

# UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA

## FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



“PROPUESTA DE OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE  
MANTENIMIENTO DE LA LINEA 1 DE PRODUCCION EN  
UNA EMPRESA DE ELABORACION DE PRODUCTOS  
DERIVADOS DEL BORO PARA EXPORTACION, AREQUIPA  
2015”

Presentada por:

RICARDO NORIEGA ORTIZ

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO INDUSTRIAL

AREQUIPA – PERU  
2016

## DEDICATORIA

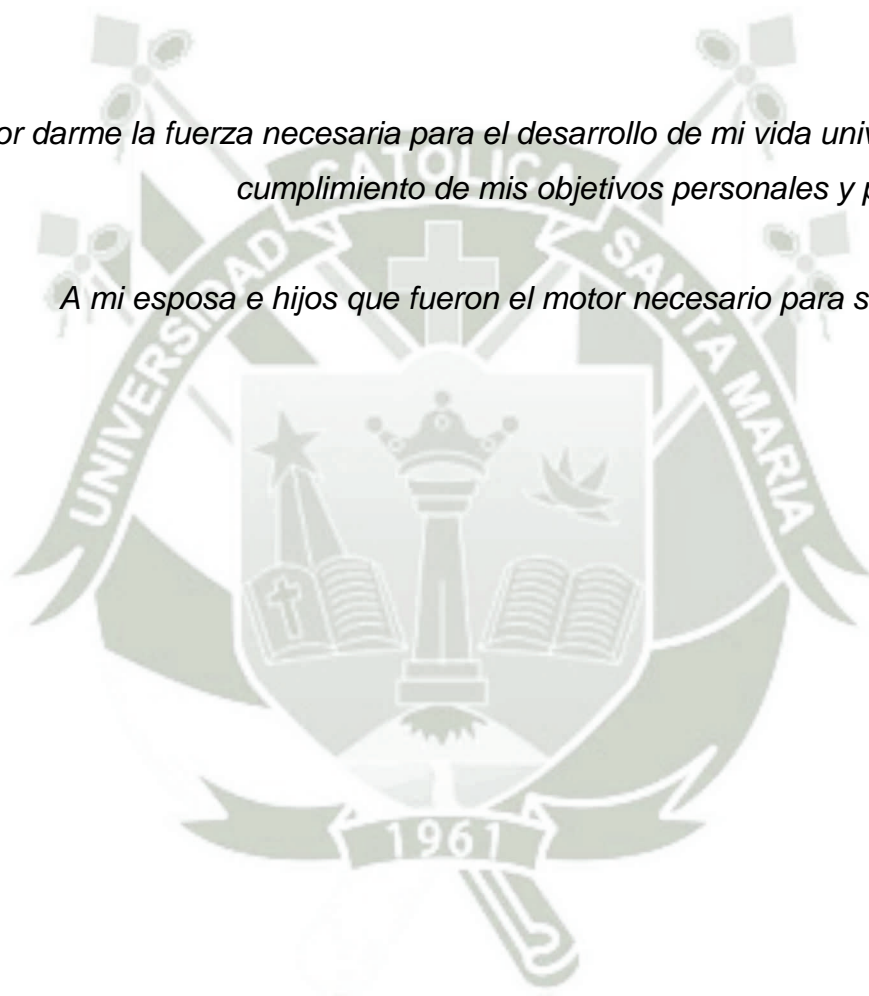
*A mi Madre por su apoyo, que permitió fortalecer mi perseverancia para el logro de mis objetivos*



## AGRADECIMIENTOS

*A Dios por darme la fuerza necesaria para el desarrollo de mi vida universitaria y al cumplimiento de mis objetivos personales y profesionales*

*A mi esposa e hijos que fueron el motor necesario para salir adelante.*



## INDICE GENERAL

### RESUMEN

1. CAPITULO I PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1. Descripción del Problema .....	1
1.1.2. Justificación del Problema .....	2
1.1.3. Tipo del Problema de Investigación.....	3
1.1.4. Campo, Área y Línea .....	3
1.1.5. Interrogantes Básicas.....	3
1.2. OBJETIVOS.....	4
1.2.1. Objetivo General .....	4
1.2.2. Objetivos Específicos.....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4. VARIABLES E INDICADORES .....	5
1.5. HIPÓTESIS .....	6
1.6. ALCANCES .....	6
1.7. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL .....	6
1.7.1. Técnicas.....	6
1.7.2. Instrumentos .....	7
1.7.2.1. Análisis Data.....	7
1.7.2.2. Observación .....	7
1.7.3. Población.....	7
1.7.4. Estrategia.....	7
1.7.4.1. Contacto con la zona de estudio.....	7
1.7.4.2. Toma de datos .....	8
1.7.5. Análisis y procesamiento de Datos .....	8
1.7.6. Criterios para el manejo de resultados .....	8
2. CAPITULO II MARCO TEORICO .....	9
2.1. MARCO REFERENCIAL.....	9
2.2. GLOBALIZACIÓN.....	11
2.3. COMPETITIVIDAD .....	12
2.3.1. Ventaja competitiva.....	13
2.3.2. Competencia; Estrategia competitiva.....	14
2.4. OPTIMIZACIÓN .....	15
2.5. CALIDAD Y MEJORA CONTINUA: .....	16
2.5.1. Implicaciones de calidad .....	18
2.5.2. Costo de la calidad .....	19
2.5.3. Administración de la calidad total (TQM).....	19
2.6. DELEGACIÓN DE AUTORIDAD EN LOS EMPLEADOS .....	21
2.7. PUNTO DE COMPARACIÓN .....	22
2.8. JUSTO A TIEMPO (JIT) .....	22
2.9. MAPAS DE ESTRATEGIAS .....	23
2.9.1. Características de los Mapas Estratégicos.....	24
2.10. SISTEMAS DE MANTENIMIENTO.....	25
2.11. EL BORO.....	26
2.11.1. ACIDO BORICO (H3BO3) .....	27
2.11.1.1. APLICACIONES DEL ACIDO BORICO:.....	27
3. CAPITULO III ANÁLISIS SITUACIONAL .....	29
3.1. LA EMPRESA .....	29

3.1.1.	Rubro .....	29
3.1.2.	Producción Histórica .....	29
3.1.3.	Misión.....	32
3.1.4.	Visión .....	32
3.1.5.	Valores .....	32
3.1.6.	Organigrama de operaciones .....	32
3.2.	ANÁLISIS DE DATA HISTORICA .....	36
3.2.1.	Capacidad de maquina .....	36
3.2.1.1.	Año 2011.....	37
3.2.1.2.	Año 2012.....	42
3.2.1.3.	Año 2013.....	47
3.2.1.4.	Año 2014.....	52
3.2.1.5.	Comparativo años 2011 al 2014 .....	57
3.2.2.	Eficiencia de la línea .....	59
3.2.2.1.	Año 2011.....	60
3.2.2.2.	Año 2012.....	63
3.2.2.3.	Año 2013.....	66
3.2.2.4.	Año 2014.....	69
3.2.3.	Principales problemas del análisis de data: .....	72
3.3.	ANÁLISIS DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO .....	74
3.3.1.	Programas de mantenimiento .....	76
3.3.2.	Tipos de mantenimiento establecidos .....	80
3.3.2.1.	Mantenimiento preventivo:.....	80
3.3.2.2.	Mantenimiento correctivo:.....	81
3.3.3.	Análisis visual .....	82
3.3.3.1.	Bomba de agua de proceso: .....	82
3.3.3.2.	Agitador tanque de solución .....	83
4.	CAPITULO IV ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA .....	84
4.1.	ANÁLISIS AL RECURSO HUMANO .....	84
4.1.1.	Metodología de recolección .....	84
4.1.2.	Metodología de procesamiento de datos .....	85
4.1.3.	Información Obtenida .....	85
4.1.4.	Principales problemas del análisis de Capital humano .....	97
4.2.	ANÁLISIS DE PROCESOS .....	99
4.2.1.	Difusor.....	99
4.2.2.	Intercambiadores de calor .....	100
4.2.3.	Serpentín de Reactor .....	101
4.2.4.	Tanque de agua madre.....	102
4.2.5.	Línea de solución .....	103
4.2.6.	Ducto de mineral .....	104
4.2.7.	Bomba de Petróleo .....	105
4.2.8.	Tanque de solución.....	106
4.2.9.	Válvulas de descarga.....	107
4.2.10.	Ducto de chimenea .....	108
4.2.11.	Lona de filtración.....	109
4.2.12.	Malla de tamizado de mineral .....	110
4.2.13.	Manguera peristáltica: .....	111
4.3.	EQUIPOS CRÍTICOS .....	112
4.3.1.	Análisis de Equipos Críticos .....	115
4.4.	Fallas de mantenimiento.....	117

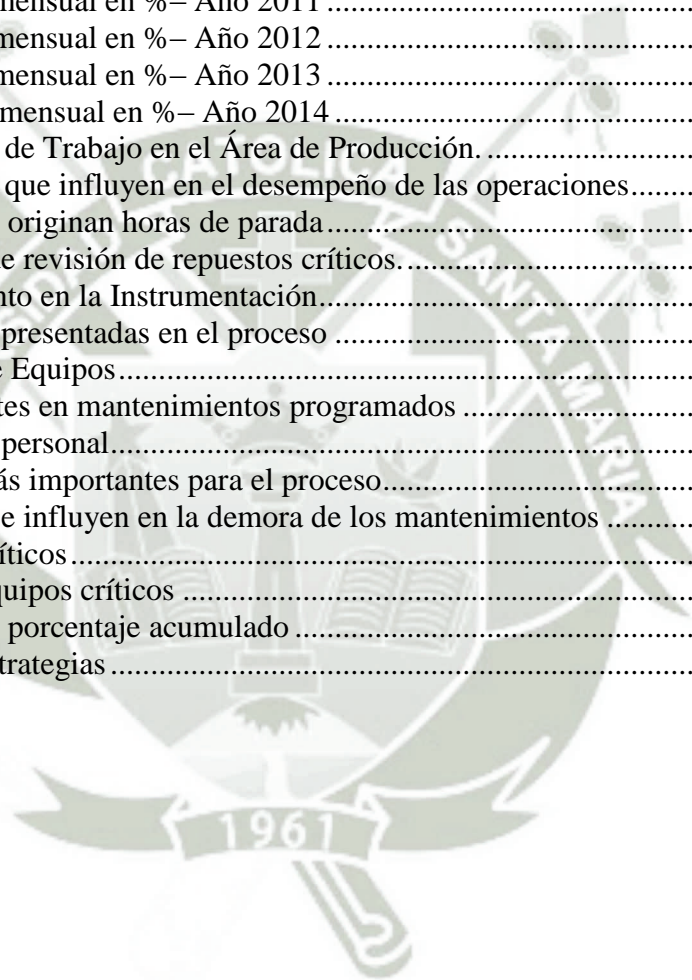
4.4.1. Análisis de fallas de equipos .....	120
4.5. ANALISIS DE FACTORES MEDIANTE PARETO.....	122
5. CAPITULO V: PROPUESTA DE OPTIMIZACION .....	130
5.1. PROPOSITO .....	130
5.2. OBJETIVOS .....	130
5.3. INDICADORES .....	130
5.4. METODOLOGÍA.....	134
5.4.1. Mapa de estrategias .....	136
5.4.2. Estrategias por Indicadores .....	139
5.4.3. Metas por Estrategias .....	141
5.4.4. Actividades por estrategias.....	143
5.4.5. Costos por estrategias.....	145
5.4.6. Beneficios de las estrategias.....	147
5.4.7. Indicadores Estimados.....	149
5.4.8. Optimización de Indicadores.....	151
5.5. ANALISIS COSTO – BENEFICIO .....	152
5.6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	155
5.7. SEGUIMIENTO Y CONTROL .....	156
5.8. FORMATOS DE CONTROL DE MANTENIMIENTO.....	156
5.8.1. Formato Orden de Trabajo .....	157
5.8.2. Formato fichas técnicas .....	159
5.8.3. Formato de lubricación de equipos .....	161
5.8.4. Formato de mantenimiento preventivo maestro.....	163
5.8.5. Formato historial de equipos .....	165
5.8.6. Formato Inspección de equipos.....	167
5.8.7. Protocolo para el desarrollo del mantenimiento preventivo: .....	169
CONCLUSIONES .....	171
RECOMENDACIONES .....	173
ANEXOS.....	175
REFERENCIAS.....	181

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1 Variables e Indicadores .....	5
Cuadro 3.1.1. Producción total por año.....	30
Cuadro 3.1. Capacidad de la Maquina – Año 2011 .....	37
Cuadro 3.2. Capacidad de la Maquina – Año 2012 .....	42
Cuadro 3.3. Capacidad de la Maquina – Año 2013 .....	47
Cuadro 3.4. Capacidad de la Maquina – Año 2014 .....	52
Cuadro 3.5. Eficiencia mensual en % – Año 2011.....	60
Cuadro 3.6. Eficiencia mensual en % – Año 2012.....	63
Cuadro 3.7 Eficiencia mensual en % – Año 2013.....	66
Cuadro 3.8. Eficiencia mensual en % – Año 2014.....	69
Cuadro 4.1. Condiciones de Trabajo .....	86
Cuadro 4.2. Necesidades para el desempeño .....	87
Cuadro 4.3. Factores que originan horas de parada .....	88
Cuadro 4.4. Frecuencia de revisión de repuestos críticos .....	89
Cuadro 4.5. Capacidad de los Equipos.....	90
Cuadro 4.6. Dificultades en el proceso .....	91
Cuadro 4.7. Criticidad de Equipos .....	92
Cuadro 4.8. Inconvenientes en mantenimientos programados.....	93
Cuadro 4.9. Aportes del personal .....	94
Cuadro 4.10. Factores más importantes para el proceso .....	95
Cuadro 4.11. Factores que influyen en la demora de los mantenimientos.....	96
Cuadro 4.12. Equipos Críticos .....	113
Cuadro 4.13. Fallas de Mantenimiento .....	118
Cuadro 4.14.A. Análisis de Factores Mediante Grafico de Pareto .....	123
Cuadro 4.14.B. Análisis de Factores Mediante Grafico de Pareto.....	124
Cuadro 4.15. Factores Mediante Grafico de Pareto .....	125
Cuadro 4.16. Factores en Porcentaje Acumulado .....	127
Cuadro 5.1. Indicadores .....	131
Cuadro 5.2. Indicadores Actuales .....	132
Cuadro 5.3. Distribución de indicadores según el mapa de estrategias .....	134
Cuadro 5.4. Estrategias por Indicador .....	139
Cuadro 5.5. Metas por estrategia.....	141
Cuadro 5.6. Actividades por Estrategia.....	143
Cuadro 5.7. Costo por Estrategia .....	145
Cuadro 5.8. Beneficios por Estrategia.....	147
Cuadro 5.9. Indicadores Estimados.....	149
Cuadro 5.10. Diferencia de Indicadores .....	151
Cuadro 5.11. Análisis Costo-Beneficio.....	153
Cuadro 5.12. Cronograma de Actividades .....	155

## INDICE DE GRAFICOS

Grafico 3.1. Producción total por año .....	30
Gráfico 3.1. Capacidad de la Maquina en % – Año 2011 .....	38
Gráfico 3.2. Horas de Parada por mes– Año 2011 .....	40
Gráfico 3.3. Capacidad de la Maquina en % – Año 2012 .....	43
Gráfico 3.4. Horas de Parada por mes– Año 2012 .....	45
Gráfico 3.5. Capacidad de la Maquina en % – Año 2013 .....	48
Gráfico 3.6. Horas de Parada por mes– Año 2013 .....	50
Gráfico 3.7. Capacidad de la Maquina en % – Año 2014 .....	53
Gráfico 3.8. Horas de Parada por mes– Año 2014 .....	55
Grafico 3.9. Comparativo de horas de parada 2011-2012-2013-2014 .....	57
Gráfico 3.10. Eficiencia mensual en %– Año 2011 .....	61
Gráfico 3.11. Eficiencia mensual en %– Año 2012 .....	64
Gráfico 3.12. Eficiencia mensual en %– Año 2013 .....	67
Gráfico 3.13. Eficiencia mensual en %– Año 2014 .....	70
Grafico 4.1. Condiciones de Trabajo en el Área de Producción. ....	86
Gráfico 4.2. Necesidades que influyen en el desempeño de las operaciones.....	87
Gráfico 4.3. Factores que originan horas de parada .....	88
Gráfico 4.4. Frecuencia de revisión de repuestos críticos.....	89
Gráfico 4.5. Mantenimiento en la Instrumentación.....	90
Gráfico 4.6. Dificultades presentadas en el proceso .....	91
Gráfico 4.7. Criticidad de Equipos .....	92
Gráfico 4.8. Inconvenientes en mantenimientos programados .....	93
Gráfico 4.9. Aportes del personal.....	94
Gráfico 4.10. Factores más importantes para el proceso.....	95
Gráfico 4.11. Factores que influyen en la demora de los mantenimientos .....	96
Grafico 4.12 Equipos Críticos .....	115
Grafico 4.13 Fallas de Equipos críticos .....	120
Gráfico 4.13. Factores en porcentaje acumulado .....	128
Grafico 5.1. Árbol de Estrategias .....	137



## INDICE DE ESQUEMAS

Esquema 2.1. Calidad – Mejora Continua.....	17
Esquema 2.2. Mapa de estrategias .....	24
Esquema 3.2. Organigrama de operaciones .....	33
Esquema 3.3 Diagrama de Operaciones (DAP) del Acido bórico .....	34
Esquema 3.3. Problemas del análisis de Data .....	72
Esquema 3.3. Organigrama de operaciones .....	75
Esquema 4.1. Problemas del análisis de Capital Humano .....	97



## INDICE DE IMAGENES

Imagen 4.1. Difusor.....	99
Imagen 4.2. Intercambiador de calor.....	100
Imagen 4.3. Serpentin de Reactor .....	101
Imagen 4.4. Tanque de agua madre.....	102
Imagen 4.5. Línea de solución .....	103
Imagen 4.6. Ducto de mineral .....	104
Imagen 4.7. Bomba de petróleo .....	105
Imagen 4.8. Tanque de solución.....	106
Imagen 4.9. Válvulas de descarga.....	107
Imagen 4.10. Ducto de chimenea .....	108
Imagen 4.11. Lona de filtración .....	109
Imagen 4.12. Malla de tamizado de mineral .....	110
Imagen 4.13. Manguera peristáltica .....	111



## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Búsqueda de inversión.....	176
Anexo 2 Contratación de empresa tercera: .....	176
Anexo 3 Capacitación de personal: .....	177
Anexo 4 Implementación de programa: .....	177
Anexo 5 Inspección y análisis de equipos:.....	178
Anexo 6 Implementación de sobretiempo:.....	178
Anexo 7 Identificación de stocks y repuestos .....	179
Anexo 8 Beneficio.....	180



## RESUMEN

El presente proyecto de tesis empleara una metodología de trabajo de acuerdo a los conocimientos académicos que nos brinda la Ingeniería Industrial con la finalidad de analizar las deficiencias de La Empresa dedicada a la elaboración de producto bóricos y asimismo elaborar un conjunto de propuestas que permitan llegar a la optimización del sistema de mantenimiento.

Para esto, se dividió la tesis en 5 capítulos los cuales abordaran en conjunto el objeto de estudio del presente trabajo.

Al comprobar la factibilidad de la propuesta de optimización, con un beneficio de S/. 205,600.00 contra un costo de S/. 103,354.16, permite afirmar que el proyecto es aceptable luego de haber comparado el ahorro que tendríamos aplicando los indicadores con la situación actual y lo óptimo que tendría que medir la empresa.

Para esto, se realizó la propuesta de optimización tomando como base el árbol de estrategias que nos permitirá una mejora considerable del sistema de mantenimiento actual. Luego de analizar y evaluar la situación actual del sistema de mantenimiento de la línea 1 de producción de la empresa por medio de los análisis de Data, capital humano, visual, y de factores mediante gráfico de Pareto, dio como resultado un aumento en las horas de parada imprevistas en un 8.64% entre el 2011 y 2012, y un 9.46% entre el 2012 y 2013, lo que nos indica que existe una deficiencia en los sistemas de mantenimiento. Luego de determinar los indicadores de desempeño de la línea 1, el más relevante fue el número de mantenimientos efectuados en comparación con los planificados ya que actualmente se vienen realizando 3 mantenimientos por mes siendo un 50% más de lo esperado por la empresa.

Después de los análisis previos, se desarrolló una propuesta que va a permitir la optimización de los indicadores de línea 1, utilizando como herramienta el árbol de estrategias o mapa de estrategias, un elemento importante del balanced scorecard, el cual nos da como resultado una optimización del 34.46% de los indicadores estimados en comparación a los actuales. Se determinaron y analizaron los beneficios cualitativos de cada una de las estrategias propuestas teniendo un total de 9 beneficios. Al final de todos los análisis, se determinó el costo beneficio de la propuesta, obteniendo un beneficio aproximado de S/. 205,600.00, para un costo de inversión, lo que nos daría S/. 102,245.84 de ahorro reflejado como ingreso.

**Palabras clave:** Gestión de Mantenimiento, Optimización, Calidad y Mejora Continua

## 1. CAPITULO I PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Es posible que la realización de una propuesta de mejora del sistema de mantenimiento para la línea 1, ayude a lograr la optimización que se reflejará en una ventaja competitiva asegurando su sostenibilidad en el tiempo?

#### 1.1.1. Descripción del Problema

En la actualidad, las empresas buscan la optimización necesaria que los lleven a cumplir sus metas y objetivos que los sitúen en un nivel superior al de sus más cercanos competidores.

Cuando la empresa define su visión como elemento guía en la marcha de las operaciones, cuando busca establecer con precisión donde quiere llegar y cómo, y transmitirlo a todos sus miembros, implementar una “**mejora continua**” se vuelve una decisión clave para superar sus deficiencias más relevantes y así lograr un mejor posicionamiento en el mercado internacional.

Nuestra empresa, objeto de la investigación, tal como ocurre en muchas otras industrias en el mercado internacional, presenta ciertas deficiencias que ponen en riesgo su nivel de competitividad y su posición frente a los clientes.

**Las paradas imprevistas** de planta son un claro ejemplo de lo mencionado anteriormente. Equipos en mal estado, materiales e insumos que no cumplen con los estándares de la empresa, **cortes de energía imprevistos y no contar con un sistema de cambio de energía al segundo**, (más que todo con el mantenimiento del grupo electrógeno) son sin duda, los principales problemas que se pueden mencionar con respecto a la operación de la línea 1. La carencia de un mantenimiento preventivo y predictivo perjudica el normal desarrollo de las operaciones.

Un factor que incide mucho frente al posicionamiento en el mercado internacional, es la **calidad** del producto final. Reclamos generados por clientes insatisfechos son un duro golpe al corazón de la organización. Corregir y evitar estos reclamos son un dolor de cabeza cuando de determinar la causa raíz se trata. El hecho de perder ventas por este problema es una de las situaciones difíciles que se debe enfrentar y superar.

Otro factor y no menos importante a los anteriores es lograr el máximo de la capacidad productiva sin afectar los costos ni la calidad del producto final. El aumento de las toneladas producidas diariamente son uno de los principales objetivos de la organización que busca producir más con menos recursos: *Aumento de la eficiencia productiva.*

Actualmente, superar estas deficiencias es el principal problema de una organización que está en crecimiento y que no quiere ser menos que las demás.

### 1.1.2. **Justificación del Problema**

La realización de la presente investigación tiene como propósito, optimizar el sistema de mantenimiento en línea 1 y así lograr una mejora continua que permita incrementar la capacidad productiva, reduciendo imprevistos que puedan afectar la calidad con el fin de mantener una ventaja competitiva sostenible a través del tiempo.

Sin lugar a dudas, las nuevas tecnologías han llevado consigo un cambio espectacular y drástico en todas las empresas. En los últimos años cabe destacar a Internet como el elemento revolucionario, seguido de la telefonía móvil y muchos equipos en instrumentos de última generación que hacen más fácil la elaboración de diferentes productos a nivel mundial.

Es importante llevar a cabo esta investigación ya que La Empresa cuenta con la capacidad para poder aprovechar las oportunidades que se presentan en la actualidad, pero debido a la resistencia al cambio de la dirección anterior no se pudo lograr.

Se busca determinar estrategias que logren llevar a la empresa a tener una ventaja competitiva frente a su competencia aprovechando las oportunidades propias como empresa, optimizando el rendimiento de la línea de producción 1.

### 1.1.3. Tipo del Problema de Investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo NO EXPERIMENTAL con características DESCRIPTIVAS y EXPLICATIVAS, lo cual permite diagnosticar y evaluar el problema planteado por lo que de esta manera se puede proponer lineamientos para identificación y análisis del problema en estudio y la propuesta del planeamiento estratégico de gestión que permita la mejora mencionada.

### 1.1.4. Campo, Área y Línea

Campo : Gestión de Producción y mantenimiento.

Área : Línea 1 de Producción

Línea : Optimización.

### 1.1.5. Interrogantes Básicas

- ¿Cuál es la situación actual de la Línea 1 de producción en la Empresa?
- ¿Cuáles son los indicadores de desempeño de la Línea 1 de Producción?
- ¿Cuál será la propuesta planteada que permita optimizar el sistema de mantenimiento de la Línea 1?
- ¿Cuáles son los beneficios que obtendrá la empresa con la implementación de la propuesta?
- ¿Cuál será el Costo – Beneficio de la Propuesta?

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. Objetivo General

Plantear una propuesta para optimizar del sistema de mantenimiento de la Línea 1 de producción que permita la mejora de la misma.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- Analizar y evaluar la situación actual del sistema de mantenimiento de la Línea 1 de producción en la empresa.
- Determinar los indicadores de desempeño de la Línea 1 de producción en la Empresa.
- Desarrollar la propuesta que permita la optimización de los indicadores de la Línea 1
- Determinar y analizar los beneficios que obtendrá la empresa con la implementación de la propuesta.
- Determinar el Costo – Beneficio de la Propuesta.

## 1.3. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación tiene un carácter multifuncional: cumplir los objetivos propuestos con la finalidad de lograr una mejora en la organización, no solo con la instalación de nuevos equipos o implementación de nuevas ideologías en mantenimiento o logística, sino también con el cambio de mentalidad de los miembros la línea 1 de producción.

Se tiene acceso total y fiable a la información necesaria para la investigación. Las fuentes de información disponibles para el desarrollo de la propuesta son:

**Fuentes primarias:** Data de La Empresa, Observación directa.

**Fuentes secundarias:** Documentos bibliográficos, entrevista con los responsables.

Debido a que el presente estudio lo realizaré íntegramente sin ayuda y por tener acceso a la información de la empresa, este será subvencionado por mi persona, de modo que será considerado económicamente factible para su realización.

#### 1.4. VARIABLES E INDICADORES

**Cuadro 1.1 Variables e Indicadores**

VARIABLE	INDICADOR	SUB INDICADOR
Variable Independiente "Propuesta optimización del sistema de mantenimiento"	RECURSOS HUMANOS	Capacitaciones
		Cantidad
	PROCEDIMIENTOS	Inspecciones
		Seguimiento
	MANTENIMIENTO	Número de mantenimientos efectuados
		Cumplimiento de los programas
Variable Dependiente "Optimización de la Línea 1 de Producción"	EQUIPOS	Eficiencia de equipos
		Número de fallas
		Número de Equipos Obsoletos
	TIEMPO	Tiempo de ejecución de los mantenimientos
	MATERIALES	Número de Materiales Planificados
		Número de Materiales obsoletos.

Fuente: Elaboración Propia

## 1.5. HIPÓTESIS

Dado que la situación en la que actualmente se encuentra la Línea 1 de producción; la propuesta de optimización del sistema de mantenimiento pueda lograr un aumento en el rendimiento de la producción y mejorar el desempeño de una empresa dedicada a la elaboración de insumos químicos.

## 1.6. ALCANCES

Se quiere realizar una propuesta de optimización del sistema de mantenimiento de la línea 1 de producción que permita la optimización de la misma. El presente estudio se va a realizar en La Empresa.

Se considera que el tiempo total destinado para la recolección de datos y análisis de la información será de aproximadamente 6 meses.

## 1.7. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

### 1.7.1. Técnicas

Con la finalidad de recopilar los datos necesarios y extraer información para la investigación del problema objeto de estudio, se utilizarán instrumentos como inspección de registros (revisión in situ) y observación. Estas técnicas servirán para complementar el trabajo y ayudar a asegurar una investigación completa.

Es así, que para tener una visión más concreta del funcionamiento de los instrumentos para la recolección de datos, estos serán explicados brevemente.

## 1.7.2. Instrumentos

### 1.7.2.1. Análisis Data

Por medio del análisis de la data actual de la empresa, buscaremos obtener respuestas y tendencias de la Línea 1 de producción, sus costos, paradas, equipos, etc.

Se pretende que se puedan obtener datos precisos con respecto al tema de investigación, relacionando las variables propuestas para el mismo. Para esto, se hace necesario obtener la información correcta por parte de la empresa y el mejor análisis de la misma.

