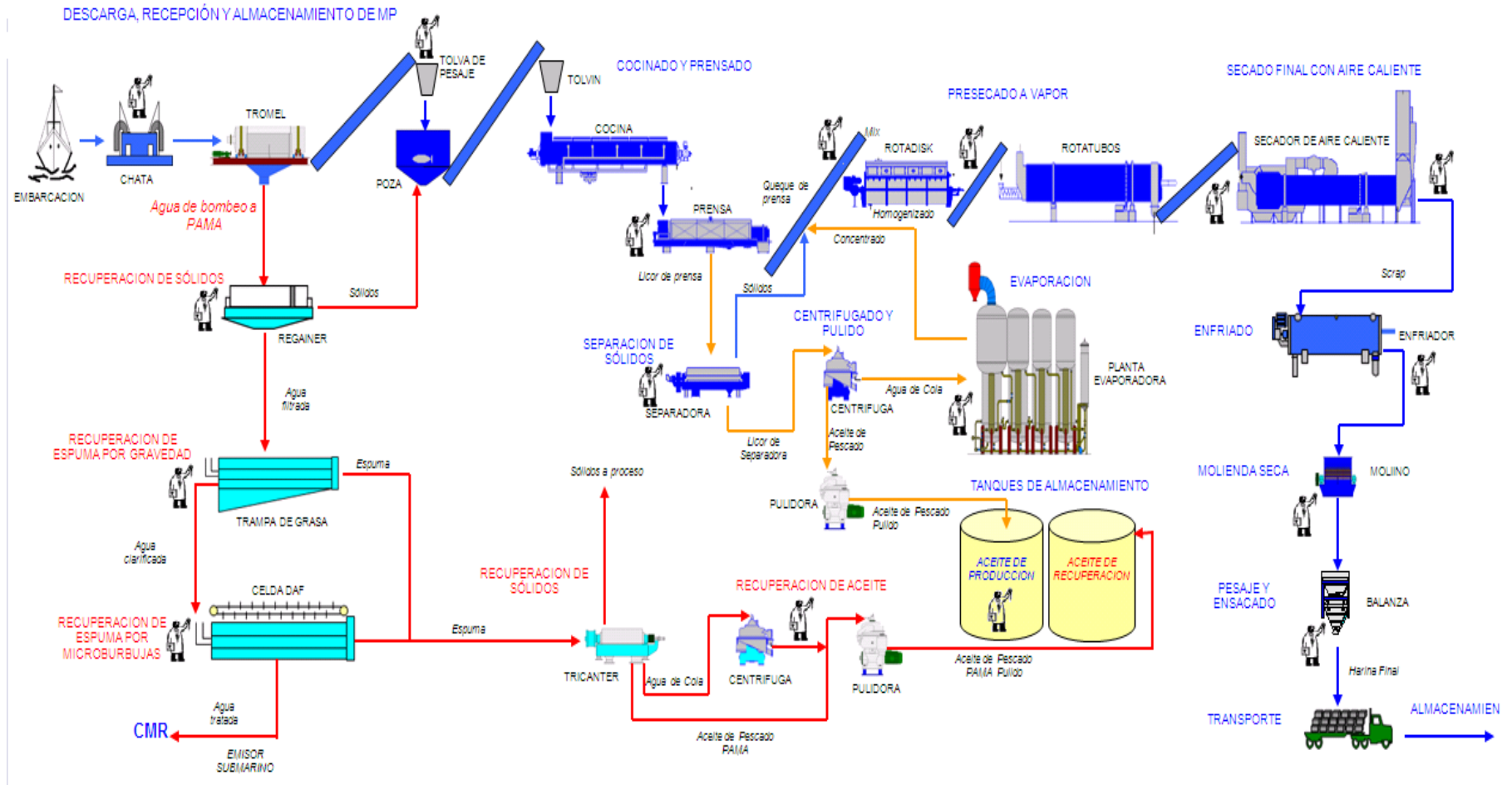


Diagrama 3: Proceso productivo de harina y aceite de pescado

DIAGRAMA DE FLUJO CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE COPEINCA CHICAMA 159 TM/H

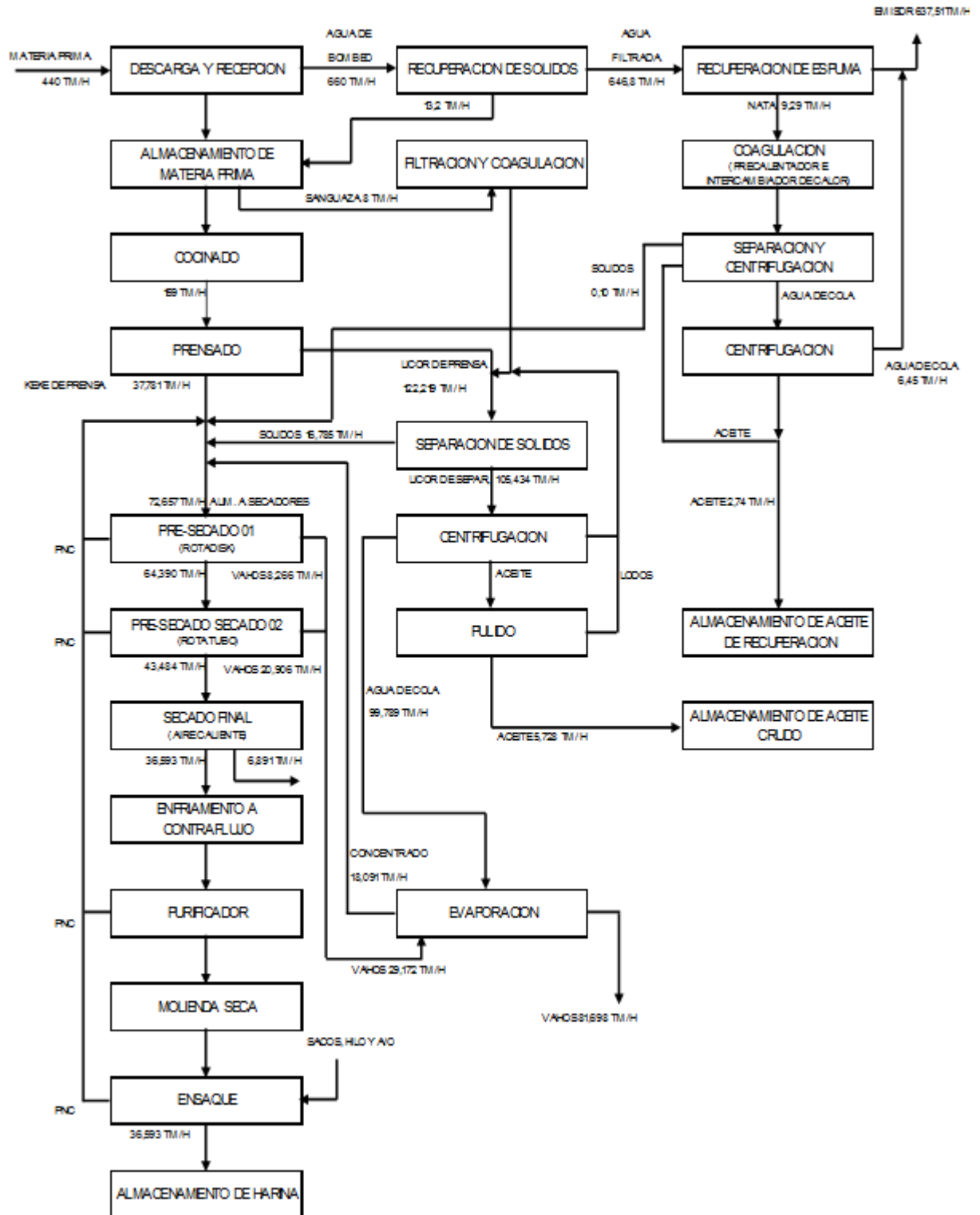


Diagrama 4: Diagrama de Flujo Cualitativo y Cuantitativo de COPEINCA SAC



DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE HARINA DE PESCADO					
OPERACIÓN	INSPECCIÓN	ALMACENAMIENTO	TRANSPORTE	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
				DESCARGA Y RECEPCIÓN	El pescado es transportado hacia planta a través de 02 tuberías submarinas usando como medio de transporte agua de mar en relación de agua/pescado de 1.2/1.
				SUPERVISIÓN DE PARAMETROS	CONTROLAN LOS PARAMETROS DE PROCESO DE LA PRODUCCIÓN DE HARINA DE PESCADO
				ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA	Luego que la materia prima es pesada, es almacenada a temperatura ambiente previo a su procesamiento tanto en las pozas de concreto como en pozas de acero, que permiten almacenar el pescado por calidades según su frescura o tiempo de captura (TDC), tamaño o especie.
				SUPERVISIÓN DE PARAMETROS	CONTROLAN LOS PARAMETROS DE PROCESO DE LA PRODUCCIÓN DE HARINA DE PESCADO
				COCINADO	Esta operación tiene como objetivo realizar la coagulación de la proteína por aplicación de temperatura de 90 °C a 100 °C por 10 a 20 minutos.
				PRENSADO	El pescado cocido pasa a los pre-strainers, donde se elimina la mayor cantidad de líquidos necesarios para obtener un buen prensado.
				SUPERVISIÓN DE PARAMETROS	CONTROLAN LOS PARAMETROS DE PROCESO DE LA PRODUCCIÓN DE HARINA DE PESCADO
				PRE-SECADO 01 (ROTADISK)	Se realiza en forma indirecta en tres (03) secadores Rotadisk operando en paralelo empleando como medio calefactor el vapor saturado proveniente de las calderas.
				PRE-SECADO SECADO 02 (ROTATUBO)	Se realiza en forma indirecta en cuatro (03) secadores Rotatubos, los cuales operan en paralelo empleando como medio calefactor el vapor saturado proveniente de las calderas.
				SECADO FINAL (AIRE CALIENTE)	Esta etapa se realiza en forma directa en un 01 secador de Aire Caliente empleando como medio calefactor aire caliente proveniente de un intercambiador gas-gas.
				SUPERVISIÓN DE PARAMETROS	CONTROLAN LOS PARAMETROS DE PROCESO DE LA PRODUCCIÓN DE HARINA DE PESCADO
				ENFRIAMIENTO A CONTRAFLUJO	El scrap proveniente del secador de aire caliente ingresará a dos (02) enfriadores en paralelo que trabajarán con aire a contracorriente con la carga
				PURIFICADOR	Estos equipos son de acero inoxidable y presentan mallas perforadas de diámetro de agujero de 8, 10 y 11 mm, que permiten la separación de los contaminantes físicos (materiales extraños, como metales, cabos, plásticos, etc.).
				MOLIENDA SECA	Estos permiten triturar y lograr una granulometría uniforme de 0.3–1.2 mm. La harina producto de la molienda es enviada con transportadores helicoidales hacia la zona de adición de antioxidante.
				SUPERVISIÓN DE PARAMETROS	CONTROLAN LOS PARAMETROS DE PROCESO DE LA PRODUCCIÓN DE HARINA DE PESCADO
				ENSAQUE	La harina una vez que se le ha dosificado el antioxidante ingresa a las salas de ensaque (02) donde se realiza el ensacado en envases de polipropileno laminado con peso promedio de 50 Kg
				SUPERVISIÓN DE PARAMETROS	CONTROLAN LOS PARAMETROS DE PROCESO DE LA PRODUCCIÓN DE HARINA DE PESCADO
				TRASLADO POR CAMIONES	traslado de harina en camiones de 200 y 400 sacos hacia el almacén de productos terminados
				ALMACENAMIENTO DE HARINA	La harina envasada es transportada mediante camiones sanitariamente aprobados para este fin, hasta el almacén de productos terminados, donde se forman en rumas de 1000 sacos (50 TM)
				SUPERVISIÓN DE PARAMETROS	CONTROLAN LOS PARAMETROS DE PROCESO DE LA PRODUCCIÓN DE HARINA DE PESCADO

Diagrama 5: diagrama de flujo de operaciones del proceso productivo de Harina y aceite de pescado

### 3.2.2 Proceso de Harina de Pescado

#### Descripción del Proceso

##### **Descarga, Recepción y Pesaje de Materia Prima**

El objetivo es transportar el pescado que es proveído por embarcaciones propias y terceras desde la bodega de la embarcación hasta la tolva de pesaje en planta, para ello la materia prima es transportada desde la Chata DC1 mediante dos sistemas ecológicos de descarga que constan de 01 bomba de vacío, tres tanques de traspaso y un compresor de aire, cada uno. El pescado es transportado hacia planta a través de 02 tuberías submarinas usando como medio de transporte agua de mar en relación de agua/pescado de 1.2/1. La recepción en planta se realiza mediante 02 desaguadores rotatorios, los cuales desaguan y a la vez entregan el pescado a dos transportadores de mallas que llevan el pescado hacia la tolva de pesaje.



Figura 1: Foto de un desaguador rotatorio de pescado

El agua de bombeo que se genera en el traslado del pescado de la bodega de la embarcación al desaguador es derivada para su tratamiento al sistema PAMA. El pesaje se hace en un sistema electrónico de balanza, luego se distribuye el pescado en las pozas de recepción seleccionadas de acuerdo a su calidad (tiempo de captura y TBVN).

## **Almacenamiento de Materia Prima**

Luego que la materia prima es pesada, es almacenada a temperatura ambiente previo a su procesamiento tanto en las pozas de concreto como en pozas de acero, que permiten almacenar el pescado por calidades según su frescura o tiempo de captura (TDC), tamaño o especie. Para ello se dispone de 07 pozas de almacenamiento de pescado que totalizan una capacidad de recepción de 2,250 TM de almacenamiento. Para retirar la materia prima cuentan con transportadores helicoidales. Desde el transportador helicoidal colector de Pozas hasta el proceso final de ensaque de harina, se cuentan con transportadores helicoidales hermetizados con tapas que mantienen aislado al producto de las condiciones exteriores y por ende del ingreso de vectores de contaminación.

## **Cocinado y Prensado**

### ➤ **Cocinado**

Esta operación tiene como objetivo realizar la coagulación de la proteína por aplicación de temperatura de 90 °C a 100 °C por 10 a 20 minutos. Se contará con cinco (04) cocinadores. En esta etapa se controla la temperatura y el tiempo de residencia en el equipo para obtener una cocción adecuada del pescado, así mismo esto facilita el buen funcionamiento de las operaciones siguientes en las diferentes etapas del proceso.

Antes del cocinado la materia prima es transportada desde las pozas por los transportadores helicoidales colectores de materia prima debidamente cerrados y hermetizados con tapas, seguido por los siguientes equipos: dos transportadores de paletas, un tolván de distribución a cocinas hermetizadas y transportadoras helicoidales en forma de tubo con registros de inspección cada 4m.

### ➤ **Prensado**

El pescado cocido pasa a los pre-strainers, donde se elimina la mayor cantidad de líquidos necesarios para obtener un buen prensado. El drenaje se realizará a través de cinco (04) Pre-strainer que cuentan con mallas cilíndricas perforadas

con orificios por donde se escurren los líquidos y en su interior un helicoides pegado hacia la pared interna del cilindro transporta los sólidos hacia el chute de alimentación a prensas.

El pescado cocinado, procedente de los prestrainers, es llevado a las prensas de doble tornillo donde se extrae el líquido, el cual se une a los líquidos de los prestrainers para ser bombeados a la sala de tratamiento de caldos. La torta de prensa será derivada a cuatro (03) secadores rotadisk por medio de transportadores helicoidales. En esta etapa el objetivo es separar la fase líquida de la masa cocida por acción de presión mecánica (estruje) en cinco (04) prensas, las cuales interiormente tienen un helicoides cónico permitiendo que se realice el prensado, la torta de prensa se obtiene con humedades entre 45 - 50% en peso.



Figura 2: Foto de prensas y pre-strainers

### **Tratamiento de caldos**

El principio básico de las operaciones de separación de sólidos y centrifugado es la aplicación de fuerza centrífuga y diferencia de densidades, a un adecuado rango de temperatura (92-96°C) cuyo objetivo final es lograr una separación máxima de sólidos solubles, insolubles, agua y aceite.

El licor de prensa conjuntamente con los líquidos provenientes del pre-strainer y la sanguaza cocinada son tratados en cuatro (04) Separadoras, los sólidos obtenidos con una humedad entre 60-65% se adicionan al queque de prensa en la etapa de secado, así mismo, el licor obtenido que contiene una mínima cantidad de insolubles es bombeado a las centrifugas, previo paso por precalentadores lo que permite elevar la temperatura hasta 98°C; obteniéndose la separación final de tres fases: sólidos insolubles, aceite y agua de cola. Para esta fase se cuenta con cuatro (04) centrifugas. El licor generado de las centrifugas denominado Agua de Cola con un contenido aproximado de 7% de sólidos solubles es enviado a la planta evaporadora para su concentración; y el aceite obtenido de las centrifugas es enviado a la máquina pulidora donde se minimizan los contenidos de agua y sólidos con la finalidad de conseguir un tiempo de almacenamiento prolongado sin afectar su acidez. Luego, el aceite pulido es pre-almacenado en dos tanques decantadores de 50 TM de capacidad cada uno, con la finalidad de precalificarlo para fines comerciales de acuerdo a su calidad por contenido de omegas (%de EPA+DHA), finalmente el aceite crudo, como producto final es transportado a los tanques de almacenamiento para su posterior despacho.



**Figura 3: Centrifugas de Aceite**

## **Evaporación del agua de cola**

El agua de cola que proviene de las centrífugas conteniendo aproximadamente 7% de sólidos ingresa a un tanque de almacenamiento del cual se distribuye a las Plantas de Agua de Cola (PACs), para su concentración. Se cuenta con 02 PACs de película descendente; una de de 40 000 L/h de evaporación y la otra de 50 000 L/h de evaporación repotenciada que suman 90 000 litros/hora de evaporación equivalente a 110 000 litros/hora de alimentación de agua de Cola acorde a la capacidad final propuesta de 180 t/h de la planta de harina de pescado, llegando a una concentración de 35% promedio de sólidos totales. Esta concentración se incrementa con el tratamiento de enzimas hasta un 45%.

## **Secado**

### **➤ Primer Secado**

Se realiza en forma indirecta en tres (03) secadores Rotadisk operando en paralelo empleando como medio calefactor el vapor saturado proveniente de las calderas. La torta mix, que es una mezcla homogenizada de la torta de prensa, torta de separadora y concentrado de agua de cola, ingresa con humedad de 52-56% y el scrap obtenido sale con humedad de 46-48%. El tiempo de residencia aproximado en estos equipos es de 20 min. y la temperatura de salida del scrap oscila entre 75 a 80°C. Los vahos de secado generados alimentarán las dos (02) plantas de agua de cola.

### **➤ Segundo Secado**

Se realiza en forma indirecta en cuatro (03) secadores Rotatubos, los cuales operan en paralelo empleando como medio calefactor el vapor saturado proveniente de las calderas. En este secado se alimenta el scrap proveniente del primer secado con humedad de 46-48%, y el scrap obtenido sale con humedad de 16-20%. El tiempo de residencia aproximado en estos equipos es de 45 min. y la temperatura de salida del scrap oscila de 85 a 95°C. Los vahos de secado generados alimentarán las dos (02) plantas de agua de cola.

### ➤ Tercer Secado

Esta etapa se realiza en forma directa en un 01 secador de Aire Caliente empleando como medio calefactor aire caliente proveniente de un intercambiador gas-gas. El scrap, que sale del Segundo Secado ingresa al secado por aire caliente con humedad de 16-20%, y el scrap sale con humedad de 7.5 a 8.5%. El tiempo de residencia aproximado en este equipo es de 12 min y la temperatura de salida del scrap oscila de 60°-70°C.

### Enfriamiento

El scrap proveniente del secador de aire caliente ingresará a dos (02) enfriadores en paralelo que trabajarán con aire a contracorriente con la carga, donde el tiempo de residencia es de aproximadamente 12 minutos, luego a la salida alcanza una temperatura preestabilizada (30 – 34 °C). Cada enfriador cuenta con 01 filtro de mangas, para evitar la fuga de finos orgánicos al ambiente. El producto que sale de los enfriadores será transportado hacia dos (02) sistemas de molienda.



**Figura 4: Vista lateral de un Enfriador**

## **Separación de Impurezas y Molienda**

### **➤ Purificadores**

El scrap ingresará a 02 equipos purificadores de harina por medio de 02 transportadores helicoidales. Estos equipos son de acero inoxidable y presentan mallas perforadas de diámetro de agujero de 8, 10 y 11 mm, que permiten la separación de los contaminantes físicos (materiales extraños, como metales, cabos, plásticos, etc.).

### **➤ Molienda**

El scrap limpio (libre de contaminantes físicos) que viene de los purificadores será transportado hacia 02 sistemas de molienda de última generación que presentan filtros de mangas para la retención de finos; los cuales permiten triturar y lograr una granulometría uniforme de 0.3–1.2 mm. La harina producto de la molienda es enviada con transportadores helicoidales hacia la zona de adición de antioxidante.

## **Adición de antioxidante**

En esta etapa se añade a la harina un producto químico que inhibe o regula la oxidación del contenido de la grasa, para ello la harina es transportada hasta los tolvinos donde, a la salida del transportador helicoidal colector de los tolvinos se le dosifica el antioxidante.

Ya que la harina de pescado es reactiva y exotérmica se debe controlar la temperatura con la que se envasa. El compuesto químico antioxidante utilizado es la Etoxiquina, la cual se adiciona a razón de 550 - 600 ppm con la finalidad de evitar la auto combustión de sus ácidos grasos componentes.



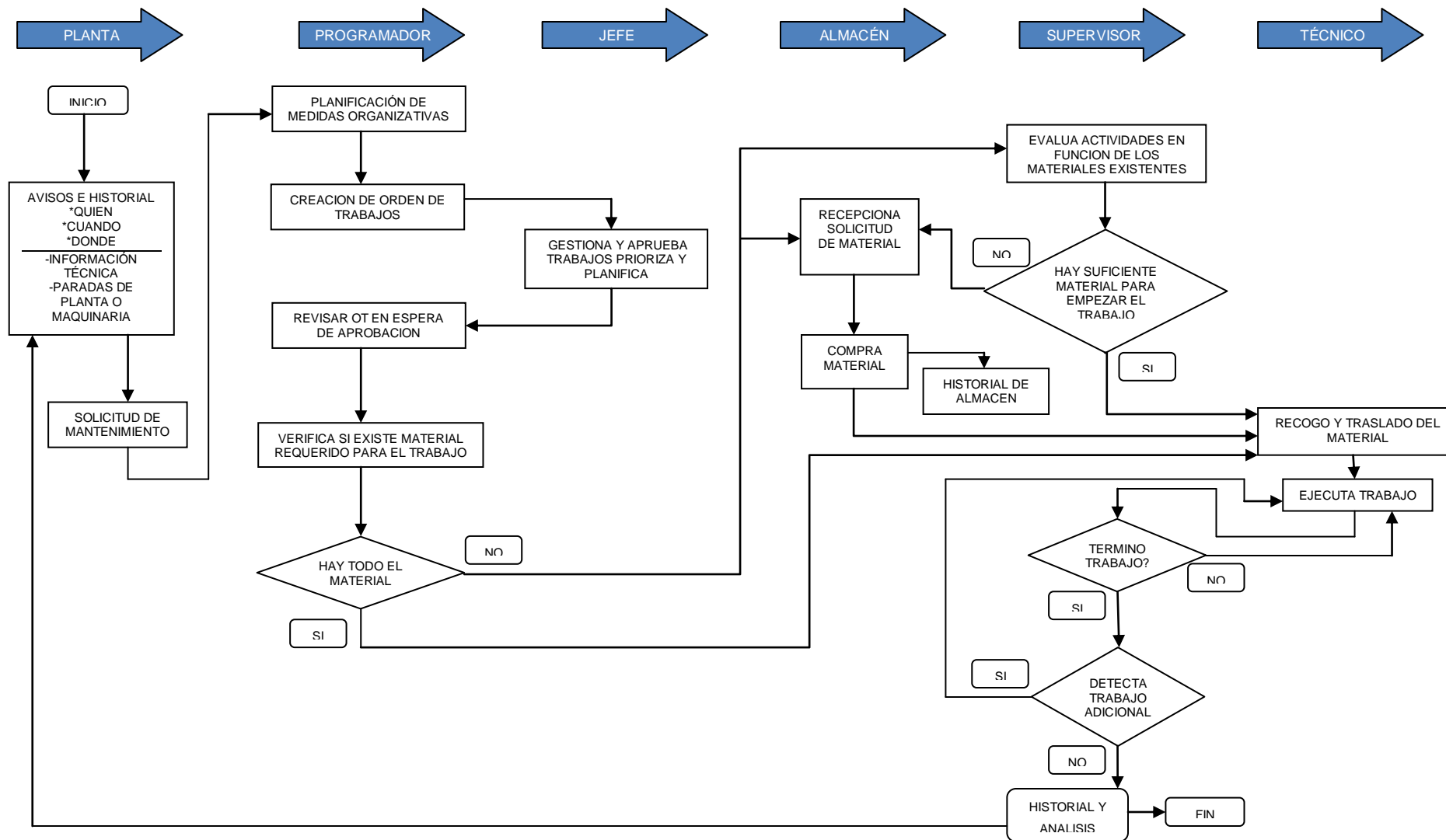
### **Pesaje y envasado**

La harina una vez que se le ha dosificado el antioxidante ingresa a las salas de ensaque (02) donde se realiza el ensacado en envases de polipropileno laminado con peso promedio de 50 Kg. La capacidad de cada balanza de pesaje es de 7 – 10 sacos/min. Luego los envases son cosidos y enviados mediante transportadores hacia los camiones que trasladan la harina hacia el almacén de Productos Terminados. La temperatura de envasado oscila entre 28 a 32°C.

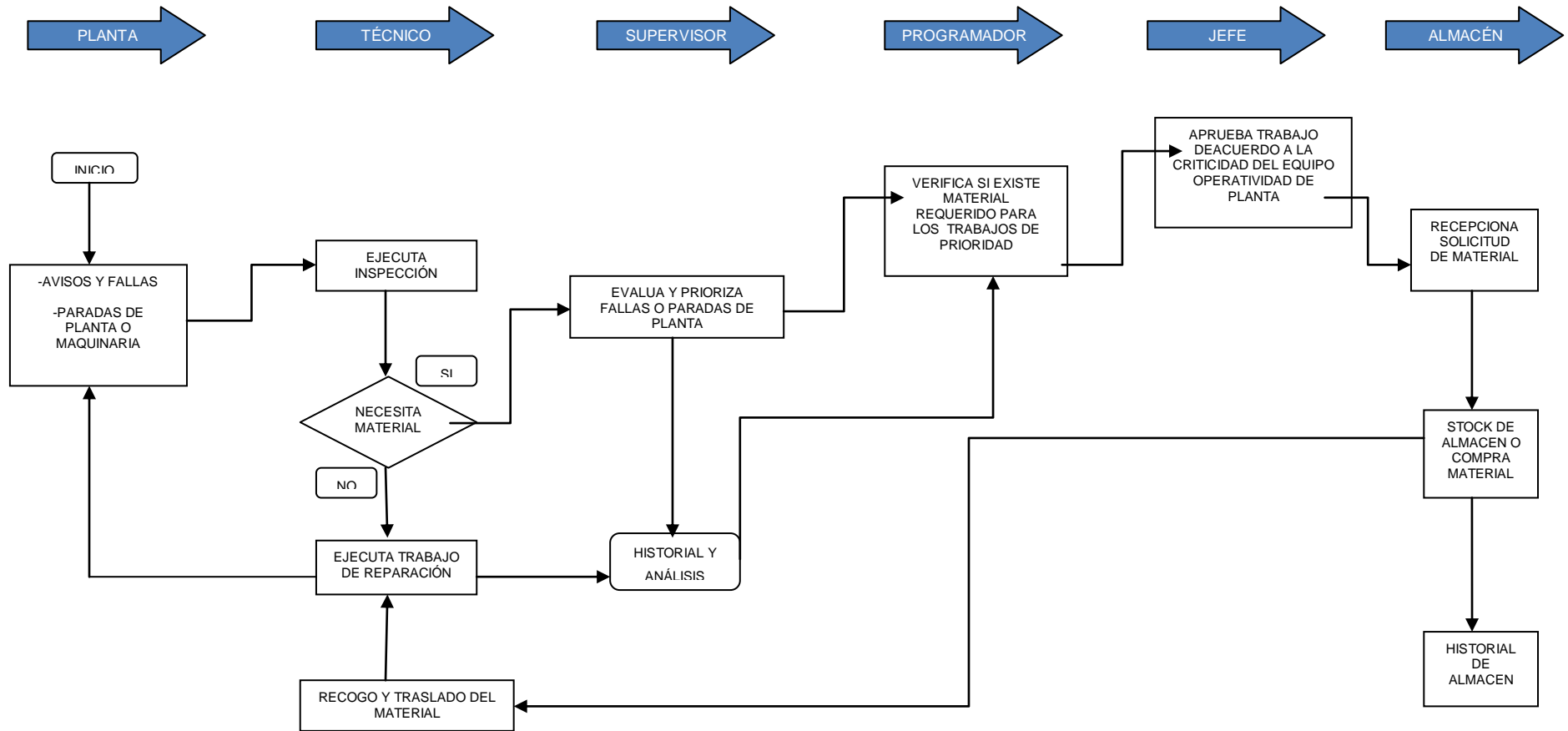
### **Transporte y Almacenamiento**

La harina envasada es transportada mediante camiones sanitariamente aprobados para este fin, hasta el almacén de productos terminados, donde se forman en rumas de 1000 sacos (50 TM) en ambientes limpios y sobre terreno tratado sanitariamente, permaneciendo hasta la fecha de embarque. El almacén de Productos terminados tiene una capacidad para almacenar 27,000 TM de harina de pescado. Las rumas se estiban sobre mantas de polipropileno y traslapadas con una segunda manta de protección contra cualquier contaminación y lluvias.