### 1.7.2.2. Observación

Se llevará a cabo en lugares estratégicos de la Línea de producción en estudio.

## 1.7.3. Población

Se considera como población para la investigación a todos los miembros del área de operación de la línea 1, para conocer su trabajo en relación con la Línea en mención y como afecta.

## 1.7.4. Estrategia

Se formularán estrategias con la finalidad de estructurar el mecanismo de la investigación

### 1.7.4.1. Contacto con la zona de estudio

- Preparar los instrumentos para la toma de datos mencionados anteriormente (análisis data, análisis, observación).

#### **1.7.4.2. Toma de datos**

- Se va a realizar un diagnóstico de acuerdo a las características de la investigación. La recolección deberá ser integral tratando de profundizar el problema a investigar. Horas de parada, equipos críticos, frecuencias de mantenimiento, programas de mantenimientos, etc.
- Se realizará la recopilación de datos cumpliendo el rol de fechas establecido por los responsables de la empresa y el investigador.

#### **1.7.5. Análisis y procesamiento de Datos**

- Se hará uso de cuadros y gráficos para mostrar visualmente el problema investigado.
- Se determinará cuáles son las ventajas y desventajas de la investigación y el análisis a los resultados.
- Excel, Encuestas

#### **1.7.6. Criterios para el manejo de resultados**

Los resultados obtenidos serán fundamentales para su posterior análisis, es por eso que estos deberán ser tomados con sumo cuidado y llevados a análisis utilizando métodos que permitan vislumbrar la situación actual y en consecuencia poder generar una propuesta de mejora que cumpla con los objetivos propios de La empresa motivo de nuestro estudio.

En esta investigación se hará uso de herramientas de gestión para determinar cuáles son los principales factores de influencia en la toma de decisiones de mejora de la Linea1 en la empresa.

## 2. CAPITULO II MARCO TEORICO

### 2.1. MARCO REFERENCIAL

✓ Rodríguez, M. (2012). Propuesta de mejora de la Gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de Equipos de Acarreo de una Empresa Minera de Cajamarca. Universidad Privada del Norte.

Tiene como objetivo general la mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca permitiendo lograr incrementar la disponibilidad mecánica en dichos equipos. 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. Al comprobar la factibilidad de la propuesta de mejora con un VAN de \$ 15'402,040.02 siendo mayor que cero, permite afirmar que el proyecto rinde una tasa mayor que la exigida y por ende el proyecto es aceptable luego de haber comparado el ahorro que tendríamos aplicando los indicadores con la situación actual y lo óptimo que tendría que medir la empresa

✓ Domínguez, S. (2010). Propuesta de Mejora del Sistema de Mantenimiento de una Terminal Marítima de Graneles. Universidad Politécnica de Valencia.

La finalidad del presente Trabajo Fin de Máster es el profundo estudio del actual sistema de gestión del mantenimiento de una Terminal Marítima de Graneles y, fruto de su detallado análisis, la elaboración de una propuesta racional que permita mejorar sus resultados en este departamento y abrir así nuevas vías de desarrollo encaminadas a optimizar esta importante área dentro de la empresa. Por consiguiente, el objetivo fundamental se centra en elaborar y documentar un conjunto de procedimientos y registros que sean capaces de sintetizar una propuesta organizada y metódica de

trabajo cuyo fin sea la obtención de herramientas de gestión y de control del departamento.

- ✓ Benitez, J. & Chavez, L. (2009). Propuesta para mejorar la Gestión del Mantenimiento Industrial en la Empresa COVE RAMSA S.A. de C.V. Instituto Politécnico Nacional.

Este Proyecto de tesis emplea una metodología de trabajo de acuerdo a los conocimientos académicos que nos brinda la ingeniería industrial, arrojando los datos duros que permitirán analizar las deficiencias en la empresa COVE RAMSA S.A. de C.V. y, así mismo, construir una serie de propuestas enfocadas a la mejora en la administración de su mantenimiento industrial. Por lo cual, se dividió el proyecto de tesis en cinco capítulos.



## 2.2. GLOBALIZACIÓN

En la actualidad, la palabra globalización tiene muchos significados. La Real Academia de la Lengua la define como “tendencia de los mercados y de las empresas a extenderse, alcanzando una dimensión mundial que sobrepasa las fronteras nacionales<sup>1</sup>”. Esto ocurre con casi todas las empresas transnacionales que buscan la internacionalización de sus productos con el fin de llegar a todo el mundo.

El fondo monetario internacional la define como una interdependencia económica que va en aumento entre los países<sup>2</sup>. El origen de esta situación es el aumento de la variedad y el volumen de las transacciones de bienes y servicios, flujo de capitales y la difusión acelerada de la tecnología.

Pero la globalización no se enfoca solo a su concepción económica sino que va mucho más allá, siendo esta un proceso tecnológico, social y cultural a gran escala que ha abierto espacios de integración activa o incluso unificación de países o territorios.

Las principales ventajas y desventajas de la globalización son las siguientes.

- Mejor acceso universal a la cultura y la ciencia: mayor interacción entre países. Intercambios de cultura y desarrollo.
- Desarrollo de los sistemas de comunicaciones globales que permiten tener una relación fluida entre países, entidades, empresas etc.
- Reducción de costos de producción y como consecuencia menor precio de productos y más calidad originando por el aumento de competitividad y economías de escala. Esto se ha conseguido principalmente a través de técnicas como Just in Time, fabricación flexible, calidad total, mejora continua etc.
- Mayores preferencias, disponibilidad y poder de elección en cuanto a bienes y servicios por parte del ciudadano.

---

<sup>1</sup> Diccionario de la lengua Española: 22ª Edición

<sup>2</sup> Fondo monetario internacional. Artículo 2015

Pero, como la contra parte de esto, se puede mencionar lo siguiente:

- Aumento de los desequilibrios económicos, sociales y territorios ya que se produce una desigualdad social a través concentración de la riqueza.
- Influye directamente sobre los recursos naturales renovables y no renovables como consecuencia produce daños al ecosistema e influye sobre el calentamiento global.
- Intercambio desigual entre los países en desarrollo y los desarrollados ,estos últimos fijan los precios de los materias primas que necesitan sin beneficiar a los países en vías de desarrollo

La globalización es un proceso imparable que ha contribuido positivamente en muchos aspectos y negativamente en otros.

Pero enfocándonos más al lado empresarial, la globalización encierra muchos otros aspectos que van directamente relacionados al crecimiento y desarrollo de las industrias.

### **2.3. COMPETITIVIDAD**

Para Michael Porter, la competitividad se vincula a la capacidad de conseguir el bienestar y por lo tanto está determinada por el nivel de productividad con la que una nación, región o clusters, utilizan sus recursos naturales, humanos y de capital.<sup>3</sup>

Esta definición va relacionada a la política empresarial de la organización materia de nuestro estudio: buscar el bienestar propio y social con el uso controlado de los recursos naturales y humanos.

Medir la competitividad no es fácil, se debe tener en cuenta diversos factores para definirla, analizarla y cuantificarla. Por ejemplo es diferente medir la competitividad de una empresa o de un proceso de producción

---

<sup>3</sup> PORTER MICHAEL, "Estrategia Competitiva, Técnicas para el análisis de la empresa y sus competidores. (2012)

específico, que medir la competitividad de un país, o del procedimiento de registro de una propiedad.

Toda empresa que compite en un sector industrial posee una estrategia competitiva, ya sea explícita o implícita. Esta estrategia pudo haber sido desarrollada explícitamente mediante un proceso de planeación o pudo haberse originado en forma implícita a través de la actividad agregada de los diferentes departamentos funcionales de la empresa. Cada departamento funcional inevitablemente seguirá los enfoques dictados por su orientación profesional y las motivaciones de quienes están a cargo.

La creciente importancia de la planeación formal estratégica ha enfatizado interrogantes que desde hace mucho han sido la preocupación de los directores:

- ¿Qué es lo que mueve a la competencia en el sector o ramo industrial en donde pertenece nuestra organización?
- ¿Qué acciones son probables que tome la competencia y cuál es la mejor forma de responder?
- ¿Cómo evolucionara mi sector industrial y como puede colocarse mejor la empresa para competir a largo plazo?

### 2.3.1. **Ventaja competitiva**

La ventaja competitiva es el aspecto esencial del desempeño en los mercados competitivos<sup>4</sup>.

Si nuestra organización quiere estar dentro de la competencia internacional, debe tener claro este concepto para mejorar su rendimiento.

Sin embargo, tras varias décadas de una expansión y prosperidad vigorosa, muchas compañías, así como la que se esta estudiando, perdieron de vista la ventaja competitiva en su afán de crecer y diversificarse. En todo el mundo, las empresas han visto disminuir

---

<sup>4</sup> PORTER MICHAEL, "Ventaja competitiva" Edición 2009

su crecimiento y enfrentan a competidores nacionales y globales que actúan hasta lo máximo de su capacidad.

La ventaja competitiva proviene fundamentalmente del valor que una empresa logra crear para sus clientes. Puede traducirse en precios más bajos que los de los competidores por beneficios equivalentes o por ofrecer beneficios especiales que compensan con creces un precio más elevado.

Desde hace mucho tiempo, el control de costos ha sido el objetivo de la empresa para crecer y obtener más ganancias gastando menos.

No se puede entender la ventaja competitiva si se examina la empresa en su conjunto. La ventaja nace de muchas actividades discretas que ejecuta al diseñar, fabricar, comercializar, entregar y apoyar su producto. Cada una de ellas contribuye a su posición relativa en costos y sienta las bases de la diferenciación.

### **2.3.2. Competencia; Estrategia competitiva**

El término puede tener varios sentidos:

“Competencia formal”= justificación y obligación (de tipo institucional) para desempeñar una actividad o tarea en un sistema organizado<sup>5</sup>

"Competencia técnica" = capacidad en conocimientos (propia de expertos, técnicos, personal cualificado) para realizar una serie de tareas (las del campo de que tratan esos conocimientos) y que es independiente de la competencia formal<sup>6</sup>.

Facultad o autorización para tomar decisiones que afectan a un sistema o a partes del sistema (procesos, actividades)

---

<sup>5</sup> COMPETITIVIDAD Y DESARROLLO; Evolución y perspectivas recientes(2011): CENTRUM, centro de negocios

<sup>6</sup> COMPETITIVIDAD Y DESARROLLO; Evolución y perspectivas recientes(2011): CENTRUM, centro de negocios

La competencia determina el éxito o fracaso de las empresas. También establecer la convivencia de las actividades que pueden favorecer su desempeño como innovaciones, una cultura cohesiva o una adecuada implementación. La estrategia competitiva es la búsqueda de una posición favorable dentro de una industria, escenario fundamental donde se lleva a cabo la competencia. Su finalidad es establecer una posición rentable y sustentable frente a las fuerzas que rigen la competencia en la industria.

La selección de la estrategia competitiva se funda en dos aspectos centrales:

- **El primero** es el atractivo de los sectores industriales desde la perspectiva de la rentabilidad y de los factores de que depende.
- **El segundo** aspecto son los factores de la posición competitiva que se ocupa dentro de un sector industrial.

#### 2.4. OPTIMIZACIÓN

Otro concepto relevante es la **optimización**, ya que todas las empresas se enfocan en este aspecto para lograr su crecimiento.

**El concepto de optimización** data de tiempos inmemorables y fue incluido en la empresa cuando el mercado comprador que caracterizó las primeras décadas de la revolución industrial comenzó a transformarse hasta convertirse en el mercado vendedor fuertemente competitivo de nuestros días.

Se puede definir como optimización al proceso de seleccionar, a partir de un conjunto de alternativas posibles, aquella que mejor satisfaga el o los objetivos propuestos<sup>7</sup>. Para resolver un problema de optimización se requieren dos etapas principales:

---

<sup>7</sup> HEIZER JAY, Y RENDER BARRY, "Principios de administración de operaciones" Quinta edición

- Formulación del Modelo
- Resolución y validación del modelo

La formulación del modelo de optimización no es un procedimiento formal estructurado, sino más bien es un proceso que requiere de experiencia y creatividad.

Una vez generado el modelo, la etapa siguiente es resolver y validar dicho modelo. Esta etapa puede considerarse suficientemente formalizada puesto que los modelos de problemas de optimización han sido muy estudiados y se han desarrollado innumerables métodos y estrategias para resolverlos.

Son muchos factores que pueden ayudar a la optimización de la empresa. Toma de tiempos, automatización, capacitaciones continuas son algunos ejemplos de estos factores que influyen directamente con el crecimiento empresarial de la organización.

## 2.5. CALIDAD Y MEJORA CONTINUA:

La calidad es una fórmula maravillosa para mejorar las operaciones. En términos generales, calidad se define a la capacidad de un bien o servicio para cumplir las necesidades del cliente<sup>8</sup>. Satisfacción del cliente es la principal meta de la organización.

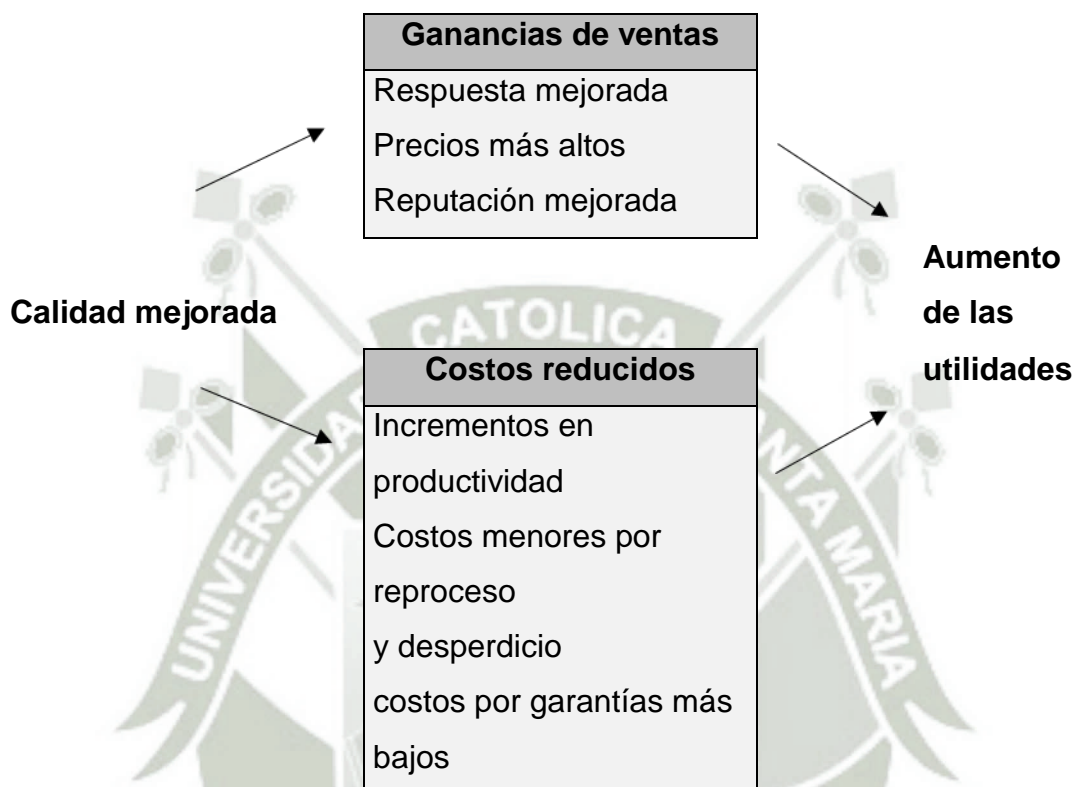
Los sistemas de administración de la calidad total se manejan mediante la identificación y satisfacción de las necesidades del cliente. Una administración de la calidad total cuida a su cliente. Por lo tanto, calidad se define como “la totalidad de rasgos y características de un producto o servicio que respaldan su habilidad para satisfacer las necesidades establecidas”.

Existen 2 formas en que la calidad mejora la rentabilidad de una organización:

---

<sup>8</sup> HEIZER JAY, Y RENDER BARRY, “Principios de administración de operaciones” Quinta edición

### Esquema 2.1. Calidad – Mejora Continua



Fuente: Elaboración Propia

*Una mejor calidad significa mejor desempeño, características más atractivas y otras mejoras*

### 2.5.1. Implicaciones de calidad

Además de ser un elemento decisivo en las operaciones, la calidad tiene otras implicaciones<sup>9</sup>:

- 1. Reputación de la compañía:** la organización espera que su reputación de la calidad la acompañe. La calidad se mostrara en las percepciones acerca de los nuevos productos, las prácticas laborales y las relaciones con los proveedores de la empresa
- 2. Responsabilidad del producto.** Las cortes piensan que las organizaciones que diseñan, producen o distribuyen productos o servicios fraudulentos son responsables de los daños o perjuicios que resulten de su uso. Alimentos contaminados, lámparas de noche que provoquen incendios, llantas que se despedazan derivarían en gastos legales gigantescos. Como se indico anteriormente, los reclamos de los clientes afectan directamente al corazón de la organización, creando una inestabilidad general.
- 3. Implicaciones globales:** En esta era tecnológica, la calidad es una preocupación internacional así como de la administración de operaciones. Para que país y compañía compitan de manera de manera efectiva en la economía global, los productos deben reunir las expectativas de calidad, diseño y precio. Los productos inferiores dañan la rentabilidad de la empresa y la balanza comercial de la nación.

---

<sup>9</sup> HEIZER JAY, Y RENDER BARRY, "Principios de administración de operaciones" Quinta edición

### 2.5.2. Costo de la calidad

Cuatro grandes categorías de costos se asocian con la calidad<sup>10</sup>.

Los costos de la calidad son:

- Costos de prevención: costos asociados con la reducción de partes o servicios defectuosos potenciales, como por ejemplo capacitaciones, programas de mejora de la calidad.
- Costos de evaluación: son los costos relacionados con la evaluación de los productos, procesos partes y servicios.
- Falla interna: costos que resultan al producir partes o servicios defectuosos antes de la entrega a los clientes.
- Costos externos: costos que ocurren después de la entrega de partes o servicios defectuosos.

### 2.5.3. Administración de la calidad total (TQM)

Es el énfasis que se pone en la calidad en toda la organización, desde el proveedor hasta el cliente<sup>11</sup>. TQM destaca el compromiso de la administración para dirigir continuamente a toda la compañía hacia la excelencia en todos los aspectos de productos y servicios que son importantes para los clientes.

TQM es importante porque las decisiones sobre la calidad influyen en cada una de las 10 decisiones que toman los administradores de operaciones. Cada decisión trata algún aspecto relacionado con la identificación o el cumplimiento de las expectativas del cliente. Satisfacer dichas expectativas exige el énfasis en la TQM si la empresa piensa competir como líder en los mercados mundiales. En la empresa en mención, TQM es un punto crítico que se debe atacar para estar a la vanguardia de la calidad.

<sup>10</sup> KOONTZ HAROLD Y WEIHRICH HEINZ, "Administración, una perspectiva global 11ª. Edición

<sup>11</sup> HEIZER JAY, Y RENDER BARRY, "Principios de administración de operaciones" Quinta edición

Existen 6 conceptos que la empresa debe tener claro para la implementación de la calidad total: 1.- mejora continua, 2.- delegación de autoridad en los empleados; 3.- punto de comparación; 4.- justo a tiempo; 5.- conceptos de Taguchi; 6.- conocimiento de las herramientas de TQM.

Mejora continua: en un proceso que permite visualizar un horizonte más amplio, donde se buscara siempre la excelencia y la innovación que llevara a la empresa a aumentar su competitividad, disminuir los costos, orientando los esfuerzos a satisfacer las necesidades expectativas de los clientes<sup>12</sup>.

Así mismo este proceso busca que el empresario sea un verdadero líder su organización, asegurando la participación de todos los involucrados en los procesos de la cadena productiva. Para ello, el empresario debe adquirir compromisos profundos, ya que él es el principal responsable de la ejecución del proceso y la más importante fuerza impulsadora de la empresa.

Para llevar a cabo un proceso de mejoramiento continuo tanto en un departamento determinado como en toda la empresa, se debe tomar en consideración que dicho proceso debe ser: económico, es decir, debe requerir menos esfuerzos que el beneficio que aporta, y acumulativo, que la mejora que se haga permita abrir las posibilidades de sucesivas mejoras a la vez que se garantice el completo aprovechamiento del nuevo nivel del desempeño logrado.

Aplicar el principio de Mejora Continua, conduce a las siguientes acciones:

- Hacer de la mejora continua en procesos, productos, servicios y sistemas un objetivo de cada individuo de la organización
- Aplicar los objetivos básicos tanto en mejora gradual como de mejora integral

---

<sup>12</sup> HEIZER JAY, Y RENDER BARRY, "Principios de administración de operaciones" Quinta edición

- Mediante la evaluación periódica frente a criterios establecidos para lograr la excelencia, identificar áreas de mejoras potenciales.
- Mejorar continuamente la eficiencia y efectividad de los procesos
- Promover actividades basadas en la prevención
- Promover a cada miembro del organismo con capacitación y entrenamiento adecuados en los métodos y herramientas de mejora continua.

## 2.6. DELEGACIÓN DE AUTORIDAD EN LOS EMPLEADOS

Significa involucrarlos en cada paso del proceso de producción<sup>13</sup>. Desde la alimentación hasta el embolsado final, los empleados deben estar comprometidos en todo sentido con el proceso operativo. Cuando ocurre una falta de cumplimiento, pocas veces es el trabajador el que está mal, o bien el producto estaba mal diseñado, el sistema que produce el producto estaba mal diseñado o el empleado estaba mal capacitado. Aun cuando el empleado puede ayudar a solucionar el problema, rara vez el empleado lo ocasiona.

Existen 5 técnicas que nos ayudan delegar autoridad:

1. Construcción de redes de comunicación que incluyen a los empleados u obreros
2. Desarrollo de supervisores abiertos y solidarios
3. Traslado de responsabilidades tanto de los gerentes como del personal administrativo a los empleados de producción.
4. Construcción de organizaciones con un estado de ánimo alto
5. Creación de estructuras formales de organización tales como equipos y círculos de calidad.

---

<sup>13</sup> HEIZER JAY, Y RENDER BARRY, "Principios de administración de operaciones" Quinta edición

## 2.7. PUNTO DE COMPARACIÓN

Más conocido como benchmarking es otro factor que debe estar en la organización de estudio. Implica la selección de un estándar demostrado de productos, servicios, costos o prácticas que representan el mejor desempeño de todos los procesos o actividades semejantes a las propias. La empresa debe guiarse de empresas con alta tecnología y buena posición en el mercado internacional. Los pasos para desarrollar un benchmarking son:

- Determinar que se quiere comparar
- Formar un equipo de benchmarking
- Identificar al personal del punto de comparación
- Recolectar y analizar la información del punto de comparación
- Actuar para igualar o superar el punto de comparación

## 2.8. JUSTO A TIEMPO (JIT)

Es un sistema que se diseña para producir y entregar bienes justo cuando se necesitan<sup>14</sup>. Se relaciona con la calidad en 3 formas:

- JIT reduce el costo de la calidad: esto ocurre porque el desperdicio, reproceso, la inversión en inventario y los costos por daños se relacionan de manera directa con el inventario que se tiene a mano. Como se tiene menos inventario, los costos son menores.
- JIT mejorar la calidad: en la medida que el JIT acorta tiempos de entrega, mantiene fresca la evidencia del error y limita el número de fuentes potenciales de error. Crea un sistema de advertencia temprana de los problemas de la calidad.
- Mejor calidad significa menos inventario y un mejor sistema JIT: a menudo el propósito de mantener un inventario es protegerse del mal desempeño de producción como resultado de una calidad poco fiable.

---

<sup>14</sup> HEIZER JAY, Y RENDER BARRY, "Principios de administración de operaciones" Quinta edición

## 2.9. MAPA DE ESTRATEGIAS

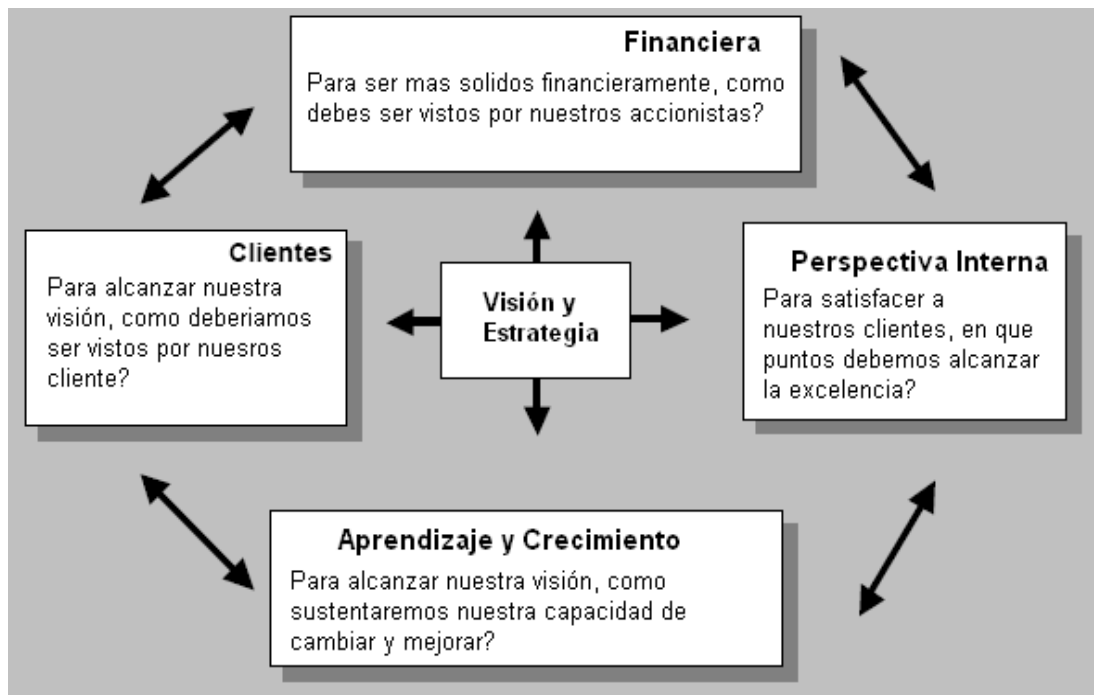
El mapa de estrategias es el eslabón que vincula la estrategia fundamental de la Empresa con los resultados obtenidos. El mapa aclara el panorama para que la estrategia principal y los resultados vayan de la mano.

Ayudan a entender la coherencia entre los objetivos estratégicos y permiten visualizar la estrategia de la empresa y ayuda a valorar la importancia de cada objetivo estratégico, ya que no los presenta agrupadas en perspectivas.

Las 4 perspectivas utilizadas son:

- **Perspectiva Financiera:** se enfoca en la creación de valor de largo plazo para el accionista y utiliza la estrategia de productividad para mejorar la estructura de costos actual.
- **Perspectiva del Cliente:** Se enfoca en llevar una propuesta de valor hacia el cliente. Esto quiere decir que dependiendo de como manejemos la organización, nuestros clientes o potenciales clientes, tendrán una idea de nuestro compromiso hacia ellos.
- **Perspectiva Interna:** Se enfoca en la mejora de los procesos operativos y de la administración de clientes que ayudan a crear los atributos de productos y servicios.
- **Perspectiva de Aprendizaje y Crecimiento:** esta perspectiva se enfoca más en el desarrollo del capital humano, de la información y de la cultura organizacional.

## Esquema 2.2. Mapa de estrategias



Fuente: Elaboración Propia

### 2.9.1. Características de los Mapas Estratégicos

1. Toda la información está contenida en una página, esto permite la comunicación estratégica de forma relativamente fácil.
2. Hay cuatro perspectivas: financiera, cliente, interna, aprendizaje y crecimiento
3. La perspectiva financiera observa la creación de valor a largo plazo para el accionista y utiliza una estrategia de productividad que busca mejorar la estructura de costos y la utilización de activos y una estrategia incremento de las oportunidades para ampliar y realzar el valor del cliente.

## 2.10. SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

Es una herramienta de planificación y control para la gestión eficaz del mantenimiento de todo equipo e instalación de industrias, empresas de servicio, gobierno, otros

Tiene como objetivo maximizar la productividad, ya que incrementa significativamente la disponibilidad de los activos de la empresa, además de deducir y controlar los costos de mantenimiento.

Actualmente existen variados sistemas para encarar el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación, algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir las fallas, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de las mismas haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en la etapa de diseño, introduciendo en estos últimos, las modalidades de simplicidad de diseño, diseño robusto, análisis de su mantenibilidad, diseño sin mantenimientos y otros.

**Los sistemas de mantenimiento se pueden clasificar en:**

**1. Mantenimiento de conservación:** Es el destinado a compensar el deterioro sufrido por el uso u otras causas. En este tipo de mantenimiento pueden diferenciarse:

- **Mantenimiento correctivo:** corrige los defectos o averías observadas en los equipos. Se diferencian dos tipos:

- a) **De emergencia:** es el que se realiza inmediatamente de percibir la avería y defecto con los medios disponibles.

- b) **Programado:** es el que después de detectarse la avería, se para el proceso productivo para posteriormente afrontar la reparación

- **Mantenimiento preventivo:** Es el destinado a garantizar la fiabilidad de equipos en funcionamiento antes de que pueda producirse un accidente o avería por deterioro. Dentro de este mantenimiento, se considera al mantenimiento predictivo en donde se

realizan las intervenciones prediciendo el momento en que las reparaciones deben efectuarse.

**2. Mantenimiento de actualización:** Cuyo propósito es compensar la obsolescencia tecnológica que en el momento de construcción no existían o no fueron tenidas en cuenta.

Normalmente coexisten varios de ellos en una misma empresa, ya que se trata de elegir el sistema que más convenga según el tipo de bien a mantener, la política de la empresa en esta materia, la organización del mantenimiento y la capacidad del personal y de los talleres, la intensidad del empleo de los bienes, el costo del servicio o las posibilidades de aplicación

### 2.11. EL BORO

El **boro** es un elemento químico de la tabla periódica que tiene el símbolo **B** y número atómico 5, su masa es de 10,811. Es un elemento metaloide, semiconductor, trivalente que existe abundantemente en el mineral bórax.

#### Usos del Boro:

- Una gran cantidad de boro se utiliza junto al tetraborato de sodio para aislar la fibra de vidrio. También se utiliza en muchos productos de limpieza de los detergentes y lejías.
- La mayoría del boro se utiliza para producir vidrio y cerámica. El vidrio de borosilicato tiene una resistencia excepcional a los golpes térmicos (cambios bruscos de temperatura que provocan que el vidrio se rompa).
- Los filamentos de boro se utilizan como materiales ligeros pero de alta resistencia en la creación de estructuras aeroespaciales. También se utiliza para producir algunos de palos de golf y cañas de pescar.
- Las protecciones de carburo de boro se pueden utilizar como barreras de control en los reactores nucleares. Esto evita que un reactor nuclear esté

fuera de control. El carburo de boro también se utiliza en los chalecos antibalas y blindaje de los tanques.

- Los boruros metálicos son muy fuertes y con frecuencia se aplican sobre una sustancia para aumentar su dureza.
- El boro es un parte de los imanes de neodimio, el tipo más fuerte de imán permanente. Estos imanes son utilizados en máquinas de imágenes por resonancia magnética, reproductores de CD y DVD, teléfonos móviles, temporizadores y más.
- El ácido bórico se utiliza a veces como un insecticida contra las hormigas, pulgas y cucarachas.
- El borato de sodio puede ser utilizado como un retardante de la combustión en plásticos y caucho.

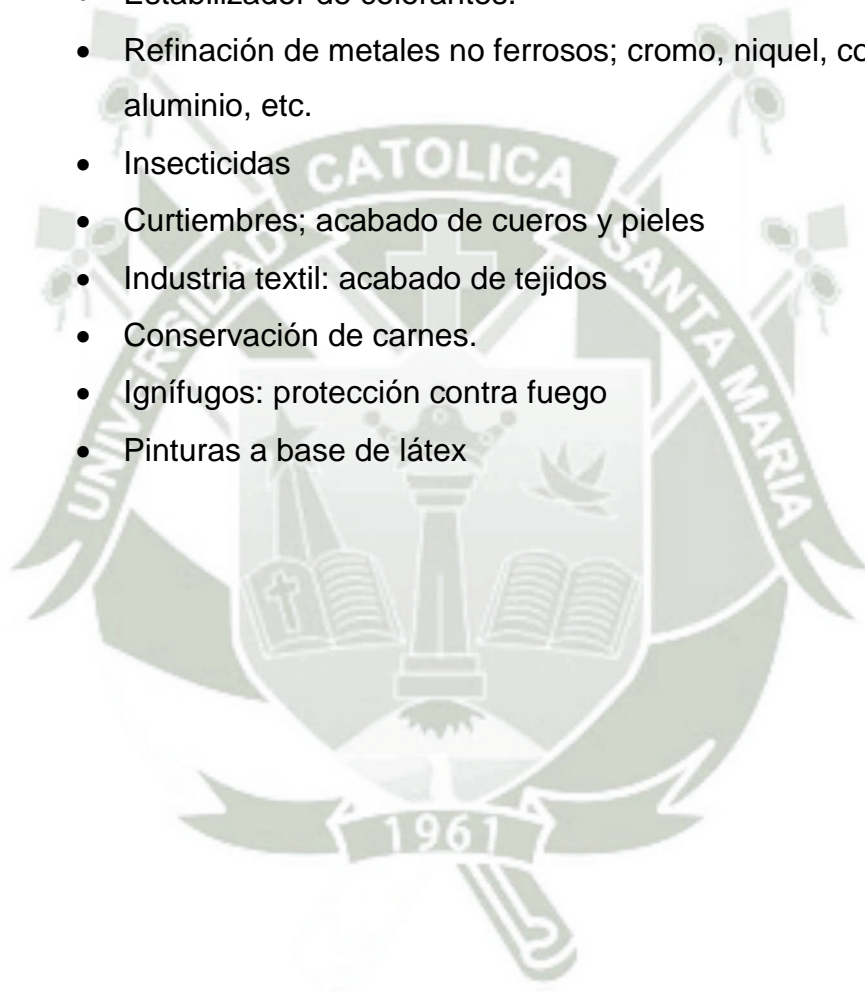
#### **2.11.1. ACIDO BORICO (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>)**

El ácido bórico o ácido Ortoborico, es un compuesto químico, ligeramente ácido. Es usado como antiséptico, insecticida, retardante de la llama y es empleado como precursor de otros compuestos químicos. Existe en forma cristalina (polvo de cristales blancos) que se disuelve fácilmente en agua. Su fórmula química es H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>. La forma mineral de este compuesto se denomina sassolita

##### **2.11.1.1. APLICACIONES DEL ACIDO BORICO:**

- Industrial del vidrio; borosilicatos y vidrios térmicos usados para material de laboratorio, tubos, vasos, termómetros, etc., enseres de cocina resistentes al calor como fuentes para horno y para llama directa, cafeteras, lecheras, etc., faros para automóviles, lentes para señales luminosas y semáforos, lentes para anteojos, cámaras fotográficas, telescopios, microscopios, etc. Fibra de vidrio usada como aislante térmico y acústico.
- Esmaltes: fabricación de superficies duras, durables y fácilmente lavables de cocinas, lavarropas, heladeras, bañeras, estufas, hornos, chapas para nomenclaturas de calles, etc.

- Fritas: esmaltes vítreos para la industria.
- Cerámica: azulejos, baldosas, tejas, etc.
- Productos químicos derivados: fluoboratos, fluoruros de boro, aleaciones de boro, carburo de boro, ferro-boro, etc., hidruros de boro, boranos, diboranos.
- Funguicidas
- Cosmética y farmacias: cremas, lociones y polvos faciales, dentífricos, anti-transpirantes, soluciones oftálmicas.
- Estabilizador de colorantes.
- Refinación de metales no ferrosos; cromo, níquel, cobre, plomo, aluminio, etc.
- Insecticidas
- Curtiembres; acabado de cueros y pieles
- Industria textil: acabado de tejidos
- Conservación de carnes.
- Ignífugos: protección contra fuego
- Pinturas a base de látex



### 3. CAPITULO III ANÁLISIS SITUACIONAL

En el presente capítulo analizaremos las características de la Línea de Producción a estudiar, así como la situación actual del sistema de mantenimiento dentro de la empresa a la cual denominaremos “La Empresa”, a fin de identificar los problemas y plantear una propuesta que permita la optimización este sistema en la Línea 1 de Producción.

#### 3.1. LA EMPRESA

La empresa motivo de nuestra investigación, se dedica principalmente a la elaboración de productos derivados del boro, como son el ácido bórico, bórax, y octoborato de sodio. Su materia prima más importante es la “ulexita”, un mineral rico en boro.

En los últimos 5 años su crecimiento ha ido en aumento pasando de 30 tn/día a 90 tn/día, siendo la línea 1 la más importante.

Actualmente cuenta con 3 líneas adicionales, una de ácido bórico, otra de bórax y la tercera de Octoborato, aunque la producción diaria de estas no supera las 30 toneladas.

##### 3.1.1. Rubro

El rubro al que pertenece es a la “Fabricación de Sustancias Químicas Básicas”.

##### 3.1.2. Producción Histórica

La capacidad productiva de La Empresa ha ido en aumento en los últimos años, desde el punto de vista de la sobrecarga del equipo, toneladas por hora, por día, etc., pero en el sentido de funcionamiento esta ha sufrido ligeros descensos a causa de las fallas imprevistas de los equipos.

A continuación se presenta un comparativo en la producción de los últimos 4 años:

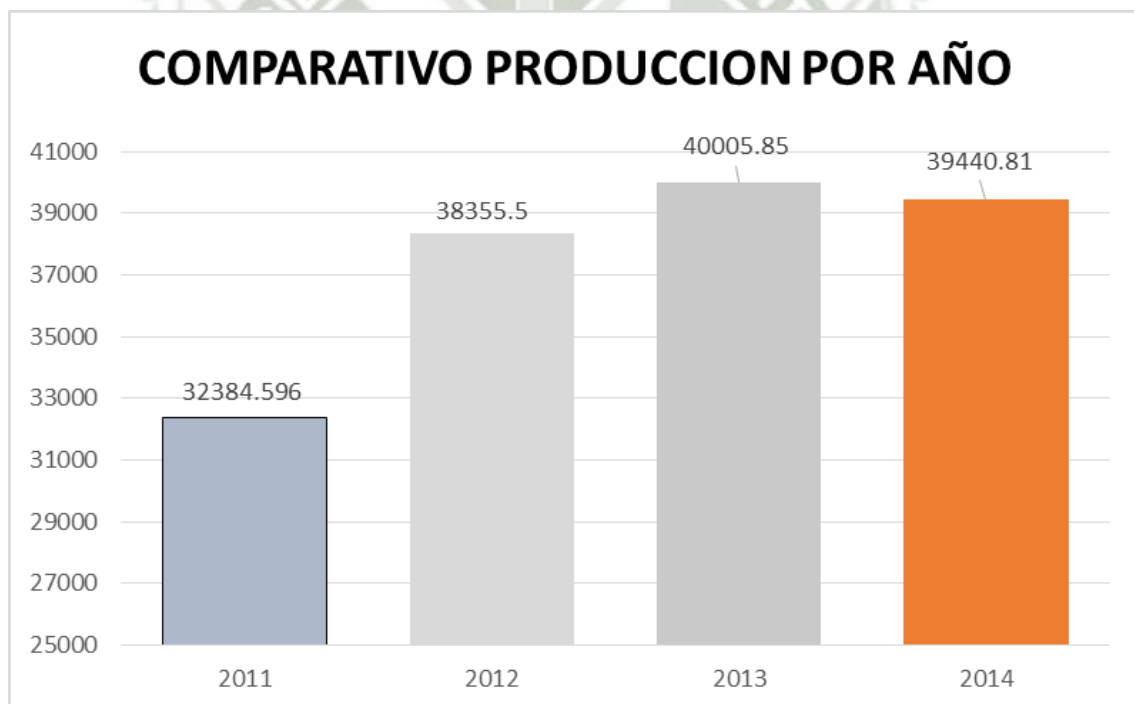
**Cuadro 3.1.1. Producción total por año**

AÑO	PRODUCCION DE ABO ( TM )
2011	32384.596
2012	38355.50
2013	40005.85
2014	39440.81

Fuente: La Empresa

A continuación se muestra el grafico comparativo de los años en mención:

**Grafico 3.1. Producción total por año**



Fuente: Elaboracion propia

### Analisis del gráfico 3.1

Tal como se puede observar, el año 2011 presentó la producción mas baja en comparación a los otros años, esto debido al siniestro suscitado entre los meses abril y mayo y al posterior mantenimiento general programado por este evento. El año 2012 presenta un aumento considerable en comparación al año anterior, que permitió obtener mayor producción de acuerdo a lo programado.

En los años 2013 y 2014 se puede observar que la producción es mayor a los años anteriores debido a que se realizaron algunos ajustes en lo referente a parametros de producción que permitieron incrementar la producción en aproximadamente 12.31%.

Realizando una comparación entre los años 2013 y 2014 se observa una disminución en la producción del último año esto debido principalmente a las horas perdidas tanto por fallas de equipos o por mantenimientos prolongados.

Actualmente las paradas por fallas imprevistas han ido incrementandose debido a que la empresa no cuenta con una cultura de mantenimiento correcta. Esto se debe, en muchos casos, a la falta de inversión para mejorar lo dicho anteriormente.

El temor de incrementar el presupuesto anual para el área de mantenimiento es otro factor que incide para mejorar el sistema con el que actualmente cuenta la empresa. Si se desea aumentar la producción en los siguientes años, la empresa debe evaluar la posibilidad de invertir mas en diferentes aspectos referentes al mantenimiento de planta.

### 3.1.3. Misión

*Somos una organización que se dedica a la explotación, transformación y comercialización de productos bóricos dentro de un marco de responsabilidad social. Orientamos nuestras actividades a la satisfacción de nuestros clientes entregando productos de calidad certificada, mediante la mejora continua e innovación de nuestros procesos con un capital humano comprometido y capacidad*

### 3.1.4. Visión

*Ser la **empresa líder** en comprender y brindar soluciones adecuadas a los requerimientos de productos bóricos de nuestros clientes, consiguiendo un retorno adecuado a la inversión de nuestros accionistas*

### 3.1.5. Valores

*Peruanos líderes en la producción y comercialización de productos bóricos de alta calidad para la aplicación en industria y agricultura. Utilizamos tecnología de última generación, desarrollando de manera constante la optimización de procesos en la extracción y procesamiento de ulexita para su comercialización, materia prima que mediante el desarrollo de productos bóricos, exportamos a los cinco continentes.*

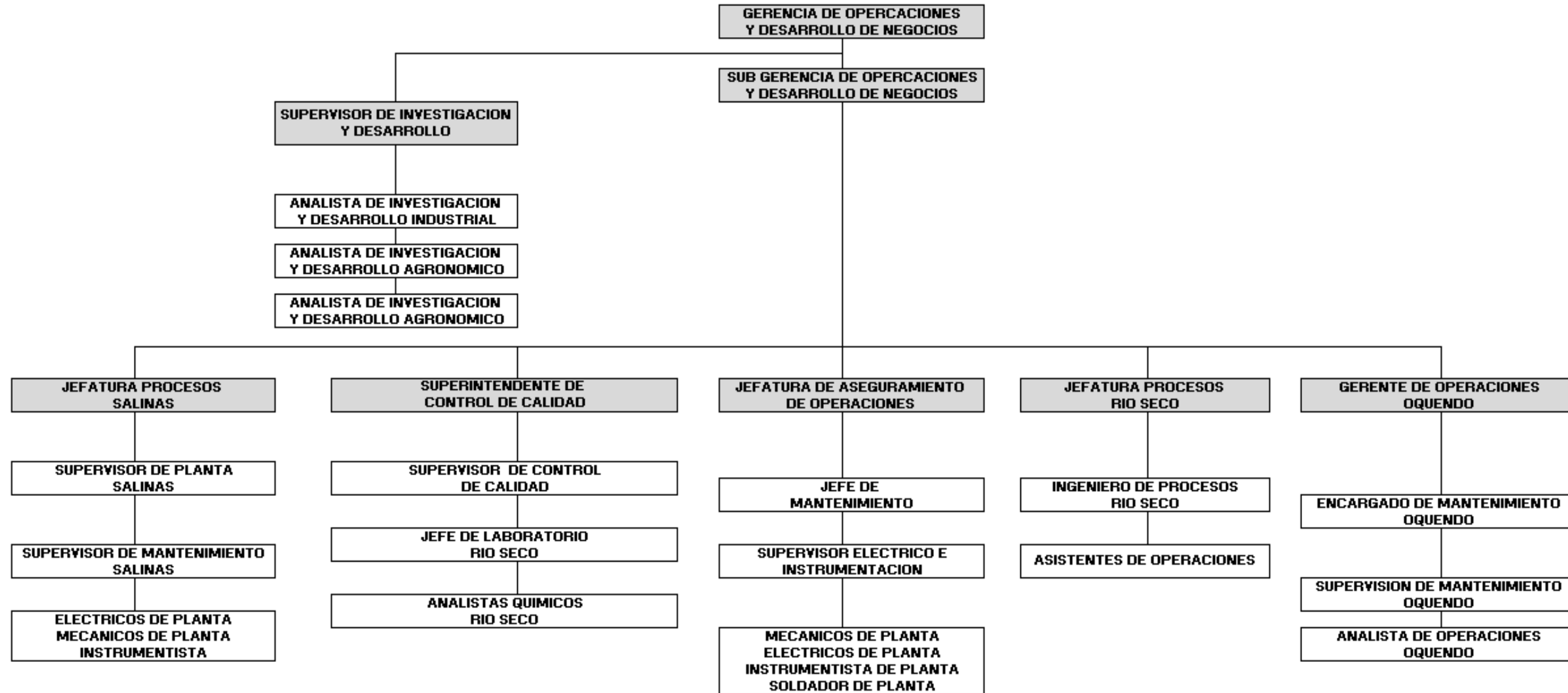
*Como empresa socialmente responsable, cumplimos con las normas tanto peruanas como internacionales y contamos con un capital humano comprometido y capacitado.*

### 3.1.6. Organigrama de operaciones

La empresa cuenta con un área de gerencia de operaciones y desarrollo de negocios en donde es parte el área tanto de producción como de mantenimiento.

A continuación se muestra el organigrama respectivo:

Esquema 3.2. Organigrama de operaciones



Fuente: Recursos Humanos de La Empresa

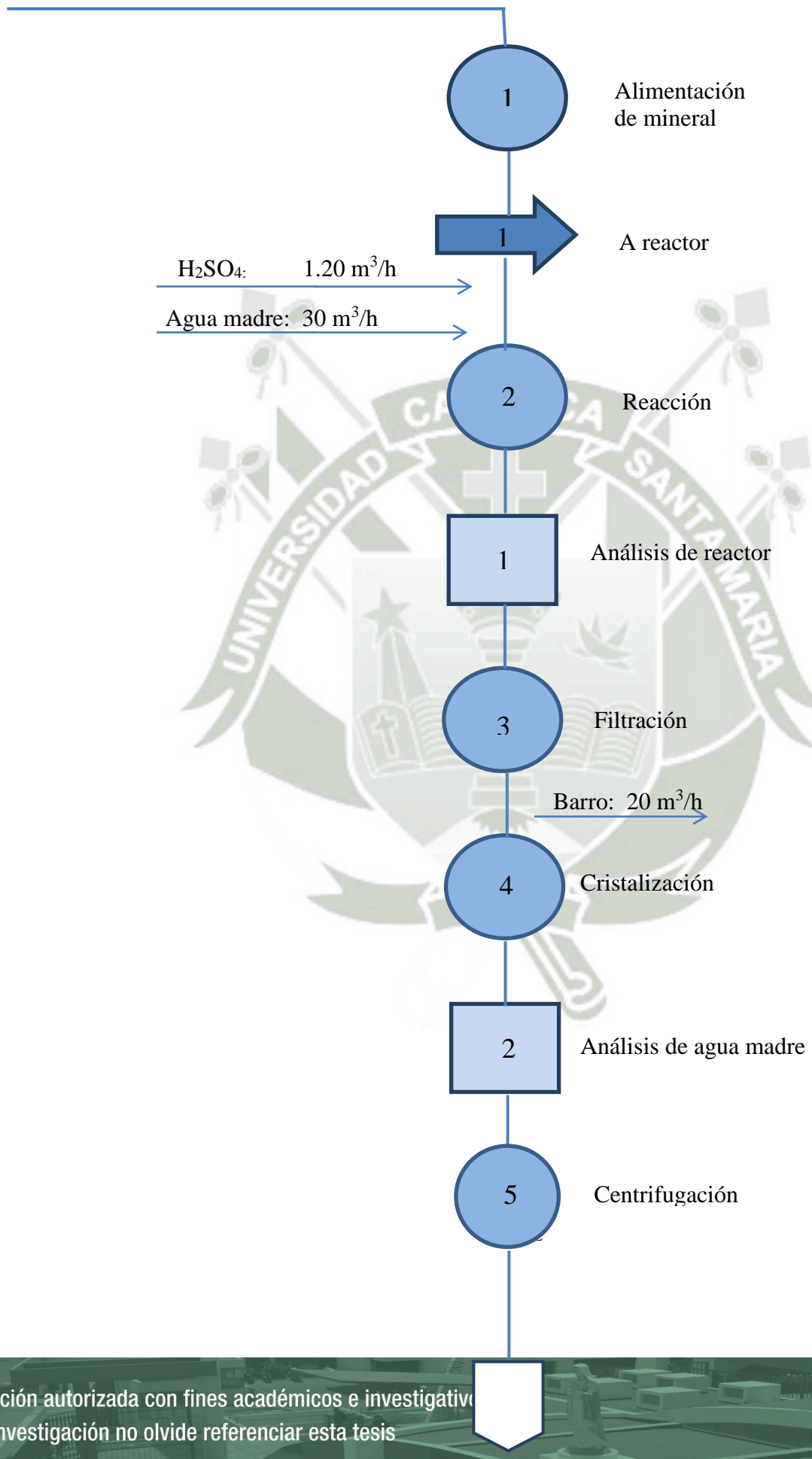
DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS

EMPRESA: " LA EMPRESA"	PAGINA: 1/2
DEPARTAMENTO: PRODUCCION	FECHA: MAYO 2016
PROCESO: ACIDO BORICO	METODO DE TRABAJO: ACTUAL
DIAGRAMA HECHO POR: RICARDO NORIEGA	APROBADO POR: R. V. B.



Esquema 3.3 Diagrama de Operaciones (DAP) del Ácido bórico

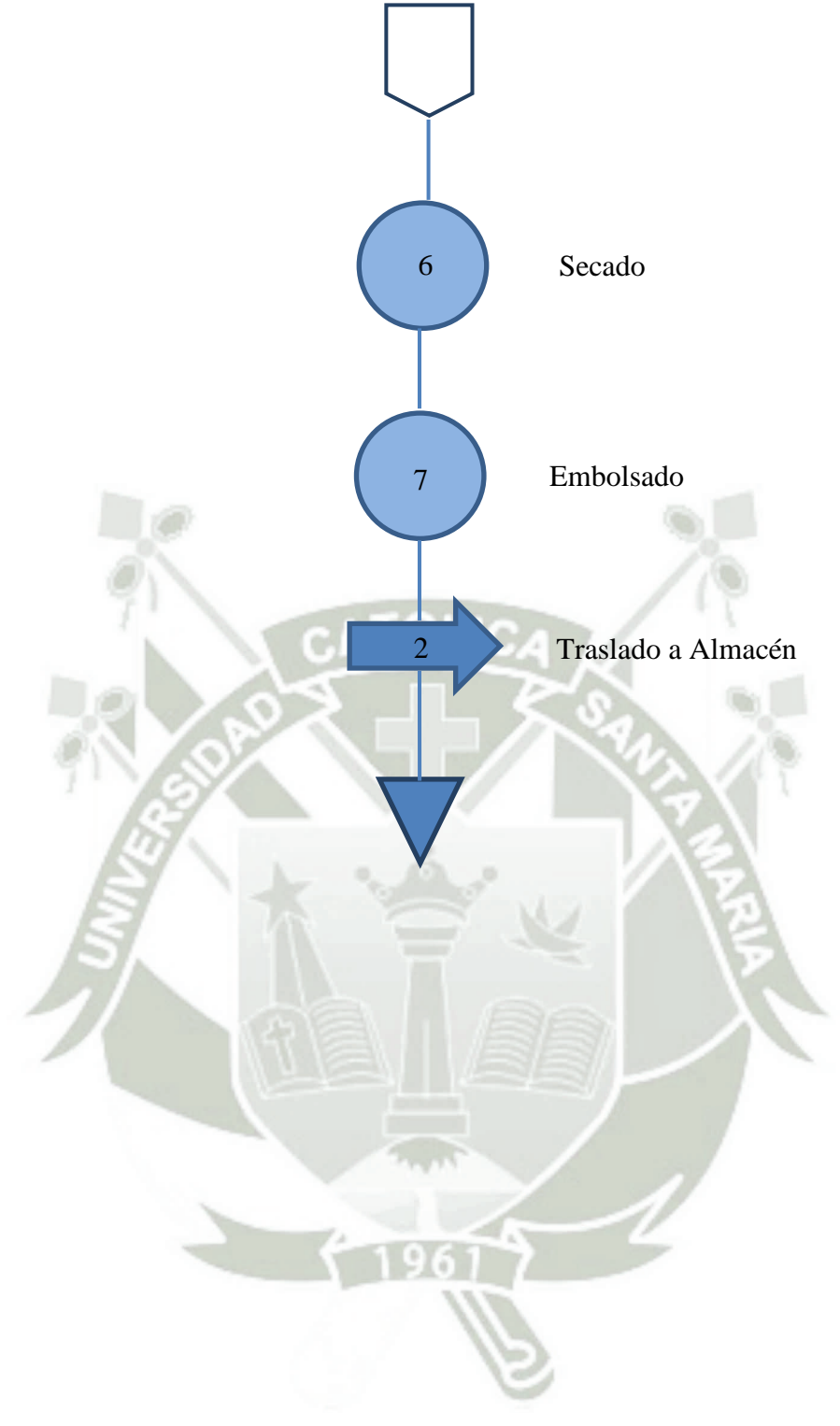
Elaboración Ácido Bórico Línea 1



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

**DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS**

<b>EMPRESA:</b> " LA EMPRESA"	<b>PAGINA:</b> 2/2
<b>DEPARTAMENTO:</b> PRODUCCION	<b>FECHA:</b> MAYO 2016
<b>PROCESO:</b> ACIDO BORICO	<b>METODO DE TRABAJO:</b> ACTUAL
<b>DIAGRAMA HECHO POR:</b> RICARDO NORIEGA	<b>APROBADO POR:</b> R. V. B.



RESUMEN	
○	7
➔	2
□	2
△	1
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>

**Fuente: Elaboración propia**  
 Publicación autorizada con fines académicos e investigativos  
 En su investigación no olvide referenciar esta tesis

### 3.2. ANALISIS DE DATA HISTORICA

El análisis de los datos con los que contamos, nos permite conocer el estado real de la empresa, para así poder evaluar los puntos débiles que necesitan ser atendidos de manera rápida a modo de garantizar la operatividad de la planta.

#### 3.2.1. Capacidad de maquina

Con respecto a la capacidad de los equipos, cabe mencionar que la producción es continua, por lo que las maquinas se encuentran operativas las 24 hrs del día, hasta que se programe un mantenimiento que es aproximadamente cada 15 días, el cual dura 24 hrs como máximo.

En lo que respecta a paradas imprevistas por fallas repentinas de equipos, estas han ido en aumento durante los 3 últimos años.

En lo referente a las paradas programadas, estas deben tener una duración de 24 hrs, pero por diversos motivos se prolongan, inclusive hasta llegar a las 40 hrs donde se presentan situaciones críticas con equipos, instrumentos, etc.

A continuación se muestra un resumen de lo mencionado anteriormente:

### 3.2.1.1. Año 2011

A continuación se presentan las horas de parada tanto por mantenimiento programado como por fallas imprevistas.