**DIAGRAMA 6: FLUJO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**



**DIAGRAMA 7: FLUJO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO**



## **DESCRIPCIÓN**

**PLANTA:** Fabrica procesadora de harina y aceite de pescado la cual cuenta con una capacidad de procesamiento de 159 toneladas por hora, y tiene un total de 196 equipos o sistemas de los cuales 55 son sistemas críticos, 125 sistemas semi-críticos y 16 sistemas regulares.

**PROGRAMADOR:** El planificador es una persona clave en el desenvolvimiento del departamento de mantenimiento sus funciones generales pero específicas son programar y coordinar las actividades de mantenimiento.

**JEFE:** El jefe de mantenimiento debe controlar la ejecución de las actividades de mantenimiento y reparaciones en dependencias de la Institución, distribuyendo, coordinando y supervisando los trabajos del personal a su cargo, para garantizar el buen funcionamiento y conservación de los bienes muebles e inmuebles.

**ALMACÉN:** El almacén es una unidad de servicio en la estructura orgánica y funcional de la empresa con objetivos bien definidos de resguardo, custodia, control y abastecimiento de materiales y productos.

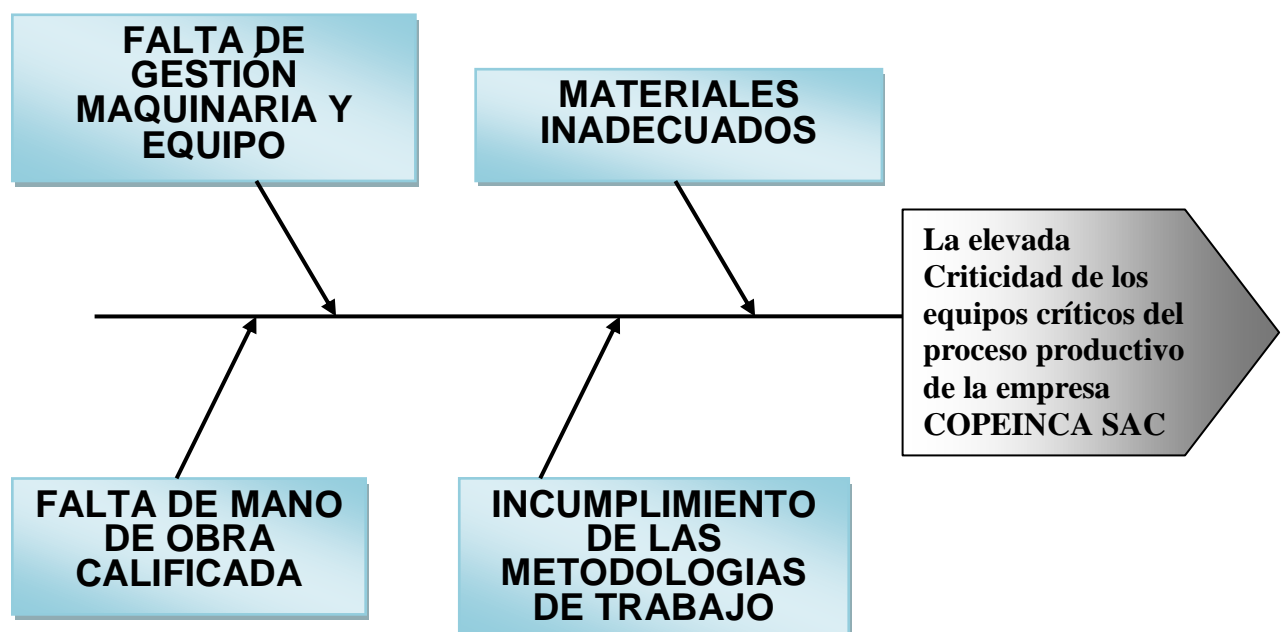
**SUPERVISOR:** Supervisar el mantenimiento preventivo y/o correctivo en las áreas de electricidad, mecánica y electrónica; coordinando y controlando las tareas del personal a su cargo, así como aplicando los procedimientos establecidos para garantizar el perfecto estado, presentación y uso de edificaciones, equipos, maquinarias y mobiliarios de la organización.

**TÉCNICO:** El técnico Industrial es un profesional que mediante una adecuada combinación de conocimientos teóricos y prácticos complementada en talleres y laboratorios, está capacitado para desempeñarse eficientemente en actividades de producción y mantención dentro y fuera de la empresa.

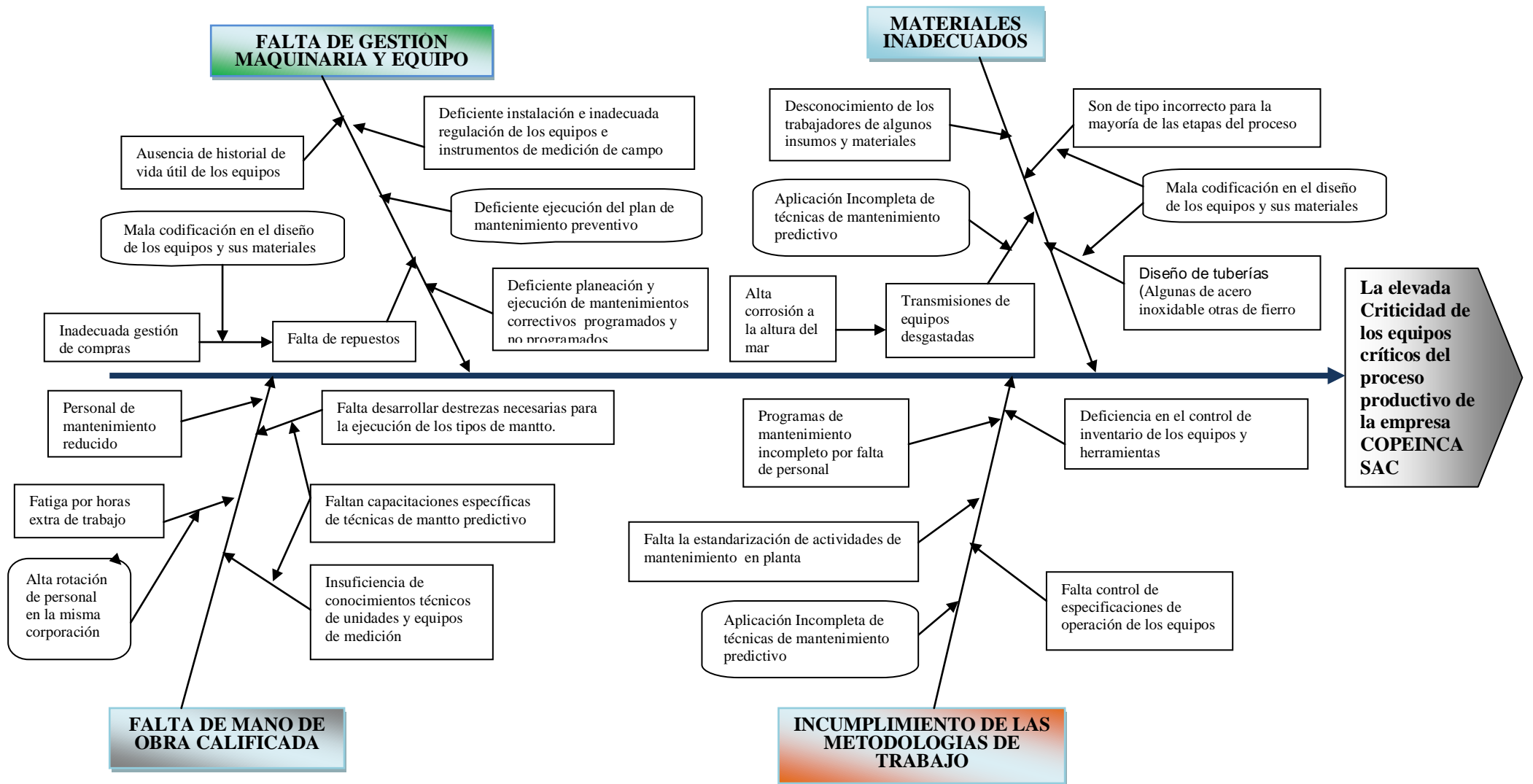
### **3.3 Identificación del problema e indicadores actuales**

Para la identificación del problema, se ha analizado información de los reportes de producción, reporte de paradas y reporte de mantenimiento del proceso productivo, con dicha información se elabora un diagrama causa-efecto de las causas de los equipos críticos y un análisis por Pareto para determinar cuáles son nuestras problemáticas que tienen mayor incidencia en la criticidad de los equipos del proceso productivo.

#### **3.3.1 Causa-efecto de la Problemática**



**Diagrama 8: Causa-efecto de la Problemática**



## **CAUSAS:**

**Materiales inadecuados:** debido a que hay una deficiente codificación de materiales y repuestos trae como consecuencias una inadecuada instalación de los materiales en los equipos de planta, generando que la maquinaria no trabaje eficientemente y a esto sumándole que falta aplicar algunas técnicas de mantenimiento para la conservación de los mismos.

**Falta de gestión maquinaria y equipo:** debido a que hay una inadecuada gestión de compras de materiales se genera retrasos en la llegada de los repuestos, sumando a esto que no se cuenta con un historial de vida útil de los equipos y la deficiente aplicación de técnicas de mantenimiento de los equipos nos genera demoras en la planificación del mantenimiento.

**Falta de mano de obra calificada:** debido a que en el área de mantenimiento es un equipo de personas reducidos en cantidad y todos no cuentan con las mismas habilidades y competencias nos da como resultado que en la época de mantenimiento tengamos que suplir personal con gente de producción y esto nos trae una nivel de confianza muy bajo en el mantenimiento de los equipos ya que la gran mayoría no son técnicos calificados para las diversas tareas de mantenimiento.

**Incumplimiento de las metodologías de trabajo:** en la empresa contamos con metodologías de trabajo algunas ya desarrolladas pero no todas se cumplen como por ejemplo los planes de mantenimiento preventivo ya que este depende de las temporadas de pesca que da el gobierno y estas son variables, así mismo la falta de capacitación nos da como resultado el incumplimiento de estándares de mantenimiento y no cumplir con el control de especificaciones de operación dando como resultado un mantenimiento con un nivel de confianza bajo.

### 3.3.2 Diagnóstico Detallado

Luego de analizar la problemática sobre la elevada criticidad de los equipos del proceso productivo de la empresa COPEINCA SAC, encontramos las causas que lo afectan a la criticidad de la empresa y esta a su vez se han asociado sub-causas que tienen un mismo concepto unas con otras:

Tabla 16: Principales causas de la problemática del diagrama de causa efecto.

<b>CAUSAS</b>
<b>MATERIALES INADECUADOS</b>
Mala codificación en el diseño de los equipos y sus materiales
Desconocimiento de los trabajadores de algunos insumos y materiales
<b>FALTA DE GESTION DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO</b>
Deficiente ejecución del plan de mantenimiento preventivo
Ausencia de historial de vida útil de los equipos
Deficiente instalación e inadecuada regulación de los equipos e instrumentos de medición de campo
Deficiente planeación y ejecución de mantenimientos correctivos programados y no programados.
<b>FALTA DE MANO DE OBRA CALIFICADA</b>
Alta rotación de personal en la misma corporación
Personal de mantenimiento reducido
Faltan capacitaciones específicas técnicas de mantto Predictivo
<b>INCUMPLIMIENTO DE LAS METODOLOGIAS DE TRABAJO</b>
Aplicación Incompleta de técnicas de mantenimiento predictivo
Falta control de especificaciones de operación de los equipos
Falta la estandarización de actividades de mantenimiento en planta
Programas de mantenimiento incompletos por falta de personal
Deficiencia en el control de inventario de los equipos y herramientas

Analizaremos las causas con una encuesta aplicada al personal de mantenimiento de planta, la cual nos servirá como base para cuantificar las causas raíces de la problemática.



**MODELO DE ENCUESTA APLICADO AL PERSONAL DE MANTENIMIENTO**

Tabla 17: formato de encuesta para evaluación de causa críticas de la problemática.

ENCUESTA DE MATRIZ DE PRIORIZACION															
NOMBRE:															
<b>CR causa raíz</b>															
La elevada criticidad de los equipos críticos del proceso productivo de la empresa COPEINCA SAC										=	ECEC				
<b>Marque con una "X" la alternativa que tu consideres correcta para cada enunciado</b>															
<b>CAUSAS</b>		MATERIALES INADECUADOS		FALTA DE GESTION DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO			FALTA DE MANO DE OBRA CALIFICADA			INCUMPLIMIENTO DE LAS METODOLOGIAS DE TRABAJO					
		mala codificación en el diseño de los equipos y sus materiales	desconocimiento de los trabajadores de algunos insumos y materiales	Deficiente ejecución del plan de mantenimiento preventivo	ausencia de historial de vida útil de los equipos	deficiente instalación e inadecuada regulación de los equipos e instrumentos de medición de campo	Deficiente planeación y ejecución de mantenimientos correctivos programados y no programados.	alta rotación de personal en la misma corporación	personal de mantenimiento reducido	faltan capacitaciones específicas técnicas de mantto Predictivo	Aplicación Incompleta de técnicas de mantenimiento predictivo	falta control de especificaciones de operación de los equipos	Falta la estandarización de actividades de mantenimiento en planta	programas de mantenimiento incompletos por falta de personal	deficiencia en el control de inventario de los equipos y herramientas

SEGURIDAD Y POLUCIÓN DEL ENTORNO - SPE	VALORIZACIÓN													
La falta de SPE podría causar serios problemas a la criticidad de los equipos.	+													
La falta de SPE podría causar algunos problemas a la criticidad de los equipos.	+/-													
La falta de SPE podría causar muy pocos problemas a la criticidad de los equipos.	-													
CALIDAD Y RENDIMIENTO - CR														
La falta de CR podría causar serios problemas a la criticidad de los equipos.	+													
La falta de CR podría causar algunos problemas a la criticidad de los equipos.	+/-													
La falta de CR podría causar muy pocos problemas a la criticidad de los equipos.	-													

GESTIÓN DE MANTENIMIENTO - GM														
La falta de GM podría causar serios problemas a la criticidad de los equipos.	+													
La falta de GM podría causar algunos problemas a la criticidad de los equipos.	+/-													
La falta de GM podría causar muy pocos problemas a la criticidad de los equipos.	-													
PERIODO (INTERVALO DE FALLO DE PLANTA)- IFP														
La falta de IFP podría causar serios problemas a la criticidad de los equipos.	+													
La falta de IFP podría causar algunos problemas a la criticidad de los equipos.	+/-													
La falta de IFP podría causar muy pocos problemas a la criticidad de los equipos.	-													

DEPENDENCIA DE MANO DE OBRA-MO															
La falta de MO podría causar serios problemas a la criticidad de los equipos.	+														
La falta de MO podría causar algunos problemas a la criticidad de los equipos.	+/-														
La falta de MO podría causar muy pocos problemas a la criticidad de los equipos.	-														

ENCUESTADOS		
	PERSONAL	CARGO
A=	CUEVA JULIO MANUEL	SUPERVISOR MECANICO
B=	ESTRADA RAFAEL MANFREDO	MECANICO DE PLANTA
C=	GUTIERREZ ANGEL ROLANDO	ELECTRICISTA DE PLANTA
D=	PRADO GINO RIGOBERTO	MECANICO DE PLANTA
E=	VICTOR ABEL ESPEJO OLIVARES	ELECTRONICO PLANTA
F=	PAREDES JUAN	SUPERVISOR ELECTRICO

SUMATORIA TOTAL DE LAS ENCUESTAS DE LA MATRIZ DE PRIORIZACION

EN BASE A LAS CAUSAS RAÍCES

CAUZA RAIZ= **La elevada criticidad de los equipos críticos del proceso productivo de la empresa COPEINCA SAC-----ECEC**

Tabla 18: sumatoria total de encuestas de la evaluación de las causas raíces de la problemática.

		MATERIALES INADECUADOS		FALTA DE GESTION DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO				FALTA DE MANO DE OBRA CALIFICADA			INCUMPLIMIENTO DE LAS METODOLOGIAS DE TRABAJO				
CAUSAS		mala codificación en el diseño de los equipos y sus materiales	desconocimiento de los trabajadores de algunos insumos y materiales	Deficiente ejecución del plan de mantenimiento preventivo	ausencia de historial de vida útil de los equipos	deficiente instalación e inadecuada regulación de los equipos e instrumentos de medición de campo	Deficiente planeación y ejecución de mantenimientos correctivos programados y no programados.	alta rotación de personal en la misma corporación	personal de mantenimiento reducido	faltan capacitaciones específicas técnicas de mantto Predictivo	Aplicación Incompleta de técnicas de mantenimiento predictivo	falta control de especificaciones de operación de los equipos	Falta la estandarización de actividades de mantenimiento en planta	programas de mantenimiento incompletos por falta de personal	deficiencia en el control de inventario de los equipos y herramientas
<b>SEGURIDAD Y POLUCIÓN DEL ENTORNO - SPE</b>															
A=3	La falta de SPE podría causar serios problemas a la criticidad de los equipos.	0	0	0	0	12	0	0	6	9	12	6	3	6	3
B=2	La falta de SPE podría causar algunos problemas a la criticidad de los equipos.	4	8	8	6	4	8	4	8	6	4	8	6	8	4
C=1	La falta de SPE podría causar muy pocos problemas a la criticidad de los equipos.	4	2	2	3	0	2	4	0	0	0	0	2	0	3

CALIDAD Y RENDIMIENTO - CR															
A=3	La falta de CR podría causar serios problemas a la criticidad de los equipos.	0	6	0	0	6	0	12	6	0	15	6	6	9	0
B=2	La falta de CR podría causar algunos problemas a la criticidad de los equipos.	10	8	6	4	8	6	4	8	8	2	8	6	6	8
C=1	La falta de CR podría causar muy pocos problemas a la criticidad de los equipos.	1	0	3	4	0	3	0	0	2	0	0	1	0	2
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO - GM															
A=3	La falta de GM podría causar serios problemas a la criticidad de los equipos.	0	6	0	3	9	12	6	12	6	12	6	9	9	0
B=2	La falta de GM podría causar algunos problemas a la criticidad de los equipos.	8	8	10	8	6	4	4	2	8	4	8	6	6	4
C=1	La falta de GM podría causar muy pocos problemas a la criticidad de los equipos.	2	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4

PERIODO (INTERVALO DE FALLO DE PLANTA)- IFP															
A=3	La falta de IFP podría causar serios problemas a la criticidad de los equipos.	0	0	0	0	0	3	0	6	0	9	6	12	3	0
B=2	La falta de IFP podría causar algunos problemas a la criticidad de los equipos.	6	6	8	4	6	10	8	8	8	6	6	4	10	4
C=1	La falta de IFP podría causar muy pocos problemas a la criticidad de los equipos.	3	3	2	4	3	0	2	0	2	0	1	0	0	4
<b>DEPENDENCIA DE MANO DE OBRA-MO</b>															
A=3	La falta de MO podría causar serios problemas a la criticidad de los equipos.	0	0	0	0	0	0	9	3	0	9	0	6	6	0
B=2	La falta de MO podría causar algunos problemas a la criticidad de los equipos.	4	6	6	4	8	6	6	8	8	6	4	4	8	2
C=1	La falta de MO podría causar muy pocos problemas a la criticidad de los equipos.	4	3	3	4	2	3	0	1	2	0	4	2	0	5
<b>TOTAL ACUMULADO</b>		46	56	49	45	64	57	61	68	59	79	63	67	71	43

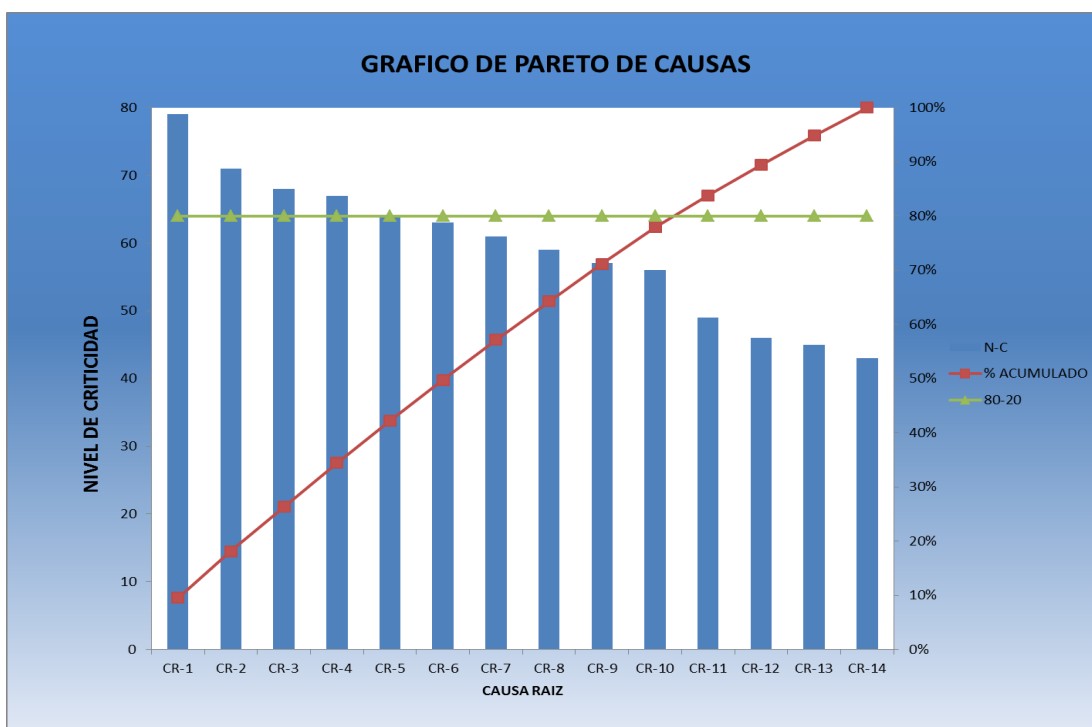
APLICANDO PARETO CON NIVEL DE CRITICIDAD

Tabla 19: priorización de causas raíz aplicando Pareto

					N-C = NIVEL DE CRITICIDAD				
					C-R = CAUSA RAIZ				
PRIORIZACION DE CAUSAS					numero de C-R	N-C	% ACUMULADO		80-20
Aplicación Incompleta de técnicas de mantenimiento predictivo					CR-1	79	10%	79	80%
programas de mantenimiento incompletos por falta de personal					CR-2	71	18%	150	80%
personal de mantenimiento reducido					CR-3	68	26%	218	80%
falta la estandarización de actividades de mantenimiento en planta					CR-4	67	34%	285	80%
deficiente instalación e inadecuada regulación de los equipos e instrumentos de medición de campo					CR-5	64	42%	349	80%
falta control de especificaciones de operación de los equipos					CR-6	63	50%	412	80%
alta rotación de personal en la misma Corporación					CR-7	61	57%	473	80%
faltan capacitaciones específicas técnicas de mantto Predictivo					CR-8	59	64%	532	80%
Deficiente planeación y ejecución de mantenimientos correctivos programados y no programados.					CR-9	57	71%	589	80%
desconocimiento de los trabajadores de algunos insumos y materiales					CR-10	56	78%	645	80%
Deficiente ejecución del plan de mantenimiento preventivo					CR-11	49	84%	694	80%
mala codificación en el diseño de los equipos y sus materiales					CR-12	46	89%	740	80%
ausencia de historial de vida útil de los equipos					CR-13	45	95%	785	80%
Deficiencia en el control de inventario de los equipos y herramientas					CR-14	43	100%	828	80%



Grafico 3: diagrama de Pareto de las causa raíz de la problemática.



Estas son las causas principales las cuales se trabajaran para a solución de la problemática. Teniendo en cuenta la unión de algunas causas en una sola para un mejor desarrollo de las causas raíces.

PRIORIZACION DE CAUSAS
Aplicación Incompleta de técnicas de mantenimiento predictivo
programas de mantenimiento incompletos por falta de personal
personal de mantenimiento reducido
falta la estandarización de actividades de mantenimiento en planta
deficiente instalación e inadecuada regulación de los equipos e instrumentos de medición de campo
falta control de especificaciones de operación de los equipos
alta rotación de personal en la misma Corporación
faltan capacitaciones específicas técnicas de mantto Predictivo
Deficiente planeación y ejecución de mantenimientos correctivos programados y no programados.
desconocimiento de los trabajadores de algunos insumos y materiales

### 3.3.3 Evaluando Causas e Indicadores

Tabla 20: Indicadores y Metas Propuestas

CAUSA	INDICADORES	ACTUAL	META
Aplicación Incompleta de técnicas de mantenimiento predictivo	Porcentaje de formatos de validacion de Mantenimiento Predictivo	5%	Primer Año =45%
			Segundo Año =90%
			(ANEXO 3)
personal de mantenimiento reducido	Cantidad de personas reducidas en el Área de Mantenimiento	11 (ANEXO 4)	14
alta rotación de personal en la misma Corporación	rotacion de personal a otras sedes	30%	10%
programas de mantenimiento incompletos por falta de personal	cumplimiento del plan de mantenimiento	83% (ANEXO 4)	95%
faltan capacitaciones especificas técnicas de mantto Predictivo	PORCENTAJE DE PERSONAL CAPACITADO	60%	85%
desconocimiento de los trabajadores de algunos insumos y materiales			
deficiente instalación e inadecuada regulación de los equipos e intrumentos de medicion de campo			
falta control de especificaciones de operación de los equipos			
falta la estandarización de actividades de mantenimiento en planta	Tiempo promedio entre fallas (MTBF)	6.85 horas (ANEXO 1)	8horas (ANEXO 3)
	tiempo promedio para la falla (MTTF)	5.33 horas (ANEXO 1)	7 horas (ANEXO 3)
	promedio para la reparación (MTTR)	1.52 horas (ANEXO 1)	1 horas (ANEXO 3)
	DISPONIBILIDAD DE PLANTA	82% (ANEXO 1)	89% (ANEXO 3)
Deficiente planeación y ejecución de mantenimientos correctivos programados y no programados.	porcentaje de actividades de mantto correctivo durante el año	64% (ANEXO 1)	40% (ANEXO 3)
	Tiempos parados de planta por falla de equipos	12 horas (ANEXO 5)	8horas (ANEXO 3)

**FORMULAS (9):**

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$$

$$\text{Disponibilidad total} = \frac{\sum \text{Disponibilidad de equipos significativos}}{\text{N}^\circ \text{ de equipos significativos}}$$

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

$$\text{MTTR} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de horas de paro por avería}}{\text{N}^\circ \text{ de averías}}$$

$$\text{Disponibilidad por avería} = \frac{\text{MTBF} - \text{MTTR}}{\text{MTBF}}$$

# **CAPÍTULO 4**

## **SOLUCIÓN PROPUESTA**

## 4.1 Propuestas de Mejora

Nuestra principal causa, La elevada Criticidad de los equipos críticos del proceso productivo, y la implementación del mantenimiento predictivo a los equipos críticos como propuesta de mejora nos da como resultado causas raíces de nuestro principal problema de las cuales tenemos que implementar métodos para la solución de las mismas, los cuales las propongo a continuación.