**Cuadro 3.1. Capacidad de Máquina – Año 2011**

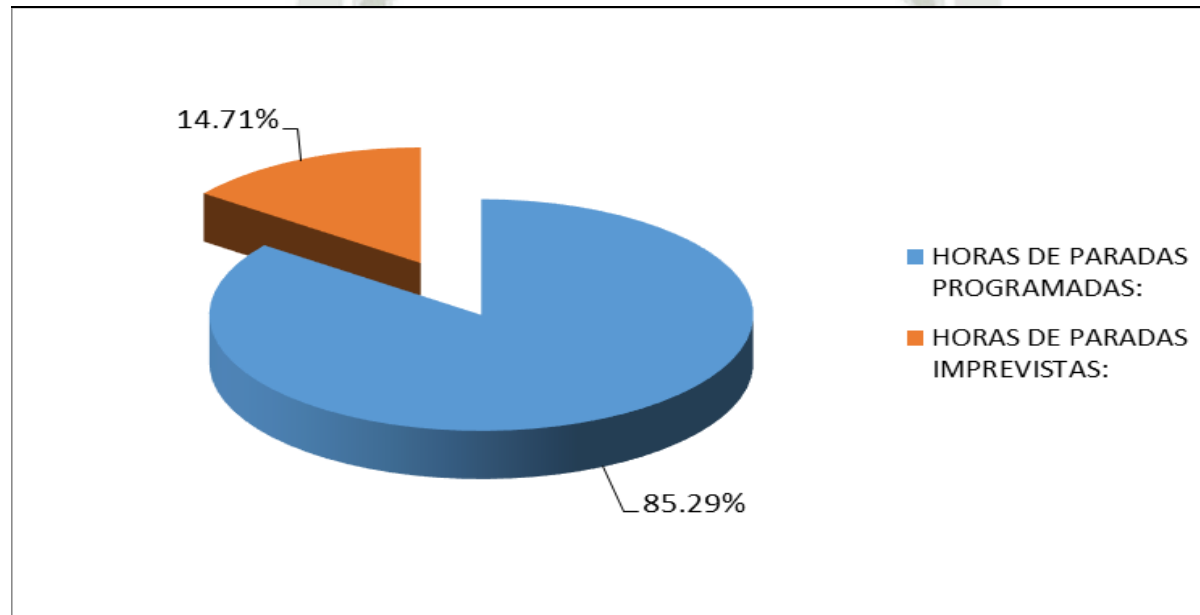
MES	PARADAS PLANTA	PARADAS PLANTA IMPREVISTAS				OTROS / FALTA DE MATERIA PRIMA	MES	ACUMULADO
	PROGRAMADAS POR PRODUCCIÓN Y/O MANTENIMIENTO	ROTURA DE EQUIPO /MANTENIMIENTO	REVISIÓN DE EQUIPO/ PRODUCCIÓN	CONTROL DE EQUIPO DE PROCESO	SEAL			AÑO
ENERO	54.33	6.5	2.92	5.75	0	0	69.5	69.5
FEBRERO	78.75	12.83	2.08	4.5	0.5	0	98.66	168.16
MARZO	32.42	4.75	6.17	0	0.5	0	43.84	212
ABRIL	678	0	0	0	0	42	720	932
MAYO	744	0	0	0	0	0	744	1676
JUNIO	81.67	25.84	8.58	5.5	3	0	124.59	1800.59
JULIO	30	20.92	13.65	4.25	0.17	0	68.99	1869.58
AGOSTO	46.5	0.5	26	14	1	0	88	1957.58
SETIEMBRE	31.42	3.25	17	15	1	5.25	72.92	2030.5
OCTUBRE	56.33	4.17	13	1	0.5	0	75	2105.5
NOVIEMBRE	47.92	6.5	8.83	20.75	0.25	0.83	85.08	2190.58
DICIEMBRE	107.5	14	8.67	10.58	0.5	0	141.25	2331.83

Fuente: Elaboración Propia

En el año, se tuvo un total de 2331.83 horas de parada ya sea por mantenimiento programado (paradas programadas y general) o por paradas imprevistas que corresponden a fallas en los equipos, cortes de energía, etc. En el caso de abril y mayo las horas programadas son mayores debido al siniestro ocurrido.

El siguiente grafico nos muestra el porcentaje de horas de parada ya sea por mantenimientos programados o por paradas imprevistas:

**Gráfico 3.1. Capacidad de Máquina en % – Año 2011**



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar, el porcentaje de paradas programadas es mayor a las imprevistas.

### **Análisis del gráfico 3.1**

Según lo indicado líneas arriba, este año las horas programadas tienen un mayor porcentaje debido principalmente al siniestro suscitado y al posterior mantenimiento general programado entre los meses de abril y mayo.

El mantenimiento general tuvo una duración aproximada de 2 meses y 10 días debido a la criticidad en la que quedó la línea después del incendio.

Por ser un tema de emergencia, tanto en repuestos como en herramientas, se tuvo una considerable demora en la adquisición de los mismos, ya que primero se realizó una evaluación del estado de equipos y líneas para realizar las solicitudes respectivas.

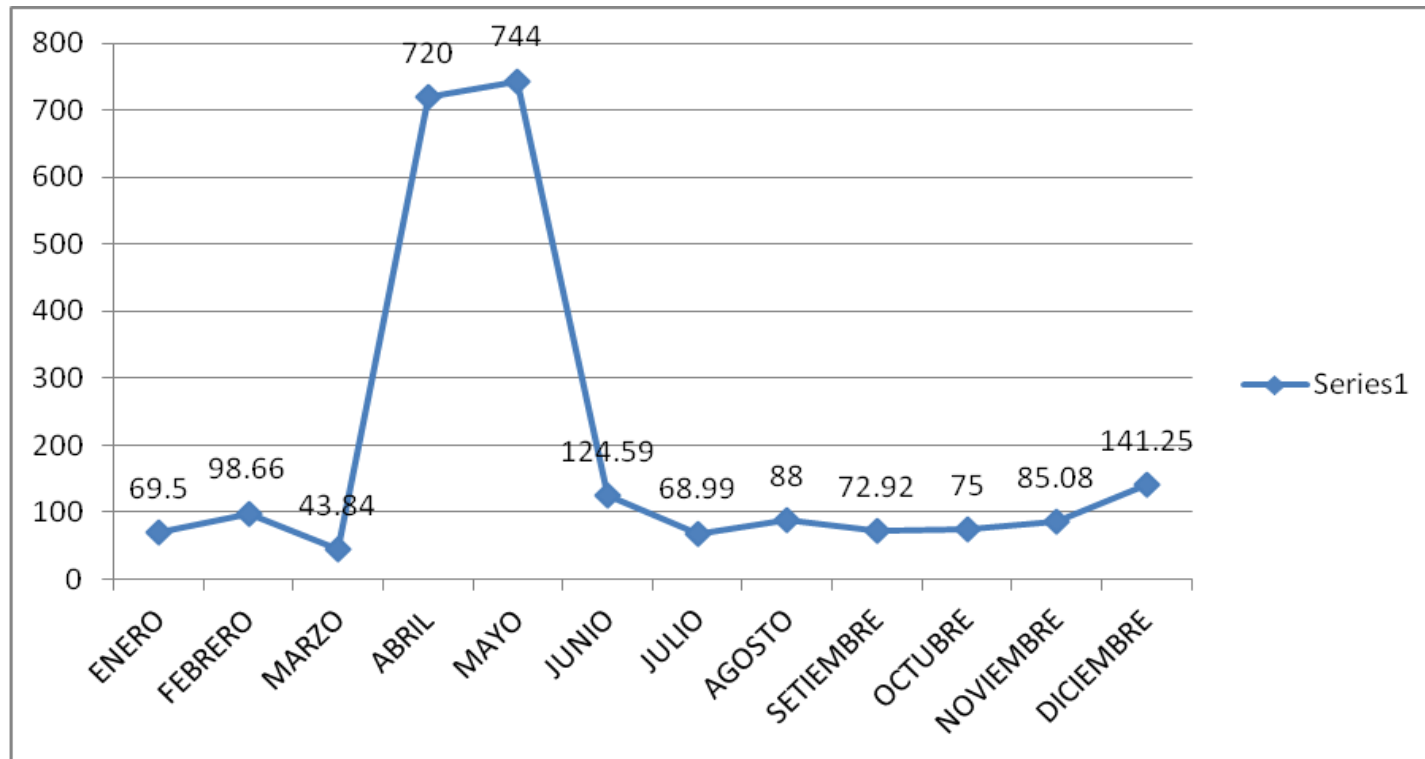
Los meses siguientes tuvieron problemas de diferentes características como por ejemplo en el mes de diciembre, la soldadura de un tanque de solución tomó alrededor de 10 hrs adicionales a lo establecido para el mantenimiento programado de esa fecha.

Se puede concluir que a raíz del tiempo prolongado del mantenimiento general, las horas imprevistas disminuyeron ya que se realizó la renovación de equipos deteriorados por el incendio, pero que de igual manera se tuvieron problemas con el tiempo de duración de los mantenimientos programados, los cuales fueron afectados por equipos o instrumentos que presentaban criticidad, sobre todo para su reparación como es el caso del tanque de solución mencionado anteriormente.

Estos equipos no fueron considerados para la reparación en el mantenimiento general debido a que en una previa evaluación se determinó que no necesitaban intervención.

En el siguiente gráfico, se muestra las horas de parada correspondientes a cada mes:

**Gráfico 3.2. Horas de Parada por mes– Año 2011**



Fuente: Elaboración Propia

De igual manera, en este grafico se puede observar claramente que abril y mayo presentan la mayor cantidad de horas de parada.

### **Análisis del Grafico 3.2**

Como se ha podido apreciar en el grafico anterior, abril, mayo y parte del mes de junio presentaron un mayor número de horas de parada debido al siniestro ocurrido a inicios del mes de abril que perjudicaron seriamente la continuidad de las operaciones ya que se tuvo que programar un mantenimiento general de emergencia durante todo este periodo.

Contrariamente a esta situación, en este mantenimiento se pudieron realizar trabajos al detalle con respecto a reparaciones o restauraciones de equipos, lógicamente debido al tiempo prolongado del mismo pero que a su vez en términos de costos y operatividad no fue beneficiosa para la empresa ya que las horas de parada son un costo adicional al igual que el no cumplimiento del programa de producción y posteriormente los compromisos con los clientes.

Por otro lado, los otros meses mostrados mantienen valores irregulares debido a diversos problemas presentados en cada uno de ellos. Por ejemplo se observa que en diciembre las horas de parada aumentaron en comparación a los meses anteriores esto debido al aumento de fallas imprevistas, como es el caso de la bomba de aceite térmico, perjudicando la operación de manera considerable.

Se puede concluir que las horas de parada se mantuvieron en aumento la segunda mitad del año por diversos problemas, entre ellos con la programación del calentador de aceite térmico y que a pesar del mantenimiento prolongado no se pudo dar solución a problemas presentados en otros equipos debido más que todo a la premura por el reinicio de operaciones para el cumplimiento de los programas de producción.

### 3.2.1.2. Año 2012

A continuación se presentan las horas de parada del año en mención:

**Cuadro 3.2. Capacidad de Máquina – Año 2012**

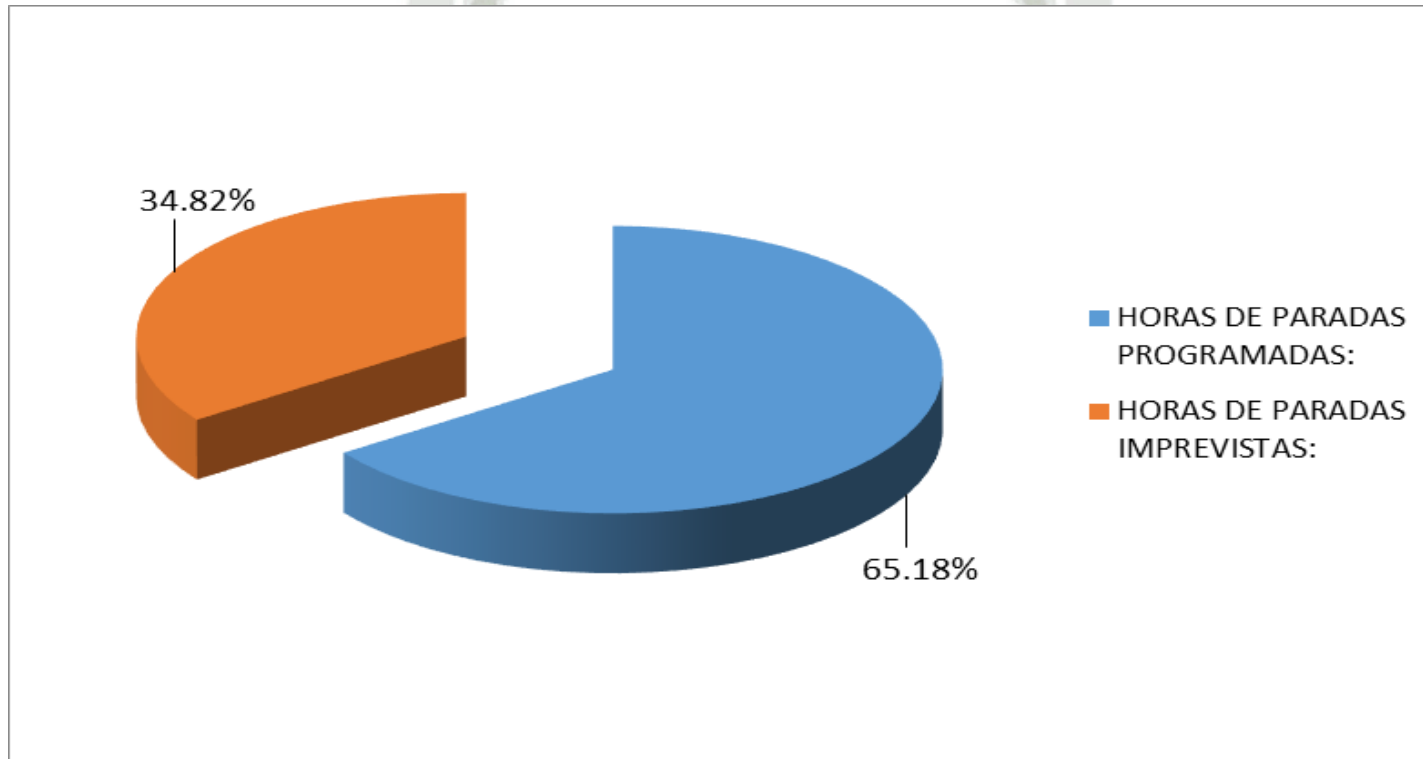
MES	PARADAS PLANTA	PARADAS PLANTA IMPREVISTAS					MES	ACUMULADO AÑO
	PROGRAMADAS POR PRODUCCIÓN Y/O MANTENIMIENTO	ROTURA DE EQUIPO /MANTENIMIENTO	REVISIÓN DE EQUIPO/ PRODUCCIÓN	CONTROL DE EQUIPO DE PROCESO	SEAL	OTROS / FALTA DE MATERIA PRIMA		
ENERO	71	11.08	7	1	2.5	0	92.58	92.58
FEBRERO	48.92	7.5	7.75	4.92	2.25	0	71.34	163.92
MARZO	40.33	2.17	10.42	1.5	3.75	8.17	66.34	230.26
ABRIL	85	6.49	4.08	0	0.25	0	95.82	326.08
MAYO	41.25	5	4.83	5.84	0.75	0	57.67	383.75
JUNIO	88.25	8.75	9.41	4.33	0.25	0	110.99	494.74
JULIO	54.42	63.75	26.08	4.5	1.25	0	150	644.74
AGOSTO	76.75	2.33	6.25	0.5	1.5	0	87.33	732.07
SETIEMBRE	68.25	3.66	2.5	51.52	1.5	0	127.43	859.5
OCTUBRE	32.59	1	5	32.25	0	0	70.84	930.34
NOVIEMBRE	85.75	2.75	6.83	19.59	0.25	0	115.17	1045.51
DICIEMBRE	33.33	4.41	10.17	17	0.25	3	68.16	1113.67

Fuente: Elaboración Propia

Según el gráfico, se tuvo un total de 1113.67 horas de parada, tanto por mantenimiento programado como por fallas imprevistas. Como se puede observar, no se programó un mantenimiento general ya que se consideró que con lo ocurrido el año anterior, no era factible realizarlo.

El siguiente grafico muestra el porcentaje de horas de parada:

**Gráfico 3.3. Capacidad de Máquina en % – Año 2012**



Fuente: Elaboración Propia

Según lo observado, el porcentaje de paradas programadas es mayor a las imprevistas pero con menor diferencia a comparación al año anterior.

### **Análisis del gráfico 3.3**

Según lo indicado anteriormente y en comparación al año anterior, esto se debió principalmente al siniestro del año 2011 y al aumento en las paradas imprevistas por falla de equipos y cortes de energía.

El no haberse programado un mantenimiento general, ocasionó el aumento en las paradas correctivas por el sobreesfuerzo de las máquinas y equipos. Esta decisión se debió principalmente a lo prolongado del mantenimiento general del 2011, que como se indicó, trajo consigo costos elevados y pérdidas a la empresa por la duración del mismo.

Pero contrariamente a esto, los mantenimientos generales programados son esenciales para que los equipos puedan ser revisados al detalle ya que por lo corrosivo de las sustancias utilizadas, estos sufren desgastes al igual que las líneas de proceso, válvulas electrónicas, motores, etc.

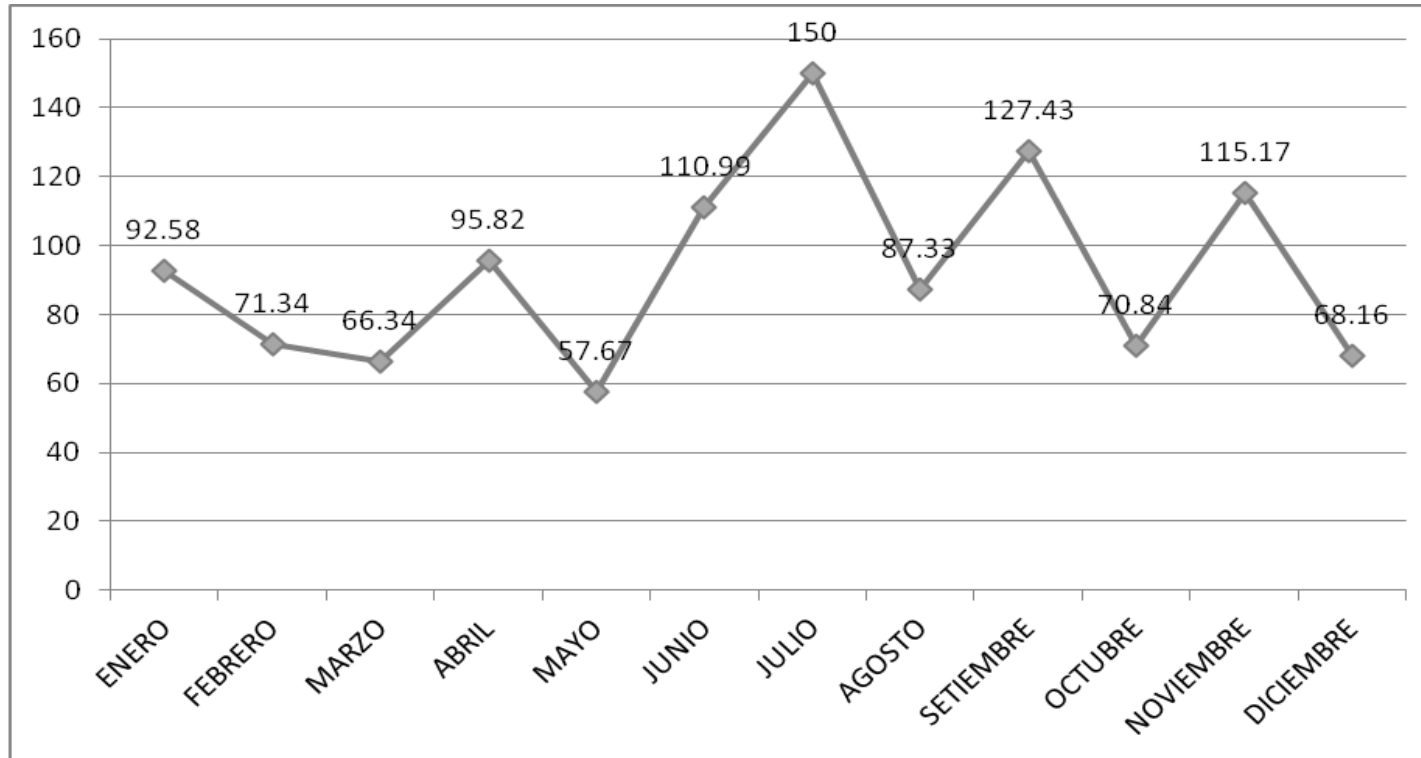
Es por este motivo que las paradas imprevistas sufrieron un aumento considerable en comparación al año anterior, donde solo se tuvo un 14% de estas paradas. Algunos de los problemas van relacionados con fallas en equipos que son considerados como críticos como por ejemplo el agitador del cristizador, que demandó un total de 8 hrs para su reparación en el mes de enero, afectando la continuidad de las operaciones.

Otro equipo involucrado fue la bomba de aceite térmico, que al igual que en otros años, afectó la operatividad de la línea, demandando un total de 5 hrs en el mes de julio.

En conclusión, las horas de parada imprevistas fueron menor a las programadas pero mayor en comparación al año anterior debido principalmente a que no se programó un mantenimiento general y a que algunos equipos fueron dejados de lado en el mantenimiento del año anterior, originando un aumento de horas de parada.

En el siguiente gráfico, se muestran las horas de parada que se presentaron en cada mes:

**Gráfico 3.4. Horas de Parada por mes– Año 2012**



Fuente: Elaboración Propia

Según lo observado, los meses de julio y setiembre presentan el mayor número de horas de parada, esto debido lógicamente al aumento en fallas de equipos por rotura o cambio por obsolescencia.

### **Análisis del gráfico 3.4**

Como se puede apreciar en el gráfico anterior, los valores mostrados tienen una mayor variación entre cada mes, en comparación al año anterior donde se observó mayor regularidad. Cabe señalar que este año no se programó un mantenimiento general debido a lo prolongado que fue el mismo el año 2011, a causa del siniestro mencionado anteriormente.

Uno de los problemas más recurrentes en este año fue con respecto a la operación de la centrifuga de producto. A raíz del siniestro y a la pérdida total de la instrumentación para el funcionamiento de este equipo, es que los problemas eléctricos se hicieron más frecuentes. Fallas en la programación de variadores, “megado” del motor y revisión del motor del ventilador fueron la causa raíz de estos problemas.

Otro de los problemas recurrentes fue la operación del filtro de tambor, la bomba de vacío del cristizador y la válvula automática de ácido sulfúrico al reactor. Todas estas fallas se fueron dando paulatinamente y en muchos casos de forma reiterativa.

Tal como se mencionó anteriormente, otros de los equipos que presentaron fallas fue la bomba de aceite térmico debido a rotura del sello, el cual se presenta de manera reiterativa y posteriormente en los años siguientes, como se verá más adelante.

Con esto se puede concluir que el hecho de no haber programado un mantenimiento general, el sobreesfuerzo de equipos y la falta de procedimientos claros para la programación de equipos fueron los principales factores para que en este año las paradas fueran más irregulares al año anterior.

,

### 3.2.1.3. Año 2013

A continuación se presentan las horas de parada, tanto por mantenimiento programado como por fallas imprevistas:

**Cuadro 3.3. Capacidad de Máquina – Año 2013**

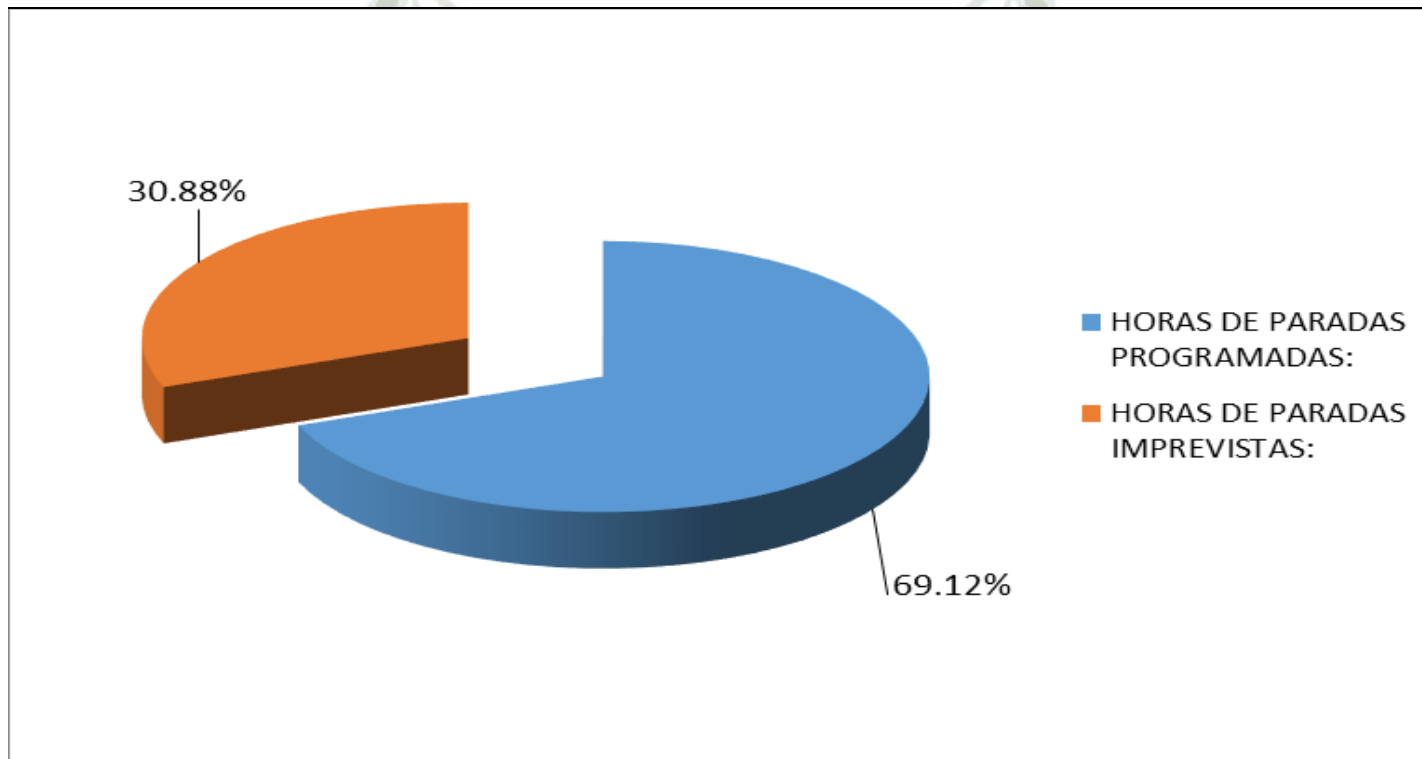
MES	PARADAS PLANTA	PARADAS PLANTA IMPREVISTAS					MES	AÑO
	PROGRAMADAS POR PRODUCCIÓN Y/O MANTENIMIENTO	ROTURA DE EQUIPO /MANTTO	REVISIÓN DE EQUIPO/ PRODUCCIÓN	CONTROL DE EQUIPO DE PROCESO	SEAL	OTROS / FALTA DE MATERIA PRIMA		
ENERO	75.33	12.75	14.33	31.25	0.5	0	134.16	134.16
FEBRERO	36	12.17	18.5	25	0.67	0	92.34	226.5
MARZO	54.75	4.67	12.84	7.59	7.75	0	87.6	314.1
ABRIL	53.17	6.33	10.16	5	0	0	74.66	388.76
MAYO	52	18.17	18.17	10.34	4.17	4.5	107.35	496.11
JUNIO	47.67	8.5	4.75	6.25	0.5	0	67.67	563.78
JULIO	52	4.17	8.33	0	0	1.25	65.75	629.53
AGOSTO	81	19.92	10.58	0	0.5	0	112	741.53
SETIEMBRE	35.5	15.17	10.16	0	0.5	1.33	62.66	804.19
OCTUBRE	215	7.92	6.83	0	1.5	0.5	231.75	1035.94
NOVIEMBRE	160	15.19	26.09	5.42	1.5	2.42	210.62	1246.56
DICIEMBRE	43.08	2.25	2.45	15	0	0.67	63.45	1310.01

Fuente: Elaboración Propia

En el presente año, se tuvo un total de 1310.01 horas de parada, tanto por mantenimiento programado como por fallas imprevistas, mayor a lo ocurrido en el año anterior. Esto debido principalmente al sobreesfuerzo de equipos hasta los meses de octubre y noviembre donde se programó el mantenimiento general, después de casi 2 años y medio.

El siguiente grafico muestra el porcentaje de horas de parada tanto por mantenimientos programados como imprevistas:

**Gráfico 3.5. Capacidad de Máquina en % – Año 2013**



**Fuente: Elaboración Propia**

Como se puede apreciar, el porcentaje de paradas programadas es mayor a las imprevistas.

### **Análisis del gráfico 3.5**

En comparación al año anterior, las paradas imprevistas disminuyeron en un 4%, pero caso contrario con las programadas, las cuales aumentaron considerablemente, esto debido principalmente a los problemas con la disposición de personal y considerando también la criticidad en la que se encontraron varios equipos a causa del sobreesfuerzo por no programarse un mantenimiento general el año anterior.

Las paradas programadas tienen mayor cantidad de horas debido al mantenimiento general programado en los meses de octubre y noviembre. Cabe señalar que desde mayo del 2011 no se programaba un mantenimiento general.

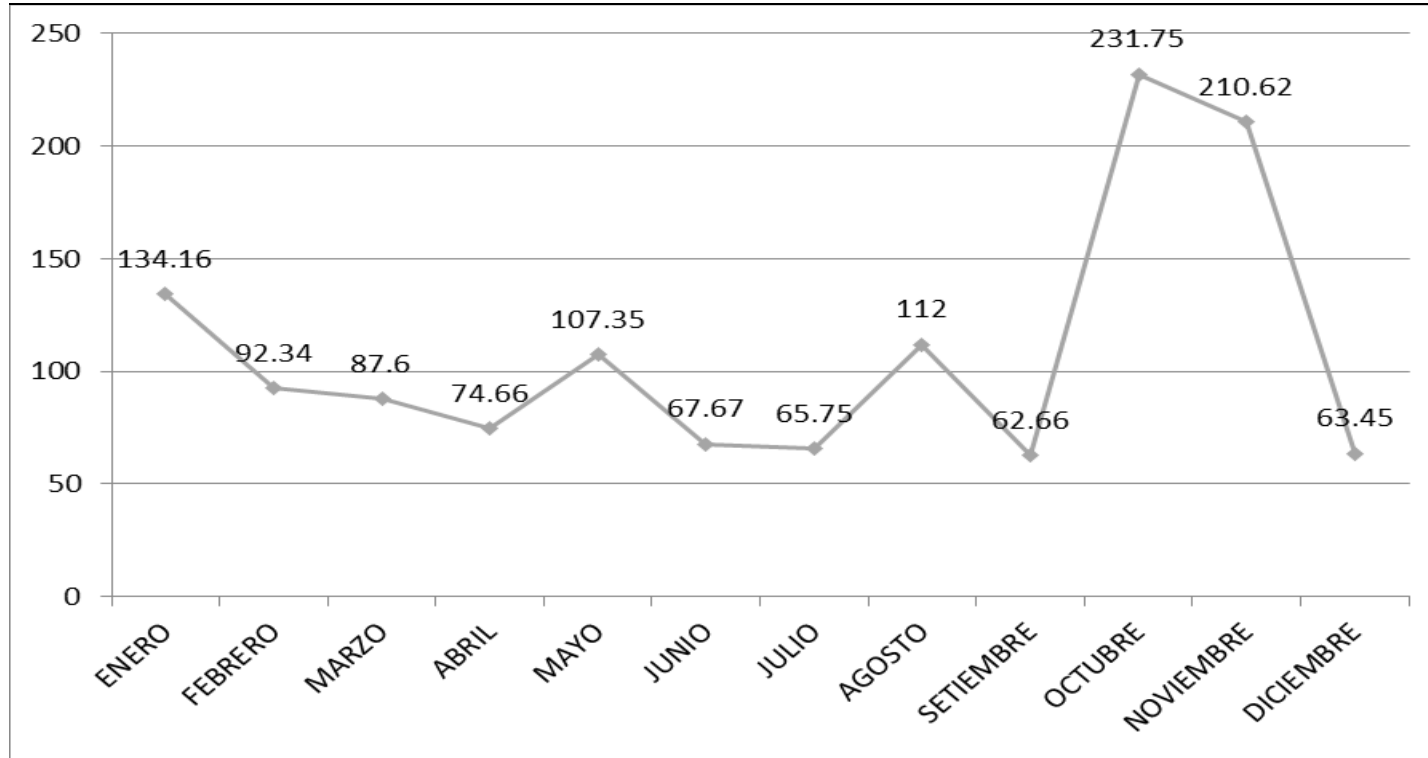
En este mantenimiento general, las horas empleadas fueron considerablemente altas debido a problemas críticos encontrados en algunos equipos, como por ejemplo el serpentín del reactor, el cual fue cambiado debido a fisuras presentadas ocasionando derrames de aceite térmico. De igual manera, otro equipos que presentó problemas en su reparación fue el cristizador, cuyas paradas presentaban fisuras considerables, las cuales demandaron gran cantidad de horas y personal para su reparación.

Otro equipo que presentó criticidad a lo largo del año fue el ventilador de aire caliente, el cual tuvo problemas con el motor que presentaba sobrecarga en varias oportunidades.

En conclusión, el hecho de no haber programado un mantenimiento general originó un aumento en las horas programadas sobre todo en los meses de octubre y noviembre en donde se programó el mantenimiento general y en donde se encontraron equipos con desgaste y estado crítico.

En el siguiente gráfico, se muestran las horas de parada correspondientes a cada mes:

**Gráfico 3.6. Horas de Parada por mes– Año 2013**



**Fuente: Elaboración Propia**

Según lo observado, Octubre y Noviembre muestran un mayor valor en las horas de parada total, debido a que se programó el mantenimiento general que duró aproximadamente 13 días.

### **Análisis del grafico 3.6**

Tal como se puede apreciar, los meses de octubre y noviembre presentan el mayor número de horas de parada debido al mantenimiento general programado después de casi 2 y medio de operación continua de la línea. Esto ocurrió debido a que se consideró que 2 meses de parada eran suficientes para cubrir 2 años de mantenimiento. Durante los años 2012 y 2013 muchos equipos y líneas sufrieron desgastes críticos que perjudicaron las operaciones.

En el mes de enero por ejemplo, se registró un elevado número de paradas debido a problemas con el sello de la bomba de aceite térmico perjudicando el calentamiento de todo el sistema de la línea de proceso, que como se puede observar, es un problema recurrente ya que los meses siguientes este equipo continuo presentando estos problemas de operación. La utilización de repuestos de baja calidad, la falta de un equipo de reten fueron los principales factores para hacer recurrentes las fallas en esta bomba.

Con respecto a los demás equipos, por el bajo presupuesto destinado a su reparación, y al desgaste que muchos de estos sufrieron, como es el caso del cristizador, cuya intervención en el mantenimiento general demando mayor cantidad de personal mecánico - soldador y tiempo por el estado de las paredes, las cuales presentaban resquebrajaduras, muchas de ellas críticas, se tuvieron inconvenientes en llevar a cabo los mismos.

Con esto se puede concluir que en este año el presupuesto limitado y el sobreesfuerzo que muchos equipos sufrieron fueron los factores que afectaron seriamente a los equipos aumentando las horas de parada tanto imprevistas como programadas, sobretodo en el mantenimiento general donde los costos fueron mayores al igual que el tiempo tomado para la reparación y restauración de la mayoría de los equipos intervenidos.

### 3.2.1.4. Año 2014

A continuación se presentan las horas de parada total del año en mención:

**Cuadro 3.4. Capacidad de Máquina – Año 2014**

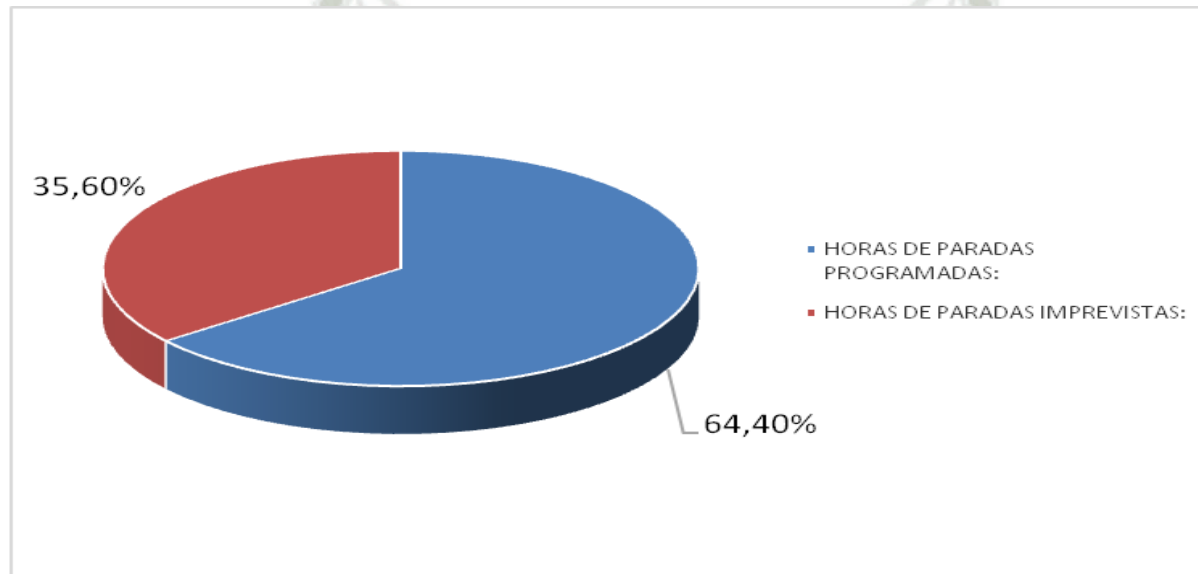
	PARADAS PLANTA	PARADAS PLANTA IMPREVISTAS							ACUMULADO
MES	PROGRAMADAS POR PRODUCCIÓN Y/O MANTENIMIENTO	ROTURA DE EQUIPO /MANTTO	REVISIÓN DE EQUIPO/ PRODUCCIÓN	CONTROL DE EQUIPO DE PROCESO	SEAL	OTROS / FALTA DE MATERIA PRIMA	MES	AÑO	
ENERO	76.5	4	1	12.5	1	1.67	98.67	96.67	
FEBRERO	70.5	1.28	8.17	0	2	4.67	92.62	183.29	
MARZO	46.55	7	21.08	0.17	2.5	1	78.3	261.59	
ABRIL	42.5	8.17	14.34	2.3	0	0	67.31	328.9	
MAYO	50.5	0	23	33.5	0	8.16	115.16	444.06	
JUNIO	54.5	48.25	19.75	10.58	0	5.5	138.58	582.64	
JULIO	62.33	14.42	18.75	2	0	3.17	100.67	683.31	
AGOSTO	66.58	7.41	35.5	1.25	0	0.67	111.41	794.72	
SETIEMBRE	39	1	18.5	0	0	4	62.5	857.22	
OCTUBRE	59.5	0.75	6	24.75	1.75	1.5	94.25	951.47	
NOVIEMBRE	257	1.25	28.33	23	0	2	311.58	1263.05	
DICIEMBRE	106	6.25	32.66	18	1.25	11.16	175.32	1438.37	

**Fuente: Elaboración Propia**

En el presente año, se tuvo un total de 1438.37 horas de parada, tanto por mantenimiento programado como por fallas imprevistas, mayor a lo ocurrido al año anterior en lo referente a horas de parada total. Esto ocurre debido al aumento en el tiempo de ejecución de un mantenimiento programado ya sea por falta de herramientas, personal de apoyo, disponibilidad de repuestos, falta de organización, etc.

El siguiente gráfico muestra el porcentaje de horas de parada tanto por mantenimientos programados como imprevistas:

**Gráfico 3.7. Capacidad de Máquina en % – Año 2014**



**Fuente: Elaboración Propia**

Como se puede apreciar, las horas imprevistas aun presentan un menor porcentaje en comparación a las programadas, pero en comparación a los años anteriores estas van en aumento.

### **Análisis del gráfico 3.7**

Según lo mencionado anteriormente, esto se dio debido a problemas con las inspecciones de equipos o con la falta de capacitación del personal con equipos nuevos, que generan demoras en su reparación. Cabe señalar que las horas imprevistas son mayores en comparación a los años anteriores.

Con respecto a las programadas, al igual a las imprevistas, estas también van en aumento debido a factores como falta de apoyo de terceros o compromiso del personal interno considerando el aumento de la capacidad productiva.

Uno de los equipos que presento mayor criticidad aumentando las horas imprevistas fue el calentador de aceite térmico que como se mencionó anteriormente, las roturas de los sellos mecánicos son una de las causas repetitivas para las fallas de este equipo.

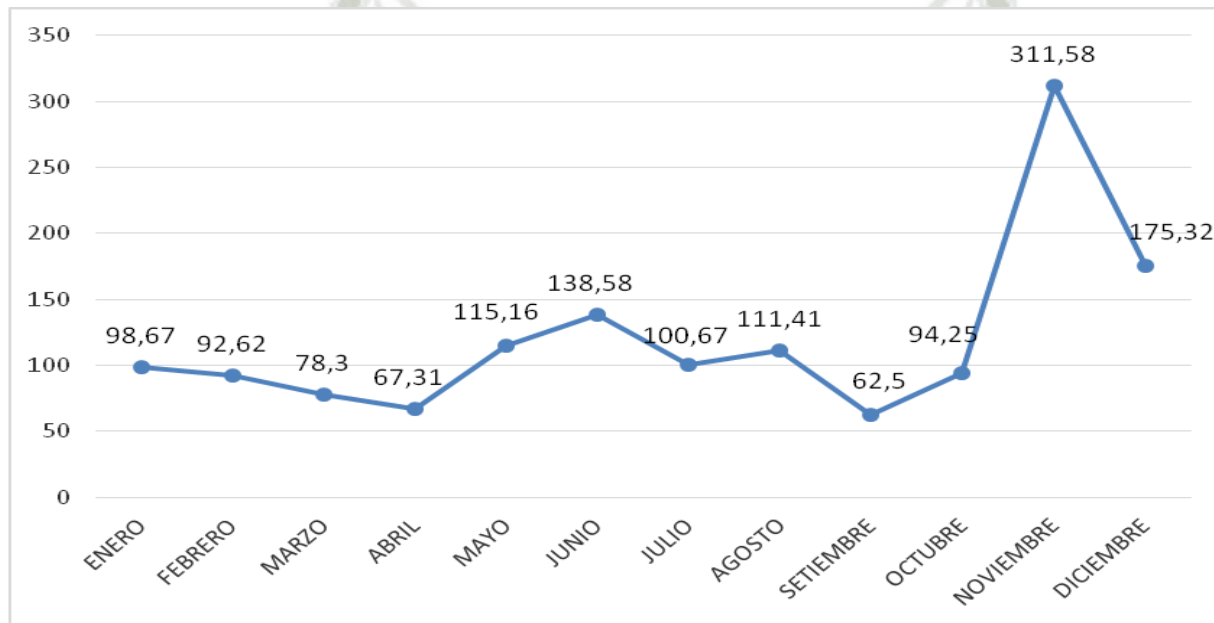
Otro equipo que origino horas de parada considerables fue el transformador ubicado en la subestación eléctrica, el cual presento una sobrecarga que quemó el interior de la misma originando un corte total de energía de la línea 1. Cabe señalar que la línea 1 funciona con un transformador y las líneas restantes con otro independiente. Esta situación trajo como consecuencia el funcionamiento del grupo electrógeno lo que genero un aumento en el costo del combustible para el funcionamiento del mismo.

Como se mencionara posteriormente, el serpentín del calentador de aceite también fue otro equipo crítico que demando una mayor cantidad de horas para su reparación.

Se puede concluir que muchos de los factores para el aumento de las horas programadas tienen que ver con las fallas recurrentes de equipos que son importantes para la producción y cuya reparación demando más horas de parada tanto por falta de personal, repuestos, falta de compromiso, etc.

En el siguiente gráfico, se muestran las horas de parada correspondientes a cada mes:

**Gráfico 3.8. Horas de Parada por mes– Año 2014**



**Fuente: Elaboración Propia**

Según lo mostrado anteriormente, Noviembre muestra un mayor valor debido al haberse programado el mantenimiento general.

### **Análisis del grafico 3.8**

Analizando el gráfico en mención, las horas han ido en aumento en comparación a los años anteriores esto a consecuencia de factores como el tiempo de ejecución de los mantenimientos, política de ahorro en la adquisición de repuestos importantes etc.

Las fallas recurrentes de algunos equipos como es el caso de la bomba de aceite, que en los meses de mayo y junio fueron detonantes para el aumento de las horas de parada para su reparación, fue otro de los factores cruciales.

Otros de los equipos que originó horas de parada fue el estado en el que se encontró el serpentín del caldero donde se transporta y calienta el aceite térmico para el funcionamiento de toda la planta. Este equipo demandó gran cantidad de horas en su reparación en el mes de agosto que como se puede apreciar fue uno de los meses con mayor cantidad de horas de parada. Se necesitó descargar todo el aceite térmico del sistema, y contar con 3 mecánicos entre ellos el soldador para la reparación del mismo por lo que el costo fue alto.

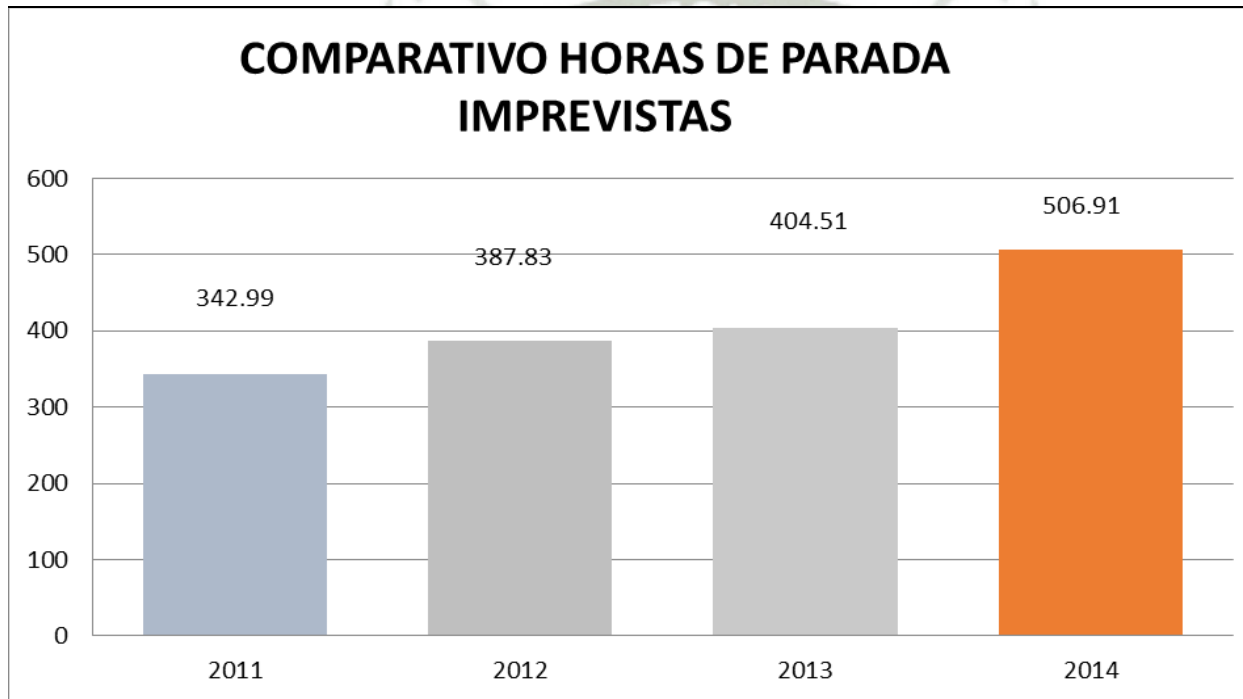
El transformador de la línea 1, el cual opera solo para esta línea, sufrió un desperfecto que origino una gran cantidad de horas de parada en diciembre, tal como se puede observar en el gráfico.

Con esto se puede concluir que este año las horas fueron aumentando en comparación a los años anteriores debido al aumento de las fallas en equipos críticos como la bomba de aceite y equipos importantes como el serpentín del caldero. Cabe señalar que se cuenta con un caldero de emergencia pero debido a la falta de mano de obra este se encontró fuera de operación siendo imposible ponerlo operativo para el funcionamiento de la línea 1.

### 3.2.1.5. Comparativo años 2011 al 2014

A continuación se muestra un gráfico comparativo de las horas de parada imprevistas de los últimos 4 años:

**Grafico 3.9. Comparativo de horas de parada, años 2011-2012-2013-2014**



**Fuente: Elaboración Propia**

### **Análisis del grafico 3.9**

Tal como se puede apreciar en el grafico mostrado anteriormente, las horas de parada por diversas fallas en los equipos o por otras circunstancias han ido en aumento, siendo lo más crítico los años 2013 y 2014.

En el 2011 se determinó que la premura por el arranque de las operaciones después de mantenimiento general prolongado fue una de las causas principales para el aumento de las horas de parada en este año.

En el año 2012, el hecho de no programar un mantenimiento general origino el desgaste de equipos por el sobreesfuerzo causando horas de parada imprevistas en mayor cantidad, que tal como se observo fue un porcentaje alto en comparación al año anterior.

En el año 2013 se tiene un total de 404.51 hrs de parada imprevistas por diferentes motivos, siendo lo más crítico las fallas de equipos que en su momento no recibieron la atención adecuada para su mantenimiento.

El año 2014 el aumento en las horas de parada es considerable, siendo de 506.91 hrs por fallas imprevistas, superando en 102.4 horas al año anterior. Esto se debe principalmente, a que la atención o planificación para el mantenimiento de equipos viene siendo deficiente en muchos aspectos. La premura por el arranque, el ahorrar costos en repuestos originales o de mejor calidad son los principales factores que impiden que la intervención en dichos equipos sea la correcta.

Analizando esta situación, las consecuencias son negativas debido a que las horas de parada le cuestan a La Empresa cantidades considerables de dinero por el hecho de no producir. Factores como falta de personal, sobreesfuerzo de equipos, falta de planificación fueron las causas principales para el aumento de las horas de parada en estos últimos años.

### 3.2.2. Eficiencia de la línea

La eficiencia está vinculada a utilizar los medios disponibles de manera racional para llegar a una meta.

En La Empresa la eficiencia trata de la capacidad de alcanzar un objetivo fijado con anterioridad en el menor tiempo posible lo que supone una optimización de los procesos.

En este caso se miden las horas de trabajo de cada mes, considerando operaciones de 24 hrs continuas, y las horas de parada por diversos motivos, en especial por mantenimientos programados y/o imprevistos.

El estimado de horas programadas de cada mes se calcula multiplicando los días de cada mes, suponiendo un mes de 30 días, por las 24 hrs de cada día.

Las horas trabajadas es la resta de todas las horas de parada que se tuvo durante el mes en mención.

A continuación se muestra la eficiencia calculada de cada mes de los últimos 4 años, en donde se observa un descenso significativo debido al aumento en las horas de parada:

### 3.2.2.1. Año 2011

El siguiente cuadro muestra la eficiencia de la línea 1 por cada mes:

**Cuadro 3.5. Eficiencia mensual en % – Año 2011**

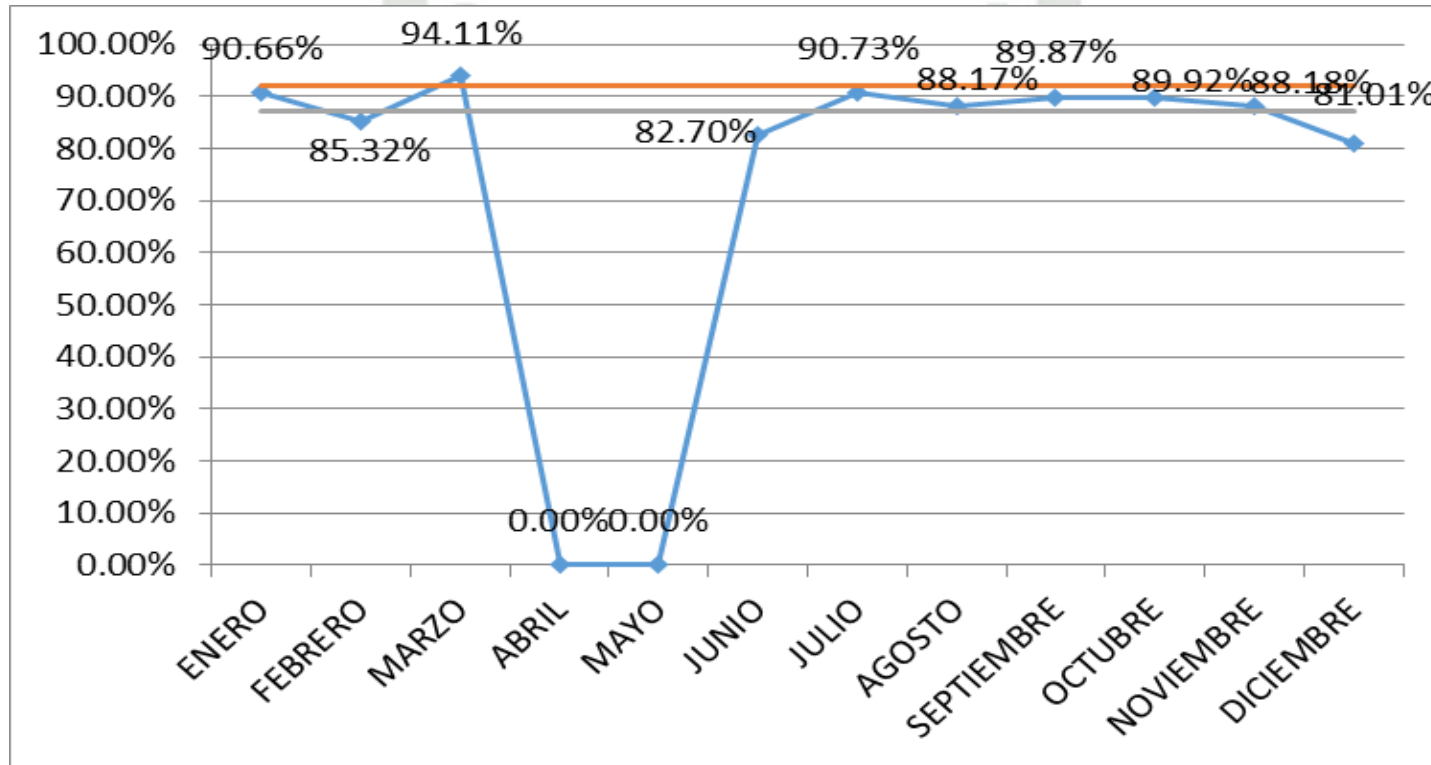
MES	%
ENERO	90.66%
FEBRERO	85.32%
MARZO	94.11%
ABRIL	0.00%
MAYO	0.00%
JUNIO	82.70%
JULIO	90.73%
AGOSTO	88.17%
SEPTIEMBRE	89.87%
OCTUBRE	89.92%
NOVIEMBRE	88.18%
DICIEMBRE	81.01%

**Fuente: Elaboración Propia**

Se observa que, exceptuando abril y mayo, en diciembre registra el menor porcentaje debido al mayor número de horas de parada por mantenimiento programado.

**Gráfico 3.10. Eficiencia mensual en %– Año 2011**

El gráfico siguiente nos muestra el porcentaje de la eficiencia de cada mes del año en mención:



Fuente: Elaboración Propia

Aparte de los meses de abril y mayo, existen 3 meses que se encuentran por debajo del límite inferior establecido lo que indica que existen algunas falencias con el funcionamiento de equipos y el desarrollo de los mantenimientos.

### **Análisis del gráfico 3.10**

La eficiencia se considera a la relación de las horas trabajadas entre las horas programadas de trabajo de cada mes. Las horas trabajadas se consideran después de calcular todas las horas de parada de cada mes.

Como ya se mencionó anteriormente, el siniestro ocurrido y al posterior mantenimiento general programado a causa de este evento, redujeron en gran porcentaje las horas trabajadas, sobre todo en los meses de abril, mayo y parte de junio.

A parte de esta situación, otro de los factores que influyó seriamente la eficiencia es lo referente a la falta de capacitación de personal, tanto antiguo como nuevo ya que, a raíz del reemplazo de equipos electrónicos y mecánicos nuevos a consecuencia del incendio, la tecnología fue diferente en donde el personal no se encontraba preparado para afrontar problemas de programación, demorando en muchos casos para la puesta en marcha de equipos por la demora en la configuración de variadores o relés que se necesitaban para la operación de la línea 1.

Esto a su vez afectó la organización del área de mantenimiento ya que la presión por la puesta en marcha de la línea y equipos críticos, los técnicos realizaban su trabajo, por decirlo de alguna manera, de una forma empírica tratando de “auto capacitarse” con los manuales y procedimientos de fábrica de cada aparato nuevo instalado.

En conclusión, con el incendio suscitado se pudieron ver las falencias en lo que respecta al mantenimiento de la línea, ya que cuando se realizó una evaluación de equipos y demás se encontraron fallas en la instalación y en las revisiones periódicas realizadas a los mismos. La actitud de todos los trabajadores tuvo que cambiar para lograr el arranque de la línea, aunque como se sabe el hecho de cambiar es difícil para cualquier organización.

### 3.2.2.2. Año 2012

El siguiente cuadro nos muestra la eficiencia del año 2012..