Tabla 21: Causas, Soluciones y Métodos Propuestos

CAUSA	SOLUCION DE CAUSA	METODOS A IMPLEMENTAR
Aplicación Incompleta de técnicas de mantenimiento predictivo	Implementacion de formatos de tecnicas predictivas ademas de un plan de ejecución de toma de datos en frecuencias determinadas por un plan de mantenimiento predictivo para el analisis correspondiente, para reducir la criticidad de los equipos criticos	<b>IMPLEMENTAR UNA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO</b>
personal de mantenimiento reducido	Adicionar personal al área de Mantenimiento para poder realizar y aplicar tecnicas de mantenimiento predictivo en los equipos de planta, para reducir la criticidad de los equipos criticos.	
programas de mantenimiento incompletos por falta de personal		
alta rotación de personal en la misma Corporación	elaboración de un Plan de actividades de mantenimiento durante el año con fechas y tiempos de realizacion para que haya una adecuada coordinación en la rotación personal dentro de la corporación.	
faltan capacitaciones especificas técnicas de mantto Predictivo	Elaboracion de un Plan de capacitaciones semestrales en los cuales se fije fechas de capacitacion para el personal de mantenimiento sin cruzarse con la programacion de mantenimientos de planta. Las capacitaciones deben abarcar diversos temas de las cuales podamos hacer mas efectiva las tecnicas de mantenimiento de planta.	
desconocimiento de los trabajadores de algunos insumos y materiales		
deficiente instalación e inadecuada regulación de los equipos e intrumentos de medicion de campo		
falta control de especificaciones de operación de los equipos		
falta la estandarización de actividades de mantenimiento en planta	Establecer estandares de Inspeccion de mantenimiento Predictivo de planta que son las tecnicas que nos permitirán medir o determinar el deterioro de la maquina o equipo, especificando el área , objetos a ser inspeccionado, los intervalos de inspección, métodos, instrumentos de medición, criterio de evaluación, acción correctiva a tomar, Incluye dibujos ilustrativos y fotografías.	
Deficiente planeación y ejecución de mantenimientos correctivos programados y no programados.		

## 4.1.1 Gestión Mantenimiento Predictivo

### 4.1.1.1 Plan de Mantenimiento Predictivo

Realizaremos un plan de mantenimiento predictivo a los equipos críticos de la zona de descarga de materia prima, según la criticidad más importante de estos equipos, según lo desarrollado en el capítulo 3.

DESCARGA DE MATERIA PRIMA		
N°	PRIORIZACION DE EQUIPOS CRITICOS	N°-critico
1	MOTOR CAT NORTE	EC-1
2	MOTOR CAT SUR	EC-2
3	GRUPO ELECTROGENO OMAN	EC-3
4	COMPRESOR LEROI NORTE	EC-4
5	COMPRESOR LEROI SUR	EC-5
6	BOMBA AGUA MAR A PAC NORTE	EC-6
7	BOMBA AGUA MAR A PAC SUR	EC-7
8	TABLERO DE CONTROL LADO NORTE	EC-8
9	TABLERO DE CONTROL LADO SUR	EC-9
10	BOMBA VACIO LADO NORTE	EC-10
11	BOMBA VACIO LADO SUR	EC-11
12	HIDROFORO NORTE	EC-12
13	HIDROFORO SUR	EC-13
14	TK DE DESCARGA # 1 LADO NORTE	EC-14
15	TK DE DESCARGA # 2 LADO NORTE	EC-15
16	TK DE DESCARGA # 3 LADO NORTE	EC-16
17	TK DE DESCARGA # 1 LADO SUR	EC-17
18	TK DE DESCARGA # 2 LADO SUR	EC-18
19	TK DE DESCARGA # 3 LADO SUR	EC-19
20	COMPRESOR INSTRUMENTACION NORTE	EC-20
21	COMPRESOR INSTRUMENTACION SUR	EC-21

Tabla 22: Equipos de la zona de descarga de materia prima que se aplicara mantenimiento predictivo.

Para realizar el plan de mantenimiento predictivo tendremos en cuenta los meses de producción que realizamos durante el año, dependiendo las fechas de resolución de pesca del gobierno peruano, esto es la apertura de la captura del recurso pesquero durante el año.

<b>1</b>	<b>ENERO</b>		<b>PRODUCCION</b>
<b>2</b>	<b>FEBRERO</b>		<b>NO PRODUCCION</b>
<b>3</b>	<b>MARZO</b>		<b>NO PRODUCCION</b>
<b>4</b>	<b>ABRIL</b>		<b>NO PRODUCCION</b>
<b>5</b>	<b>MAYO</b>		<b>PRODUCCION</b>
<b>6</b>	<b>JUNIO</b>		<b>PRODUCCION</b>
<b>7</b>	<b>JULIO</b>		<b>PRODUCCION</b>
<b>8</b>	<b>AGOSTO</b>		<b>NO PRODUCCION</b>
<b>9</b>	<b>SEPTIEMBRE</b>		<b>NO PRODUCCION</b>
<b>10</b>	<b>OCTUBRE</b>		<b>NO PRODUCCION</b>
<b>11</b>	<b>NOVIEMBRE</b>		<b>PRODUCCION</b>
<b>12</b>	<b>DICIEMBRE</b>		<b>PRODUCCION</b>

Tabla 23: Meses de producción y no producción durante el año

Ahora definiremos la frecuencia por actividades de mantenimiento predictivo, teniendo en cuenta los equipos o sistemas y las épocas de producción del año.

En el sector pesquero al año tenemos dos épocas de producción según resolución del gobierno peruano.

<b>TÉNOLOGIA DE LA INSPECCIÓN</b>	<b>FRECUENCIA</b>
ANALISIS Y MONITOREO DE VIBRACIONES	<b>6 MESES</b>
ANALISIS DE LUBRICANTES	<b>6MESES</b>
TERMOGRAFIA INFLARROJA	<b>6 MESES</b>
INSPECCION VISUAL	<b>6 MESES</b>
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ELECTRICO	<b>6 MESES</b>
EVALUACION DE PARAMETROS DE PRESIÓN	<b>6 MESES</b>
ANALISIS DE CORRIENTE/VOLTAJE	<b>6 MESES</b>
ULTRASONIDO/ACUSTICO	<b>6 MESES</b>
MEDICION DE ESPESORES	<b>6 MESES</b>
TINTES PENETRANTES	<b>12 MESES</b>

Tabla 24: tecnologías de inspección predictiva que se aplicaran a los equipos del área de **descarga de materia prima** y sus frecuencias de aplicación durante el año.

Tabla 25: tecnologías de inspección predictiva para cada equipo crítico de la zona de descarga de materia prima.

ZONA	HUMEDA																					
PROCESO	DESCARGA DE MATERIA PRIMA (CHATA DC-1)																					
TÉNOLOGIA DE LA INSPECCIÓN	SISTEMA / EQUIPO																					
	COMPRESOR LEROI NORTE	COMPRESOR LEROI SUR	MOTOR CAT NORTE	MOTOR CAT SUR	BOMBA AGUA MARA PAC NORTE	BOMBA AGUA MAR A PAC SUR	TABLERO DE CONTROL LADO NORTE	TABLERO DE CONTROL LADO SUR	GRUPO ELECTROGENO OMAN	BOMBA VACIO LADO NORTE	BOMBA VACIO LADO SUR	HIDROFORO NORTE	HIDROFORO SUR	TK DE DESCARGA # 1 LADO NORTE	TK DE DESCARGA # 2 LADO NORTE	TK DE DESCARGA # 3 LADO NORTE	TK DE DESCARGA # 1 LADO SUR	TK DE DESCARGA # 2 LADO SUR	TK DE DESCARGA # 3 LADO SUR	COMPRESOR INSTRUMENTACION NORTE	COMPRESOR INSTRUMENTACION SUR	
ANALISIS Y MONITOREO DE VIBRACIONES	✘	✘	✘	✘	✘	✘			✘	✘	✘										✘	✘
ANALISIS DE LUBRICANTES	✘	✘	✘	✘	✘	✘			✘	✘	✘										✘	✘
TERMOGRAFIA INFLARROJA	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘										✘	✘
INSPECCION VISUAL	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ELECTRICO							✘	✘	✘												✘	✘
EVALUACION DE PARAMETROS DE PRESIÓN			✘	✘					✘													
ANALISIS DE CORRIENTE/VOLTAJE							✘	✘	✘												✘	✘
ULTRASONIDO/ACUSTICO	✘	✘	✘	✘	✘	✘			✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘
MEDICION DE ESPORES	✘	✘			✘	✘				✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘
TINTES PENETRANTES	✘	✘			✘	✘				✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘	✘

Las frecuencias de inspección predictiva en los equipos se realizaron semestralmente ya que durante el año en el sector pesquero solo hay dos temporadas de producción dependiendo de la apertura de la captura del recurso pesquero que da el gobierno peruano.

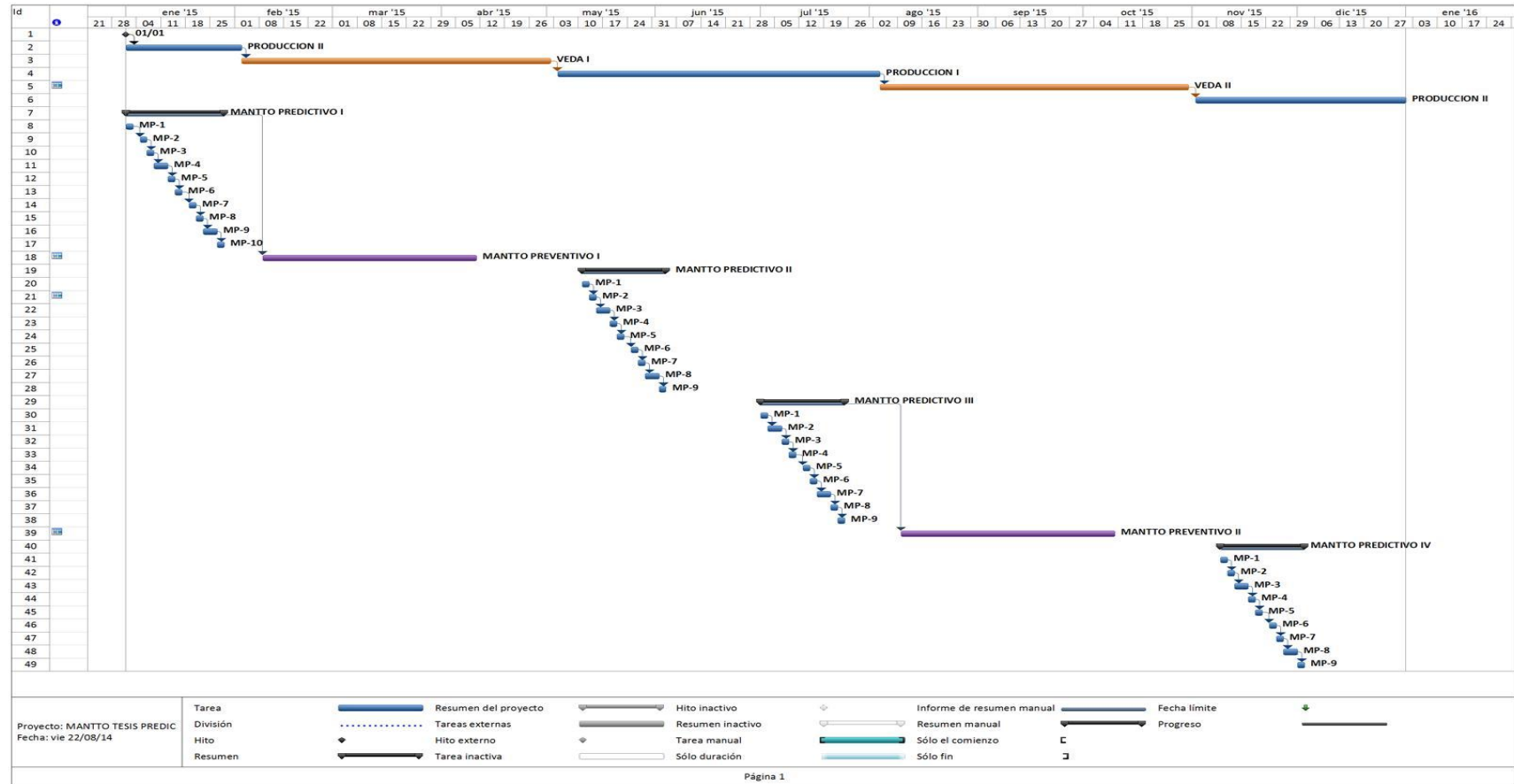


Tabla 26: Matriz Predictivo y sus frecuencias de aplicación en los equipos del área de DESCARGA DE MATERIA PRIMA

DESCARGA DE MATERIA PRIMA (CHATA DC-1)											
ÁREA	EQUIPOS CRITICOS	ANALISIS Y MONITOREO DE VIBRACIONES	ANALISIS DE LUBRICANTES	TERMOGRAFIA INFLARROJA	INSPECCION VISUAL	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ELECTRICO	EVALUACION DE PARAMETROS DE PRESIÓN	ANALISIS DE CORRIENTE/ VOLTAJE	ULTRASONIDO/ACUSTICO	MEDICION DE ESPESORES	TINTES PENETRANTES
ARTEFACTO NAVAL CHATA DC1	MOTOR CAT NORTE	6	6	6	6		6		6		
	MOTOR CAT SUR	6	6	6	6		6		6		
	GRUPO ELECTROGENO OMAN	6	6	6	6	6	6	6	6		
	COMPRESOR LEROI NORTE	6	6	6	6				6	6	12
	COMPRESOR LEROI SUR	6	6	6	6				6	6	12
	BOMBA AGUA MAR A PAC NORTE	6		6	6				6	6	12
	BOMBA AGUA MAR A PAC SUR	6		6	6				6	6	12
	TABLERO DE CONTROL LADO NORTE			6	6	6		6			
	TABLERO DE CONTROL LADO SUR			6	6	6		6			
	BOMBA VACIO LADO NORTE	6		6	6				6	6	12
	BOMBA VACIO LADO SUR	6		6	6				6	6	12
	HIDROFORO NORTE					6			6	6	12
	HIDROFORO SUR					6			6	6	12
	TK DE DESCARGA # 1 LADO NORTE					6			6	6	12
	TK DE DESCARGA # 2 LADO NORTE					6			6	6	12
	TK DE DESCARGA # 3 LADO NORTE					6			6	6	12
	TK DE DESCARGA # 1 LADO SUR					6			6	6	12
	TK DE DESCARGA # 2 LADO SUR					6			6	6	12
	TK DE DESCARGA # 3 LADO SUR					6			6	6	12
	COMPRESOR INSTRUMENTACION NORTE	6	6	6		6	6			6	6
COMPRESOR INSTRUMENTACION SUR	6	6	6		6	6			6	6	12

### 4.1.2 DESARROLLO PLANEADO DE LA PROPUESTA DE MEJORA DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Diagrama 9: Diagrama de Gantt de Elaboración del Mantenimiento Predictivo



Fechas de implementación del plan de Mantenimiento Predictivo

Tabla 27: fechas de desarrollo del mantenimiento predictivo

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predeci	Nombres de los recursos
1		INICIO	0 días	jue 01/01/15	jue 01/01/15		
2		PRODUCCION II	23 días	jue 01/01/15	lun 02/02/15	1	
3		VEDA I	64 días	mar 03/02/15	vie 01/05/15	2	
4		PRODUCCION I	66 días	lun 04/05/15	lun 03/08/15	3	
5		VEDA II	64 días	mar 04/08/15	vie 30/10/15	4	
6		PRODUCCION II	44 días	lun 02/11/15	jue 31/12/15	5	
7		<b>MANTTO PREDICTIVO I</b>	<b>20 días</b>	<b>jue 01/01/15</b>	<b>mié 28/01/15</b>		
8		MP-1 : ANALISIS Y MONITOREO DE VIBRACIONES	2 días	jue 01/01/15	vie 02/01/15		MP-1
9		MP-2 : ANALISIS DE LUBRICANTES	2 días	lun 05/01/15	mar 06/01/15	8	MP-2
10		MP-3 : TERMOGRAFIA INFLARROJA	2 días	mié 07/01/15	jue 08/01/15	9	MP-3
11		MP-4 : INSPECCION VISUAL	2 días	vie 09/01/15	lun 12/01/15	10	MP-4
12		MP-5 : RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ELECTRICO	2 días	mar 13/01/15	mié 14/01/15	11	MP-5
13		MP-6 : EVALUACION DE PARAMETROS DE PRESIÓN	2 días	jue 15/01/15	vie 16/01/15	12	MP-6
14		MP-7 : ANALISIS DE CORRIENTE/VOLTAJE	2 días	lun 19/01/15	mar 20/01/15	13	MP-7
15		MP-8 : ULTRASONIDO/ACUSTICO	2 días	mié 21/01/15	jue 22/01/15	14	MP-8
16		MP-9 : MEDICION DE ESPESORES	2 días	vie 23/01/15	lun 26/01/15	15	MP-9
17		MP-10 : TINTES PENETRANTES	2 días	mar 27/01/15	mié 28/01/15	16	MP-10
18		<b>MANTTO PREVENTIVO I</b>	<b>45 días</b>	<b>lun 09/02/15</b>	<b>vie 10/04/15</b>	7	
19		<b>MANTTO PREDICTIVO II</b>	<b>18 días</b>	<b>lun 11/05/15</b>	<b>mié 03/06/15</b>		
20		MP-1 : ANALISIS Y MONITOREO DE VIBRACIONES	2 días	lun 11/05/15	mar 12/05/15		MP-1
21		MP-2 : ANALISIS DE LUBRICANTES	2 días	mié 13/05/15	jue 14/05/15	20	MP-2
22		MP-3 : TERMOGRAFIA INFLARROJA	2 días	vie 15/05/15	lun 18/05/15	21	MP-3
23		MP-4 : INSPECCION VISUAL	2 días	mar 19/05/15	mié 20/05/15	22	MP-4
24		MP-5 : RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ELECTRICO	2 días	jue 21/05/15	vie 22/05/15	23	MP-5
25		MP-6 : EVALUACION DE PARAMETROS DE PRESIÓN	2 días	lun 25/05/15	mar 26/05/15	24	MP-6
26		MP-7 : ANALISIS DE CORRIENTE/VOLTAJE	2 días	mié 27/05/15	jue 28/05/15	25	MP-7
27		MP-8 : ULTRASONIDO/ACUSTICO	2 días	vie 29/05/15	lun 01/06/15	26	MP-8
28		MP-9 : MEDICION DE ESPESORES	2 días	mar 02/06/15	mié 03/06/15	27	MP-9
29		<b>MANTTO PREDICTIVO III</b>	<b>18 días</b>	<b>mié 01/07/15</b>	<b>vie 24/07/15</b>		
30		MP-1 : ANALISIS Y MONITOREO DE VIBRACIONES	2 días	mié 01/07/15	jue 02/07/15		MP-1
31		MP-2 : ANALISIS DE LUBRICANTES	2 días	vie 03/07/15	lun 06/07/15	30	MP-2
32		MP-3 : TERMOGRAFIA INFLARROJA	2 días	mar 07/07/15	mié 08/07/15	31	MP-3
33		MP-4 : INSPECCION VISUAL	2 días	jue 09/07/15	vie 10/07/15	32	MP-4
34		MP-5 : RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ELECTRICO	2 días	lun 13/07/15	mar 14/07/15	33	MP-5
35		MP-6 : EVALUACION DE PARAMETROS DE PRESIÓN	2 días	mié 15/07/15	jue 16/07/15	34	MP-6
36		MP-7 : ANALISIS DE CORRIENTE/VOLTAJE	2 días	vie 17/07/15	lun 20/07/15	35	MP-7
37		MP-8 : ULTRASONIDO/ACUSTICO	2 días	mar 21/07/15	mié 22/07/15	36	MP-8
38		MP-9 : MEDICION DE ESPESORES	2 días	jue 23/07/15	vie 24/07/15	37	MP-9
39		<b>MANTTO PREVENTIVO II</b>	<b>45 días</b>	<b>lun 10/08/15</b>	<b>vie 09/10/15</b>	29	
40		<b>MANTTO PREDICTIVO IV</b>	<b>18 días</b>	<b>lun 09/11/15</b>	<b>mié 02/12/15</b>		
41		MP-1 : ANALISIS Y MONITOREO DE VIBRACIONES	2 días	lun 09/11/15	mar 10/11/15		MP-1
42		MP-2 : ANALISIS DE LUBRICANTES	2 días	mié 11/11/15	jue 12/11/15	41	MP-2
43		MP-3 : TERMOGRAFIA INFLARROJA	2 días	vie 13/11/15	lun 16/11/15	42	MP-3
44		MP-4 : INSPECCION VISUAL	2 días	mar 17/11/15	mié 18/11/15	43	MP-4
45		MP-5 : RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ELECTRICO	2 días	jue 19/11/15	vie 20/11/15	44	MP-5
46		MP-6 : EVALUACION DE PARAMETROS DE PRESIÓN	2 días	lun 23/11/15	mar 24/11/15	45	MP-6
47		MP-7 : ANALISIS DE CORRIENTE/VOLTAJE	2 días	mié 25/11/15	jue 26/11/15	46	MP-7
48		MP-8 : ULTRASONIDO/ACUSTICO	2 días	vie 27/11/15	lun 30/11/15	47	MP-8
49		MP-9 : MEDICION DE ESPESORES	2 días	mar 01/12/15	mié 02/12/15	48	MP-9

Proyecto: MANTTO TESIS PREDIC	Tarea	Resumen del proyecto	Hito inactivo	Informe de resumen manual	Fecha límite
Fecha: vie 22/08/14	División	Tareas externas	Resumen inactivo	Resumen manual	Progreso
	Hito	Hito externo	Tarea manual	Sólo el comienzo	C
	Resumen	Tarea inactiva	Sólo duración	Sólo fin	□

## FORMATOS DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Se implementaron formatos para poder registrar datos de variables de los equipos en funcionamiento para poder realizar una gestión de mantenimiento predictivo.

Tabla 28: formato registro de prueba eléctrico.

### REGISTRO DE PRUEBA ELECTRICO

		HP	A	AMP VACIO				AMP CARGA				MΩ	GIRO	Tº RODAMIENTOS	LUBRICACIÓN	OBSERVACIÓN	
				Evaluado	R	S	T	Evaluado	R	S	T						
I	<b>ZONA: DESCARGA MATERIA PRIMA</b>																
1	MOTOR CAT NORTE																
2	MOTOR CAT SUR																
3	GRUPO ELECTROGENO OMAN																
4	COMPRESOR LEROI NORTE																
5	COMPRESOR LEROI SUR																
6	BOMBA AGUA MAR A PAC NORTE																
7	BOMBA AGUA MAR A PAC SUR																
8	TABLERO DE CONTROL LADO NORTE																
9	TABLERO DE CONTROL LADO SUR																
10	BOMBA VACIO LADO NORTE																
11	BOMBA VACIO LADO SUR																
12	HIDROFORO NORTE																
13	HIDROFORO SUR																
14	COMPRESOR INSTRUMENTACION NORTE																
15	COMPRESOR INSTRUMENTACION SUR																

-----  
FIRMA

INSPECTOR:

FECHA:

Tabla 29: formato de registro de prueba de vibraciones

**REGISTRO DE PRUEBA DE VIBRACIONES**

														FECHA DE ELABORACION:		
														ÁREA:		
N°	EQUIPO	CODIGO	LECTURA LADO LIBRE	CRITERIO VELOCIDAD LIMITE Y MAQUINA				LECTURA LADO CARGA	CRITERIO VELOCIDAD LIMITE Y MAQUINA				CARGA TON/H	TEMPERATURA EQUIPO	FECHA DE INSPECCION	OBSERVACIONES
				N	A	L	N-P		N	A	L	N-P				
1			A					A								
			V					V								
			H					H								
2			A					A								
			V					V								
			H					H								
3			A					A								
			V					V								
			H					H								
4			A					A								
			V					V								
			H					H								
5			A					A								
			V					V								
			H					H								
<b>INSTRUCCIONES DE LLENADO DE FORMATO DE TOMA DE VIBRACIONES DE EQUIPOS</b>																
FECHA DE INSPECCION:			Indique la fecha en que se estan realizando la toma de vibraciones del equipo													
EQUIPO:			Indique el nombre del equipo en donde se realizara la toma de vibraciones													
CODIGO			Señale el codigo que identifique el área y el tipo de equipo que le corresponde													
LECTURAS	A		Indique resultado de lectura axial de vibraciones													
	V		Indique resultado de lectura vertical de vibraciones													
	H		Indique resultado de lectura horizontal de vibraciones													
CARGA (TON/HORA)			Señale toneladas hora en el equipo durante la toma de vibraciones													
TEMPERATURA EQUIPO			Tome e indique la temperatura del equipo durante el proceso de toma de vibraciones													
CRITERIO VELOCIDAD LIMITE Y MAQUINA			Indique el estado actual del equipo: esta se ubicara en base a los resultados obtenidos y en funcion de la tabla de rango de vibraciones anexo N°6 a este formato.													
OBSERVACIONES:			Especifique de forma breve cualquier tipo de eventualidad que se pueda presentar durante el proceso de toma de vibraciones y las especificaciones de la misma.													

-----  
 FIRMA  
 INSPECTOR:  
 FECHA:

**Tabla 30: formato de reporte de mantenimiento predictivo**

**REPORTE DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

INSPECCIONADO POR:	
CARGO:	
FECHA:	
ZONA O AREA:	
UBICACIÓN TECNICA:	

N°	**TÉNOLOGIA DE INSPECCIÓN PREDICTIVA			IDENTIFICACIÓN DE LA MAQUINA	
1	ANALISIS Y MONITOREO DE VIBRACIONES			NOMBRE EQUIPO:	
2	ANALISIS DE LUBRICANTES			TIPO:	
3	TERMOGRAFIA INFLARROJA			MARCA:	
4	INSPECCION VISUAL			MODELO:	
5	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ELECTRICO			SERIE:	
6	EVALUACION DE PARAMETROS DE PRESIÓN			OTROS	
7	ANALISIS DE CORRIENTE/VOLTAJE			POTENCIA:	
8	ULTRASONIDO/ACUSTICO			RPM:	
9	MEDICION DE ESPESORES			RODAMIENTO:	
10	TINTES PENETRANTES				
11	*				
12	*				
** MARCA CON (X)					
* OTROS					

<b>IDENTIFICACIÓN DE LA ANOMALIA DEL EQUIPO</b>	
<b>SINTOMAS GLOBALES DEL EQUIPO</b>	
<b>FALLAS (MAS PROBABLES)</b>	
<b>COMPONENTE DE LA FALLA:</b>	<b>MODO PROBABLE DE FALLA:</b>
<b>VALIDACION DE SINTOMAS EN EL EQUIPO</b>	
<b>CAUSAS DE LA FALLA</b>	
<b>RECOMENDACIÓN</b>	
<b>ACCIONES TOMADAS--RESPONSABLE</b>	

-----  
TÉCNICO

-----  
JEFE DE MANTENIMIENTO

#### 4.1.1.2 IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS PREDICTIVOS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO.

Para la implementación de los equipos de mantenimiento predictivo tenemos que tener en cuenta las técnicas que se aplicaran a los equipos, particularmente a los equipos del área de descarga de materia prima ya que esta área fue seleccionada para el análisis correspondiente de sus equipos.

También tenemos que tener en cuenta cual es nuestro punto de partida en donde iniciamos con respecto a que equipos contamos o no contamos en planta y ver cuál es la mejor aplicación del equipo. Para esto se elaboró un cuadro en el cual vemos cuales son los equipos que contamos para la aplicación de la técnica de mantenimiento predictivo en el equipo, y a su vez definir cuáles son los equipos que se van adquirir y las técnicas de mantenimiento predictivo que se van a tercerizar.

**Tabla 31: Cuadro de tecnologías de inspección predictiva y equipos de mantenimiento predictivo**

<b>TÉNOLOGIA DE LA INSPECCIÓN</b>	<b>EQUIPOS PARA MANTTO PREDICTIVO</b>
ANALISIS Y MONITOREO DE VIBRACIONES	ANALIZADOR DE VIBRACIONES
ANALISIS DE LUBRICANTES	EMPRESA TERCERA
TERMOGRAFIA INFLARROJA	CAMARA TERMOGRAFICA
INSPECCION VISUAL	CRITERIO DE PERSONAL CAPACITADO
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ELECTRICO	MEGOMETRO/TELUROMETRO
EVALUACION DE PARAMETROS DE PRESIÓN	EMPRESA TERCERA
ANALISIS DE CORRIENTE/VOLTAJE	PINSA AMPERIMETRICA Y MULTIMETRO DIGITAL
ULTRASONIDO/ACUSTICO	ANALIZADOR ULTRASONIDO
MEDICION DE ESPESORES	ANALIZADOR DE ESPESORES
TINTES PENETRANTES	TINTE PENETRANTE

<b>EQUIPOS QUE CONTAMOS EN PLANTA</b>
<b>EQUIPAMIENTO A IMPLEMENTAR</b>
<b>EMPRESA TERCERA</b>

## EQUIPOS QUE CONTAMOS EN PLANTA

Dentro de la empresa en el área de mantenimiento contamos con dos sub-áreas que son las de mantenimiento mecánico y mantenimiento eléctrico, dentro de estas áreas contamos con el siguiente equipamiento de mediciones eléctricas y mecánicas.