**Cuadro 3.6. Eficiencia mensual en % – Año 2012**

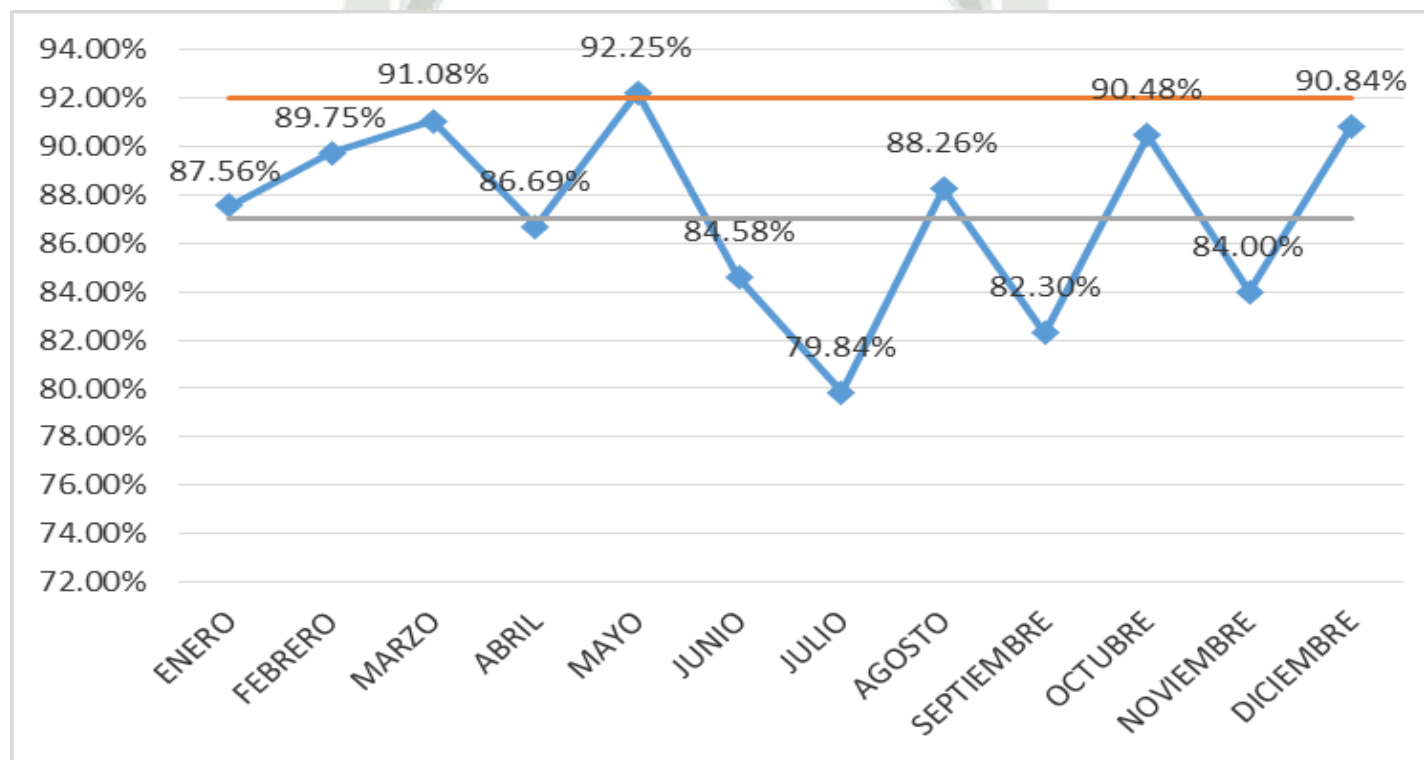
MES	%
ENERO	87.56%
FEBRERO	89.75%
MARZO	91.08%
ABRIL	86.69%
MAYO	92.25%
JUNIO	84.58%
JULIO	79.84%
AGOSTO	88.26%
SEPTIEMBRE	82.30%
OCTUBRE	90.48%
NOVIEMBRE	84.00%
DICIEMBRE	90.84%

**Fuente: Elaboración Propia**

Tal como se puede apreciar, setiembre registra un menor porcentaje debido al aumento de paradas imprevistas por falla de equipos, algunos de ellos críticos, considerando que no hubo mantenimiento general.

**Gráfico 3.11. Eficiencia mensual en %– Año 2012**

El gráfico siguiente nos muestra el porcentaje de la eficiencia de cada mes:



**Fuente: Elaboración Propia**

Según lo observado, casi el 50% de meses se encuentran por debajo del límite inferior establecido en lo referente a la eficiencia de la línea, dando a entender que los problemas van en aumento, en comparación al año anterior.

### Análisis del gráfico 3.11

Con respecto a la eficiencia del año 2012, no se mantuvo estable en todos los meses, considerando los límites establecidos (máximo: 92%; mínimo: 87%).

En este año uno de los principales factores causantes de esta situación fue el no haberse programado un mantenimiento preventivo general ya que se considero que el ejecutado en el año 2011 era suficiente para cubrir por lo menos 2 años más.

Las fallas imprevistas fueron más recurrentes como es el caso del caldero de aceite térmico que por problemas en su regulación este fallaba continuamente originando paradas en la línea.

La falta de inspecciones y de algún formato que valide esto, también afectó la operatividad de la planta ya que en algunas auditorías realizadas, la falta de registros se hicieron evidentes al igual que la falla de equipos que aparentemente no presentaban problemas en su operación normal pero que de un momento a otro fallaban perjudicando las operaciones.

La obsolescencia es una de las consecuencias de lo mencionado anteriormente ya que el sobreesfuerzo afecta seriamente el tiempo de vida de los equipos. El aumento de las horas de parada han sido causadas por estos factores.

En conclusión, el sobreesfuerzo, la falta de organización para realizar inspecciones y la falta de formatos que validen estas tareas, afectaron la operatividad de la línea 1.

### 3.2.2.3. Año 2013

El siguiente cuadro nos muestra el porcentaje de la eficiencia de cada mes:

**Cuadro 3.7 Eficiencia mensual en % – Año 2013**

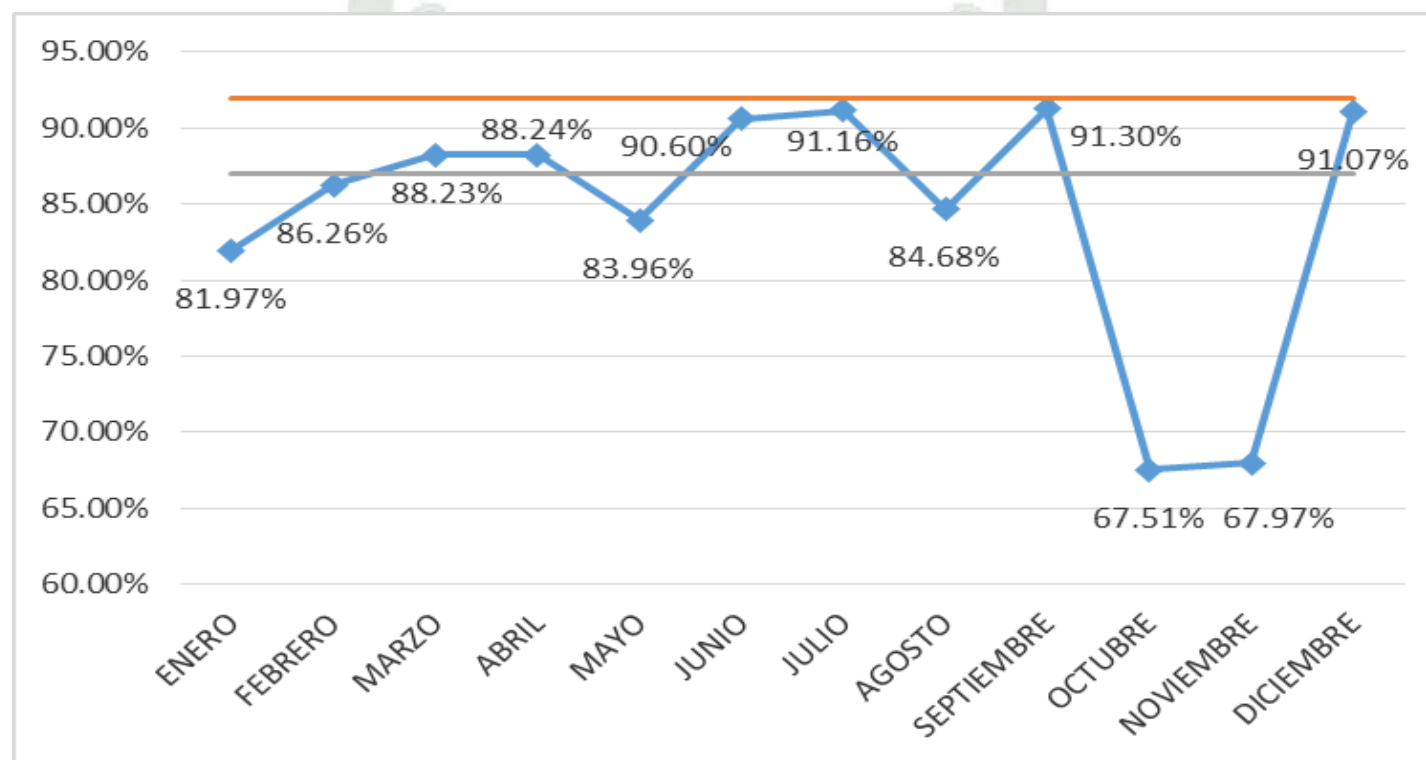
MES	%
ENERO	81.97%
FEBRERO	86.26%
MARZO	88.23%
ABRIL	88.24%
MAYO	83.96%
JUNIO	90.60%
JULIO	91.16%
AGOSTO	84.68%
SEPTIEMBRE	91.30%
OCTUBRE	67.51%
NOVIEMBRE	67.97%
DICIEMBRE	91.07%

**Fuente: Elaboración Propia**

Tal como se puede apreciar en el cuadro anterior, la eficiencia en la mayoría de los meses tiene un porcentaje menor al 90% en comparación a los años anteriores, esto debido al aumento en las horas de parada tanto imprevistas como programadas. Se exceptúa octubre y noviembre debido al mantenimiento general programado

**Gráfico 3.12. Eficiencia mensual en %– Año 2013**

A continuación la representación gráfica de la eficiencia de cada mes:



**Fuente: Elaboración Propia**

Exceptuando los meses de octubre y noviembre, la eficiencia mensual del año en mención se mantuvo de manera irregular, descendiendo menos de lo establecido.

### **Análisis del grafico 3.12**

Como se puede apreciar, los valores se encontraron por debajo de los límites establecidos.

Estos descensos son a consecuencia del tiempo de ejecución de los mantenimientos programados, en muchos casos por la falta de personal, demorando el desarrollo de los mismos, esto aunado a la falta de motivación de los técnicos los cuales no contaban con sobretiempos considerando la criticidad de la línea después de casi 2 y medio de no contar con un mantenimiento preventivo general.

Otro factor que influyó para que la eficiencia se mantuviera por debajo del límite establecido en varios meses, es lo referente a la realización de los programas deficientes de mantenimiento, en los cuales no incluían la reparación de equipos críticos ya sea por descuido o por falta de tiempo ya que la presión por ejecutar los mantenimientos ha sido grande con la finalidad de cumplir con los programas de producción.

Como conclusión se tiene que en comparación al año anterior, la eficiencia tuvo un ligero aumento pero aun no cumple con las expectativas que la Empresa desearía tener.

Como cualquier empresa, busca obtener una eficiencia cercana al 100% o por lo menos valores dentro de los límites establecido pero a raíz de factores como la deficiencia en la elaboración de programas de mantenimientos, tiempo de ejecución con el que se cuenta para la realización de los mantenimientos, y la falta de motivación del personal implicado estos valores no fueron los esperados.

### 3.2.2.4. Año 2014

El siguiente cuadro nos muestra la eficiencia del año 2014.

**Cuadro 3.8. Eficiencia mensual en % – Año 2014**

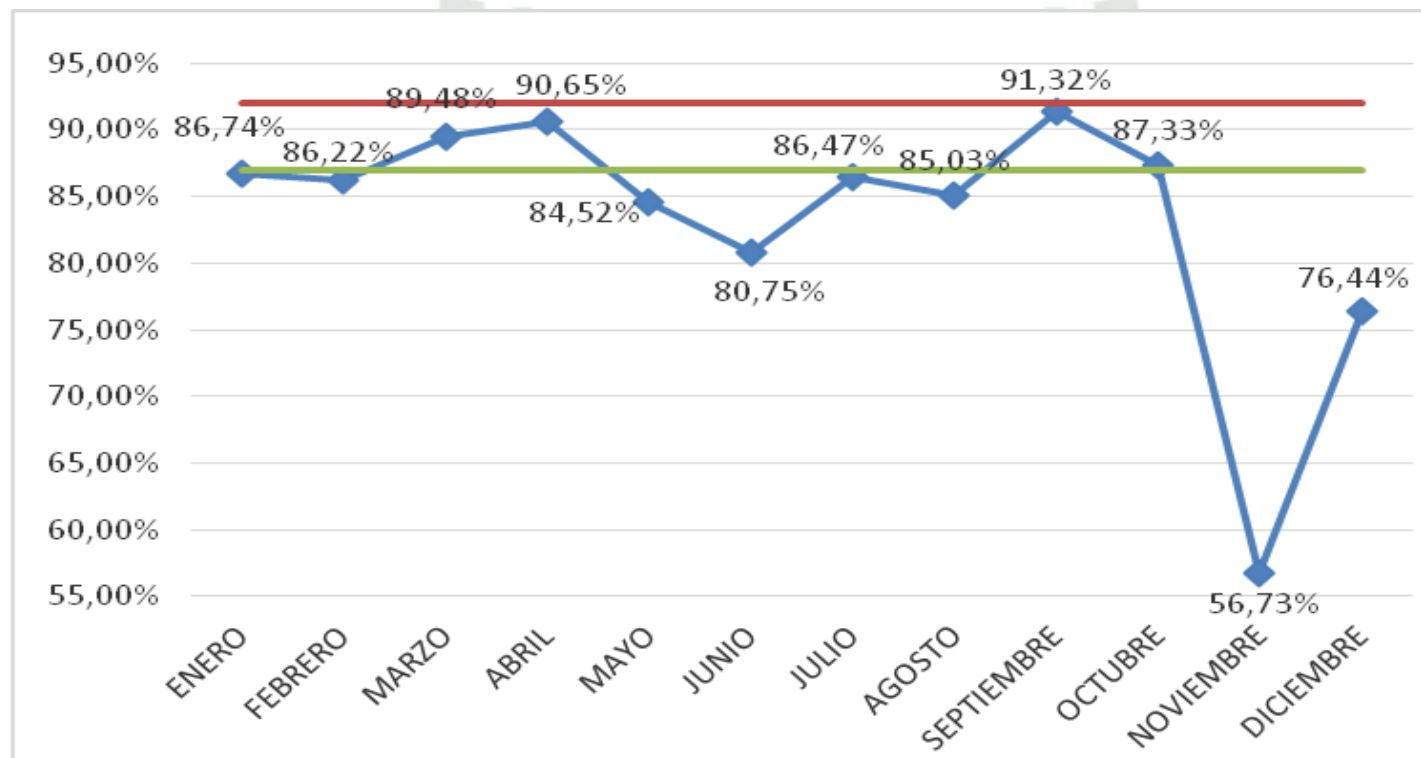
MES	%
ENERO	86,74%
FEBRERO	86,22%
MARZO	89,48%
ABRIL	90,65%
MAYO	84,52%
JUNIO	80,75%
JULIO	86,47%
AGOSTO	85,03%
SEPTIEMBRE	91,32%
OCTUBRE	87,33%
NOVIEMBRE	56,73%
DICIEMBRE	76,44%

**Fuente: Elaboración Propia**

Según lo mostrado, la eficiencia del año en mencion se mantuvo baja en diferentes meses, casi en un 75%, lo que indica que las paradas han ido aumentando considerablemente en comparacion a los años anteriores. Esto se debe a la deficiencia en los programas de mantenimiento que en muchos casos no se consideran algunos trabajos de criticidad.

**Gráfico 3.13. Eficiencia mensual en %– Año 2014**

El gráfico siguiente nos muestra el porcentaje de la eficiencia de cada mes:



**Fuente: Elaboración Propia**

Tal como se puede apreciar, la eficiencia se ha mantenido menor al límite inferior establecido, casi en la mayoría de los meses.

### **Análisis del grafico 3.13**

La eficiencia del año en mención, también tuvo valores debajo de los límites establecidos a causa de las horas de parada que vienen en aumento en comparación a los años anteriores.

Esto se debe a problemas que aun presenta el área de mantenimiento y producción como es el caso de la cultura de prevención por parte del personal tanto de mantenimiento como de producción, incluyendo la limpieza correcta de los equipos.

La falta de procedimientos que establezcan como realizar los mantenimientos, sobretodo de los equipos críticos y procedimientos también para el arranque de equipos que necesiten de un mayor consumo de energía, etc, son algunas de las falencias que se tiene con respecto a los lineamientos que se debe seguir para un mantenimiento eficaz.

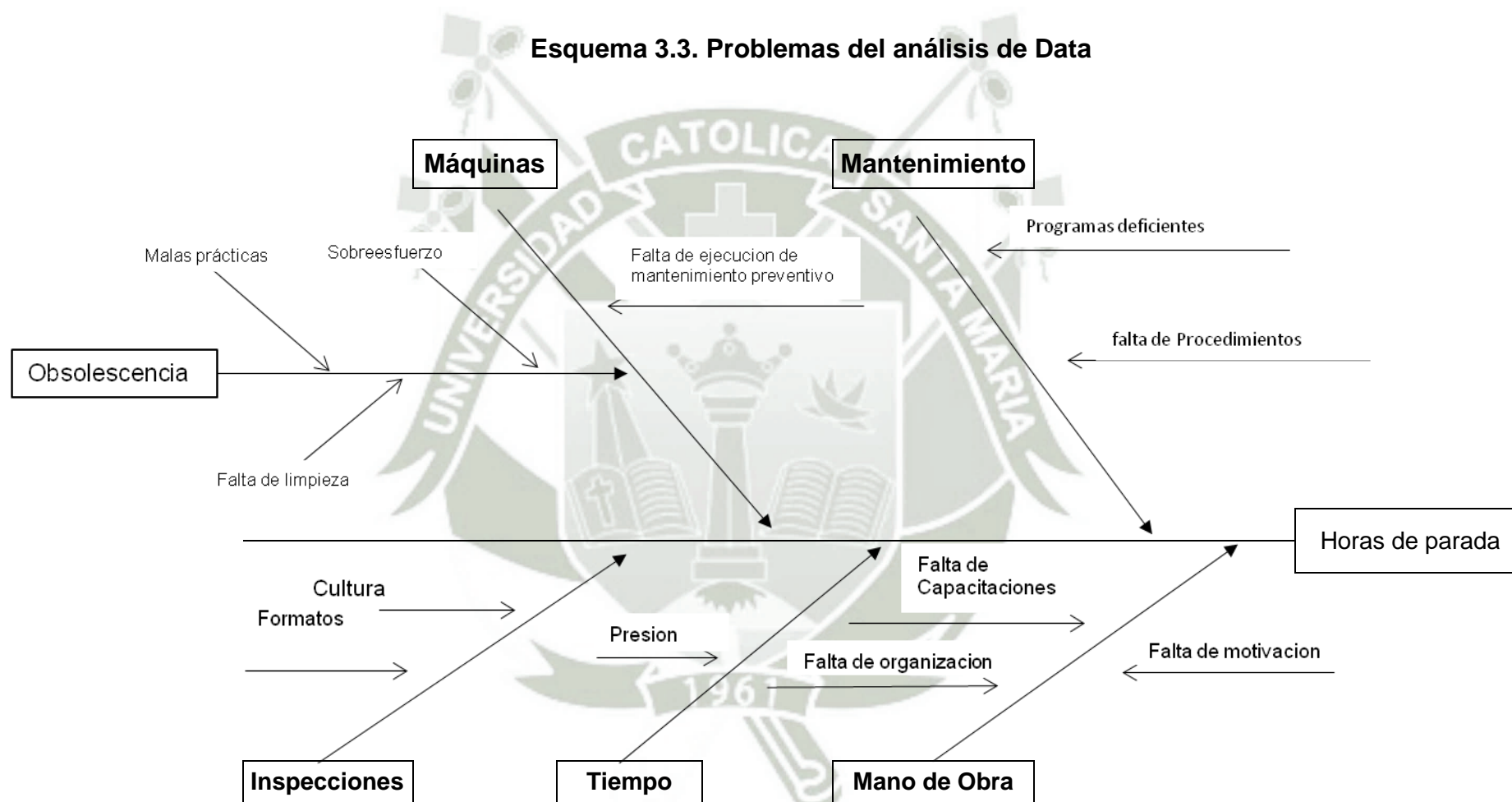
Con esto se concluye que las inspecciones, la cultura de prevención y de limpieza del personal implicado, y la falta de procedimientos detallados que establezcan los pasos necesarios para el desarrollo de mantenimientos o arranques de equipos, no están siendo los adecuados y que en comparación de años anteriores, la situación del sistema de mantenimiento viene empeorando.

Otros factores como la premura por el arranque y la falta de personal para realizar trabajos de soldadura también se hacen presente al igual que los años anteriores ya que son factores que aun no se han podido solucionar o por lo menos reducir para que el sistema de mantenimiento en la empresa mejore con el paso de los años y así tener una eficiencia mayor a la requerida.

### 3.2.3. Principales problemas del análisis de data:

A continuación un resumen mediante el diagrama de Ishikawa de los problemas identificados en el análisis de data:

Esquema 3.3. Problemas del análisis de Data



Fuente: Elaboración Propia

### **Análisis del esquema 3.3**

El esquema causa efecto nos permite identificar las principales causas de los problemas que se tienen con la operación continua de la línea 1.

Como se puede apreciar, en el caso de las Maquinas se identifican 3 causas importantes para el problemas con las mismas, como es las malas prácticas, sobreesfuerzo y la falta de limpieza. Otro problema identificado que resulta ser crítico, es la falta de ejecución de mantenimiento preventivo correcto, que muchas veces termina ser determinante para la operatividad de los equipos.

En lo que respecta al Mantenimiento, se identifican 2 causas principales como son los programas deficientes y la falta de procedimientos para la intervención de los equipos.

En lo que respecta a las inspecciones, la cultura del personal involucrado y la falta de formatos para registrar estas inspecciones hacen un problema crítico para el desarrollo de las inspecciones.

En el caso del Tiempo, se identifica que la presión por parte de las jefaturas para culminar estos trabajos de mantenimiento y reiniciar cuanto antes las operaciones, son una causa principal para deterioro de equipos y la presencia de fallas recurrentes en muchos de estos ya que no fueron intervenidos de la manera más adecuada.

Y en lo referente a la mano de obra, la falta de organización, motivación y la falta de capacitaciones son causas principales para el mal desarrollo de los mantenimientos y reparación de los equipos. La motivación tiene que ver directamente con el pago de sobretiempos, que actualmente no se considera en la organización.

### 3.3. ANALISIS DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO

La empresa dedicada a la producción de productos bóricos, cuenta con el área de mantenimiento que viene a ser el apoyo necesario para que las operaciones no sufran contratiempos por fallas imprevistas de los equipos utilizados en planta, así como también realizar las labores de mantenimiento preventivos en las paradas programadas.

El personal que lo conforman son técnicos especializados en sus áreas correspondientes. Algunos de ellos son técnicos con varios años de experiencia que en muchos casos, la retroalimentación de nuevas tecnologías no es la correcta. Esto va directamente relacionado a la falta de capacitaciones que se viene dando en el área.

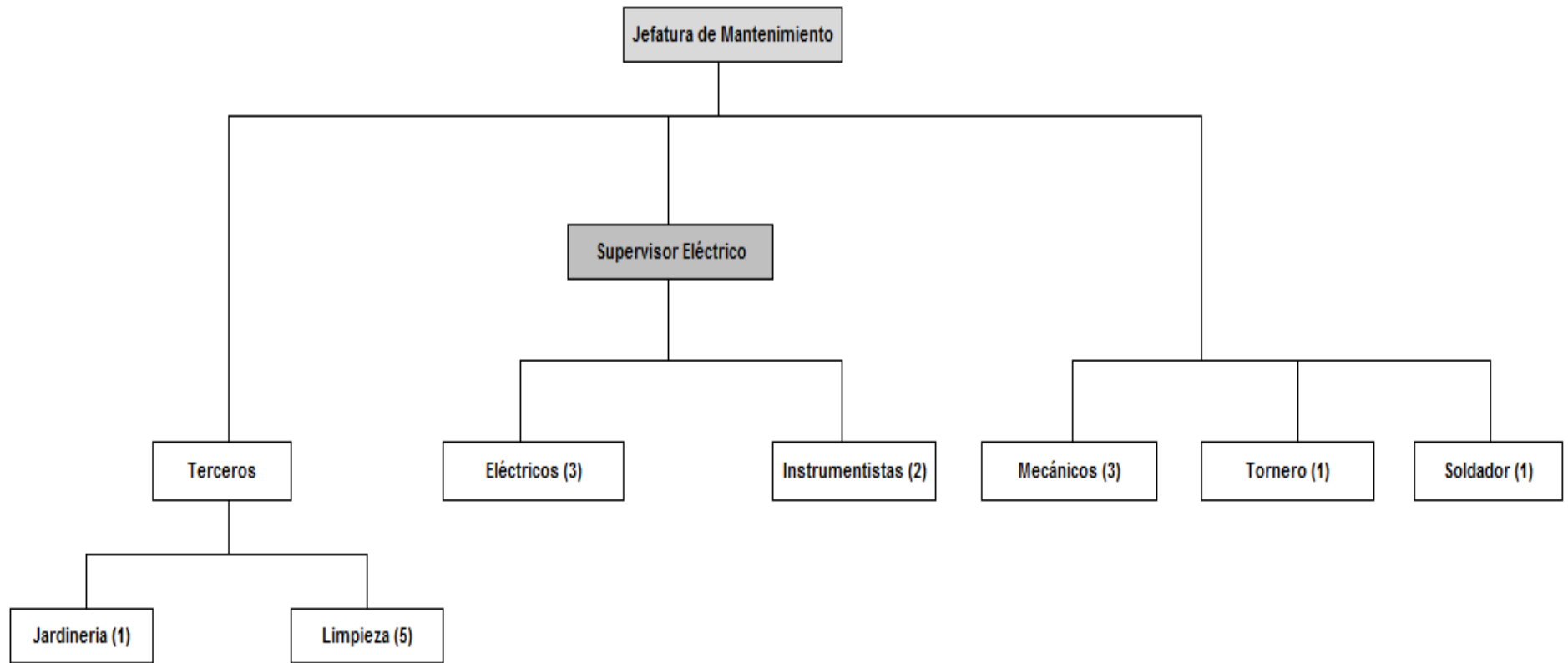
Cuentan con un taller mecánico, maestranza y área para la reparación de la instrumentación. De igual manera cuentan con torno, que es operador por un solo técnico, que cuenta con los conocimientos necesarios.

El área en cuestión cuenta con el siguiente personal:

- 01 Jefe de mantenimiento
- 01 Supervisor eléctrico y de instrumentación
- 03 Técnicos de mantenimiento mecánico
- 01 Técnico Torno
- 01 Técnico Soldador
- 03 Técnicos de mantenimiento eléctrico
- 02 Técnicos instrumentistas

A continuación se muestra el organigrama total del área:

Esquema 3.3. Organigrama de operaciones



Fuente: Recursos Humanos de La Empresa



### 3.3.1. Programas de mantenimiento

A continuación se muestra el formato utilizado por el área de mantenimiento, tanto mecánico como eléctrico para detallar los trabajos a realizar en las paradas programadas. Estos trabajos o tareas pueden variar de acuerdo a la disponibilidad de personal técnico, al tiempo dado para el desarrollo del mantenimiento en sí, entre otros factores.

A continuación se detallan los campos del formato utilizado:

- Se ingresa el código del equipo, ya sea bomba, faja, motor etc.
- Luego se detalla el trabajo a realizar en el equipo seleccionado
- Seguidamente se programa al personal especializado para ejecutar la tarea.
- Se ingresa la orden de trabajo según lo estipulado en el área de mantenimiento.
- Luego se estipula el tipo de permiso que debe utilizar el personal para ser revisado y sellado por el área de seguridad
- Los 2 últimos campos se refieren a las observaciones y los trabajos previos al mantenimiento como estado del equipo, ejecución de limpieza, etc.

PLANTA  
AREQUIPA

PROGRAMA DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO MECANICO A DESARROLLAR DURANTE PARADA DE MANTENIMIENTO DE PRODUCCION DEL  
30 DE ENERO EN PLANTA A°B°- I

MANTENIMIENTO MECANICO						
CODIGO EQUIPO	TRABAJOS PROGRAMADOS	PERSONAL	OT	TIPO DE PERMISO	OBSERVACIONES	TRABAJOS PREVIOS AL MANTTO

Fuente: Departamento de mantenimiento



PLANTA  
AREQUIPA

PROGRAMA DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO MECANICO A DESARROLLAR DURANTE PARADA DE MANTENIMIENTO DE PRODUCCION DE  
ENERO EN PLANTA A°B°- I

MANTENIMIENTO ELECTRICO - INSTRUMENTAL						
CODIGO EQUIPO	TRABAJOS PROGRAMADOS	PERSONAL	OT	TIPO DE PERMISO	OBSERVACIONES	TRABAJOS PREVIOS AL MANTTO

Fuente: Departamento de mantenimiento

## Detalle de los programas de mantenimiento actuales

En los cuadros mostrados anteriormente se establecen las pautas necesarias para llevar a cabo el mantenimiento, ya sea en la parte mecánica o en la parte eléctrica-instrumental. Las tareas pueden variar en número, es decir, en algunas oportunidades pueden ser 15, 20 o más dependiendo de la necesidad y disponibilidad del personal.

En la columna código equipo se coloca el código con que ha sido nombrado el equipo. Esta codificación está dada desde que se iniciaron operaciones en esta línea.

Seguidamente se detallan los trabajos que se van a realizar en los equipos seleccionados. Por ejemplo se detalla si es que se va cambiar un sello a una bomba, o algún otro tipo de repuesto.

Luego se coloca el personal a cargo de estos trabajos, ya sea personal mecánico, eléctrico o instrumentista. Generalmente se seleccionan 2 personas como mínimo para realizar los trabajos.

Luego se coloca la orden de trabajo según lo estipulado en el área de mantenimiento.

Seguidamente se ingresa que tipo de permiso se utilizará para ejecutar estos trabajos. Este detalle se ingresa ya que el área de seguridad lo solicita.

En observaciones se colocan los detalles u ocurrencias que el mismo personal a cargo de la tarea identifica, ya sea estado de equipo, limpieza o repuestos utilizados para la reparación.

Y por último se detallan algunas acciones previas al mantenimiento de ese equipo, como es la limpieza, algún procedimiento resumido para la intervención, etc.

### 3.3.2. Tipos de mantenimiento establecidos

Tal como se mencionó en el capítulo 2, existen varios tipos de mantenimiento, de los cuales los tomados en cuenta en La Empresa son el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo

#### 3.3.2.1. Mantenimiento preventivo:

Este tipo de mantenimiento se realiza cada 15 días según política empresarial, con el fin de realizar reparaciones en los equipos que por alguna razón puedan sufrir alguna falla o desgaste durante el periodo de producción continua.

##### **Procedimiento:**

Los formatos mostrados en el punto 3.3.1 son el punto de partida para llevar a cabo estos mantenimientos:

- El jefe del área asigna a cada técnico mecánico o eléctrico las tareas que según evaluación deben ser consideradas en el programa establecido por el mismo.
- Estas tareas dependen del número de personal con el que se cuenta ya que este es reducido.
- Se genera la orden de trabajo correspondiente para el desarrollo del mantenimiento así como los permisos necesarios para la revisión y autorización del área de seguridad y del jefe de turno.

Tal como se mencionó anteriormente, el número de tareas puede variar por algunos factores como es el tiempo y la cantidad de equipos dañados que no fueron revisados en su momento. En algunas circunstancias las tareas programadas superan ampliamente a las tareas ejecutadas en el mantenimiento debido a diferentes causas especialmente a la falta de mano de obra necesaria para cumplir con diversos

trabajos en especial con los de soldadura. Existen líneas de procesos, equipos, tanques, etc., que por el paso de los años son víctimas de la corrosión y otros agentes que deterioran la estructura de estos, obligando a realizar reparaciones por medio de la soldadura para su restauración y funcionamiento óptimo.

### **3.3.2.2. Mantenimiento correctivo:**

En cuanto se refiere a lo correctivo, este funciona como en toda empresa: al detectarse la falla de algún equipo inmediatamente el Ingeniero de Procesos solicita la intervención del personal de mantenimiento para la evaluación y reparación respectiva y así no afectar el desarrollo del proceso productivo.

Existen además factores que actualmente vienen afectando o dificultando la intervención por parte del personal de mantenimiento, en el sentido de rapidez o eficiencia, los cuales podemos mencionar a continuación:

- Falta de personal que intervenga cuando las fallas se dan en más de un equipo a la vez.
- Falta de repuestos necesarios o actualizados para el cambio de los dañados
- En algunos casos, herramientas inadecuadas o hechizas para el desarrollo del mantenimiento.
- Falta de capacitación de algunos técnicos para el mantenimiento de equipos nuevos o que presenten pocas fallas.
- Falta de equipos en “stand by” para el cambio que se considere necesario.
- Todos estos factores a su vez pueden generar un desinterés del personal de mantenimiento ya que ven dificultades o trabas en el desarrollo normal de sus actividades

### 3.3.3. Análisis visual

Las imágenes mostradas a continuación nos dan una idea de como se procede al momento de solicitar la intervención del personal de mantenimiento para la reparación de algún equipo:

#### 3.3.3.1. Bomba de agua de proceso:



Fuente: Fotografía propia / La Empresa

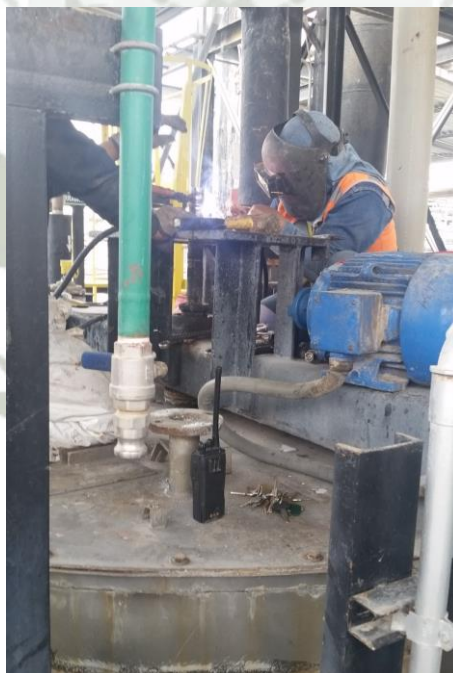
En esta imagen se observa el cambio de bomba de agua industrial debido a deterioro de la anterior, originando una parada de proceso de aproximadamente 2.5 horas.

### 3.3.3.2. Agitador tanque de solución



**Fuente: Fotografía propia / La Empresa**

Como se puede apreciar, el eje de agitador esta sujeta por dos atadores debido a la falta de abrazaderas en stock.



**Fuente: Fotografía propia / La Empresa**

En la imagen mostrada se observa la reparación del eje de un agitador de otro tanque de solución por medio de soldadura debido a la criticidad del equipo.

## 4. CAPITULO IV ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA

En el presente capítulo analizaremos la problemática actual de la Línea de Producción a estudiar, así como la situación real del sistema de mantenimiento establecido tanto en lo programado como lo imprevisto.

### 4.1. ANALISIS AL RECURSO HUMANO

Para el análisis del capital humano, nos ayudamos con el uso de encuestas. Estas fueron realizadas a 5 Operadores de la línea 1, escogidos aleatoriamente, 3 Supervisores o Jefes de turno y 1 Jefe de planta.

Esto nos va a permitir evaluar la situación actual de La Empresa y así poder implementar las alternativas para la mejora respectiva.

#### 4.1.1. Metodología de recolección

Los pasos que se describen a continuación indican el proceso que se ha considerado para la recopilación, procesamiento y análisis de resultados:

- Presentación y explicación a la Jefatura de Planta sobre la finalidad y metodología de la investigación.
- Coordinación con la Jefatura sobre de los permisos, fechas y horario para las entrevistas con los involucrados.
- Presentación del cuestionario a desarrollar a la Jefatura para su aprobación.
- Sensibilización al personal involucrado y levantamiento de información a través del cuestionario preparado.
- Procesamiento y análisis de datos.
- Obtención de resultados y análisis

#### **4.1.2. Metodología de procesamiento de datos**

El procesamiento de la información o de los datos obtenidos, es el proceso lógico del pensamiento en el cual intervienen informaciones referidas a una problemática objeto de estudio y que permita establecer inferencias sobre la base del análisis, comparaciones y relaciones.

Nuestra población a entrevistar, está compuesta por los involucrados en el control de las operaciones en la línea 1 de producción.

Se utilizó técnicas estadísticas para organizar y reducir masas de datos a términos descriptivos.

Se realizó la tabulación y análisis como la categorización de las variables (datos), elaboración de matriz de codificación e ingreso de datos codificados al Excel como herramienta informática para el procesamiento estadístico de dichos datos.

Se realizó un análisis del contexto global y se obtuvo los resultados, que se presentan en tablas y gráficos

A continuación se presentan los resultados de las preguntas realizadas al personal involucrado:

#### **4.1.3. Información Obtenida**

A continuación se presenta los resultados de la encuesta realizada, y el análisis de los resultados:

### 1. ¿Cuáles son las condiciones de trabajo del área de Producción?

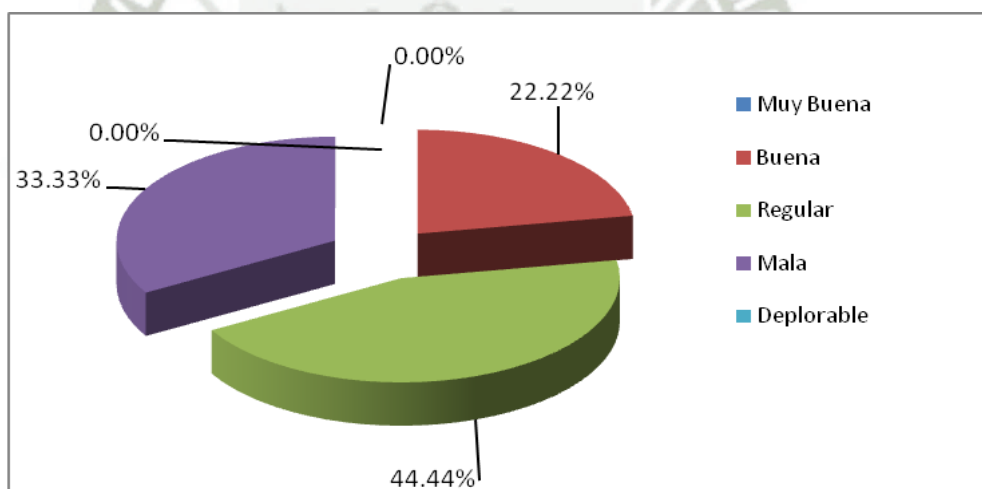
Las condiciones de trabajo tienen que ver en si con el estado de los equipos, infraestructura y con la disponibilidad de todo lo necesario para el personal.

**Cuadro 4.1. Condiciones de Trabajo**

	Cantidad	%
<b>Muy Buena</b>	0	0.00%
<b>Buena</b>	2	22.22%
<b>Regular</b>	4	44.44%
<b>Mala</b>	3	33.33%
<b>Deplorable</b>	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Grafico 4.1. Condiciones de Trabajo en el Área de Producción.**



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, la mayoría de los encuestados indicaron que las condiciones de trabajo se encuentran en términos Regulares. Esto debido a diferentes problemas tanto con equipos como con otros factores que más adelante se irán mencionando.

## 2. ¿Cuáles son los problemas que influyen en el desempeño de las actividades realizadas en el área?

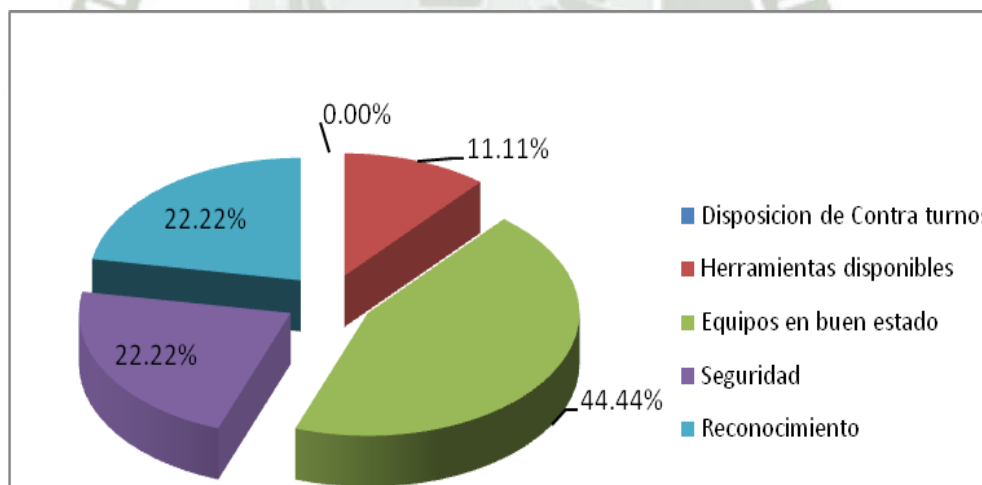
El desempeño dentro del área depende de las condiciones en las que se encuentra y de las diferentes necesidades que se deben satisfacer para cumplir con lo establecido.

**Cuadro 4.2. Necesidades para el desempeño**

	Cantidad	%
<b>Disposición de Contra turnos</b>	0	0.00%
<b>Herramientas disponibles</b>	1	11.11%
<b>Equipos en buen estado</b>	4	44.44%
<b>Seguridad</b>	2	22.22%
<b>Reconocimiento</b>	2	22.22%
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 4.2. Necesidades que influyen en el desempeño de las operaciones**



Fuente: Elaboración propia

Según los resultados mostrados en el gráfico anterior, la necesidad de tener los equipos en buen estado es lo más importante para la mayoría de los encuestados ya que sin estos, no se podría cumplir con la producción establecida.

### 3. ¿Cuál cree Ud. Que es el factor más importante que origina horas de parada imprevistas?

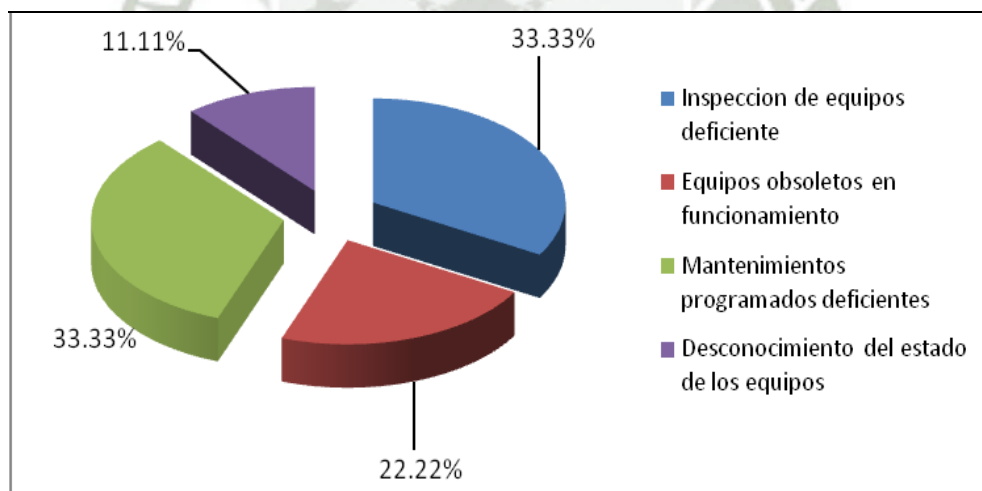
Las horas de parada imprevistas influyen tanto en la cantidad como en la calidad del producto final.

**Cuadro 4.3. Factores que originan horas de parada**

	Cantidad	%
Inspección de equipos deficiente	3	33.33%
Equipos obsoletos en funcionamiento	2	22.22%
Mantenimientos programados deficientes	3	33.33%
Desconocimiento del estado de los equipos	1	11.11%
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 4.3. Factores que originan horas de parada**



Fuente: Elaboración propia

Según lo mostrado, existen 2 factores importantes que influyen en las horas de parada imprevistas y que han venido en aumento los últimos años: Inspección de equipos deficiente y mantenimientos programados deficientes. El segundo tiene que ver más con el tiempo de duración de los mantenimientos y los equipos seleccionados para el mismo.

**4. ¿Con que frecuencia cree Ud. que se analiza la reposición y/o stocks de los repuestos en “La Empresa”?**

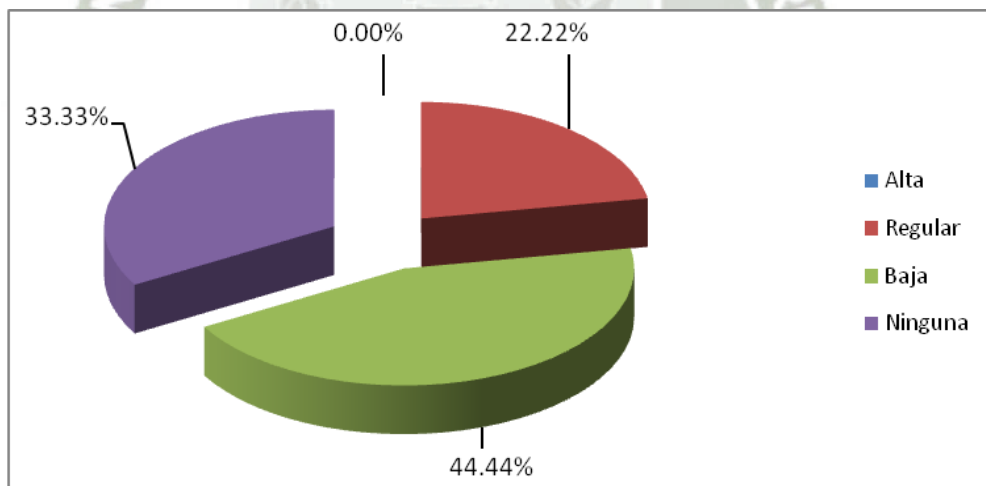
Esto tiene que ver con el hecho de contar con herramientas y/o materiales críticos en momentos de urgencia con la finalidad de disminuir horas de parada.

**Cuadro 4.4. Frecuencia de revisión de repuestos críticos**

	Cantidad	%
Alta	0	0.00%
Regular	2	22.22%
Baja	4	44.44%
Ninguna	3	33.33%
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 4.4. Frecuencia de revisión de repuestos críticos.**



Fuente: Elaboración propia

El gráfico anterior nos indica que la mayoría de los encuestados cree que la frecuencia de revisión es baja o casi nula, esto debido a las experiencias vividas en cuanto a la necesidad de repuestos o materiales críticos en situaciones de emergencia.

**5. ¿Cree Ud. que la instrumentación está recibiendo el mantenimiento adecuado?**

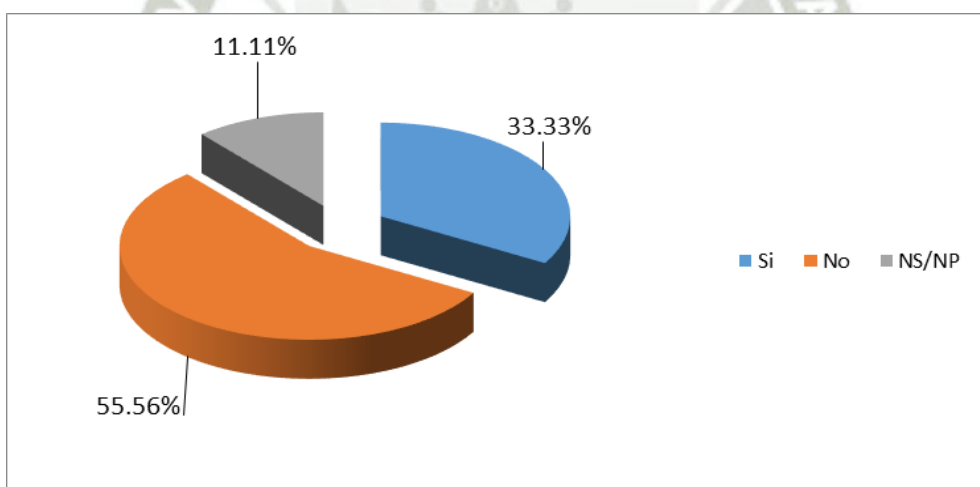
La instrumentación es un factor importante en las operaciones ya que proporciona la automatización en los controles de flujos, temperaturas etc.

**Cuadro 4.5. Capacidad de los Equipos**

	Cantidad	%
<b>Si</b>	3	33.33%
<b>No</b>	5	55.56%
<b>NS/NP</b>	1	11.11%
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 4.5. Mantenimiento en la Instrumentación**



Fuente: Elaboración propia

Los resultados mostrados en el grafico anterior indican que la mayoría de trabajadores cree que la instrumentación no es intervenida adecuadamente ya que consideran que las fallas se deben a repuestos obsoletos que son colocados para mantener la operaciones de estos equipos

## 6. ¿Cuáles son las principales dificultades presentadas en el proceso?

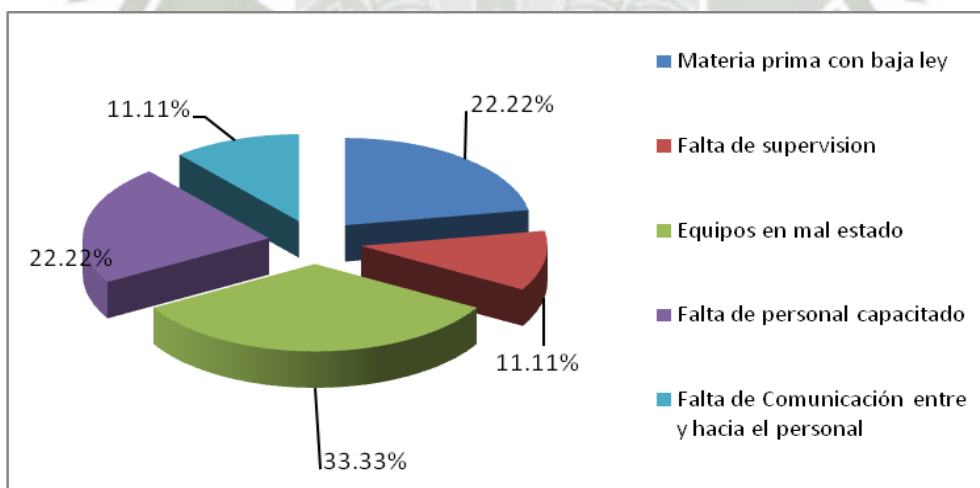
Las dificultades identificadas en el proceso, afectan directamente al cumplimiento de lo dispuesto por el departamento de planificación.

**Cuadro 4.6. Dificultades en el proceso**

	Cantidad	%
<b>Materia prima con baja ley</b>	2	22.22%
<b>Falta de supervisión</b>	1	11.11%
<b>Equipos en mal estado</b>	3	33.33%
<b>Falta de personal capacitado</b>	2	22.22%
<b>Falta de Comunicación entre y hacia el personal</b>	1	11.11%
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 4.6. Dificultades presentadas en el proceso**



Fuente: Elaboración propia

El gráfico anterior nos indica que los equipos en mal estado es un punto importante que se presenta y afecta el desarrollo de la producción.

**7. ¿Qué equipos cree ud. son los que presentan mayor criticidad?**

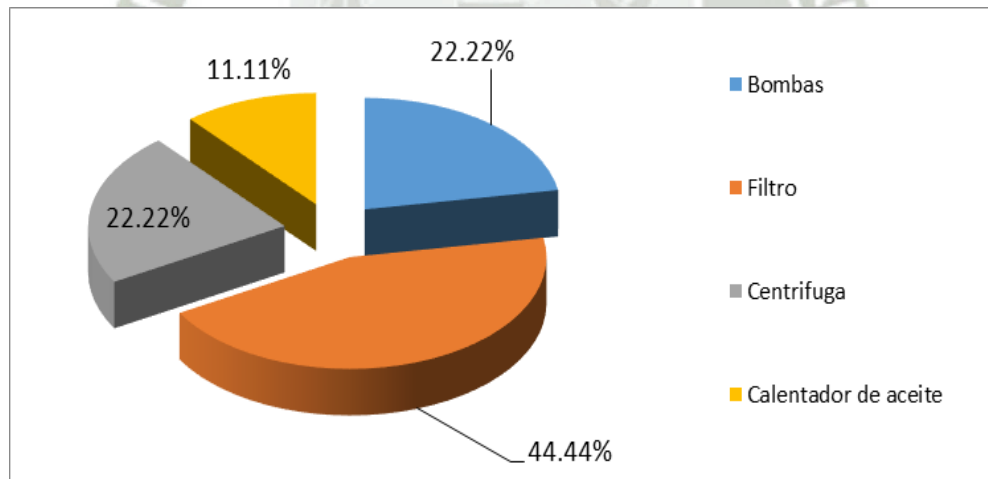
En cuanto a criticidad, se tomó en cuenta tanto los equipos que presentan mayores paradas y los equipos que mas influyen en la produccion final.

**Cuadro 4.7. Criticidad de Equipos**

	Cantidad	%
<b>Bombas / sellos</b>	2	22.22%
<b>Filtro</b>	4	44.44%
<b>Centrifuga</b>	2	22.22%
<b>Calentador de aceite</b>	1	11.11%
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 4.7. Criticidad de Equipos**



Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos, el filtro de tambor es el equipo más crítico, ya sea por el caudal de solución que produce, como por los problemas presentados en la lona utilizada para este proceso.

**8. ¿Cuáles son los inconvenientes que se presentan durante los mantenimientos programados?**

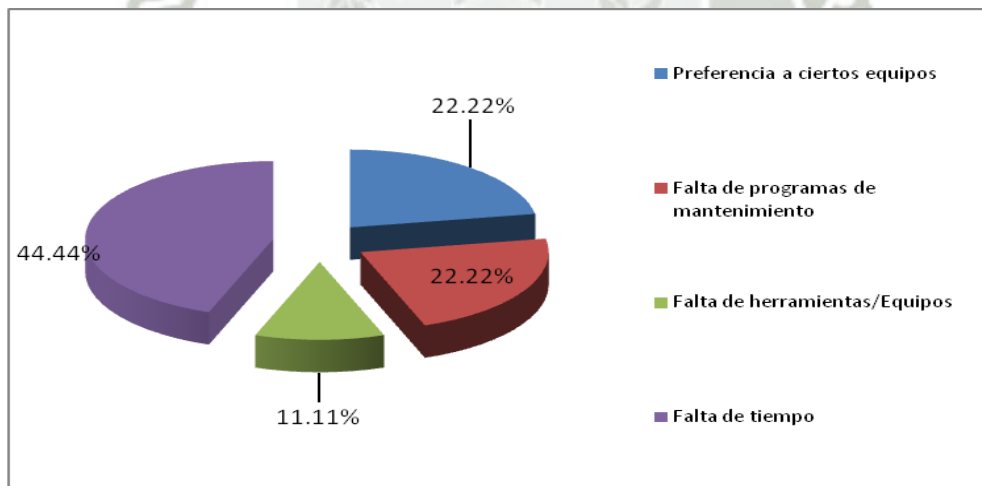
Los mantenimientos programados se realizan cada 15 días aproximadamente y tienen una duración de 24 horas.

**Cuadro 4.8. Inconvenientes en mantenimientos programados**

	Cantidad	%
<b>Preferencia a ciertos equipos</b>	2	22.22%
<b>Falta de programas de mantenimiento</b>	2	22.22%
<b>Falta de herramientas/Equipos</b>	1	11.11%
<b>Falta de tiempo</b>	4	44.44%
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 4.8. Inconvenientes en mantenimientos programados**



Fuente: Elaboración propia

La mayoría de encuestados indica que la falta de tiempo influye mucho en el éxito de los mantenimientos. Esto se debe más que todo a la premura por el arranque y reinicio de las operaciones para cumplir con la planificación establecida.

**9. ¿Cree Ud. que aporta para el cumplimiento de los objetivos de la empresa?**

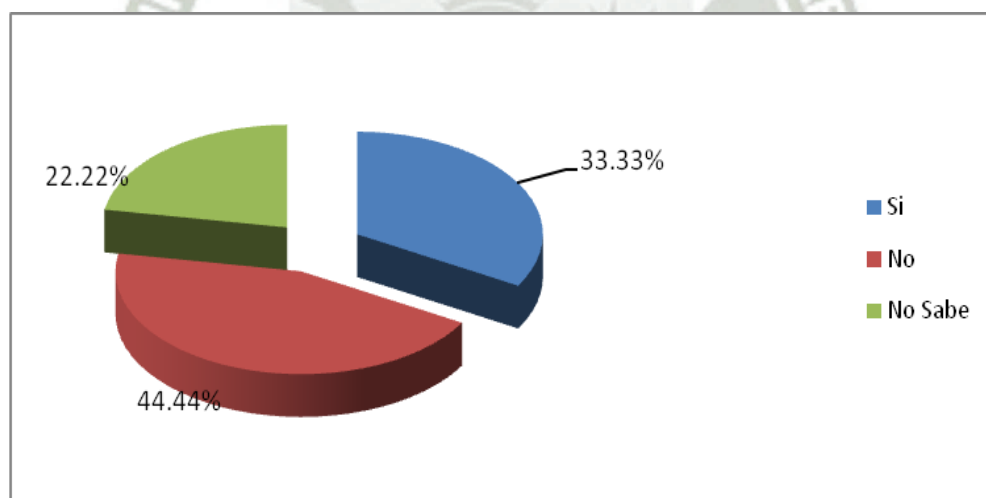
Los integrantes de una organización deben estar comprometidos con el cumplimiento de las metas y objetivos. Esto ayuda para el crecimiento de la empresa en los diferentes niveles que se desarrolla.

**Cuadro 4.9. Aportes del personal**

	Cantidad	%
<b>Si</b>	3	33.33%
<b>No</b>	4	44.44%
<b>No Sabe</b>	2	22.22%
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 4.9. Aportes del personal**



Fuente: Elaboración propia

Los resultados nos muestra que la mayoría del personal no siente que este colaborando con el cumplimiento de objetivos dentro de la organización. Esto se debe a la falta de comunicación que existe.