EQUIPOS EN PLANTA ELECTRICOS Y MECANICOS			
CANTIDAD	UNIDADES	EQUIPO	MARCA
4	UND	MULTIMETROS DIGITALES	FLUKE
4	UND	PINZAS AMPERIMETRICAS DIGITALES	FLUKE
1	UND	MEGOMETRO DIGITAL	AMPROBE
1	UND	TELUROMETRO DIGITAL	AMPROBE
1	UND	PINTOLA DE TEMPERATURA DIGITAL	FLUKE
1	UND	TACOMETRO DIGITAL	SKF
1	UND	FASIMETRO ANALOGICO	SKF

Después de haber definido los equipos que tenemos en planta definiremos los equipos a implementar para la aplicación de las técnicas de mantenimiento predictivo.

EQUIPOS A IMPLEMENTAR					
CANTIDAD	UNIDADES	EQUIPO	MARCA	MODELO	COSTO \$
1	UND	ANALIZADOR DE VIBRACIONES	FLUKE	Fluke 805	\$1,950.00
1	UND	CAMARA TERMOGRAFICA	FLUKE	FLUKE Ti28	\$7,701.00
1	UND	ANALIZADOR ULTRASONIDO	SDT	SDT270	\$5,000.00
1	UND	ANALIZADOR DE ESPESORES	TECNOMETRIA	VA-8041	\$300.00
2	JUEGOS	TINTE PENETRANTE	Magnaflux	SKC-S /SKL-SP2 /SKD-S2	\$200.00
<b>TOTAL</b>					<b>\$15,151.00</b>

Tabla 32: Equipos a Implementar dentro de la propuesta (anexo 7)

## TERCERIZACIÓN DE SERVICIOS

Dentro de los cuales tenemos dos técnicas de mantenimiento predictivo que es:

					CAMBIO DÓLAR	S/. 2.78
TERCERIZACIÓN DE SERVICIOS						
CANTIDAD DE EQUIPOS	EQUIPO	PROVEEDOR	COSTOS - POR EQUIPO	COSTO \$-POR AÑO		
7	Análisis de lubricantes	FERREYROS	\$50.00	\$350.00		
3	Evaluación de parámetros de presión	FERREYROS	\$50.00	\$150.00		
<b>TOTAL</b>				<b>\$500.00</b>		
					<b>S/. 1,390.00</b>	

También tendremos una técnica predictiva que es **la inspección visual** la cual será complementada con las capacitaciones del mismo personal de mantenimiento, ya que se requiere un criterio analítico para poder medir una técnica de mantenimiento predictivo.



### 4.1.1.3 PERSONAL DE MANTENIMIENTO REDUCIDO

#### PROPUESTA DE INCREMENTAR EL PERSONAL DE MANTTO.

Esta propuesta que planteo es **aumentar el personal** de mantenimiento de **11** colaboradores a **14 colaboradores** distribuidos de la siguiente manera:

COPEINCA PLANTA CHICAMA		
ACTUAL		
AREA DE MANTENIMIENTO		
N°	CARGO	ACTIVIDAD
1	JEFE DE MANTENIMIENTO	GESTIÓN
2	PLANIFICADOR DE MANTTO	GESTIÓN
3	MAESTRO MECANICO	OPERATIVOS
4	MECANICO DE TURNO A	OPERATIVOS
5	MECANICO DE TURNO B	OPERATIVOS
6	MECANICO TORNERO	OPERATIVOS
7	MECANICO LUBRICADOR	OPERATIVOS
8	MAESTRO ELECTRICISTA	OPERATIVOS
9	ELECTRICISTA DE TURNO A	OPERATIVOS
10	ELECTRICISTA DE TURNO B	OPERATIVOS
11	ELECTRONICO DE PLANTA	OPERATIVOS

PROPUESTA		
AREA DE MANTENIMIENTO		
N°	CARGO	ACTIVIDAD
1	JEFE DE MANTENIMIENTO	GESTIÓN
2	PLANIFICADOR DE MANTTO	GESTIÓN
3	MAESTRO MECANICO	GESTION / OPERATIVOS
4	MECANICO DE TURNO A	OPERATIVOS
5	MECANICO DE TURNO B	OPERATIVOS
6	MECANICO DE TURNO A	OPERATIVOS
7	MECANICO DE TURNO B	OPERATIVOS
8	MECANICO TORNERO	OPERATIVOS
9	MECANICO LUBRICADOR	OPERATIVOS
10	MAESTRO ELECTRICISTA	GESTION / OPERATIVOS
11	ELECTRICISTA DE TURNO A	OPERATIVOS
12	ELECTRICISTA DE TURNO B	OPERATIVOS
13	ELECTRONICO DE TURNO A	OPERATIVOS
14	ELECTRONICO DE TURNO B	OPERATIVOS

#### JUSTIFICACION

- Implementando esta propuesta permitirá cumplir con los indicadores de mantenimiento, además de la gestión de los mismos. Esto significa que los planes de mantenimiento preventivo así como los correctivos se harán más eficientemente. Como proponemos en la tabla (20) de indicadores y metas.
- Se podrán realizar y aplicar técnicas de análisis de mantenimiento como es el de mantenimiento predictivo y la gestión del mismo.
- Reducción de costos en horas extras y fatiga del personal, evitando accidentes por fatiga del mismo personal y estar acorde con la norma de seguridad y salud ocupacional OHSAS 18001 que la empresa está certificada.
- Esta propuesta nos permitirá desarrollar una gestión de mantenimiento predictivo, ya que actualmente con el reducido personal del área de mantenimiento no podremos desarrollar una gestión de mantenimiento predictivo.

Actualmente contamos en el área de mantenimiento con un total de 11 colaboradores dentro de los cuales tenemos personal que se encarga de la gestión de mantenimiento y personal operativo.

Tabla 33: Personal de mantenimiento de Planta Chicama

COPEINCA PLANTA CHICAMA		
AREA DE MANTENIMIENTO		
N°	CARGO	ACTIVIDAD
1	JEFE DE MANTENIMIENTO	GESTIÓN
2	PLANIFICADOR DE MANTTO	GESTIÓN
3	MAESTRO MECANICO	OPERATIVOS
4	MECANICO DE TURNO A	OPERATIVOS
5	MECANICO DE TURNO B	OPERATIVOS
6	MECANICO TORNERO	OPERATIVOS
7	MECANICO LUBRICADOR	OPERATIVOS
8	MAESTRO ELECTRICISTA	OPERATIVOS
9	ELECTRICISTA DE TURNO A	OPERATIVOS
10	ELECTRICISTA DE TURNO B	OPERATIVOS
11	ELECTRONICO DE PLANTA	OPERATIVOS

Según el informe de mantenimiento año 2013 (anexo1), con la finalidad de brindar respaldo con personal técnico en temporadas de producción se solicitó apoyo con personal de planta Ilo en la primera temporada y personal del área de producción en la segunda temporada y poder distribuir el personal de la siguiente manera durante estos meses; considerando que los maestros (mecánico y electricista) hacen turno único:

<p><b>PERSONAL PRODUCCION TURNO "A"</b>            Gino Prado V. – Mecánico de Planta            Cesar Aniceto C. – Mecánico Lubricador            Ángel Gutiérrez A. – Electricista de Planta  <b>Alejandro Saldaña M./Edson Sánchez E. – Electrónico Ilo/Electricista</b></p>	<p><b>PERSONAL PRODUCCION TURNO "B"</b>            Néstor Medina P. – Mecánico de Planta            Rafael Estrada G. – Mecánico Lubricador            Mauro Reyes R. – Electricista de Planta            Víctor Espejo O. – Electrónico Planta</p>
---	---

Este es un indicador bien claro de la falta de personal en planta de COPEINCA CHICAMA, sumándole a esto los cuadros de sobretiempo que realiza el personal mismo y los costos que se generan con los mismos sobretiempos.

## HORAS EXTRAS DE PERSONAL POR ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

(anexo1)

En los siguientes cuadros se indican las cantidades de horas extras utilizadas por el personal de producción y mantenimiento para realizar actividades de mantenimiento en ambas temporadas de producción.

Tabla 34: horas extras del personal por actividades de mantenimiento

TIPO HH	PRODUCCION 2013-I							
	Al 25%	Monto	Al 35%	Monto	Al 100%	Monto	Sub Total	Monto
HH Mecánicos	0	S/. 0.00	194.52	S/. 2,194.70	42.87	S/. 697.24	237.39	S/. 2,891.94
HH Electricistas	0	S/. 0.00	58.8	S/. 686.32	13.51	S/. 252.27	72.31	S/. 938.59
<b>HH Total</b>	<b>0</b>	<b>S/. 0.00</b>	<b>253.32</b>	<b>S/. 2,881.02</b>	<b>56.38</b>	<b>S/. 949.51</b>	<b>309.7</b>	<b>S/. 3,830.53</b>

TIPO HH	PRODUCCION 2013-II							
	Al 25%	Monto	Al 35%	Monto	Al 100%	Monto	Sub Total	Monto
HH Mecánicos	15.5	S/. 150.23	332.3	S/. 3,686.50	78.86	S/. 1,305.13	426.66	S/. 5,141.86
HH Electricistas	9.5	S/. 102.46	139.23	S/. 1,478.52	25.98	S/. 397.69	174.71	S/. 1,978.67
<b>HH Total</b>	<b>25</b>	<b>S/. 252.69</b>	<b>471.53</b>	<b>S/. 5,165.02</b>	<b>104.84</b>	<b>S/. 1,702.82</b>	<b>601.37</b>	<b>S/. 7,120.53</b>

TIPO HH	ANUAL 2013							
	Al 25%	Monto	Al 35%	Monto	Al 100%	Monto	Sub Total	Monto
HH Mecánicos	15.5	S/. 150.23	526.82	S/. 5,881.20	121.73	S/. 2,002.37	664.05	S/. 8,033.80
HH Electricistas	9.5	S/. 102.46	198.03	S/. 2,164.84	39.49	S/. 649.96	247.02	S/. 2,917.26
<b>HH Total</b>	<b>25</b>	<b>S/. 252.69</b>	<b>724.85</b>	<b>S/. 8,046.04</b>	<b>161.22</b>	<b>S/. 2,652.33</b>	<b>911.07</b>	<b>S/. 10,951.06</b>

### CUADRO % CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES EN PMV.

En el año 2013 se generaron 911.07 horas extras distribuidas entre 37 colaboradores de planta integrantes de las áreas de producción y mantenimiento; el 80% del monto total fue generado por 16 colaboradores de los cuales 07 pertenecen al área de mantenimiento y 09 colaboradores del área de producción, como muestran a continuación las siguientes tablas.

Grafico 4: la distribución de las horas y montos por colaborador.

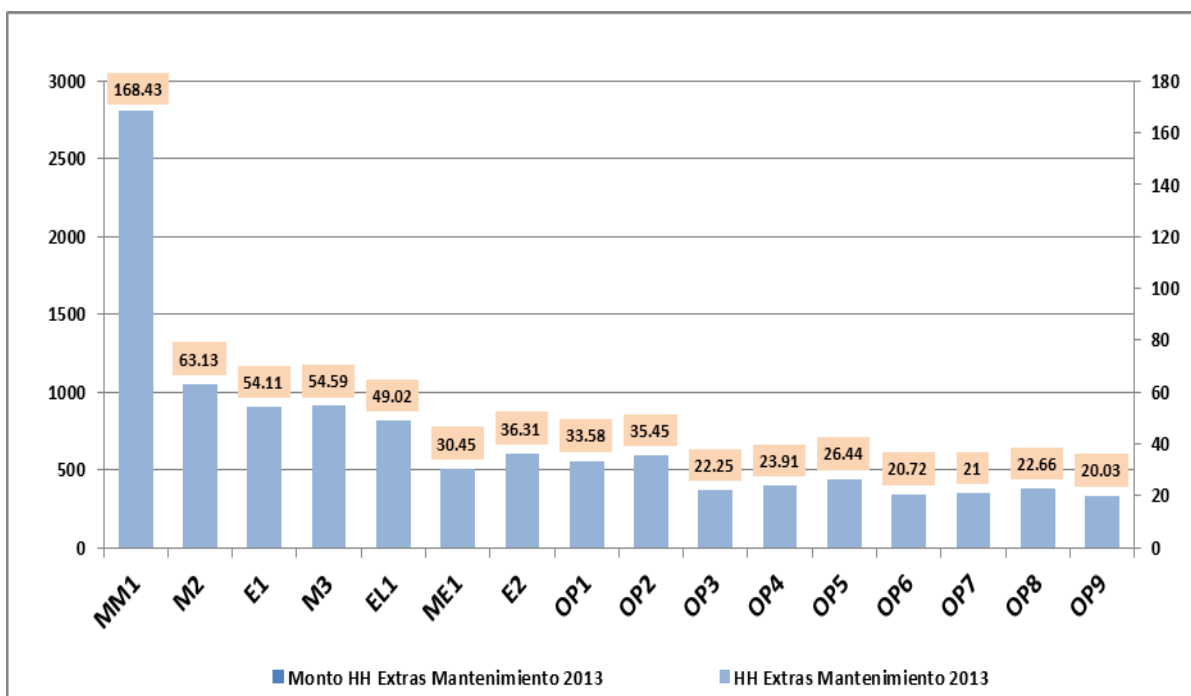


Tabla 35: colaboradores de mantenimiento y producción y sus actividades que desarrollan.

NOMENCLA.	NOMBRE	ÁREA	CARGO	ACTIVIDAD QUE DESARROLLA
MM1	CUEVA JULIO MANUEL	MANTTO	MAESTRO MECANICO	MECANICA DE BOMBAS,TORNO,SOLDADURA
M2	ESTRADA RAFAEL MANFREDO	MANTTO	MECANICO DE TURNO	SOLDADURA
E1	GUTIERREZ ANGEL ROLANDO	MANTTO	ELECTRICISTA DE TURNO	MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE TABLEROS E.
M3	PRADO GINO RIGOBERTO	MANTTO	MECANICO DE TURNO	SOLDADURA
EL1	ESPEJO VICTOR ABEL	MANTTO	ELECTRÓNICO PLANTA	PROGRAMACIÓN DE PLC,MANTTO ELECTRICO
ME1	PAREDES JUAN	MANTTO	MAESTRO ELECTRICISTA	MANTTO ELECTRICO,MANTTO ELECTRONICO
E2	REYES MAURO RENUFLO	MANTTO	ELECTRICISTA DE TURNO	MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE TABLEROS E.
OP1	GUILLERMO JORGE LUIS	PRODUCCION	OPERADOR MAQUINA 1	OPERACIÓN
OP2	LULICHAC JAVIER	PRODUCCION	OPERADOR MAQUINA 2	OPERACIÓN
OP3	QUEVEDO HENRY RUBEN	PRODUCCION	OPERADOR MAQUINA 3	OPERACIÓN
OP4	ELLEN FREDY WILIAM	PRODUCCION	OPERADOR MAQUINA 4	OPERACIÓN
OP5	CARRANZA ANDRES GASPAS	PRODUCCION	OPERADOR MAQUINA 5	OPERACIÓN
OP6	BAZAN HUGO MOISES MARTIN	PRODUCCION	OPERADOR MAQUINA 6	OPERACIÓN
OP7	LOPEZ FRANCISCO JAVIER	PRODUCCION	OPERADOR MAQUINA 7	OPERACIÓN
OP8	COTRINA CARLOS ANDRES	PRODUCCION	OPERADOR MAQUINA 8	OPERACIÓN
OP9	CHAVES LUIS ALFREDO	PRODUCCION	OPERADOR MAQUINA 9	OPERACIÓN

## PERSONAL DE MANTENIMIENTO EN LA CORPORACIÓN

Actualmente la sede de Chicama en la corporación es una de las que tiene el personal de mantenimiento reducido y por ende la deficiencia de algunos indicadores mostrados en el Informe de Mantenimiento del 2013 (anexo1).

Considerando también si se quiere implementar una gestión de mantenimiento predictiva con el poco personal que tenemos no se realizaría eficientemente.

Tabla 36: comparativa del personal de mantenimiento a nivel de toda la corporación.

COPEINCA SAC							
PERSONAL OPERATIVO		PLANTAS PROCESADORAS DE LA CORPORACIÓN					
AREA	POSICION		BAYOVAR	CHICAMA	CHIMBOTE	CHANCAY	ILO
		CAPACIDAD TOTAL	170 TM/H	159 TM/H	250 TM/H	180 TM/H	90 TM/H
		VELOCIDAD PROCESO P.	140 TM/H	145 TM/H	210 TM/H	160 TM/H	80 TM/H
MANTENIMIENTO	ELECTRICISTA DE PLANTA	3	2	7	4	1	
	ELECTRONICO DE PLANTA	1	1	2	1	1	
	LUBRICADOR	1	1	1			
	MAESTRO ELECTRICISTA	1	1	1	1		
	MAESTRO ELECTRONICO			1			
	MAESTRO MECANICO	1	1	1	1		
	MECANICO DE PLANTA	5	3	8	5	2	
	AY. MECANICO PLANTA CHANCAY				1		
	SOLDADOR			1	1		
	SOLDADOR DE CHATA				1		
TOTAL		12	9	22	15	4	
* LA PLANTA DE ILO REQUIERE EL APOYO DE OTRAS SEDES EN SU ETAPA DE PRODUCCIÓN							
* LA PLANTA DE CHICAMA REQUIERE EL APOYO DE LA SEDE ILO PARA EL DESARROLLO DEL PLAN DE MANTTO Y EN PRODUCCION							

#### **4.1.1.4 PROPUESTA DE UN PLAN DE CAPACITACIONES SEMESTRALES.**

##### **Programa de Capacitación**

Acerca del programa de capacitación, este se desarrollará con TECSUP el cual les dará a conocer algunas técnicas de monitoreo y se dará especial énfasis en el **análisis vibracional**, y el ultrasonido como herramientas de predicción de fallas. Los colaboradores conocerán cuales son los pasos que debe de seguir para que pueda implementar con éxito un programa de mantenimiento predictivo.

Esta capacitación está dirigida para todo el personal de mantenimiento.

La duración de la capacitación es de 42 horas y será en horario de no producción los días sábados esto implica que no es un día de trabajo, motivo por el cual no representará un costo de día de trabajo ni de sobretiempo para la compañía.

Los temas a tratar en la capacitación son los siguientes:

- ✓ Fallas potenciales y el monitoreo basado en la condición.
- ✓ Categorías de las técnicas basadas en la condición.
- ✓ Cuándo es necesario realizar una tarea basada en la condición. Selección de tareas proactivas.
- ✓ Técnicas de monitoreo de condición.
- ✓ Análisis vibracional.
- ✓ El ultrasonido.
- ✓ Pruebas de aislamiento eléctrico.

Costo por participante 1300 nuevos soles. Horario los sábados 8:30---14:30pm

##### **Adicionalmente los temas a tratar en capacitaciones siguientes son:**

- Descripción del proceso de Harina de Pescado.
- Descripción de las funciones de cada máquina.
- Descripción de los tableros de control touchscreen (Sistema Scada)
- Mantenimiento Preventivo de la maquinaria Industrial.
- Fallas frecuentes, posibles causas y soluciones en Maquinas Industriales.

Diagrama 10: Gantt de desarrollo de capacitaciones Semestrales al Personal de Mantenimiento



Tabla 37: fechas de capacitaciones semestrales para el personal de mantenimiento

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predec	ene '15				feb '15				mar '15			
							21	28	04	11	18	25	01	08	15	22	01	08
1		INICIO	0 días	jue 01/01/15	jue 01/01/15													
2		PRODUCCION II	23 días	jue 01/01/15	lun 02/02/15	1												
3		VEDA I	64 días	mar 03/02/15	mar 21/04/15	2												
4		PRODUCCION I	66 días	mié 22/04/15	mié 22/07/15	3												
5		VEDA II	64 días	jue 23/07/15	jue 08/10/15	4												
6		PRODUCCION II	44 días	vie 09/10/15	mié 09/12/15	5												
7		MANTTO PREDICTIVO I	20 días	jue 01/01/15	mié 28/01/15													
8		MANTTO PREVENTIVO I	45 días	lun 09/02/15	mié 01/04/15													
9		C-M: CAPACITACIÓN MECANICOS	1 día	sáb 14/02/15	sáb 14/02/15													
10		C-M: CAPACITACIÓN MECANICOS	1 día	sáb 21/02/15	sáb 21/02/15													
11		C-M: CAPACITACIÓN MECANICOS	1 día	sáb 28/02/15	sáb 28/02/15													
12		C-M: CAPACITACIÓN MECANICOS	1 día?	sáb 07/03/15	sáb 07/03/15													
13		C-E: CAPACITACIÓN ELECTRICISTA	1 día?	sáb 14/03/15	sáb 14/03/15													
14		C-E: CAPACITACIÓN ELECTRICISTA	1 día?	sáb 21/03/15	sáb 21/03/15													
15		C-E: CAPACITACIÓN ELECTRICISTA	1 día?	sáb 28/03/15	sáb 28/03/15													
16		C-E: CAPACITACIÓN ELECTRICISTA	1 día?	sáb 04/04/15	sáb 04/04/15													
17		MANTTO PREDICTIVO II	18 días	lun 11/05/15	mié 03/06/15													
18		MANTTO PREDICTIVO III	18 días	mié 01/07/15	vie 24/07/15													
19		MANTTO PREVENTIVO II	45 días	lun 10/08/15	mié 30/09/15													
20		C-M: CAPACITACIÓN MECANICOS	1 día	sáb 15/08/15	sáb 15/08/15													
21		C-M: CAPACITACIÓN MECANICOS	1 día	sáb 22/08/15	sáb 22/08/15													
22		C-M: CAPACITACIÓN MECANICOS	1 día	sáb 29/08/15	sáb 29/08/15													
23		C-M: CAPACITACIÓN MECANICOS	1 día	sáb 05/09/15	sáb 05/09/15													
24		C-E: CAPACITACIÓN ELECTRICISTA	1 día	sáb 12/09/15	sáb 12/09/15													
25		C-E: CAPACITACIÓN ELECTRICISTA	1 día	sáb 19/09/15	sáb 19/09/15													
26		C-E: CAPACITACIÓN ELECTRICISTA	1 día	sáb 26/09/15	sáb 26/09/15													
27		C-E: CAPACITACIÓN ELECTRICISTA	1 día	sáb 03/10/15	sáb 03/10/15													
28		MANTTO PREDICTIVO IV	18 días	lun 09/11/15	mié 02/12/15													

Proyecto: MANTTO TESIS PREDIC Fecha: vie 22/08/14	Tarea		Tareas externas		Tarea manual		Sólo fin	
	División		Hito externo		Sólo duración		Fecha límite	
	Hito		Tarea inactiva		Informe de resumen manual		Progreso	
	Resumen		Hito inactivo		Resumen manual			
	Resumen del proyecto		Resumen inactivo		Sólo el comienzo			

Página 1



# CAPÍTULO 5

## EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA

## 5.1 ANÁLISIS ECONÓMICO

### 5.1 PERDIDAS

#### 5.1.2 Pérdidas por Paradas de Planta

capacidad de planta	159	ton/hora
velocidad de planta promedio	120	ton/hora
costo tonelada harina PROMEDIO	<b>\$1,504</b>	\$/ton harina
horas(día) durante época de producción	20	horas/día
días producción anuales	120	días
relacion= pescado / harina	4	4ton-pescado/1ton- harina

	ANUAL
HORAS DE PARADA DE PLANTA	12
COSTO \$ -PARADAS DE PLANTA	\$541,317.88
COSTO S/.-PARADAS DE PLANTA	S/ 1,504,863.70

## 5.2 INVERSIÓN

### 5.2.2 Inversión para Disminuir las Paradas de Planta

La inversión de la propuesta será basada en la adquisición de equipos y/o instrumentos para la revisión y ajustes realizados dentro de la empresa; dicho desembolso se efectuará en el mes cero una vez iniciada la implementación del Diseño del Sistema de Mantenimiento Predictivo.

Tabla 38: Inversión de la Propuesta

					CAMBIO DÓLAR	S/. 2.78
EQUIPOS A IMPLEMENTAR						
CANTIDAD	UNIDADES	EQUIPO	MARCA	MODELO	COSTO \$	
1	UND	ANALIZADOR DE VIBRACIONES	FLUKE	Fluke 805	\$1,950.00	
1	UND	CAMARA TERMOGRAFICA	FLUKE	FLUKE Ti28	\$7,701.00	
1	UND	ANALIZADOR ULTRASONIDO	SDT	SDT270	\$5,000.00	
1	UND	ANALIZADOR DE ESPESORES	TECNOMETRIA	VA-8041	\$300.00	
2	JUEGOS	TINTE PENETRANTE	Magnaflux	SKC-S /SKL-SP2 /SKD-S2	\$200.00	
					TOTAL	\$15,151.00
					TOTAL SOLES	S/. 42,119.78

Fuente: Elaboración Propia (anexo 7)

Tabla 39: Depreciación de Equipos a Implementar (Anexo 11)

		<b>DEPRECIACION</b>			
	<b>MODELO</b>	<b>COSTO \$</b>	<b>CANT/AÑOS</b>	<b>\$/año</b>	<b>\$/mes</b>
EQUIPOS	Fluke 805	\$1,950.00	10	\$195.00	\$32.50
	FLUKE Ti28	\$7,701.00	10	\$770.10	\$128.35
	SDT270	\$5,000.00	10	\$500.00	\$83.33
	VA-8041	\$300.00	10	\$30.00	\$5.00
				<b>\$1,495.10</b>	<b>\$249.18</b>
<b>TOTAL SOLES</b>				<b>S/. 4,156.38</b>	<b>S/. 692.73</b>

### 5.2.3 COSTOS

Los costos de la propuesta están referidos a la remuneración de 3 colaboradores del área de Mantenimiento, la tercerización de algunos servicios y la capacitación del personal de mantenimiento, para llevar a cabo la adecuada Gestión de Mantenimiento Predictivo.

Tabla 40: Costo de contratar tres Colaboradores en el Área de Mantenimiento

<b>COSTO DE PROPUESTA</b>					
		<b>CANTIDAD</b>	<b>SUELDO BASE</b>	<b>SUELDO X AÑO</b>	<b>TOTAL/AÑO</b>
Adicionar personal		<b>3</b>	S/. 2,100.00	14	<b>S/. 88,200.00</b>
				<b>X - MES</b>	
APORTES DE LA EMPRESA A FAVOR DEL TRABAJADOR POR MES	ESSALUD		188	12	6768
	SENATI		16	12	576
	SCTR PENSIONES		14	12	504
	SCTR SALUD		8	12	288
					<b>S/. 8,136.00</b>
<b>GASTO TOTAL DE ADICIONAR 3 COLABORADORES EN MANTENIMIENTO POR AÑO</b>					<b>S/. 96,336.00</b>
<b>GASTO TOTAL DE ADICIONAR 3 COLABORADORES EN MANTENIMIENTO POR MES</b>					<b>S/. 8,028.00</b>

Tabla 41: Costo de Tercerización de Servicios. (Anexo 10)

				CAMBIO DÓLAR	S/. 2.78
<b>TERCERIZACIÓN DE SERVICIOS</b>					
CANTIDAD DE EQUIPOS	EQUIPO	PROVEEDOR	COSTO\$ - POR EQUIPO	COSTO \$-POR AÑO	
7	Análisis de lubricantes	FERREYROS	\$50.00	\$350.00	
3	Evaluación de parámetros de presión	FERREYROS	\$50.00	\$150.00	
				<b>TOTAL</b>	<b>\$500.00</b>
					<b>S/. 1,390.00</b>
				<b>TERCERIZACIÓN POR MES =</b>	<b>S/. 115.83</b>

Tabla 42: Costo de Plan de Capacitaciones

<b>PLAN DE CAPACITACIONES</b>	
CANTIDAD DE COLABORADORES DE MANTENIMIENTO	14
COSTO DE LA CAPACITACIÓN	S/. 1,300.00
COSTO TOTAL DE CAPACITACIONES POR AÑO	<b>S/. 18,200.00</b>
<b>COSTO TOTAL DE CAPACITACIONES POR MES</b>	<b>S/. 1,516.67</b>

Sumando todos los costos tenemos como resultado:

GASTO TOTAL DE ADICIONAR 3 COLABORADORES EN MANTENIMIENTO POR MES		S/. 8,028.00
TERCERIZACIÓN POR MES		S/. 199.23
COSTO TOTAL DE CAPACITACIONES POR MES		S/. 1,516.67
<b>TOTAL DE COSTOS</b>		<b>S/. 9,743.90</b>

### 5.3 BENEFICIOS

#### 5.3.2 Ahorro Disminuyendo las Paradas de Planta

Si se establece los lineamientos indicados para la implementación del Sistema de Mantenimiento Predictivo, se estima que el total de horas de parada de planta mejorara en

un 33%. Es por ello, que se debe considerar la implementación de la Gestión de Mantenimiento Predictivo.

Tabla 43: Beneficios de la Propuesta

### BENEFICIOS DE LA PROPUESTA

<b>1.- Reducción de tiempos en horas de paradas de planta</b>
---

capacidad de planta	159	ton/hora
velocidad de planta promedio	120	ton/hora
costo tonelada harina PROMEDIO	<b>\$1,504</b>	\$/ton harina
horas(día) durante época de producción	20	horas/dia
días producción anuales	120	días
relacion= pescado / harina	4	4ton-pescado/1ton- harina

	ANUAL
HORAS DE PARADA DE PLANTA	12
COSTO \$ -PARADAS DE PLANTA	\$541,317.88
COSTO S/.-PARADAS DE PLANTA	S/.
	1,504,863.70

	reducción de paradas de planta en:
	<b>67%</b>
HORAS DE PARADA DE PLANTA PROPUESTAS	8.0
COSTO DE PARADA DE PLANTA REDUCIÉNDOLO A UN 67%	\$362,682.98
	S/.
	1,008,258.68

	AHORRO del 33%
<b>AHORRO HORAS</b>	4.0
<b>AHORRO AÑO DOLARES</b>	\$178,634.90
<b>AHORRO AÑO SOLES</b>	S/.
	496,605.02
<b>AHORRO MES</b>	<b>S/. 41,383.75</b>

\* verificar anexo 3

### 5.1.4 FLUJO DE CAJA

Para la evaluación del Flujo de Caja se considera un periodo de 24 meses. Se estima que la adquisición de equipos y/o instrumentos son una inversión.

Tabla 44: Flujo de caja

Flujo de Caja													
Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
utilidad después de impuestos		S/. 21,045.13	S/. 21,914.19	S/. 22,809.32	S/. 23,731.30	S/. 24,680.95	S/. 25,659.08	S/. 26,666.56	S/. 27,704.26	S/. 28,773.09	S/. 29,873.99	S/. 31,007.92	S/. 32,175.86
más depreciación		S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73
inversión	S/. -42,119.8												
	S/. -42,119.8	S/. 21,737.86	S/. 22,606.92	S/. 23,502.05	S/. 24,424.03	S/. 25,373.68	S/. 26,351.81	S/. 27,359.29	S/. 28,396.99	S/. 29,465.82	S/. 30,566.72	S/. 31,700.65	S/. 32,868.59

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
S/. 33,378.84	S/. 34,617.91	S/. 35,894.15	S/. 37,208.68	S/. 38,562.65	S/. 39,957.23	S/. 41,393.65	S/. 42,873.17	S/. 44,397.07	S/. 45,966.68	S/. 47,583.39	S/. 49,248.59
S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73
S/. 34,071.57	S/. 35,310.64	S/. 36,586.88	S/. 37,901.41	S/. 39,255.38	S/. 40,649.96	S/. 42,086.38	S/. 43,565.90	S/. 45,089.80	S/. 46,659.41	S/. 48,276.12	S/. 49,941.32

### 5.1.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Debido al importe total que se deberá invertir para la ejecución de la propuesta, se considera que la empresa se encuentra en las condiciones de asumir tales gastos sin necesidad de un préstamo bancario. A pesar de ello, por motivo de representación, se realizará la evaluación económica. A continuación se presenta los ratios económicos de la evaluación de la propuesta:

Tabla 45: Ratios Económicos de la Propuesta

INDICADORES ECONÓMICOS	
<b>VAN</b>	<b>S/. 88,227.51</b>
<b>TIR</b>	<b>56%</b>
<b>PRI (meses)</b>	<b>7.76</b>
<b>B/C</b>	<b>2.22</b>

Se realizó un flujo de caja proyectado para la implementación del sistema de gestión de mantenimiento predictivo y se pudo demostrar que la propuesta de implementación es económicamente viable en un periodo de 24 meses.

Al obtenerse un VAN mayor a 0 se puede afirmar que la inversión producirá ganancias generando valor monetario, asimismo presenta un TIR de 56% y un Ratio de beneficio / costo de 2.22 lo que indica que nuestro proyecto es rentable y el costo de oportunidad en **20%**(ya que el costo de oportunidad al invertir en créditos de consumo está en un 16.82% (anexo 9)).

Tabla 46: Evaluación Económica

Inversión total	<b>S/. 42,119.78</b>
(Costo oportunidad) COK	<b>20.00%</b>
Incremento de ingresos en un 3 % mensual	<b>1.03</b>

<b>Estado de resultados</b>													
<b>Meses</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Ingresos		S/. 41,383.75	S/. 42,625.26	S/. 43,904.02	S/. 45,221.14	S/. 46,577.78	S/. 47,975.11	S/. 49,414.36	S/. 50,896.79	S/. 52,423.70	S/. 53,996.41	S/. 55,616.30	S/. 57,284.79
costos operativos		S/. 9,660.50	S/. 9,660.50	S/. 9,660.50	S/. 9,660.50	S/. 9,660.50	S/. 9,660.50	S/. 9,660.50	S/. 9,660.50	S/. 9,660.50	S/. 9,660.50	S/. 9,660.50	S/. 9,660.50
Depreciación activos		S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73
GAV		S/. 966.05	S/. 966.05	S/. 966.05	S/. 966.05	S/. 966.05	S/. 966.05	S/. 966.05	S/. 966.05	S/. 966.05	S/. 966.05	S/. 966.05	S/. 966.05
utilidad antes de impuestos		S/. 30,064.47	S/. 31,305.98	S/. 32,584.74	S/. 33,901.86	S/. 35,258.50	S/. 36,655.83	S/. 38,095.08	S/. 39,577.52	S/. 41,104.42	S/. 42,677.13	S/. 44,297.02	S/. 45,965.51
Impuestos (30%)		S/. 9,019.34	S/. 9,391.80	S/. 9,775.42	S/. 10,170.56	S/. 10,577.55	S/. 10,996.75	S/. 11,428.53	S/. 11,873.25	S/. 12,331.33	S/. 12,803.14	S/. 13,289.11	S/. 13,789.65
utilidad después de impuestos		S/. 21,045.13	S/. 21,914.19	S/. 22,809.32	S/. 23,731.30	S/. 24,680.95	S/. 25,659.08	S/. 26,666.56	S/. 27,704.26	S/. 28,773.09	S/. 29,873.99	S/. 31,007.92	S/. 32,175.86

<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>
S/. 59,003.33	S/. 60,773.43	S/. 62,596.64	S/. 64,474.54	S/. 66,408.77	S/. 68,401.04	S/. 70,453.07	S/. 72,566.66	S/. 74,743.66	S/. 76,985.97	S/. 79,295.55	S/. 81,674.41
S/. 9,660.50	S/. 9,660.50	S/. 9,660.50	S/. 9,660.50	S/. 9,660.50	S/. 9,660.50	S/. 9,660.50	S/. 9,660.50	S/. 9,660.50	S/. 9,660.50	S/. 9,660.50	S/. 9,660.50
S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73
S/. 966.05	S/. 966.05	S/. 966.05	S/. 966.05	S/. 966.05	S/. 966.05	S/. 966.05	S/. 966.05	S/. 966.05	S/. 966.05	S/. 966.05	S/. 966.05
S/. 47,684.06	S/. 49,454.16	S/. 51,277.36	S/. 53,155.26	S/. 55,089.49	S/. 57,081.76	S/. 59,133.79	S/. 61,247.38	S/. 63,424.38	S/. 65,666.69	S/. 67,976.27	S/. 70,355.13
S/. 14,305.22	S/. 14,836.25	S/. 15,383.21	S/. 15,946.58	S/. 16,526.85	S/. 17,124.53	S/. 17,740.14	S/. 18,374.21	S/. 19,027.31	S/. 19,700.01	S/. 20,392.88	S/. 21,106.54
S/. 33,378.84	S/. 34,617.91	S/. 35,894.15	S/. 37,208.68	S/. 38,562.65	S/. 39,957.23	S/. 41,393.65	S/. 42,873.17	S/. 44,397.07	S/. 45,966.68	S/. 47,583.39	S/. 49,248.59



Flujo de Caja													
Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
utilidad después de impuestos		S/. 21,045.13	S/. 21,914.19	S/. 22,809.32	S/. 23,731.30	S/. 24,680.95	S/. 25,659.08	S/. 26,666.56	S/. 27,704.26	S/. 28,773.09	S/. 29,873.99	S/. 31,007.92	S/. 32,175.86
más depreciación		S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73
inversión	S/. -42,119.8												
	S/. -42,119.8	S/. 21,737.86	S/. 22,606.92	S/. 23,502.05	S/. 24,424.03	S/. 25,373.68	S/. 26,351.81	S/. 27,359.29	S/. 28,396.99	S/. 29,465.82	S/. 30,566.72	S/. 31,700.65	S/. 32,868.59

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
S/. 33,378.84	S/. 34,617.91	S/. 35,894.15	S/. 37,208.68	S/. 38,562.65	S/. 39,957.23	S/. 41,393.65	S/. 42,873.17	S/. 44,397.07	S/. 45,966.68	S/. 47,583.39	S/. 49,248.59
S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73	S/. 692.73
S/. 34,071.57	S/. 35,310.64	S/. 36,586.88	S/. 37,901.41	S/. 39,255.38	S/. 40,649.96	S/. 42,086.38	S/. 43,565.90	S/. 45,089.80	S/. 46,659.41	S/. 48,276.12	S/. 49,941.32

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
flujo neto de efectivo	S/. -42,119.78	S/. 21,737.86	S/. 22,606.92	S/. 23,502.05	S/. 24,424.03	S/. 25,373.68	S/. 26,351.81	S/. 27,359.29	S/. 28,396.99	S/. 29,465.82	S/. 30,566.72	S/. 31,700.65	S/. 32,868.59

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
S/. 34,071.57	S/. 35,310.64	S/. 36,586.88	S/. 37,901.41	S/. 39,255.38	S/. 40,649.96	S/. 42,086.38	S/. 43,565.90	S/. 45,089.80	S/. 46,659.41	S/. 48,276.12	S/. 49,941.32

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos		S/. 41,383.75	S/. 42,625.26	S/. 43,904.02	S/. 45,221.14	S/. 46,577.78	S/. 47,975.11	S/. 49,414.36	S/. 50,896.79	S/. 52,423.70	S/. 53,996.41	S/. 55,616.30	S/. 57,284.79
Egresos		S/. 19,645.89	S/. 20,018.35	S/. 20,401.97	S/. 20,797.11	S/. 21,204.10	S/. 21,623.30	S/. 22,055.08	S/. 22,499.80	S/. 22,957.88	S/. 23,429.69	S/. 23,915.66	S/. 24,416.20

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
S/. 59,003.33	S/. 60,773.43	S/. 62,596.64	S/. 64,474.54	S/. 66,408.77	S/. 68,401.04	S/. 70,453.07	S/. 72,566.66	S/. 74,743.66	S/. 76,985.97	S/. 79,295.55	S/. 81,674.41
S/. 24,931.77	S/. 25,462.80	S/. 26,009.76	S/. 26,573.13	S/. 27,153.40	S/. 27,751.08	S/. 28,366.69	S/. 29,000.76	S/. 29,653.86	S/. 30,326.56	S/. 31,019.43	S/. 31,733.09

<b>VAN Ingresos</b>	<b>S/. 237,209.05</b>
<b>VAN Egresos</b>	<b>S/. 106,861.76</b>

INDICADORES ECONÓMICOS	
<b>VAN</b>	<b>S/. 88,227.51</b>
<b>TIR</b>	<b>56%</b>
<b>PRI (meses)</b>	<b>7.76</b>
<b>B/C</b>	<b>2.22</b>

\*En el análisis de Estado de resultado los ingresos se incrementó un 3% mensual ya que el precio de la harina de pescado se incrementa mes a mes. (Anexo 8).

\* Los GAV (los gastos administrativos y de ventas) se calculó en un aproximado, del 10% de los costos operativos.

# CAPÍTULO 6

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## **6.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **6.1.1 RESULTADOS**

El desarrollo de la tesis está enfocado inicialmente en el levantamiento y recojo de información del proceso de Harina y Aceite de Pescado, tanto reportes de producción, como reportes de mantenimiento e informes.

#### A. En el capítulo 3:

- Se identificó el área con los equipos más críticos del proceso de harina y aceite de pescado (área de descarga de materia prima) en base al número de actividades de mantenimiento correctivo que tenía dicha área (ANEXO 1).
- Se identificaron los equipos críticos del área de descarga de materia prima, la evaluación de criticidad de los equipos de esta área fue hecha en base a un formato de encuesta la cual se le aplicó al personal de mantenimiento de planta. El cual después de aplicar la encuesta, se aplicó Pareto (80-20) dando como resultado un total de 21 equipos críticos, los cuales nos sirvieron como equipos base para el Plan de mantenimiento predictivo.

#### B. En el Capítulo 4:

En la implementación de la Gestión de mantenimiento predictivo, se elaboró un plan de mantenimiento predictivo donde detallaron las actividades y acciones a seguir para el desarrollo del mismo, la cual al llevarse a cabo permitiría aumentar la disponibilidad de los equipos de planta y mejorar los indicadores de mantenimiento, debido que se espera cumplir en su totalidad con las actividades de Mantenimiento.

Proyectándonos como resultados en un escenario optimista:

	<b>Actual</b>	<b>META</b>
<b>Tiempo promedio entre fallas (MTBF)</b>	<b>6.85 horas</b> (ANEXO 1)	<b>8horas</b> (ANEXO 3)
<b>Tiempo promedio para la falla (MTTF)</b>	<b>5.33 horas</b> (ANEXO 1)	<b>7 horas</b> (ANEXO 3)
<b>Promedio para la reparación (MTTR)</b>	<b>1.52 horas</b> (ANEXO 1)	<b>1 horas</b> (ANEXO 3)
<b>Disponibilidad de planta</b>	<b>82%</b> (ANEXO 1)	<b>89%</b> (ANEXO 3)

C. Los indicadores a revisar para que una vez implementado el sistema se puedan medir los resultados mediante ratios son los siguientes:

- Nivel de Cumplimiento del Plan de Mantenimiento, el cual se establece que la empresa alcance el 95% de desempeño.
- Nivel de Disponibilidad de los equipos de planta; para el cual se tiene como límite que la empresa se desempeñe en un 89%.
- Fiabilidad: Tiempo Promedio entre Fallas, que permitirá evaluar el MTTO una vez se obtenga data histórica que permitan desarrollar las medidas según este indicador.
- Tiempos de parada de planta, para el cual se establece que la empresa alcance una reducción del 33% del total de sus horas de paradas de planta.
- Porcentaje de actividades de mantenimiento correctivo, para el cual se establece que la empresa alcance una reducción del 24%.

D. Los diferentes formatos como herramientas de control y revisión adecuada de la gestión de mantenimiento predictivo serán los siguientes:

- Formatos de inspecciones eléctricas
- Formato de inspecciones de vibraciones de los equipos
- Reportes de mantenimiento predictivo.

E. Finalmente se realizó una evaluación económica-financiera para determinar si la inversión en las propuestas de mejora logrará o no una rentabilidad para el negocio, esto con los indicadores de VAN, TIR y B/C.

Con el desarrollo de la tesis se pudo demostrar los siguientes puntos:

- Las paradas de planta representan pérdidas de eficiencia de maquinaria en el proceso de Harina y Aceite de Pescado.
- La implementación de una gestión de mantenimiento predictivo y adionamiento de equipos de mantenimiento predictivo en la planta de Harina y Aceite de Pescado disminuirán las horas de paradas de planta de 12horas-anales a 8horas –anales.
- La capacitación del personal permitirán alcanzar un mejor desarrollo de las actividades de mantenimiento por ende mejorar la eficiencia de la planta.

## **6.2 Discusión**

La implementación de la mejora en el proceso de Harina y Aceite de Pescado, no solo mejorará la eficiencia de máquina, sino que también generará un impacto positivo en algunos sectores de organización:

### **Área Logística:** (RUIZ ACEVEDO, 2012)

Al mejorar la eficiencia de máquina en el proceso productivo de harina de pescado, aumentará también la producción, lo cual disminuirá los requerimientos de repuestos por el área de logística generando ganancias en la disminución de su compra, así mismo ya no será necesario mantener stocks innecesarios de repuestos lo cual disminuye las existencias de la compañía.

### **Área Comercial** (RUIZ ACEVEDO, 2012)

Aumentar la eficiencia de la planta, permitirá obtener un mayor poder de negociación con los proveedores, ya que al requerir un mayor volumen de materia prima y calidades, lograremos mejores precios en el mercado.

### **Impacto Ambiental** (Rodriguez del Aguila, 2012)

Como se sabe dentro de la producción de harina de pescado se encuentran una serie de procesos y equipos, dentro de los cuales hay equipos que trabajan con combustibles y la quema de los mismos, para lo cual se precisa necesitamos que los equipos trabajen eficientemente para no contaminar con las emisiones y aportar a la disminución de la huella de carbono.

### **Área Calidad** (RUIZ ACEVEDO, 2012)

Aumentar la eficiencia de la planta y su maquinaria, permitirá obtener mejores calidades de harina de pescado y a su vez un mejor precio en el mercado y cumplimiento con el área comercial.

### **Área Producción** (RUIZ ACEVEDO, 2012)

Aumentar la eficiencia de la planta y su maquinaria, permitirá obtener mejores ratios de producción asimismo disminuirán los costos.

- Fue necesario establecer que la etapa crítica del proceso productivo, fue la Descarga de materia Prima, para así saber a cuáles equipos se debió orientar este estudio y de esta manera precautelar la entrega a tiempo de las órdenes de producción, con una excelente calidad y controlando el buen funcionamiento de los mismos. (ARBOLEDA CELA & ANGEL GOMES, 2011)
  
- El no tener un plan de mantenimiento completo hizo que la empresa se dedicara a actuar resolviendo averías o desperfectos en todos los equipos de la planta, y realizando ciertas tareas de mantenimiento programadas y no programadas basadas en la experiencia de los técnicos o sobre la base de las averías que se presentaban. (Rodriguez del Aguila, 2012)
  
- La capacitación al personal permitirá q puedan especializarse y puedan efectuar las actividades de mantenimiento eficazmente y no tener mayores complicaciones con las paradas de planta por actuar adecuadamente en los planes de mantenimiento. (ARBOLEDA CELA & ANGEL GOMES, 2011)
  
- Implementando esta propuesta permitirá cumplir con los indicadores de mantenimiento, además de la gestión de los mismos. Esto significa que los planes de mantenimiento preventivo así como los correctivos se harán más eficientemente. Como proponemos en la tabla (20) de indicadores y metas. (Rodriguez del Aguila, 2012)
  
- Esta propuesta nos permitirá desarrollar una gestión de mantenimiento predictivo, ya que actualmente con el reducido personal del área de mantenimiento no podremos desarrollar una gestión de mantenimiento predictivo. (RUIZ ACEVEDO, 2012)



# CAPITULO 7

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## **7.1 Conclusiones**

- a. La implementación de las mejoras en el plan de mantenimiento predictivo de los equipos críticos del proceso productivo reducirá la criticidad de la empresa COPEINCA S.A.C.
- b. Es necesario mantener registros confiables de los diversos mantenimientos que se ejecutan a los equipos, ya que de esta manera se puede aplicar de manera efectiva los planes de mantenimiento programados.
- c. Mediante la Implementación del Sistema de Mantenimiento Predictivo propuesto aumentaría disponibilidad de los equipos de planta a 89%.
- d. Se determinó la situación actual de la empresa COPEINCA S.A.C con respecto a la criticidad de los equipos, mediante el análisis de los problemas a través de las herramientas de Pareto y Diagrama de Causa Efecto.
- e. Se diseñaron formatos como herramientas de control y revisión adecuada de la gestión de mantenimiento predictivo.
  - Formatos de inspecciones eléctricas
  - Formato de inspecciones de vibraciones de los equipos
  - Reportes de mantenimiento predictivo
- f. Se concluye que la propuesta de mejora logrará incrementar la eficiencia de la maquinaria y equipos, así mismo una rentabilidad económica significativa, comprobado con el VAN, TIR y B/C.

## 7.2 Recomendaciones

### a. Gestión del Mantenimiento:

Durante el desarrollo de la tesis se pudo evidenciar debilidades en la gestión del mantenimiento de planta, por lo que recomendamos la elaboración de programas de mantenimiento predictivo y preventivo más sofisticados, así mismo aún no se aprovecha al 100% el sistema PM SAP, por lo que recomendamos migrar toda la gestión al PM SAP y habilitar a los supervisores de planta y operadores para poder generar avisos de falla en tiempo real.

### b. Estandarización:

Durante la elaboración de la tesis, se pudo evidenciar que la mayoría de las actividades de mantenimiento de planta de Harina de Pescado requieren ser estandarizados, cada técnico maneja una versión distinta para la misma actividad de mantenimiento, por lo que no se pudo garantizar uniformidad en las actividades de los planes de mantenimiento.

### c. Obsolescencia de equipos:

Realizar un estudio y análisis de obsolescencia de los equipos en general de la empresa, tomando como principales los equipos críticos determinados en este proyecto y programar la reposición de los mismos.

### d. Capacitaciones:

Se debe considerar por parte de la gerencia del departamento, brindar capacitaciones al personal técnico actual.

**e. Comunicación:**

Se deberá mejorar la comunicación interna entre los departamentos de mantenimiento y producción, con el fin de lograr un compromiso de ejecución de los mantenimientos en las fechas programadas en el plan anual.

**f. Levantamiento de Información:**

Se recomienda efectuar un levantamiento exhaustivo de todos los rodamientos y chumaceras que intervienen en los equipos críticos de la empresa.

## Bibliografía

- ARBOLEDA CELA, J. F., & ANGEL GOMES, J. J. (2011). *ICESI*. Recuperado el 15 de 10 de 2014, de ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS CRÍTICOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE LA UNIVERSIDAD ICESI :  
[https://bibliotecadigital.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/68077/1/estandarizacion\\_procesos\\_mantenimiento.pdf](https://bibliotecadigital.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/68077/1/estandarizacion_procesos_mantenimiento.pdf)
- FRANCO, I. (21 de 10 de 2013). *MONOGRAFIAS.COM*. Recuperado el 15 de 10 de 2014, de Mantenimiento Predictivo, TECNICAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO:  
<http://www.monografias.com/trabajos17/mantenimiento-predictivo/mantenimiento-predictivo.shtml>
- Pedant, B. (2014). *Biblio Pedant*. Recuperado el 15 de 10 de 2014, de Diagrama de Pareto:  
<http://www.bibliopedant.com/2Pr86T6ZwY2yMImGFrsQ>
- PERÚ, B. C. (2012). *BCRP.GOB.PE*. Recuperado el 15 de 10 de 2014, de COK, EN LOS CREDITOS DE CONSUMO RETAIL:  
<http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Moneda/moneda-151/moneda-151-04.pdf>
- Pesántez Huerta, A. E. (2007). *Escuela Superior Politecnica del Litoral*. Recuperado el 24 de 10 de 2014, de Elaboración de un Plan de Mantenimiento Predictivo y Preventivo en Función de la Criticidad de los Equipos del Proceso Productivo de una Empresa Empacadora de Camarón:  
<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13353/4/TESIS%20COMPLETA%20%28FINAL%29.pdf>
- PREDITEC. (S/E (SIN ESPECIFICAR)). *PREDITEC*. Recuperado el 15 de 10 de 2014, de MANTENIMIENTO PREDICTIVO VENTAJAS Y BENEFICIOS:  
<http://www.preditec.com/mantenimiento-predictivo/>
- PROCUCCIÓN, M. D. (2014). *PRODUCE.GOB.PE*. Recuperado el 15 de 10 de 2014, de VALOR FOB DE LA HARINA DE PESCADO:  
<http://www.produce.gob.pe/index.php/plantas-pesqueras/valor-fob-de-la-harina-de-pescado>
- RENOVETEC. (S/E). *RENOVETEC*. Recuperado el 15 de 10 de 2014, de FÓRMULAS DE INDICADORE DE MANTENIMIENTO:

<http://www.renovetec.com/index.php/mantenimiento-industrial/300-indicadores-en-mantenimiento>

Rodríguez del Aguila, M. A. (2012). *UPNORTE BOX*. Recuperado el 24 de 10 de 2014, de Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca:  
<http://repositorio.upn.edu.pe/handle/upnorte/89>

RUIZ ACEVEDO, A. M. (2012). *UIS (UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER)*. Recuperado el 15 de 10 de 2014, de MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN LAS FACILIDADES DE PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO:  
<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2012/143006.pdf>

SUPERINTENDENCIA DE BANCA, S. Y. (2014). *SBS.GOB.PE*. Recuperado el 15 de 10 de 2014, de TASA DE INTERES PROMEDIO:  
[http://sbs.gob.pe/0/modulos/JER/JER\\_Interna.aspx?ARE=0&PFL=0&JER=154](http://sbs.gob.pe/0/modulos/JER/JER_Interna.aspx?ARE=0&PFL=0&JER=154)

TUBERIAS.COM. (S/E (sin especificar)). *Tuverias .com*. Recuperado el 15 de 10 de 2014, de Indicadores de Mantenimiento:  
[http://www.tuveras.com/mantenimiento/mantenimiento\\_indicadores.htm#comienzo](http://www.tuveras.com/mantenimiento/mantenimiento_indicadores.htm#comienzo)

TURNEROS ASTROS, I. J. (2013). *MONOGRAFIAS.COM*. Recuperado el 15 de 10 de 2014, de CRITERIOS DE SEVERIDAD DE VIBRACIONES SEGUN CLASES DE MAQUINAS: <http://www.monografias.com/trabajos97/disenio-modelo-d-gestion-mantenimiento-equipos-criticos/disenio-modelo-d-gestion-mantenimiento-equipos-criticos3.shtml>

Villa Montoya, L. F. (2011). *UNIVERSIDAD DE VALLADOLID*. Recuperado el 15 de 10 de 2014, de MANTENIMIENTO PREDICTIVO APLICADO A MÁQUINAS SOMETIDAS A VELOCIDAD Y CARGA VARIABLES MEDIANTE ANÁLISIS DE ÓRDENES: <http://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/928/1/TESIS153-120417.pdf>

# ANEXOS

# **ANEXO 1**



# INFORME MANTENIMIENTO

Estimados ingenieros, en el presente informe se presenta al cierre del año 2013 resultados e indicadores obtenidos en el área de Mantenimiento Planta Chicama.

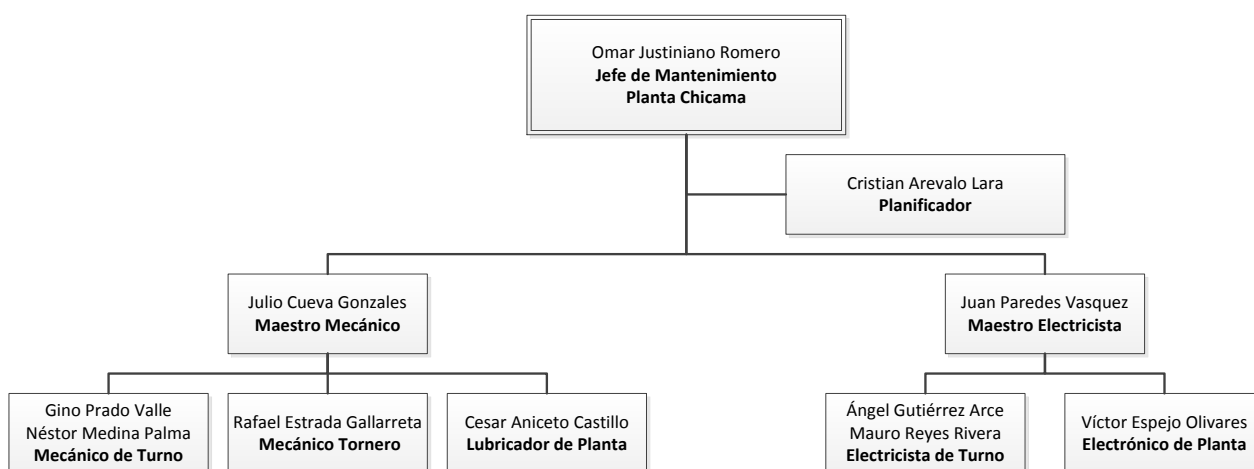
En la primera parte de este informe se detalla la clasificación de actividades de acuerdo al tipo de mantenimiento realizado; mostrándolos costos incurridos en estas actividades y finalmente se presentan los ratios e indicadores obtenidos para el año 2013 y las horas hombre extras generadas por el personal operativo involucrado.

La información presentada fue obtenida del ERP SAP, módulo de PM, donde se consideran las fechas de cierre técnico de la OM.

El área de mantenimiento está conformada por 11 colaboradores de los cuales 02 colaboradores realizan labores administrativas y 09 colaboradores realizan actividades operativas.

## COPEINCA PLANTA CHICAMA

### AREA DE MANTENIMIENTO



GRAFICA N°1: ORGANIGRAMA DEL AREA

Con la finalidad de brindar respaldo con personal técnico en temporadas de producción se solicitó apoyo con personal de planta Ilo en la primera temporada y personal del área de producción en la segunda temporada y poder distribuir el personal de la siguiente manera durante estos meses; considerando que los maestros (mecánico y electricista) hacen turno único:

**PERSONAL PRODUCCION TURNO "A"**  
 Gino Prado V. – Mecánico de Planta  
 Cesar Aniceto C. – Mecánico Lubricador  
 Ángel Gutiérrez A. – Electricista de Planta  
 Alejandro Saldaña M./Edson Sánchez E. – Electrónico Ilo/Electricista

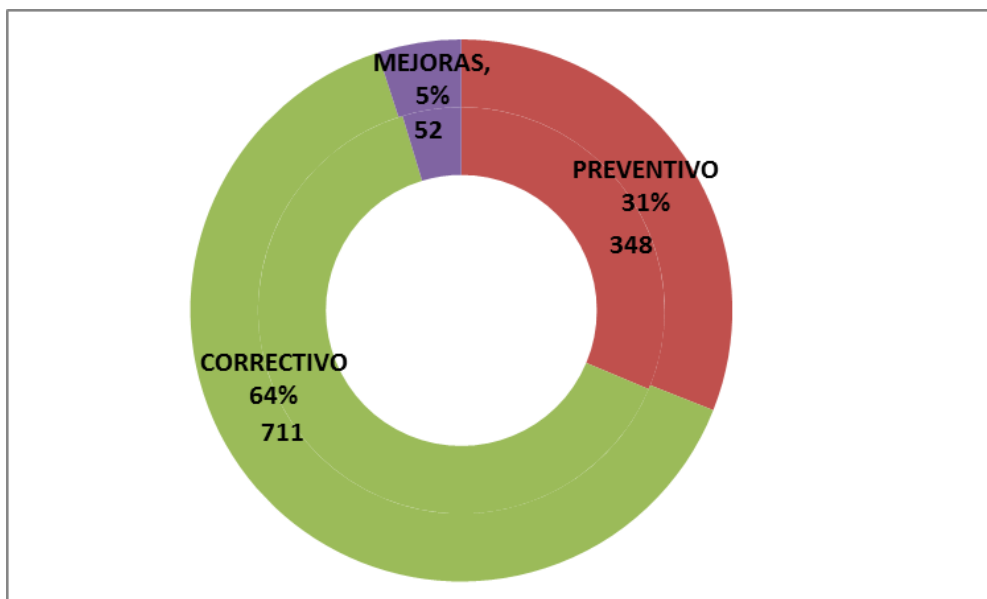
**PERSONAL PRODUCCION TURNO "B"**  
 Néstor Medina P. – Mecánico de Planta  
 Rafael Estrada G. – Mecánico Lubricador  
 Mauro Reyes R. – Electricista de Planta  
 Víctor Espejo O. – Electrónico Planta

**GRAFICA N°2: DISTRIBUCION DE PERSONAL EN TEMPORADA DE PRODUCCION**

**DISTRIBUCION DE ACTIVIDADES OPERATIVAS DE MANTENIMIENTO EN 2013**

DESCRIPCIÓN	Nº ACTIVIDADES	PORCENTAJE
PREVENTIVO	348	31%
CORRECTIVO	711	64%
MEJORAS	52	5%
<b>TOTAL</b>	<b>1111</b>	<b>100%</b>

**CUADRO N°1: ACTIVIDADES EJECUTADAS – RESUMEN ANUAL**

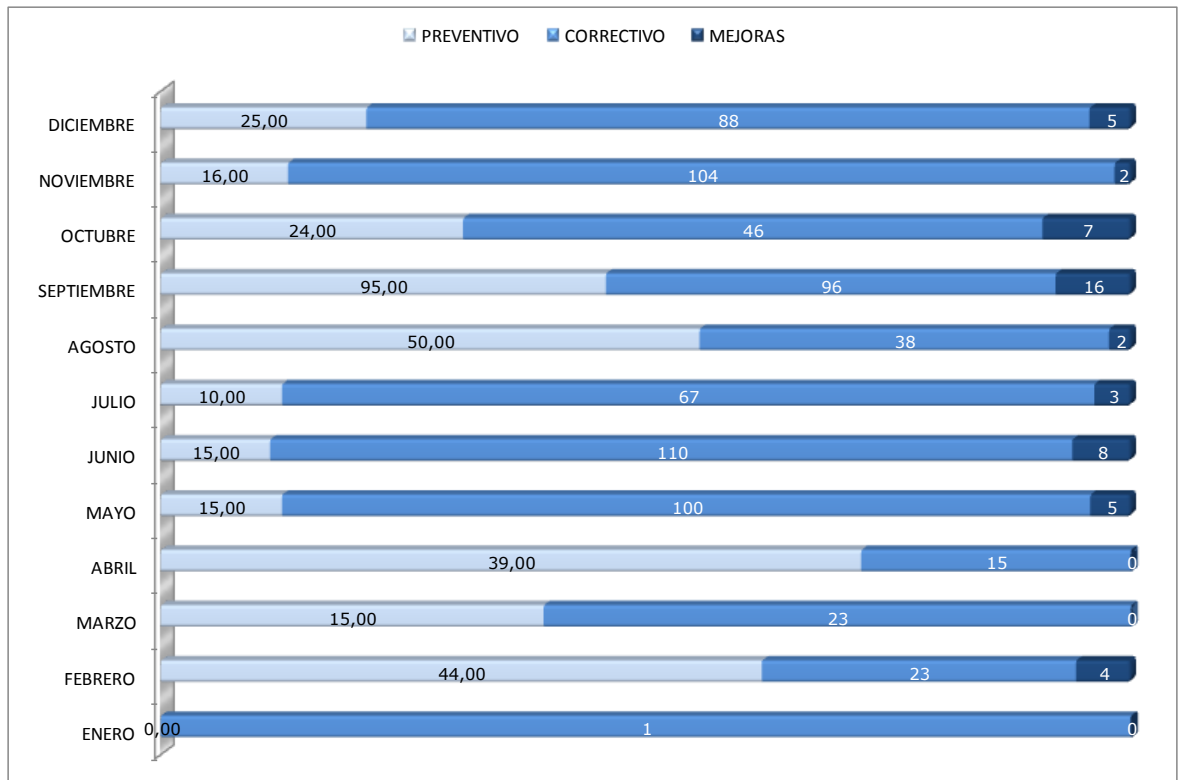


GRAFICA Nº3: ACTIVIDADES EJECUTADAS – RESUMEN ANUAL

### DISTRIBUCION MENSUAL DE ACTIVIDADES OPERATIVAS DE MANTENIMIENTO

DESCRIPCIÓN	PREVENTIVO	CORRECTIVO	MEJORAS	TOTAL
ENERO	0	1	0	1
FEBRERO	44	23	4	71
MARZO	15	23	0	38
ABRIL	39	15	0	54
MAYO	15	100	5	120
JUNIO	15	110	8	133
JULIO	10	67	3	80
AGOSTO	50	38	2	90
SEPTIEMBRE	95	96	16	207
OCTUBRE	24	46	7	77
NOVIEMBRE	16	104	2	122
DICIEMBRE	25	88	5	118
<b>TOTAL</b>	<b>348</b>	<b>711</b>	<b>52</b>	<b>1111</b>

CUADRO Nº2: ACTIVIDADES EJECUTADAS – RESUMEN POR MES



GRAFICA N°4: ACTIVIDADES EJECUTADAS – RESUMEN POR MES

## DISTRIBUCION DE ACTIVIDADES OPERATIVAS DE MANTENIMIENTO POR TEMPORADAS VEDA/PRODUCCION

CUADRO N°3: ACTIVIDADES EJECUTADAS – RESUMEN POR TEMPORADA

DESCRIPCIÓN	PMV 2013-I		PROD 2013-I		PMV 2013-II		PROD 2013-II		TOTAL
	Nº DE ACTIVIDADES	PORCENT	Nº DE ACTIVIDADES	PORCENT	Nº DE ACTIVIDADES	PORCENT	Nº DE ACTIVIDADES	PORCENT	
PREVENTIVO	106	56%	32	10%	175	44%	35	16%	348
CORRECTIVO	78	41%	261	85%	199	50%	173	81%	711
MEJORAS	5	3%	15	5%	26	7%	6	3%	52
<b>TOTAL</b>	<b>189</b>	<b>100%</b>	<b>308</b>	<b>100%</b>	<b>400</b>	<b>100%</b>	<b>214</b>	<b>100%</b>	<b>1111</b>

**ACTIVIDADES OPERATIVAS DE MANTENIMIENTO POR ZONAS  
TECNICAS**

Considerando las zonas técnicas a las que se les han ejecutado actividades en un número mayor a treinta, teniendo once ubicaciones que representan el 81% del total.

<b>CODIGO SAP</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>DESCARGA MATERIA PRIMA</b>	<b>193</b>
1	PREVENTIVO	57
2	MEJORA	11
7	CORRECTIVO	125
	<b>SECADO</b>	<b>163</b>
1	PREVENTIVO	24
2	MEJORA	5
7	CORRECTIVO	134
	<b>CASA VAPOR</b>	<b>125</b>
1	PREVENTIVO	38
2	MEJORA	5
7	CORRECTIVO	82
	<b>CASA FUERZA</b>	<b>98</b>
1	PREVENTIVO	64
7	CORRECTIVO	34
	<b>TRATAMIENTO LIQUIDOS</b>	<b>72</b>
1	PREVENTIVO	7
2	MEJORA	7
7	CORRECTIVO	58
	<b>RECEPCION MATERIA PRIMA</b>	<b>66</b>
1	PREVENTIVO	41

2	MEJORA	1
7	CORRECTIVO	24
	<b>PRENSADO</b>	<b>57</b>
1	PREVENTIVO	8
2	MEJORA	1
7	CORRECTIVO	48
	<b>TRATAMIENTO LIQUIDOS AGUA DE BOMBEO</b>	<b>44</b>
1	PREVENTIVO	4
2	MEJORA	4
7	CORRECTIVO	36
	<b>ENSAQUE</b>	<b>41</b>
1	PREVENTIVO	22
2	MEJORA	1
7	CORRECTIVO	18
	<b>PLANTA AGUA DE COLA</b>	<b>34</b>
1	PREVENTIVO	12
7	CORRECTIVO	22
	<b>COCCION</b>	<b>31</b>
1	PREVENTIVO	10
2	MEJORA	1
7	CORRECTIVO	20

**CUADRO N°4: ACTIVIDADES EJECUTADAS POR UBICACIÓN TECNICA**

## **ACTIVIDADES OPERATIVAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

### **POR ZONAS TECNICAS**

Dentro de las actividades de mantenimiento correctivas, se han extraído las ubicaciones a las cuales se les han ejecutado este tipo de actividad en un número mayor a diecinueve, teniendo once ubicaciones que representan el 84% del total.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TOTAL</b>
SECADO	134
DESCARGA MATERIA PRIMA	125
CASA VAPOR	82
TRATAMIENTO LIQUIDOS	58
PRENSADO	48
TRATAMIENTO LIQUIDOS AGUA DE BOMBEO	36
CASA FUERZA	34
RECEPCION MATERIA PRIMA	24
PLANTA AGUA DE COLA	22
ALIMENTACION COCINADORES	20
COCCION	20

**CUADRO N°5: ACTIVIDADES CORRECTIVAS EJECUTADAS POR UBICACIÓN TECNICA**

### **ACTIVIDADES OPERATIVAS DE MANTENIMIENTO POR EQUIPOS**

Dentro de las actividades de mantenimiento, se han extraído los equipos a los cuales se les han ejecutado actividades en un número mayor a quince, teniendo once equipos que representan el 21% del total.

<b>CODIGO SAP</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TOTAL</b>
<b>14001137</b>	<b>TOLVA DE PESAJE DE PESCADO N° 01</b>	<b>25</b>
1	PREVENTIVO	17
7	CORRECTIVO	8
<b>14001114</b>	<b>MOTOR DIESEL PRINC ABS PESCADO N°2 SUR</b>	<b>21</b>
1	PREVENTIVO	6
7	CORRECTIVO	15
<b>14001067</b>	<b>MOTOR DIESEL GENERADOR GG.EE. CHATA DC1</b>	<b>20</b>
1	PREVENTIVO	9
7	CORRECTIVO	11
<b>14001145</b>	<b>TOLVA DE PESAJE DE PESCADO N° 02</b>	<b>20</b>
1	PREVENTIVO	17
7	CORRECTIVO	3
<b>14001839</b>	<b>CALDERO N° 01</b>	<b>20</b>
1	PREVENTIVO	6
7	CORRECTIVO	14
<b>14001065</b>	<b>ARTEFACTO NAVAL CHATA DC1</b>	<b>18</b>
1	PREVENTIVO	2
2	MEJORA	1
7	CORRECTIVO	15
<b>14001306</b>	<b>SECADOR ROTATUBOS N° 02</b>	<b>18</b>
1	PREVENTIVO	2
7	CORRECTIVO	16
<b>14001094</b>	<b>MOTOR DIESEL PRINC ABS PESCADO N°1 NORTE</b>	<b>17</b>
1	PREVENTIVO	6
7	CORRECTIVO	11
<b>14001301</b>	<b>SECADOR ROTATUBOS N° 01</b>	<b>17</b>
1	PREVENTIVO	1
7	CORRECTIVO	16



<b>14001850</b>	<b>CALDERO N° 02</b>	<b>15</b>
1	PREVENTIVO	5
2	MEJORA	1
7	CORRECTIVO	9
<b>14001872</b>	<b>CALDERO N° 04</b>	<b>15</b>
1	PREVENTIVO	7
7	CORRECTIVO	8

**CUADRO N°6: ACTIVIDADES EJECUTADAS POR EQUIPOS**

### **ACTIVIDADES OPERATIVAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO POR EQUIPOS**

Dentro de las actividades de mantenimiento correctivas, se han extraído los equipos a los cuales se les han ejecutado este tipo de actividad en un número mayor que ocho, teniendo once equipos que representan el 21% del total.

<b>CODIGO SAP</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TOTAL</b>
14001301	SECADOR ROTATUBOS N° 01	16
14001306	SECADOR ROTATUBOS N° 02	16
14001065	ARTEFACTO NAVAL CHATA DC1	15
14001114	MOTOR DIESEL PRINC ABS PESCADO N°2 SUR	15
14001839	CALDERO N° 01	14
14001067	MOTOR DIESEL GENERADOR GG.EE. CHATA DC1	11
14001094	MOTOR DIESEL PRINC ABS PESCADO N°1 NORTE	11
14001286	SECADOR ROTADISC N° 03	11

14001850	CALDERO N° 02	9
14001859	BOMBA ALIMENTACIÓN AGUA DE CALDERO N°2	9
14001910	BBA AGUA DE MAR A LAVADORES	9

**CUADRO N°7: ACTIVIDADES CORRECTIVAS EJECUTADAS POR EQUIPOS**

### **PRESUPUESTO ANUAL DE MANTENIMIENTO**

Para el 2013 se contó con un presupuesto inicial de \$ 485,854.39 USD, culminando el año con \$ 655,000.31 USD asignados y con un presupuesto disponible al cierre de \$ 1,584.18 USD (0.24% del presupuesto final).

<b>CeCo</b>	<b>Descripción</b>
P03102	Mantenimiento SD
P03112	Mantenimiento Casa Fuerza
P03113	Mantenimiento Casa Vapor
P03114	Mantenimiento Taller
P03115	Mantenimiento Calidad
P03116	Mantenimiento Descarga
P03117	Mantenimiento PAMA
P03125	Mantenimiento Almacén

**CUADRO N°8: CENTROS DE COSTO DE MANTENIMIENTO PLANTA CHICAMA**

Cuenta	Descripción	Tipo Gasto	Tipo Costo
61322009	Consumo Suministros Diversos	Operativo	Fijo/Variable
61332001	Consumo Repuestos	Operativo	Fijo/Variable
63431103	MantRep.Plta 3ros.	Operativo	Fijo/Variable
63111001	Transpor Diversos	Operativo	Fijo/Variable
65611006	Consumo Sum Menores	Operativo	Fijo/Variable

**CUADRO N°9: CUENTAS OPERATIVAS DE MANTENIMIENTO/COSTOS FIJOS-VARIABLES**

Ce.gestores / Pos.presupuestarias	Pto.Original	Pto. Actual	Real	Comprometido	Pto. Disponible
61322009 Consumo Suministros Diversos	\$ 104,622.00	\$ 133,479.74	\$ 133,479.36		\$ 0.38
61332001 Consumo Repuestos	\$ 38,261.31	\$ 46,741.54	\$ 46,559.01		\$ 182.53
63431103 MantRep.Plta 3ros.	\$ 152,697.00	\$ 120,356.29	\$ 104,771.86	\$ 15,340.28	\$ 244.15
63111001 Transpor Diversos		\$ 11,018.76	\$ 4,797.77	\$ 6,218.85	\$ 2.14
P03102 Chicama-Mantenimiento SD	\$ 295,580.31	\$ 311,596.33	\$ 289,608.00	\$ 21,559.13	\$ 429.20
61322009 Consumo Suministros Diversos	\$ 15,820.04	\$ 18,141.60	\$ 18,061.24		\$ 80.36
61332001 Consumo Repuestos	\$ 6,780.04	\$ 4,580.49	\$ 4,551.97		\$ 28.52
63431103 MantRep.Plta 3ros.	\$ 9,865.00	\$ 47,386.00	\$ 46,170.67	\$ 1,184.00	\$ 31.33
P03112 Chicama-Mant Casa Fuerza	\$ 32,465.08	\$ 70,108.09	\$ 68,783.88	\$ 1,184.00	\$ 140.21
61322009 Consumo Suministros Diversos	\$ 8,050.00	\$ 8,501.00	\$ 8,466.08		\$ 34.92
61332001 Consumo Repuestos	\$ 3,450.00	\$ 11,675.60	\$ 11,613.02		\$ 62.58
63431103 MantRep.Plta 3ros.	\$ 30,585.00	\$ 16,640.00	\$ 14,633.98	\$ 1,900.00	\$ 106.02
P03113 Chicama-Mant Casa Vapor	\$ 42,085.00	\$ 36,816.60	\$ 34,713.08	\$ 1,900.00	\$ 203.52
61322009 Consumo Suministros Diversos		\$ 51,750.00	\$ 51,596.99		\$ 153.01
61332001 Consumo Repuestos		\$ 8,550.00	\$ 8,382.14		\$ 167.86
63431103 MantRep.Plta 3ros.		\$ 1,435.00	\$ 1,412.78		\$ 22.22
65611006 Consumo Sum Menores		\$ 31.09	\$ 31.09		
P03114 Chicama-Mant Taller Planta		\$ 61,766.09	\$ 61,423.00		\$ 343.09
61322009 Consumo Suministros Diversos					
63431103 MantRep.Plta 3ros.					
P03115 Chicama-Mant Calidad					

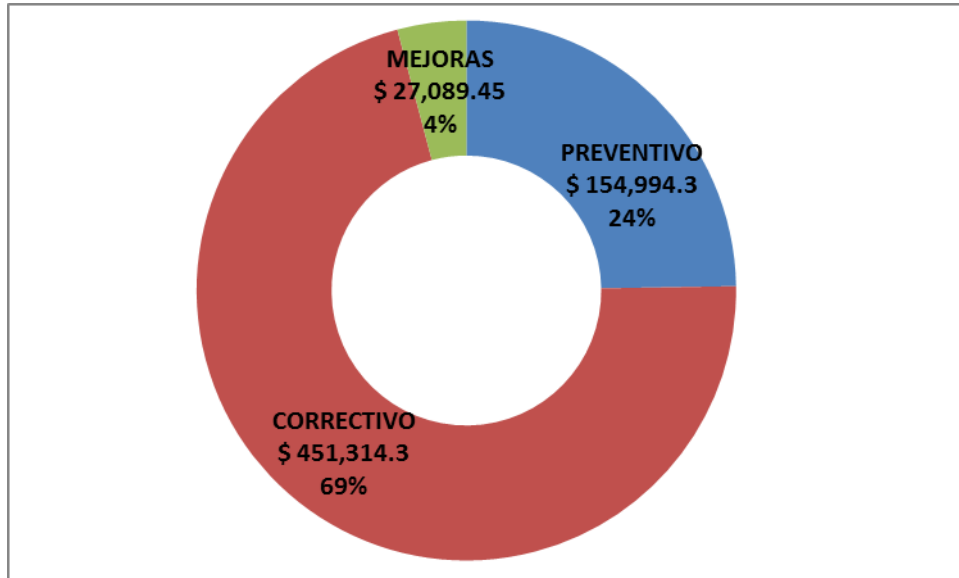
61322009 Consumo Suministros Diversos	\$ 42,290.00	\$ 27,874.25	\$ 27,798.89		\$ 75.36
61332001 Consumo Repuestos	\$ 16,074.00	\$ 33,977.99	\$ 33,812.71		\$ 165.28
63431103 MantRep.Plta 3ros.	\$ 28,700.00	\$ 62,996.61	\$ 60,128.44	\$ 2,828.29	\$ 39.88
63111001 Transpor Diversos		\$ 966.36	\$ 966.36		
P03116 Chicama-Mant Descarga	\$ 87,064.00	\$ 125,815.21	\$ 122,706.40	\$ 2,828.29	\$ 280.52
61322009 Consumo Suministros Diversos	\$ 8,421.00	\$ 13,164.08	\$ 13,139.14		\$ 24.94
61332001 Consumo Repuestos	\$ 3,609.00	\$ 3,390.00	\$ 3,238.04		\$ 151.96
63431103 MantRep.Plta 3ros.	\$ 15,910.00	\$ 31,623.91	\$ 31,613.24		\$ 10.67
P03117 Chicama-MantPama	\$ 27,940.00	\$ 48,177.99	\$ 47,990.42		\$ 187.57
61322009 Consumo Suministros Diversos	\$ 720.00	\$ 720.00	\$ 719.93		\$ 0.07
63431103 MantRep.Plta 3ros.					
63111001 Transpor Diversos					
P03125 Chicama-Mant.Almacen	\$ 720.00	\$ 720.00	\$ 719.93		\$ 0.07
<b>Ce.gestor/PosPres</b>	<b>485.854,39</b>	<b>\$ 655,000.31</b>	<b>\$ 625,944.71</b>	<b>\$ 27,471.42</b>	<b>\$ 1,584.18</b>

CUADRO N°10: PRESUPUESTO ASIGNADO TRANSACCIÓN SAP FMRP\_RW\_BUDCON (en USD)

## DISTRIBUCION DE GASTO ANUAL SEGÚN TIPO DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO

DESCRIPCIÓN	MONTO USD	PORCENT
PREVENTIVO	\$ 154,994.3	24%
CORRECTIVO	\$ 451,314.3	69%
MEJORAS	\$ 27,089.45	4%
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 633,398.05</b>	<b>97%</b>

CUADRO N°11: UTILIZACIÓN DE PRESUPUESTO SEGÚN ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO



**GRAFICA N°5: UTILIZACIÓN DE PRESUPUESTO SEGÙN ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO**

El 3% restante del presupuesto se utilizó directamente en los centros de costo tanto en materiales como en servicios:

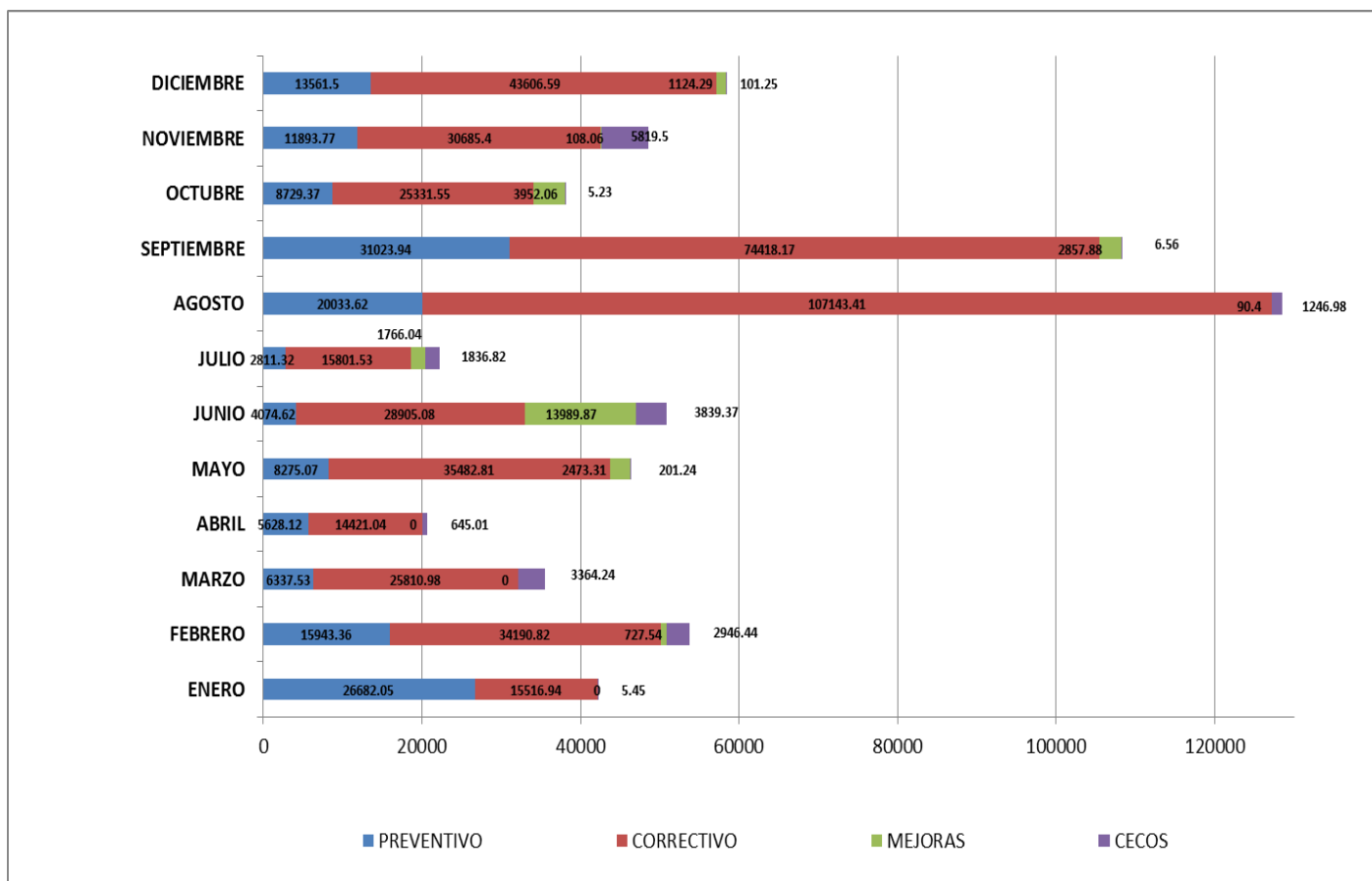
DESCRIPCIÓN		MONTO USD	PORCENT
P03102	Mantenimiento SD	\$ 10,061.28	2%
P03112	Mantenimiento Casa Fuerza	\$ 174.74	0%
P03114	Mantenimiento Taller	\$ 856.46	0%
P03116	Mantenimiento Descarga	\$ 8,869.38	1%
P03125	Mantenimiento Almacén	\$ 56.23	0%
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 20,018.09</b>	<b>3%</b>

**CUADRO N°12: UTILIZACIÓN DE PRESUPUESTO EN CENTROS DE COSTOS**

### DISTRIBUCION MENSUAL DE GASTOS 2013

DESCRIPCIÓN	PREVENTIVO	CORRECTIVO	MEJORAS	CECOS	TOTAL
ENERO	26682.05	15516.94	-	5.45	42204.44
FEBRERO	15943.36	34190.82	727.54	2946.44	53808.16
MARZO	6337.53	25810.98	-	3364.24	35512.75
ABRIL	5628.12	14421.04	-	645.01	20694.17
MAYO	8275.07	35482.81	2473.31	201.24	46432.43
JUNIO	4074.62	28905.08	13989.87	3839.37	50808.94
JULIO	2811.32	15801.53	1766.04	1836.82	22215.71
AGOSTO	20033.62	107143.41	90.4	1246.98	128514.41
SEPTIEMBRE	31023.94	74418.17	2857.88	6.56	108306.55
OCTUBRE	8729.37	25331.55	3952.06	5.23	38018.21
NOVIEMBRE	11893.77	30685.4	108.06	5819.5	48506.73
DICIEMBRE	13561.5	43606.59	1124.29	101.25	58393.63
<b>TOTAL USD</b>	<b>154994.27</b>	<b>451314.32</b>	<b>27089.45</b>	<b>20018.1</b>	<b>653416.1</b>

**CUADRO N°13: UTILIZACIÓN DE PRESUPUESTO – RESUMEN POR MES**



GRAFICA N°6: UTILIZACIÓN DE PRESUPUESTO – RESUMEN POR MES

### DISTRIBUCION DE GASTOS 2013 SEGÚN TEMPORADA VEDA/PRODUCCION

DESCRIPCIÓN	PMV 2013-I		PROD 2013-I		PMV 2013-II		PROD 2013-II		TOTAL USD
	MONTO USD	PORCENT	MONTO USD	PORCENT	MONTO USD	PORCENT	MONTO USD	PORCENT	
PREVENTIVO	67732.02	38%	2020.05	2%	62280.87	21%	22961.3	27%	154994.3
CORRECTIVO	104805.7	58%	65323.6	72%	223541.6	75%	57643.5	68%	451314.3
MEJORAS	924.83	1%	18031.9	20%	7287.71	2%	844.98	1%	27089.45
CECOS	7151.14	4%	5687.43	6%	3455.02	1%	3724.5	4%	20018.09
<b>TOTAL</b>	<b>180613.6</b>	<b>100%</b>	<b>91063</b>	<b>100%</b>	<b>296565.2</b>	<b>100%</b>	<b>85174.3</b>	<b>100%</b>	<b>653416.1</b>

CUADRO N°14: UTILIZACIÓN DE PRESUPUESTO – RESUMEN POR TEMPORADA

## GASTO DE MANTENIMIENTO POR ZONA TECNICA

Dentro de las actividades de mantenimiento, se han extraído las ubicaciones técnicas las cuales han incurrido en costos mayores a\$ 30,000 USD en todas sus actividades ejecutadas, teniendo ochoubicaciones que representan el 80% del total.

CODIGO SAP	DESCRIPCIÓN	TOTAL
	<b>DESCARGA MATERIA PRIMA</b>	<b>\$ 126,686</b>
1	PREVENTIVO	\$ 22,253
2	MEJORA	\$ 2,295.8
7	CORRECTIVO	\$ 102,137
	<b>SECADO</b>	<b>\$ 98,541</b>
1	PREVENTIVO	\$ 11,636
2	MEJORA	\$ 1,642
7	CORRECTIVO	\$ 85,263
	<b>CASA FUERZA</b>	<b>\$ 71,113</b>
1	PREVENTIVO	\$ 19,117
7	CORRECTIVO	\$ 51,996
	<b>TRATAMIENTO LIQUIDOS</b>	<b>\$ 54,004</b>
1	PREVENTIVO	\$ 16,823
2	MEJORA	\$ 1,508.9
7	CORRECTIVO	\$ 35,671
	<b>PRENSADO</b>	<b>\$ 46,012</b>
1	PREVENTIVO	\$ 5,584.4
2	MEJORA	\$ 376.88
7	CORRECTIVO	\$ 40,051
	<b>CASA VAPOR</b>	<b>\$ 39,616</b>
1	PREVENTIVO	\$ 16,577
2	MEJORA	\$ 3,928.8



7	CORRECTIVO	\$ 19,110
	<b>PLANTA HARINA Y ACEITE SD</b>	<b>\$ 36,410</b>
1	PREVENTIVO	\$ 19,257
2	MEJORA	\$ 2,693.1
7	CORRECTIVO	\$ 14,460
	<b>FLOTACION AGUA DE BOMBEO</b>	<b>\$ 36,243</b>
1	PREVENTIVO	\$ 608.32
2	MEJORA	\$ 313.33
7	CORRECTIVO	\$ 35,322

**CUADRO N°15: COSTOS DE ACTIVIDADES EJECUTADAS POR UBICACIÓN TECNICA**

### **GASTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO POR ZONA TECNICA**

Dentro de las actividades de mantenimiento correctivas, se han extraído las zonas técnicas las cuales han incurrido en costos en actividades correctivas con un monto mayor a \$ 19,000 USD, teniendo siete zonas técnicas que representan el 56.5 % del total.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TOTAL</b>
DESCARGA MATERIA PRIMA	\$ 102,137
SECADO	\$ 85,263
CASA FUERZA	\$ 51,996
PRENSADO	\$ 40,051
TRATAMIENTO LIQUIDOS	\$ 35,671
FLOTACION AGUA DE BOMBEO	\$ 35,322
CASA VAPOR	\$ 19,110

**CUADRO N°16: COSTOS DE ACTIVIDADES CORRECTIVAS EJECUTADAS POR UBICACIÓN TECNICA**

## GASTO DE MANTENIMIENTO POR EQUIPO

Dentro de las actividades de mantenimiento, se han extraído los equipos los cuales han incurrido en costos mayores a\$ 7,000 USD en todas sus actividades ejecutadas, teniendo doce equipos que representan el 43% del total.

CODIGO SAP	DESCRIPCIÓN	TOTAL
<b>14001231</b>	<b>PRENSA N° 02</b>	<b>\$ 32,158</b>
7	CORRECTIVO	\$ 32,158
<b>14007895</b>	<b>GRUPO ELECTROGENO N° 06</b>	<b>\$ 31,994</b>
7	CORRECTIVO	\$ 31,994
<b>14001065</b>	<b>ARTEFACTO NAVAL CHATA DC1</b>	<b>\$ 26,082</b>
1	PREVENTIVO	\$ 3,549.7
2	MEJORA	\$ 1,437.3
7	CORRECTIVO	\$ 21,095
<b>14001314</b>	<b>TRANSP HELIC SALIDA DE SEC ROTATUBOS</b>	<b>\$ 20,034</b>
7	CORRECTIVO	\$ 20,034
<b>14001114</b>	<b>MOTOR DIESEL PRINC ABS PESCADO N°2 SUR</b>	<b>\$ 18,762</b>
1	PREVENTIVO	\$ 805.55
7	CORRECTIVO	\$ 17,956
<b>14001306</b>	<b>SECADOR ROTATUBOS N° 02</b>	<b>\$ 17,890</b>
1	PREVENTIVO	\$ 5,345.1
7	CORRECTIVO	\$ 12,545
<b>14001094</b>	<b>MOTOR DIESEL PRINC ABS PESCADO N°1 NORTE</b>	<b>\$ 12,255</b>
1	PREVENTIVO	\$ 1,261.6
7	CORRECTIVO	\$ 10,993
<b>14001510</b>	<b>SEPARADORA DE SOLIDOS N° 04</b>	<b>\$ 9,364</b>

1	PREVENTIVO	\$ 9,327.8
7	CORRECTIVO	\$ 36.24
<b>14001119</b>	<b>TANQUE SEPARAD AIRE-ACEITE COMPR ABS N°2</b>	<b>\$ 9,213.4</b>
1	PREVENTIVO	\$ 634.43
7	CORRECTIVO	\$ 8,579
<b>14001561</b>	<b>CENTRIFUGA N° 04</b>	<b>\$ 8,180.5</b>
7	CORRECTIVO	\$ 8,180.5
<b>14001839</b>	<b>CALDERO N° 01</b>	<b>\$ 7,277</b>
1	PREVENTIVO	\$ 3,341.3
7	CORRECTIVO	\$ 3,935.8
<b>14001490</b>	<b>SEPARADORA DE SOLIDOS N° 02</b>	<b>\$ 7,006.1</b>
2	MEJORA	\$ 71.34
7	CORRECTIVO	\$ 6,934.8

**CUADRO N°17: COSTOS DE ACTIVIDADES EJECUTADAS POR EQUIPOS**

### **GASTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO POR EQUIPO**

Dentro de las actividades de mantenimiento correctivas, se han extraído los equipos los cuales han incurrido en costos en actividades correctivas con un monto mayor que \$ 3,000 USD, teniendo veintidós equipos que representan el 51% del total.

<b>CODIGO SAP</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TOTAL</b>
14007895	GRUPO ELECTROGENO N° 06	\$ 31,791
14001231	PRENSA N° 02	\$ 30,304
14001314	TRANSP HELIC SALIDA DE SEC ROTATUBOS	\$ 17,772
14001114	MOTOR DIESEL PRINC ABS PESCADO N°2 SUR	\$ 11,848
14001065	ARTEFACTO NAVAL CHATA DC1	\$ 9,771.8

14001306	SECADOR ROTATUBOS N° 02	\$ 7,659.1
14001339	EXHAUSTOR DE GASES N°1 SEC HLT	\$ 6,503.6
14001561	CENTRIFUGA N° 04	\$ 6,281.5
14001335	TABLERO CONTROL N° 1 SECADOR HLT	\$ 5,984.7
14001634	CICLON DE FINOS DE PAC N° 03	\$ 5,743.5
14001119	TANQUE SEPARAD AIRE-ACEITE COMPR ABS N°2	\$ 5,409.1
14001281	SECADOR ROTADISC N° 02	\$ 4,868.4
14001792	GRUPO ELECTROGENO N° 02	\$ 4,750
14001485	SEPARADORA DE SOLIDOS N° 01	\$ 4,721.5
14001098	COMPRESOR AIRE ABSORB. N°1 LADO NORTE	\$ 4,560
14001094	MOTOR DIESEL PRINC ABS PESCADO N°1 NORTE	\$ 4,520
14001500	SEPARADORA DE SOLIDOS N° 03	\$ 3,865
14001490	SEPARADORA DE SOLIDOS N° 02	\$ 3,820.4
14001406	MOLINO SECO N° 02	\$ 3,720.6
14001293	TRANSP HELIC N°1 ELEVADOR A SECADORES RT	\$ 3,609.7
14001131	TUBERIA TRANSP PESCADO ABS N°2 L. SUR	\$ 3,362.9
14001631	PLANTA DE AGUA DE COLA N° 03	\$ 3,026.1

**CUADRO N°18: COSTOS DE ACTIVIDADES CORRECTIVAS EJECUTADAS POR EQUIPOS**

## GASTO DE MANTENIMIENTO POR ORDEN

Dentro de las órdenes de mantenimiento generadas, se han extraído las que han incurrido en costos mayores que \$ 5,000 USD, teniendo dieciocho ordenes que representan el 33% del total.

ORDEN	TIPO	DESCRIPCIÓN	EQUIPO		TOTAL
7008286	CORRECTIVA	Mantenimiento motor GGEE N°6	14007895	GRUPO ELECTROGENO N° 06	\$ 31,791.26
7008279	CORRECTIVA	Mantto integral de prensa N°2	14001231	PRENSA N° 02	\$ 30,304.23
7006634	CORRECTIVA	Reparación tubería de emisor submarino			\$ 29,775.63
7009680	CORRECTIVA	Cambio de tubo central TH colector rotatubos	14001314	TRANSP HELIC SALIDA DE SEC ROTATUBOS	\$ 17,771.74
7007209	CORRECTIVA	Reparación motor CAT lado norte, alta t°	14001114	MOTOR DIESEL PRINC ABS PESCADO N°2 SUR	\$ 11,847.54
7008277	CORRECTIVA	Cambio de cadenas anclaje chata DC-1.	14001065	ARTEFACTO NAVAL CHATA DC1	\$ 9,771.82
10003608	PREVENTIVA	EQUIPOS LICORES ALFA LAVAL	14001510	SEPARADORA DE SOLIDOS N° 04	\$ 9,327.77
7007758	MEJORA	Herramientas para taller electr/mecánico			\$ 8,922.71
7009031	CORRECTIVA	Cambio de cadena transmisión secador N°2	14001306	SECADOR ROTATUBOS N° 02	\$ 7,659.13
7007017	CORRECTIVA	Evaluación en taller GGEE N°3.			\$ 7,125
7008541	CORRECTIVA	Cambio de planchas deterioradas cuello gancho y exh	14001339	EXHAUSTOR DE GASES N°1 SEC HLT	\$ 6,503.57
7005380	CORRECTIVA	Reparación/puesta marcha motor CAT Bayov			\$ 6,361.17
7008616	CORRECTIVA	Mantto correctivo distribuidor Centr N°4	14001561	CENTRIFUGA N° 04	\$ 6,281.52
10005929	PREVENTIVA	Traslado Equipos, Repuestos y Materiales			\$ 6,218.85
7008525	CORRECTIVA	Cambio controladores tab HLT-5	14001335	TABLERO CONTROL N° 1 SECADOR HLT	\$ 5,984.73
7008539	CORRECTIVA	Cambio de planchas de ciclon de PAC N°3.	14001634	CICLON DE FINOS DE PAC N° 03	\$ 5,743.47
7007294	CORRECTIVA	Cambaceite, filtrok separador sur.	14001119	TANQUE SEPARAD AIRE- ACEITE COMPR ABS N°2	\$ 5,409.05
10005133	PREVENTIVA	EQUIPOS SECADORES (24M)	14001306	SECADOR ROTATUBOS N° 02	\$ 5,115.59

**CUADRO N°19: COSTOS DE ORDENES DE MANTENIMIENTO**

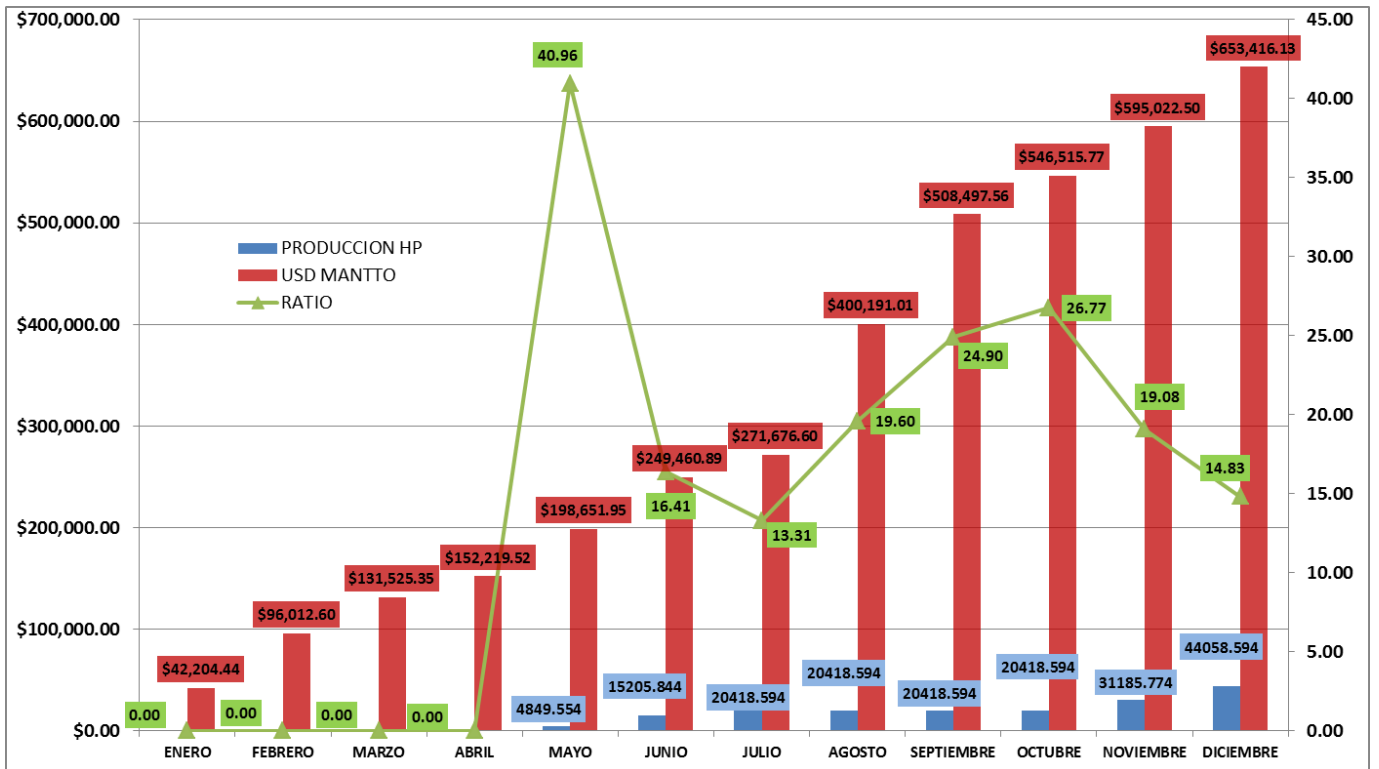
**INDICADORES DEL AREA:**

**RATIO DE MANTENIMIENTO (\$ MANTTO/TON HP)**

Comportamiento del ratio de mantenimiento de acuerdo a la HP  
Producida en el transcurso del año, ratio final anual \$ 14.83/ ton HP.

DESCRIPCIÓN	TM HP	USD MANTTO	RATIO
ENERO	0	42204.44	-
FEBRERO	0	96012.6	-
MARZO	0	131525.35	-
ABRIL	0	152219.52	-
MAYO	4849.554	198651.95	40.96
JUNIO	15205.844	249460.89	16.41
JULIO	20418.594	271676.6	13.31
AGOSTO	20418.594	400191.01	19.60
SEPTIEMBRE	20418.594	508497.56	24.90
OCTUBRE	20418.594	546515.77	26.77
NOVIEMBRE	31185.774	595022.5	19.08
<b>DICIEMBRE</b>	<b>44058.594</b>	<b>653416.13</b>	<b>14.83</b>

**CUADRO N°20: RATIO DOLARES EN MANTENIMIENTO POR TONELADA DE HARINA PRODUCIDA**



GRAFICA N°7: COMPORTAMIENTO DEL RATIO EN EL AÑO

### TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Nº DE HORAS DE OPERACION}}{\text{Nº DE ACTIVIDADES CORRECTIVAS}}$$

DESCRIPCION	PROD 2013-I	PROD 2013-II
Nº DE ACTIVIDADES CORRECTIVAS	261	173
HORAS DISPONIBLES PARA OPERACION	1800	1176
<b>MTBF</b>	<b>6,90</b>	<b>6,80</b>

CUADRO N°21: CALCULO DE MTBF

## TIEMPO PROMEDIO DE REPARACION (MTTR)RATI

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Nº TOTAL DE HORAS DE REPARAC.}}{\text{Nº DE ACTIVIDADES CORRECTIVAS}}$$

DESCRIPCIÓN	MECANICAS	ELECTRICAS	TOTAL
Nº DE ACTIVIDADES CORRECTIVAS	126	38	164
HORAS DE REPARACIÓN	191,30	57,62	248,92
<b>MTTR</b>	<b>1,52</b>	<b>1,52</b>	<b>1,52</b>

CUADRO N°22: CALCULO DE MTTR

## DISPONIBILIDAD DE PLANTA

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{6,8}{8,32} = 82\%$$

En el siguiente cuadro se muestra el % de cumplimiento de las actividades consideradas en ambos PMV, donde se obtuvo un % cumplimiento de 91% y 86% en la 2013-I y 2013-II respectivamente.

DESCRIPCIÓN	PMV 2013-I			PMV 2013-II		
	PROPIO	TERCERO	TOTAL	PROPIO	TERCERO	TOTAL
ACTIVIDADES PLANIFICADAS	118	83	201	488	58	546
ACTIVIDADES CONCLUIDAS	112	71	183	422	47	469
<b>EJECUCIÓN</b>	<b>95%</b>	<b>86%</b>	<b>91%</b>	<b>86%</b>	<b>81%</b>	<b>86%</b>

CUADRO N°23: % CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES EN PMV.



## HORAS EXTRAS DE PERSONAL POR ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

En los siguientes cuadros se indican las cantidades de horas extras utilizadas por el personal de producción y mantenimiento para realizar actividades de mantenimiento en ambas temporadas de producción.

TIPO HH	PRODUCCION 2013-I							
	Al 25%	Monto	Al 35%	Monto	Al 100%	Monto	Sub Total	Monto
HH Mecánicos	0	S/. 0.00	194.52	S/. 2,194.70	42.87	S/. 697.24	237.39	S/. 2,891.94
HH Electricistas	0	S/. 0.00	58.8	S/. 686.32	13.51	S/. 252.27	72.31	S/. 938.59
<b>HH Total</b>	<b>0</b>	<b>S/. 0.00</b>	<b>253.32</b>	<b>S/. 2,881.02</b>	<b>56.38</b>	<b>S/. 949.51</b>	<b>309.7</b>	<b>S/. 3,830.53</b>

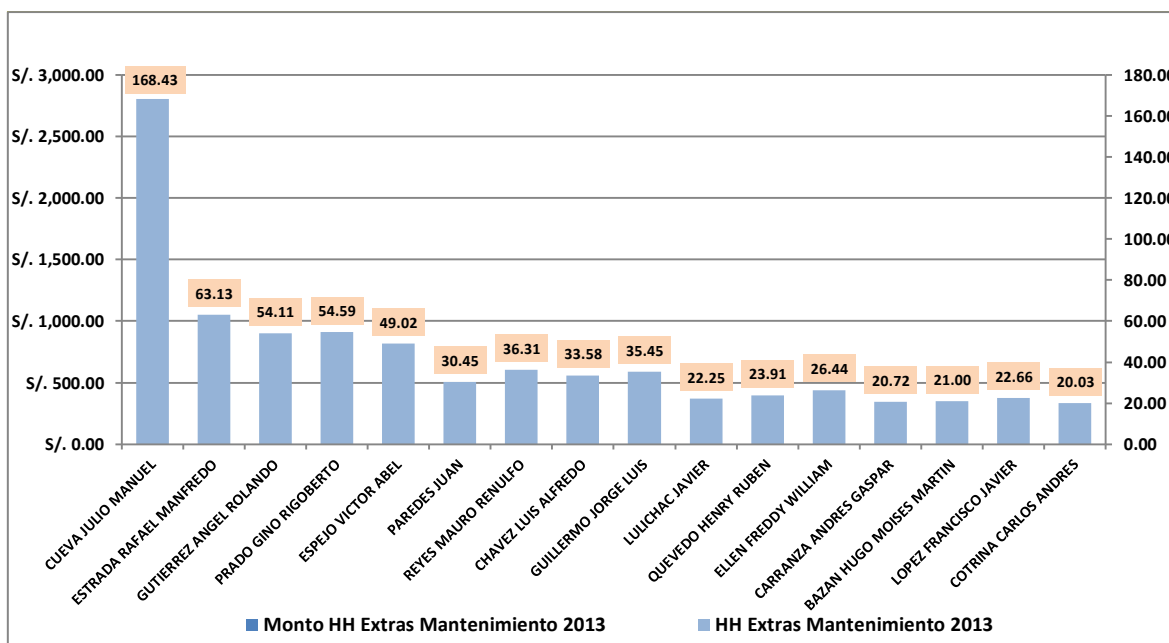
TIPO HH	PRODUCCION 2013-II							
	Al 25%	Monto	Al 35%	Monto	Al 100%	Monto	Sub Total	Monto
HH Mecánicos	15.5	S/. 150.23	332.3	S/. 3,686.50	78.86	S/. 1,305.13	426.66	S/. 5,141.86
HH Electricistas	9.5	S/. 102.46	139.23	S/. 1,478.52	25.98	S/. 397.69	174.71	S/. 1,978.67
<b>HH Total</b>	<b>25</b>	<b>S/. 252.69</b>	<b>471.53</b>	<b>S/. 5,165.02</b>	<b>104.84</b>	<b>S/. 1,702.82</b>	<b>601.37</b>	<b>S/. 7,120.53</b>

TIPO HH	ANUAL 2013							
	Al 25%	Monto	Al 35%	Monto	Al 100%	Monto	Sub Total	Monto
HH Mecánicos	15.5	S/. 150.23	526.82	S/. 5,881.20	121.73	S/. 2,002.37	664.05	S/. 8,033.80
HH Electricistas	9.5	S/. 102.46	198.03	S/. 2,164.84	39.49	S/. 649.96	247.02	S/. 2,917.26
<b>HH Total</b>	<b>25</b>	<b>S/. 252.69</b>	<b>724.85</b>	<b>S/. 8,046.04</b>	<b>161.22</b>	<b>S/. 2,652.33</b>	<b>911.07</b>	<b>S/. 10,951.06</b>

**CUADRO N°24: % CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES EN PMV.**

En el año 2013 se generaron 911.07 horas extras distribuidas entre 37 colaboradores de planta integrantes de las áreas de producción y mantenimiento; el 80% del monto total fue generado por 16 colaboradores de los cuales 07 pertenecen al área de mantenimiento y 09 colaboradores del área de producción.

En el siguiente grafico se muestra la distribución de las horas y montos por colaborador.



**GRAFICA N°8: HORAS EXTRAS GENERADAS EL 2013 POR ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

## CONCLUSIONES

- Para el año 2013 se tiene en mayor proporción, tanto en cantidad como en costos, actividades correctivas que preventivas; esto debido a muchos factores; dentro de los cuales tenemos: existencia de equipos con tiempo de operación cerca de su vida útil; bajo nivel técnico del personal encargado de ejecutar actividades de mantenimiento (personal de áreas producción y mantenimiento); falta de herramientas, equipos e instrumentos adecuados para ejecución de actividades de mantenimiento; deficiencia en ejecución de rutinas de monitoreo de condición de equipos en temporada de producción por falta de personal disponible; falta de análisis de causa raíz de fallas presentadas; falta de análisis de criticidad de equipos de planta.
- El 19.39% del presupuesto anual fue utilizado en la zona descarga de MP (Chata DC1) debido a la criticidad de los equipos instalados en esta zona; asimismo por las fallas presentadas en la primera temporada de producción con el motor CAT 3406 instalado en la línea norte.
- El 4.9% del presupuesto anual fue utilizado en el mantenimiento del GG.EE N° 6, el cual fue trasladado desde planta Chancay a principios de año; asimismo el 4.6% del presupuesto anual fue utilizado en reparar la Prensa N° 2 tras las fallas detectadas después del mantenimiento integral realizado en el 2012.

- El 18.49% de Horas Extras fueron generadas por el colaborador Julio Cueva; maestro mecánico; debido a su mayor experiencia y conocimiento en actividades de mantenimiento mecánico y maestranza.
- Con respecto a la cantidad de actividades de mantenimiento ejecutadas se puede apreciar que en el PMV 2013-I tenemos menor cantidad esto debido al bajo presupuesto aprobado para esta temporada tras la nula producción de la temporada 2012-II.

INFORME ELABORADO POR EL AREA DE MANTENIMIENTO

# **ANEXO 2**



# **ANEXO 3**

## ANEXO 3

En el capítulo dos la referencia, en la tesis número cinco encontramos la Monografía de Grado Titulada MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN LAS FACILIDADES DE PRODUCCION DE PETROLEO, en las páginas 37-38 encontramos referencias que nos ayudaran a establecer metas para este proyecto.

Pag 37-38

Viendo la efectividad del mantenimiento predictivo, se puede decir que sus ventajas son:

- Incremento de la vida útil y disponibilidad (alrededor de un 30%) de los equipos.
- Permite acciones correctivas de manera preventiva (fallas inesperadas se reducen en un 55% y tiempo de reparación en un 60%)
- Disminuye el tiempo de parada del activo (aumenta 33% el tiempo de funcionamiento)
- Disminuye costos de mano de obra (casi en un 50%)
- Incrementa la seguridad al medio ambiente
- Genera ahorros de energía porque el equipo opera correctamente por mayor tiempo.
- Reducción de tiempo de reparación en un 60%
- Incrementa del 30% en el MTBF de los equipos

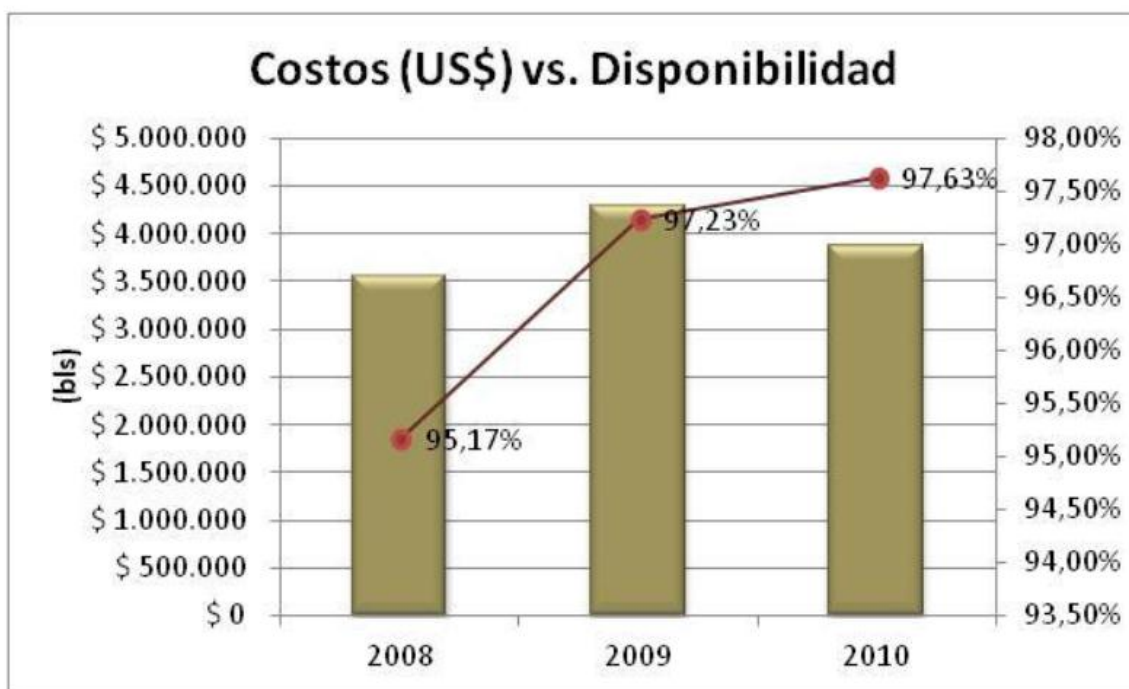
Además de los mencionados anteriormente, existen otros beneficios indirectos u ocultos alrededor de un programa de mantenimiento predictivo:

- Menos estrés.
- Mayor tranquilidad.
- Facilita el trabajo.
- Más tiempo libre.
- Mejores relaciones laborales

Para el 2010, los **costos disminuyen** nuevamente a US \$3,868.547 lo que represento un **10%** y demuestra el comportamiento esperado en la implementación del mantenimiento predictivo.

Inversamente proporcional al aumento de los costos, la figura anterior muestra el incremento en la disponibilidad debido a la efectiva programación de los correctivos descubiertos a través del predictivo.

Figura 39. Costos vs. Disponibilidad del campo San Francisco

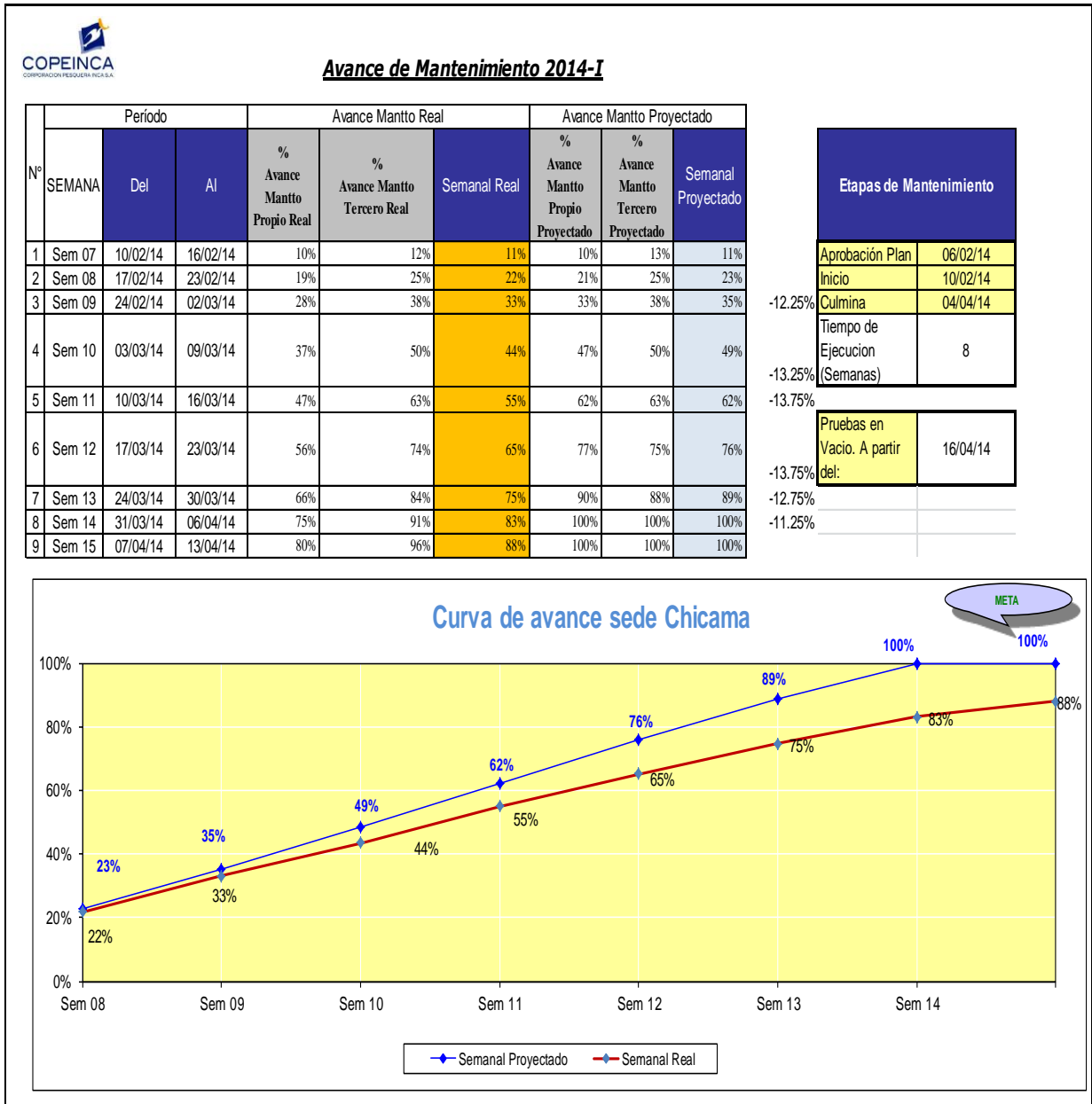


Fuente: datos de mantenimiento campo San Francisco



# **ANEXO 4**

Avance del plan de mantenimiento de la primera temporada del 2014, como vemos no logramos cumplir con el plan de mantenimiento programado en 8 semanas esto debido a la falta de personal y la rotación de personal en la misma corporación.



**Tablas Elaboradas por el área de Mantenimiento**

Planteamiento por puestos en el área de mantenimiento en todas las sedes de la corporación COPEINCA SAC.

Como vemos el personal de la sede de Chicama es muy reducido a comparación con otras plantas y sus capacidades, asimismo la sede de Ilo solo cuenta con personal de un solo turno a diferencia de otras sedes que cuenta con los dos turnos en personal completo, dicha sede solicita apoyo de todas las áreas en época de producción por estrategia de la misma empresa.

COPEINCA SAC							
PERSONAL OPERATIVO		PLANTAS PROCESADORAS DE LA CORPORACIÓN					
AREA	POSICION		BAYOVAR	CHICAMA	CHIMBOTE	CHANCAY	ILO
		CAPACIDAD TOTAL	170 TM/H	159 TM/H	250 TM/H	180 TM/H	90 TM/H
		VELOCIDAD PROCESO P.	140 TM/H	145 TM/H	210 TM/H	160 TM/H	80 TM/H
MANTENIMIENTO	ELECTRICISTA DE PLANTA	3	2	7	4	1	
	ELECTRONICO DE PLANTA	1	1	2	1	1	
	LUBRICADOR	1	1	1			
	MAESTRO ELECTRICISTA	1	1	1	1		
	MAESTRO ELECTRONICO			1			
	MAESTRO MECANICO	1	1	1	1		
	MECANICO DE PLANTA	5	3	8	5	2	
	AY. MECANICO PLANTA CHANCAY				1		
	SOLDADOR			1	1		
	SOLDADOR DE CHATA				1		
TOTAL		12	9	22	15	4	
* LA PLANTA DE ILO REQUIERE EL APOYO DE OTRAS SEDES EN SU ETAPA DE PRODUCCIÓN							
* LA PLANTA DE CHICAMA REQUIERE EL APOYO DE LA SEDE ILO PARA EL DESARROLLO DEL PLAN DE MANTTO Y EN PRODUCCION							

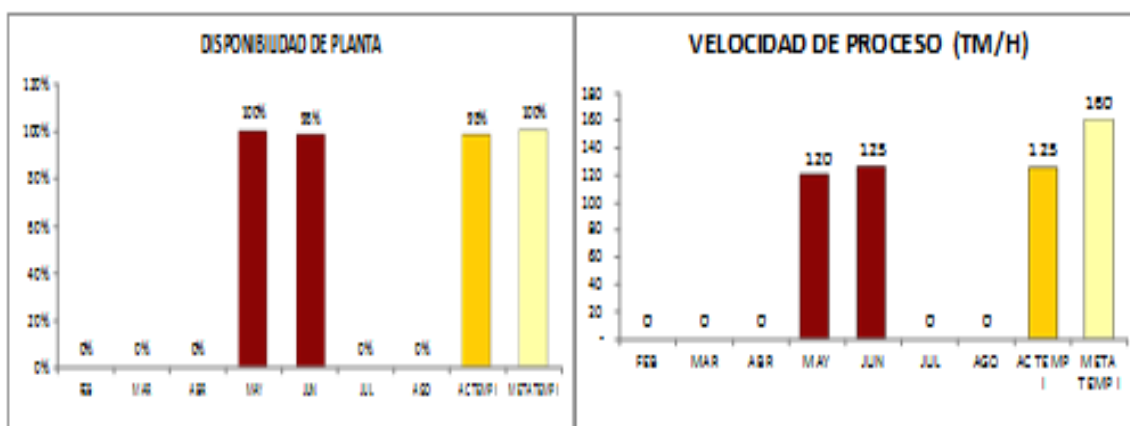
### Tablas Elaboradas por el área de Mantenimiento

# **ANEXO 5**

En esta presentación vemos como la cantidad de horas de parada de planta por temporada que llego a ser de 6horas la primera temporada.

## 8. VELOCIDAD DE PROCESO

CFG  
INVESTMENT  
COPEINCA



INDICADOR	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	AC TEMP I	META TEMP I
PESCA PROCESADA	-	-	-	2,482	37,346	-	-	39,828	
HORAS TRABAJADAS	-	-	-	21	304	-	-	325	
HORAS DE PARADA PLANTA	-	-	-	-	6	-	-	6	
HORAS DE PARADA EQUIPOS	-	-	-	94	339	-	-	433	
NUMERO DE AVERIAS	-	-	-	7	96	-	-	103	
HORAS DE PARADA POR FALTA DE MP	-	-	-	27	219	-	-	246	
VELOCIDAD DE PROCESO (TM/H)	-	-	-	120	125	-	-	125	160
DISPONIBILIDAD DE PLANTA	-	-	-	100%	98%	-	-	98%	100%

10

**Tabla Elaborada por el área de Producción de la Empresa**

# **ANEXO 6**



PLANTA PILOTO DE CONCENTRACIÓN DE MÍNERAL  
TOMA DE VIBRACIONES

SEVERIDAD DE LA VELOCIDAD				CRITERIOS DE VELOCIDAD LIMITE Y CLASE DE MAQUINAS			
Mm/seg RMS	In/seg RMS	mm/seg Pico	In/seg Pico	Maquinas Pequeñas Clase I	Maquinas Medianas Clase II	Maquinas Grandes	
						Soportes rígidos Clase III	Menos soportes rígidos Clase IV
0,28	0,011	0,51	0,02	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL
0,45	0,018	0,76	0,03				
0,71	0,028	1,02	0,04				
1,12	0,044	1,52	0,06	ADMISIBLE	ADMISIBLE	ADMISIBLE	ADMISIBLE
1,8	0,071	2,54	0,1				
2,8	0,11	4,06	0,16	LIMITE	LIMITE	LIMITE	LIMITE
4,5	0,177	6,35	0,25	NO PERMISIBLE	NO PERMISIBLE	NO PERMISIBLE	NO PERMISIBLE
7,1	0,28	10,16	0,4				
11,2	0,441	15,75	0,62				
18	0,709	25,4	1				
28	1,102	39,62	1,56				
45	1,772	63,75	2,51				

Magnitud de vibración NORMAL: Se dice que el rango es bajo, es decir que el peligro de falla es mínimo.

Magnitud de vibración ADMISIBLE: Se determina así por estar en rangos aceptables para el equipo.

Magnitud de vibración LIMITE: SE determina así cuando las vibraciones están al borde de lo permisible para el equipo.

Magnitud de vibración NO PERMISIBLE: Se determina así cuando a sobrepasado lo permisible para el equipo y la posibilidad de falla es alta, acarrea una posible parada.

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
Clase I	La maquina puede ser separada en conductor y el conducido, unidades conjuntadas que abarcan maquinaria de movimiento hasta 15Kw (20HP aproximadamente).
Clase II	Maquinaria (motores eléctricos 15 Kw (20HP) hasta 75 Kw (100 HP), sin cimentación especial, o motores montados rígidamente o maquinas con 300 Kw (400HP) montados con fundación especial.
Clase III	Las maquinas grandes con conductores primarios (turbinas, motores eléctricos, etc.) y otras maquinarias con ensamblajes rotatorios grandes y montadas en fundaciones rígidas y pesadas que son razonablemente derechas en la dirección de la vibración.
Clase IV	Incluye grandes conductores primarios y otras grandes maquinarias con grandes ensambles rotatorios montados en fundaciones las cuales son relativamente suaves en la dirección medida de la vibración, turbogeneradores, y turbinas de gas mayor que 10MW (13500HP).

# **ANEXO 7**



# EQUIPOS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

## 1.- Cámara termográfica Industrial o Comercial Fluke Ti27

Diseñada para entornos industriales y comerciales, la Fluke Ti27 proporciona una calidad de imagen superior, junto con la mayor versatilidad y a un precio realmente asequible. La Fluke Ti27 cuenta con una resolución de infrarrojos de 240x180 píxeles, líder en resolución espacial, y una pantalla de alta definición que permite crear las imágenes más nítidas dentro de su rango de precio. Detectar un problema potencial antes de que aparezca supone un gran problema, por ese motivo creamos las cámaras termográficas de Fluke: para ahorrar tiempo, dinero e incluso vidas.

Gracias a su robusto chasis, a la tapa integrada para la lente, a la pantalla protegida y a la resistencia frente a caídas de 2 metros, la Ti27 se ha diseñado para su uso en los entornos más exigentes.

Nombre del modelo	Descripción
FLK-Ti27 9 Hz	<p>Industrial-Commercial Thermal Imager, 9 Hz</p> <p>Includes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Thermal imager with standard infrared lens</li><li>• AC power supply and battery pack charger (including mains adapters)</li><li>• Two, rugged lithium ion smart battery packs</li><li>• SD memory card</li><li>• Multi-format USB memory card reader for downloading images into your computer</li><li>• SmartView® software with free software upgrades for life</li><li>• Rugged, hard carrying case</li><li>• Soft transport bag</li><li>• Adjustable hand strap</li><li>• Printed users manual</li><li>• Warranty registration card</li></ul>

PRECIO= Fluke Ti27 Cámara Termográfica--5695euros --- 21.573,23 nuevos soles---7.703,63 USD

## 2.- Medidor de vibraciones Fluke 805

**Olvídese de los lápices. Pásese a los MEDIDORES.**

El Fluke 805 no es un lápiz analizador de vibraciones; es un medidor. Un medidor de Fluke que elimina la confusión de las detecciones de vibraciones y que proporciona mediciones fiables que los clientes pueden emplear para tomar decisiones de mantenimiento críticas.

Nombre del modelo	Descripción
Fluke 805	Accesorios incluidos: <ul style="list-style-type: none"><li>• Cable USB</li><li>• Caja de almacenamiento</li><li>• Funda para el cinturón</li><li>• Guía de referencia rápida</li><li>• CD-ROM (incluye plantilla de MS Excel y documentación)</li><li>• Dos (2) baterías AA</li></ul>

**PRECIO = Fluke 805 Medidor de vibraciones ---1416 EUROS---5348.60 nuevos soles---1.915 dolares**

## 3.- Medidor de Espesor Ultrasónico VA-8041

Velocidad de la onda ultrasónica programable

? Capacidad para medir diversos materiales como el hierro / acero, aluminio, cobre, bronce, oro, plata, zinc,

esta?o, vidrio, plásticos, azulejos templado y agua (20 ° C) y otros materiales.

? Selección manual de materiales.

? El usuario puede configurar y guardar su propio material (hasta 5 espacios en la memoria).

? Alta precisión y alta resolución.

? Amplio rango de medición de 1,2 mm ~ 220 mm.

? Velocidad ultrasónica ajustable.

? Indicador de batería.

? Unidades pulgada y mm seleccionables.

? Respuesta instantánea (0.6sec).

? Apagado manual o automático.

? Placa estándar incorporada para una fácil calibración (4 mm).

? Software calibrado garantiza una alta fiabilidad.

**EL COSTO DEL MEDIDOR DE ESPESORES ES DE 300DOLARES**

## **4.- MEDIDOR ULTRASOND - SDT270 Measurement Unit**

**Function** Multi Function Ultrasound Detector

**Display** Graphic LCD with Backlighting (128 x 64)

**Keypad** 12 Function Keys

**Built-in Sensors** • Airborne Ultrasound Sensor

- Infrared Temperature Sensor (activated by hardware key)
- Tachometer with Laser Sight (activated by hardware key)

**External Sensors** Through specific connector (LEMO 7 pin connector)

**Data Logger** With SDT270 Basic + Storage + Static download to .txt :

- 20 Measurement Nodes (measurement points)
- Total 4000 Measurements (measurements data)

All other SDT270 versions used in combination with Ultranalysis Suite :

- Static measurements (dB $\mu$ V, °C/F, RPM, dBA, SCFM, SCCM): 10,000+ measurement nodes with static data
- Dynamic measurements (wave recording) : 13 minutes  
(for example 260 recordings of 3 seconds)

**Communication** USB Interface and Software for transferring data from SDT270 to the PC

- Temperature Protected, Limit set at 60°C/140°F
- Two colour LED type
- Double Isolation
- 300 grams / 10.6 ounces
- PPE

**EL COSTO DEL MEDIDOR 5000 DOLARES**

## 5.- kit de líquidos penetrantes Magnaflux SPOTCHECK

PrecioS/. 204.00

Ubicación del producto:  
Lima-Lima-Lima



### Información

Detector de Fisuras Magnaflux. Los Magnaflux son esencial del método son la penetración el defector por el tinte penetrante eliminación del exceso de líquidos penetrantes de la superficie desarrollo de la indicación un rojo profundo indicación marcará el defecto. La superficies deben estar libres de materiales extraños y pinturas, aceites, etc. Evitar la penetración y deben ser eliminados por limpieza previa con el limpiador remover o desengrasado. Para la mayoría de resultados, la pintura debe ser eliminado de las áreas a ser probados.

### Juego de Código:

SKC-S en Spray Limpiador x 300g

SKL-SP2 en Spray Penetrante x 300g

SKD-S2 en Spray Revelador x 330g

# **ANEXO 8**

## COMPORTAMIENTO DEL PRECIO DE LA HARINA DE PESCADO EN LOS MESES DE ENERO A JUNIO DEL 2014. (11)

D.S. N° 024-2006-PRODUCE

PRECIO PROMEDIO DE LA HARINA DE PESCADO (US\$ FOB / TMB) <sup>1/</sup>	ENERO 2014
	1,363.332

<sup>1/</sup> Valor calculado por PRODUCE en base a la información preliminar proporcionada por SUNAT

D.S. N° 024-2006-PRODUCE

PRECIO PROMEDIO DE LA HARINA DE PESCADO (US\$ FOB / PESO NETO (Toneladas) <sup>1/</sup>	FEBRERO 2014
	1,392.197

<sup>1/</sup> Valor calculado por PRODUCE en base a la información preliminar proporcionada por SUNAT

D.S. N° 024-2006-PRODUCE

PRECIO PROMEDIO DE LA HARINA DE PESCADO (US\$ FOB / PESO NETO (Toneladas) <sup>1/</sup>	MARZO 2014
	1,423.874

<sup>1/</sup> Valor calculado por PRODUCE en base a la información preliminar proporcionada por SUNAT

D.S. N° 024-2006-PRODUCE

PRECIO PROMEDIO DE LA HARINA DE PESCADO (US\$ FOB / PESO NETO (Toneladas) <sup>1/</sup>	ABRIL 2014
	1,491.267

<sup>1/</sup> Valor calculado por PRODUCE en base a la información preliminar proporcionada por SUNAT

D.S. N° 024-2006-PRODUCE

PRECIO PROMEDIO DE LA HARINA DE PESCADO (US\$ FOB / PESO NETO (Toneladas) <sup>1/</sup>	MAYO 2014
	1,531.528

<sup>1/</sup> Valor calculado por PRODUCE en base a la información preliminar proporcionada por SUNAT

D.S. N° 024-2006-PRODUCE

PRECIO PROMEDIO DE LA HARINA DE PESCADO (US\$ FOB / PESO NETO (Toneladas) <sup>1/</sup>	JUNIO 2014
	1,587.475

<sup>1/</sup> Valor calculado por PRODUCE en base a la información preliminar proporcionada por SUNAT

# **ANEXO 9**

## COK

La estimación del COK para el accionista de una entidad del sistema financiero (IFI) es de suma importancia por las razones siguientes:

- Constituye el retorno mínimo exigido por el accionista que desea invertir en una IFI.
- Orienta a potenciales inversionistas sobre los retornos mínimos, que en el largo plazo, se pueden obtener por invertir en IFIs del mercado peruano.
- Indica el nivel de riesgo que implica invertir en cada IFI.
- Puede ser utilizado como tasa de descuento en la evaluación de proyectos de inversión y en procesos de valorización vinculados a las IFIs.
- Constituye un elemento para la estimación del costo del crédito<sup>1</sup>. Dentro de los componentes del costo del crédito se incluyen, además del retorno mínimo, a los costos referidos al fondeo, a la administración del riesgo de crédito y al manejo administrativo incurrido en el otorgamiento de un crédito y su seguimiento.

Para obtener un COK que pueda servir para los propósitos mencionados, la metodología de estimación debe considerar los siguientes aspectos básicos:

- Las distintas fuentes de retorno para el accionista, en particular las ganancias / pérdidas de capital y los dividendos.
- Los distintos riesgos relevantes para el accionista.
- Perspectiva de largo plazo.
- Consistente con el nivel de rentabilidad / riesgo de otras alternativas de inversión.

### CUADRO 3

### Costo oportunidad del accionista por IFI <sup>1</sup>

Entidad Financiera	Tipo de entidad	2010
IFI 1	Especializada en el crédito consumo <i>retail</i>	13,72%
IFI 2	Especializada en el crédito a microempresa	14,29%
IFI 3	Especializada en el crédito a microempresa	14,43%
IFI 4	Especializada en el crédito consumo <i>retail</i>	14,99%
IFI 5	Especializada en el crédito consumo <i>retail</i>	16,74%
IFI 6	Especializada en el crédito a microempresa	16,81%
IFI 7	Especializada en el crédito consumo <i>retail</i>	16,82%

<sup>1</sup> SE HA PREFERIDO MANTENER EN RESERVA EL NOMBRE DE CADA IFI.



# **ANEXO 10**

# PRESUPUESTO DE ANALISIS DE ACEITE

Ferreyros S.A.  
Av. Teodoro Valcarlos 525 Urb. Santa Leonor  
Trujillo  
T. 223345-223338 F.246199



LS00---

Presupuesto : 4289-12

29 de agosto de 2012

Sr(es).  
COPEINCA

Presente.-

## GRUPO ELECTROGENO

Modelo:	3412
Serie:	81Z19409
Horometro:	

### Procede

\* Muestra de Aceites (Motor y Refrigerante)

<b>Servicios</b>		US\$	30.00
02 muestras	US\$	30.00	

Total Valor Venta	30.00
IGV 18%	5.40
<b>Total Precio de Venta US\$</b>	<b>35.40</b>
Total Valor Venta	86.70
IGV 18%	15.61
<b>Total Precio de Venta S/.</b>	<b>102.31</b>

**A partir del 01 de Julio del 2012, agradeceremos emitir su Orden de Compra a favor de Ferreyros S.A, RUC 20100028698**

*Información adicional sobre el precio venta incluido en esta cotización:*

*.- El precio venta en soles es referencial y ha sido calculado utilizando el tipo de cambio venta de S/2.89 vigente en el Banco de Crédito del Perú en la fecha de la presente cotización*

*.- El precio de venta es en dólares americanos y podrá ser pagado en soles al tipo de cambio venta vigente en El Banco de Crédito en la fecha de cancelación de la factura de venta (Resolución Cambiaria 030-90-EF/90, Art 7°)*

### Términos y Condiciones

- 1.- Plazo de validez de la oferta: Treinta (30) días calendario a partir de la fecha de recepción del presente presupuesto.
- 2.- Garantía :  
Seis (06) meses por mano de obra y (06) meses por los repuestos nuevos instalados  
A partir de la fecha de entrega de el (los) componente (s) reparado (s).
- 3- Forma de pago a convenir .

Ing. Goiber Hidrogo Delgado  
Ferreyros - Trujillo

# **ANEXO 11**

## Artículo 38º de la Ley del Impuesto a la Renta

**Artículo 38º.-** El desgaste o agotamiento que sufran los bienes del activo fijo que los contribuyentes utilicen en negocios, industria, profesión u otras actividades productoras de rentas gravadas de tercera categoría, se compensará mediante la deducción por las depreciaciones admitidas en esta ley.

Las depreciaciones a que se refiere el párrafo anterior se aplicarán a los fines de la determinación del impuesto y para los demás

efectos previstos en normas tributarias, debiendo computarse anualmente y sin que en ningún caso puedan hacerse incidir en un ejercicio gravable depreciaciones correspondientes a ejercicios anteriores.

Cuando los bienes del activo fijo sólo se afecten parcialmente a la producción de rentas, las depreciaciones se efectuarán en la proporción correspondiente.

## Artículo 22º del Reglamento del Impuesto a la Renta

### Artículo 22º.- DEPRECIACIÓN

b) (\*) Los demás bienes afectados a la producción de rentas gravadas de la tercera categoría, se depreciarán aplicando el porcentaje que resulte de la siguiente tabla:

Bienes	Porcentaje Anual de Depreciación hasta un máximo de:
1. Ganado de trabajo y reproducción; redes de pesca	25%
2. Vehículos de transporte terrestre (excepto ferrocarriles); hornos en general	20%
3. Maquinaria y equipo utilizados por las actividades minera, petrolera y de construcción; excepto muebles, enseres y equipos de oficina.	20%
4. Equipos de procesamiento de datos	25%
5. Maquinaria y equipo adquirido a partir del 1.1.91	10%
6. Otros bienes del activo fijo	10%

La depreciación aceptada tributariamente será aquélla que se encuentre contabilizada dentro del ejercicio gravable en los libros y registros contables, siempre que no exceda el porcentaje máximo establecido en la presente tabla para cada unidad del activo fijo, sin tener en cuenta el método de depreciación aplicado por el contribuyente.

### **TUO: Art. 40º**

En ningún caso se admitirá la rectificación de las depreciaciones contabilizadas en un ejercicio gravable, una vez cerrado éste, sin perjuicio de la facultad del contribuyente de modificar el porcentaje de depreciación aplicable a ejercicios gravables futuros.