**10. ¿A qué factores se les presta más importancia en el proceso?**

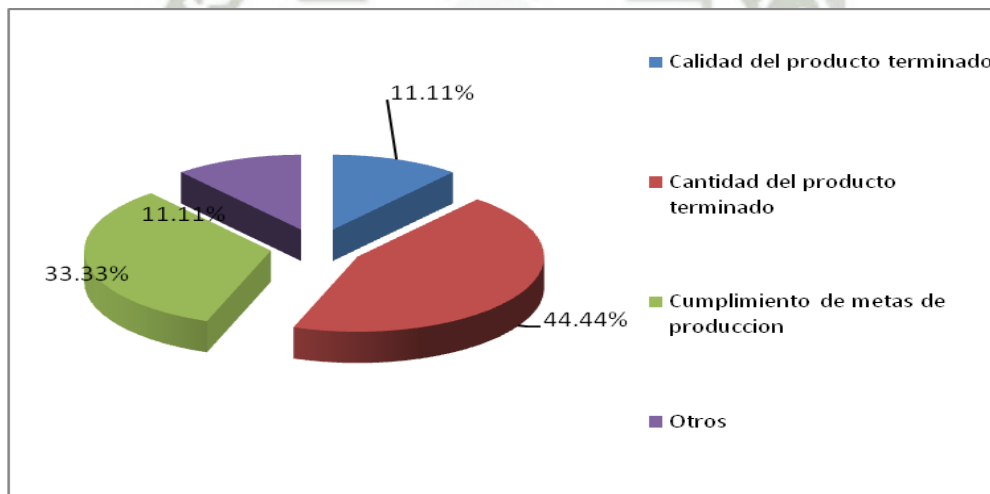
Existen muchos factores que pueden influir en la obtención del producto final, tanto en términos de calidad como de cantidad.

**Cuadro 4.10. Factores más importantes para el proceso**

	Cantidad	%
<b>Calidad del producto terminado</b>	1	11.11%
<b>Cantidad del producto terminado</b>	4	44.44%
<b>Condición de los equipos</b>	3	33.33%
<b>Otros</b>	1	11.11%
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 4.10. Factores más importantes para el proceso**



Fuente: Elaboración propia

El gráfico anterior nos indica que la mayoría de los encuestados cree que el número de toneladas obtenidas al final del día es el factor al que se le da importancia por parte de la jefatura inmediata o la alta gerencia. Se cree que la calidad es irrelevante.

### 11. ¿Cuáles son los factores que influyen en la demora de los mantenimientos preventivos o imprevistos?

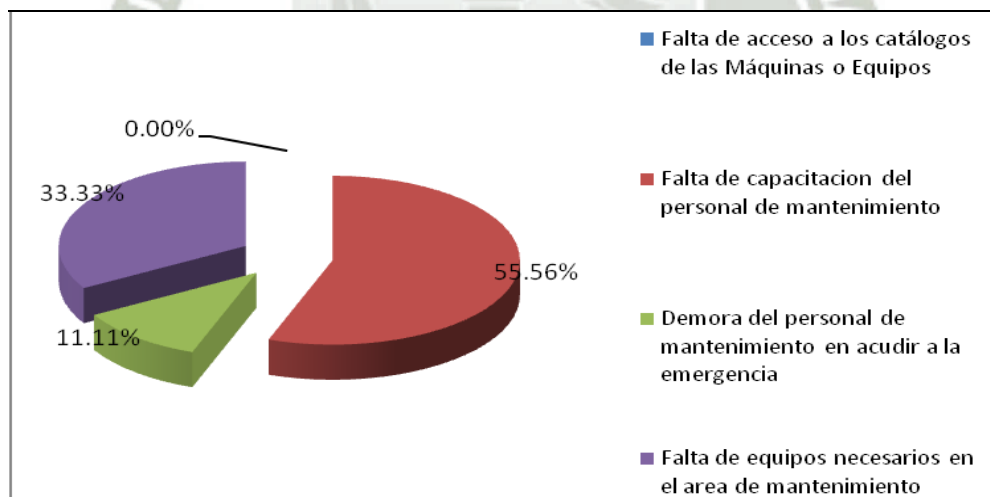
Cuando ocurre alguna emergencia o se realiza algún mantenimiento programado, el éxito de estos depende del accionar del personal de mantenimiento, tanto por su conocimiento como por la rapidez con la que actúan.

**Cuadro 4.11. Factores que influyen en la demora de los mantenimientos**

	Cantidad	%
Falta de acceso a los catálogos de las Máquinas o Equipos	0	0.00%
Falta de capacitación del personal de mantenimiento	5	55.56%
Cambio repentino de puesto del personal de mantto	1	11.11%
Falta de equipos necesarios en el área de mantenimiento	3	33.33%
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 4.11. Factores que influyen en la demora de los mantenimientos**

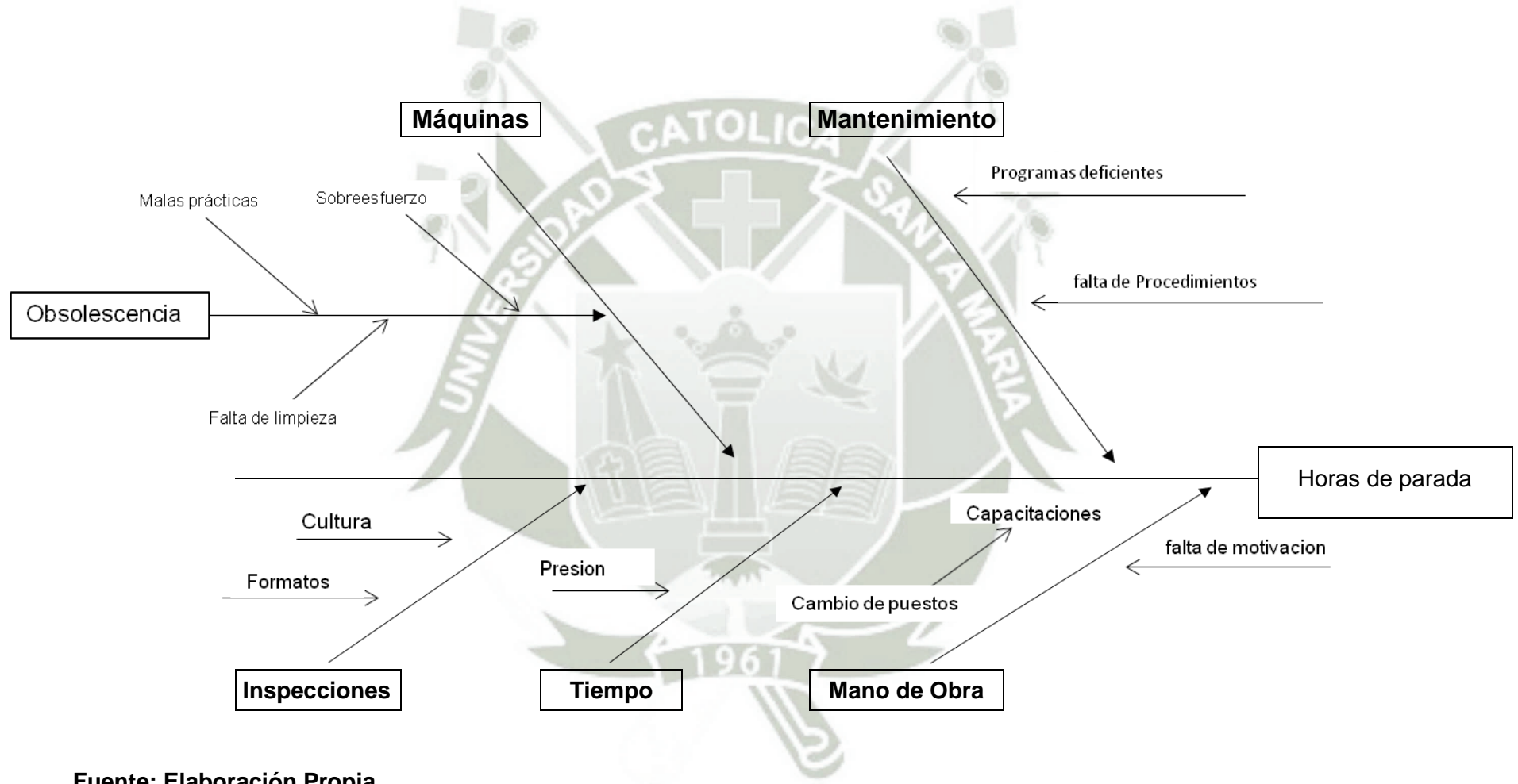


Fuente: Elaboración propia

Los resultados nos indican que la falta de capacitación del personal de mantenimiento es el factor que más influye en el retraso de los mantenimientos tanto programados como imprevistos

#### 4.1.4. Principales problemas del análisis de Capital humano

Esquema 4.1. Problemas del análisis de Capital Humano



Fuente: Elaboración Propia

### **Análisis del esquema 4.1**

El análisis de Ishikawa nos permite identificar los problemas recurrentes que presenta el área de mantenimiento así como sus soluciones. Es la representación gráfica de las relaciones múltiples de causa efecto entre las diversas variables que intervienen en un proceso.

Con respecto a las Maquinas, se identifican 3 problemas como falta de limpieza, sobreesfuerzo y malas prácticas que a su vez trae como consecuencia la obsolescencia del equipo.

En el caso del Mantenimiento, los programas deficientes y la falta de procedimientos son algunos de los problemas mas importantes según lo indicado por el personal encuestado, ya que consideran que las intervenciones de mantenimientos son hechas por la experiencia y no por orden o metodología.

Con respecto a las inspecciones, estas presentan 2 problemas como son la cultura de personal sobre la prevención de equipos y la falta de formatos que hacen fácil el trabajo de inspeccionar los equipos y así contar con un registro.

En lo referente al Tiempo, se tiene como causa principal a la presión que se recibe por parte de los superiores con la intención de reiniciar operaciones lo antes posible.

Y en lo referente a la mano de obra, se identifican 3 problemas como son la falta de motivación del personal, esto considerando la falta de sobretiempp al personal de mantenimiento y las capacitaciones al personal que muchas veces es cambiado de puesto o contratado a última hora.

En estas circunstancias las capacitaciones son importantes para el desarrollo continuo de las actividades de mantenimiento.

## 4.2. ANALISIS DE PROCESOS

En lo que respecta a los procesos, se realizará por medio de un análisis visual, este nos va a dar una perspectiva más detallada acerca de los puntos más críticos y la problemática actual de la línea 1, en lo que se refiere a producción, estado de equipos, personal, etc.

Las imágenes mostradas a continuación nos darán una idea más clara de los problemas que presentan los equipos más críticos que intervienen directamente en la producción de los boratos:

### 4.2.1. Difusor

Este equipo permite y regula el paso de residual y aire para realizar la combustión en el caldero.

**Imagen 4.1. Difusor**



**Fuente: Fotografía propia / La Empresa**

Como se puede apreciar, el estado en el que se encuentra origina que la combustión no sea la correcta, afectando la operatividad del caldero. Una de las causas principales es el aplazamiento de su revisión y mantenimiento.

#### 4.2.2. Intercambiadores de calor

Este equipo permite el calentamiento del agua madre necesaria para la producción, por medio del paso de aceite térmico.

**Imagen 4.2. Intercambiador de calor**



**Fuente: Fotografía propia / La Empresa**

En este caso se puede apreciar una fuga de aceite térmico por uno de los tubos de agua, perjudicando la operación del caldero.

#### 4.2.3. Serpentín de Reactor

Por medio del serpentín se traslada el aceite térmico, dando temperatura al reactor

**Imagen 4.3. Serpentín de Reactor**



**Fuente: Fotografía propia / La Empresa**

Como se puede apreciar, este presenta una fisura lo que origina una fuga de aceite térmico lo que a su vez contamina la pulpa del reactor afectando la producción. Esta contaminación es causante en muchos casos del desgaste de otros equipos como es el filtro de tambor y la bomba de solución filtrada.

#### 4.2.4. Tanque de agua madre

Esta imagen nos muestra el estado en que se encontró el interior del tanque de agua madre necesaria para el lavado de la torta del filtro de tambor.

**Imagen 4.4. Tanque de agua madre**



**Fuente: Fotografía Propia / La Empresa**

Se puede deducir que su mantenimiento fue casi nulo durante un tiempo considerable. La acumulación de producto y caliche se evidencia es evidente debido al poco interés en la limpieza de este tanque.

#### 4.2.5. Línea de solución

En esta imagen se puede apreciar el derrame de solución filtrada desde la línea que ingresa al tanque respectivo.

**Imagen 4.5. Línea de solución**



**Fuente: Fotografía propia / La Empresa**

La válvula presenta una fisura que no ha sido reparada o cambiada en su momento. Esto obviamente origina pérdidas y aumento en los costos de producción.

#### 4.2.6. Ducto de mineral

La imagen nos muestra la caja que encierra el elevador de cangilones.

**Imagen 4.6. Ducto de mineral**



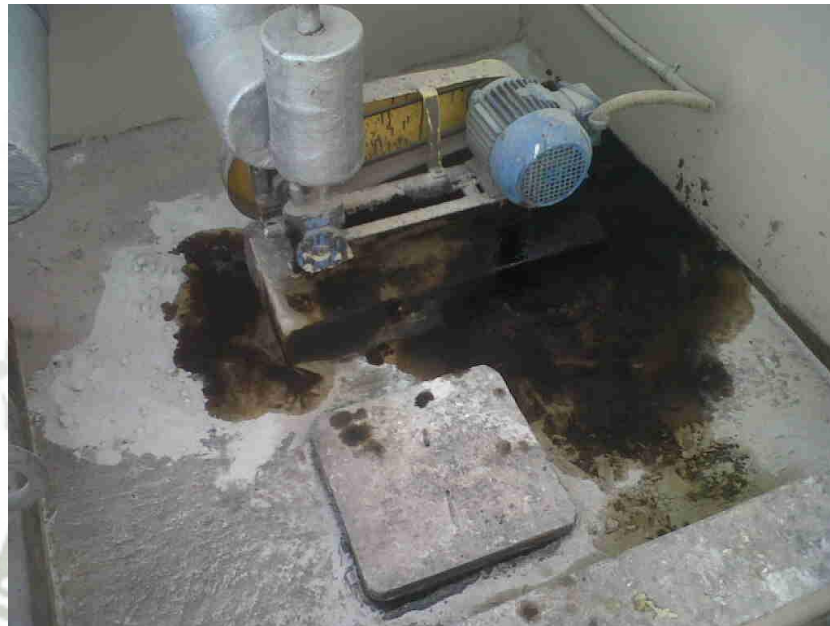
**Fuente: Fotografía propia / La Empresa**

Tal como muestra la imagen, esta se encuentra llena de mineral compactado lo que perjudica la operación normal originando recalentamiento del motor y reductor.

#### 4.2.7. Bomba de Petróleo

Esta bomba traslada petróleo residual hacia el caldero para realizar la combustión.

**Imagen 4.7. Bomba de petróleo**



**Fuente: Fotografía propia / La Empresa**

Se puede apreciar que existe una fuga de regular intensidad por el sello poniendo en riesgo la operación continua de la misma y del caldero.

#### 4.2.8. Tanque de solución

EL tanque mostrado recibe solución filtrada del filtro de tambor.

**Imagen 4.8. Tanque de solución**



**Fuente: Fotografía propia / La Empresa**

Como se puede apreciar presenta una fisura por donde viene fugando la solución, produciendo pérdidas tanto de solución como de temperatura.

#### 4.2.9. Válvulas de descarga

Las líneas mostradas en la imagen, reciben la pulpa de reactor hacia la grilla para posteriormente pasar al filtro

**Imagen 4.9. Válvulas de descarga**



**Fuente: Fotografía propia / La Empresa**

Como se puede apreciar una de las uniones se encuentra parchada con jebes y suples para mitigar la fuga y la pérdida de temperatura con que llega al filtro.

#### 4.2.10. Ducto de chimenea

Este ducto va unido a un ciclón en donde se recibe el polvo que pasa a la chimenea.

**Imagen 4.10. Ducto de chimenea**



**Fuente: Fotografía propia / La Empresa**

La imagen nos muestra que la limpieza no se realiza en un tiempo considerable lo que puede afectar la calidad del producto final y originar pérdidas de temperatura para el secado.

#### 4.2.11. Lona de filtración

El filtro de tambor tiene como herramienta principal una lona que sirve para separar el barro de la solución filtrada.

**Imagen 4.11. Lona de filtración**



**Fuente: Fotografía propia / La Empresa**

En la imagen se puede apreciar que esta presenta una rajadura de unos 50 cm aproximadamente lo que puede causar el paso de insolubles afectando la calidad del producto final. Estas situaciones son las que se presentan con mayor regularidad, teniendo que detener las operaciones de toda la línea para realizar la reparación o cambio del paño dañado.

#### 4.2.12. Malla de tamizado de mineral

Esta malla se encuentra instalada en la tolva donde se recibe el mineral para el proceso de reacción.

**Imagen 4.12. Malla de tamizado de mineral**



**Fuente: Elaboración propia / La Empresa**

Al encontrarse rota o doblada la probabilidad de que pasen piedras o algún otro sólido de gran tamaño es alta, pudiendo afectar la operación del elevador de cangilones o del molino de martillo.

#### 4.2.13. Manguera peristáltica:

Estas mangueras son utilizadas para el funcionamiento de las bombas peristálticas. Estas bombas sirven para enviar solución o agua madre a diferentes puntos de la planta.

**Imagen 4.13. Manguera peristáltica**



**Fuente: Fotografía propia / La Empresa**

El deterioro de estas mangueras se da cada 30 días aproximadamente dependiendo del uso y significan un alto costo y pérdida de tiempo en paradas imprevistas.

### 4.3. EQUIPOS CRÍTICOS

Se considera un equipo crítico aquel cuya funcionalidad es vital para la operatividad de algún proceso productivo. En este caso existen varios equipos críticos que son mencionados líneas abajo cuya importancia es superior a la de los demás ya que sin ellos se producirían horas de parada importantes.

A continuación se presenta un listado de los equipos críticos cuyas falla pueden originar paradas de producción, afectando seriamente el cumplimiento de los programas de planificación.

Entre los equipos críticos se consideran motores, válvulas, bombas, fajas, los cuales, los últimos años han ido presentando fallas frecuentes, en muchos casos en los mismos problemas.

Otros equipos que pueden ser considerados críticos pero que no se encuentran en esta lista son las líneas de procesos las cuales, por el trascurso de los años y los materiales corrosivos que transportan , vienen deteriorándose de manera continua, afectando el proceso productivo por el derrame presentado o la corrosión interna que sufren y contaminan el producto final.

En el grafico siguiente, aparte de mencionar los equipos críticos, también se detalla su ubicación en el proceso así su función principal para el cumplimiento de las metas de producción.

**Cuadro 4.12. Equipos Críticos**

EQUIPO	UBICACIÓN	FUNCIÓN
Secador de aire	Sala de compresoras	Secado de aire de compresoras para uso instrumental
Bomba de aceite térmico	Caldero	Bombeo de aceite térmico para la transferencia de calor
Bomba de agua caliente	Sala de bombas	Bombeo de agua caliente a todo el sistema
Bomba de agua industrial	Sala de bombas	Bombeo de agua industrial a todo el sistema
Faja de mineral	Alimentación	Transporte de mineral hacia elevador de cangilones
Elevador de cangilones	Alimentación	Transporte de mineral hacia reactor
Válvula automática de agua madre	Reacción	Control de flujo de agua madre a Reactor
Válvula automática de ácido sulfúrico	Reacción	Control de flujo de ácido sulfúrico a Reactor
Agitador de pulpa	Reacción	Agitación de pulpa de reactor
Filtro de tambor	Filtración	Filtrado de pulpa de reactor
Bomba de vacío	Filtración	Succión de tanque de solución de filtro
Bomba de solución	Filtración	Bombeo de solución filtrada a tanque de paso
Batidor de barro	Filtración	Batido y Transporte de barro del filtro hacia poza de residuos
Bomba de agua madre	Filtración	Bombeo de agua madre hacia Reactor
Bomba de cristizador	Cristalizador	Bombeo de solución filtrada a cristizador
Bomba de solidos	Cristalizador	Bombeo de solidos hacia cono decantador
Bomba de vacío	Cristalizador	Vacío para enfriamiento de cristizador
Bomba de agua	Cristalizador	Bombeo de agua excedente en cristizador hacia tanques de agua
Agitador	Cristalizador	Agitación de solución en cristizador
Válvula automática de solución	Cristalizador	Control de caudal de ingreso de solución a cristizador
Válvula automática de nivel	Cristalizador	Control de nivel de agua en cristizador
Válvula automática de ácido	Cristalizador	Control de caudal de ingreso de ácido a cristizador
Centrifuga	Centrifuga	Centrifugado y lavado de producto
Faja de producto	Centrifuga	Transporte de producto centrifugado hacia secador
Bomba de agua de lavado	Centrifuga	Bombeo de agua industrial para lavado de producto
Válvula automática de nivel	Centrifuga	Control de nivel de en tanque de solidos
Helicoide de producto	Secado	Transporte de producto hacia ducto de secado
Válvula rotativa	Secado	Regulación del paso de producto hacia Zaranda
Ventilador de aire caliente	Secado	Mezcla de aire caliente con producto centrifugado
Ventilador para succión de producto	Secado	Succión de producto con aire caliente por ducto de secado
Zaranda	Secado	Zarandeo y clasificación de producto seco
Helicoide de producto	Secado	Transporte de producto zarandeado hacia ensacado

Fuente: Elaboración Propia

### **Análisis del cuadro 4.12**

El cuadro realizado anteriormente tiene como finalidad identificar los equipos que actualmente son importantes para la operación de la línea, y que el hecho de que falle alguno de ellos nos originaría paradas de producción afectando seriamente el cumplimiento de los programas productivos.

En el caso del secador de aire, tiene como función principal quitar el agua excedente del aire que se recolecta del ambiente asegurando que toda la instrumentación neumática opere de manera correcta sin ningún ingreso de agua. Falla presentada en este equipo perjudica seriamente las válvulas de toda la línea originando parada de operaciones.

Otro equipo crítico es la centrifuga la cual, da la calidad al producto final ya que lava y quita las impurezas para luego pasar al secado. Este equipo necesita de un trabajo preciso de programación ya que el variador con el que cuenta es de gran complejidad y la intervención del personal instrumentista es importante.

La bomba de solución es otro de los equipos que es considerado crítico, cuya función principal es bombear toda la solución extraída del filtro de tambor hacia el tanque de solución, necesario para el inicio de la cristalización. Al fallar este equipo toda la solución quedaría concentrada en un tanque de paso sin poder llegar hasta el punto necesario.

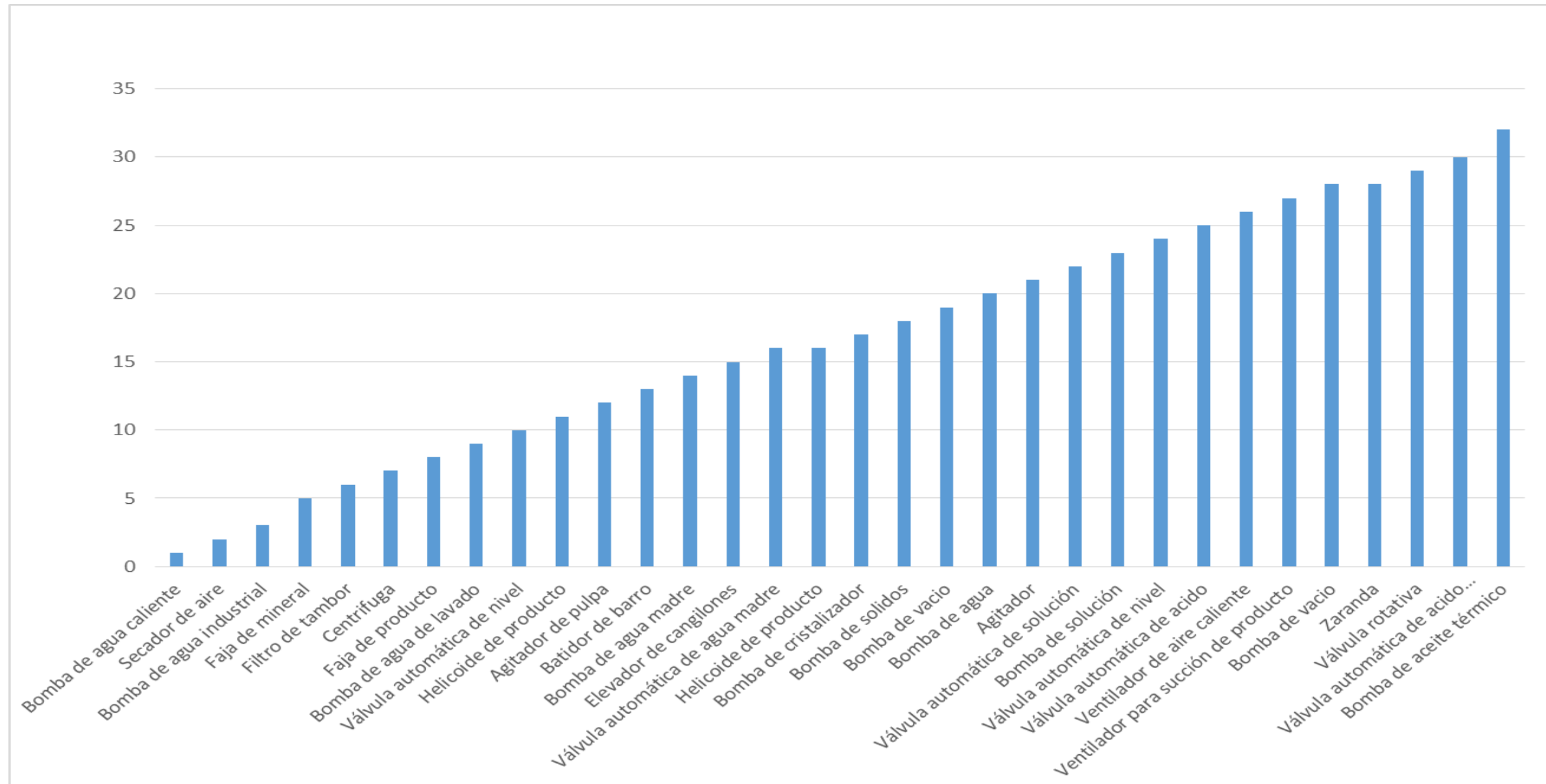
Existen otros equipos más cuyo funcionamiento es importante y crucial para el desarrollo normal de las operaciones, cuyas fallas originan paradas de operaciones.

Conociendo estos equipos, podremos encontrar alternativas necesarias para evitar paradas imprevistas o en todo caso paradas prolongadas que perjudiquen las operaciones en la línea 1.

### 4.3.1. Análisis de Equipos Críticos

A continuación se muestra un gráfico de barras, correspondiente a los Equipos críticos que operan en la línea 1:

Grafico 4.12 Equipos Críticos



Fuente: Elaboracion Propia

El grafico anterior, nos muestra la relacion de los equipos desde el menos critico hasta el mas critico.

### Analisis del gráfico 4.12

El grafico anterior muestra los equipos, desde el menos crítico hasta el mas crítico. Esto se considera despues de evaluar y determinar que equipo puede originar mas horas de parada debido a su reparacion o reposicion.

Cabe señalar que todos los equipos mencionados anteriormente son importantes para el proceso productivo y el hecho de que alguno presente una falla imprevista puede causar horas de parada que perjudiquen la continuidad de la producción de la línea 1.

Como primer equipo o el “menos crítico” se tiene a la bomba de agua caliente, la cual, se encarga de bombear el agua caliente a los sellos de bombas y sobretodo del agitador del cristalizador, el cual tambien es cosniderado equipo crítico, ubicado en el medio del grafico. Esta bomba puede ocasionar horas de parada no de inmediato pero si su reparacion es mas compleja de lo establecido, la parada de planta es casi inevitable.

Y como último equipo tenemos la bomba de aceite térmico, que se encarga de bombear el aceite a todo el sistema, responsable del calentamiento de todos los tanques de la línea, tanto de agua madre como de solución filtrada.

Este equipo se considera como el más crítico ya que debido a que bombea aceite a 230° grados de temperatura y las consecuencias de un derrame pueden ser criticas, origina una parada de planta casi en el instante, la cual se puede prolongar por horas.

En conclusion, todos los equipos mostrados anteriormente son criticos porque pueden originar paradas de planta pero unos mas prolongadas que otros dependiendo de la criticidad de la falla.

#### 4.4. Fallas de mantenimiento

El siguiente cuadro nos muestra las fallas recurrentes de los equipos mencionados anteriormente, las cuales afectan de diversas maneras la producción continua y consecuentemente con el cumplimiento de los programas de producción.

Muchas de estas fallas se presentan con cierta regularidad debido a la intervención deficiente de los mismos.

Algunas razones de estas fallas recurrentes son por ejemplo, la falta de repuestos, los cuales, son vitales para la reparación de los mismos. Aquí es donde se identifican los insumos o repuestos obsoletos que continúan dentro del almacén de insumos.

Otra razón para la presencia de fallas en los equipos es la utilización de repuestos de mala calidad que se deterioran con frecuencia ocasionando horas de parada.

A continuación se mencionan estos equipos con las fallas más recurrentes que presentan en operación:

**Cuadro 4.13. Fallas de Mantenimiento**

Equipo	Falla	CAUSA RAIZ
Secador de aire	Fuga excesiva de aire	Problemas con válvulas mariposa
Bomba de aceite térmico	Fuga de aceite	Problemas de reparación del sello mecánico. Excesiva vibración por mala alineación
Bomba de agua caliente	Fuga de agua	Reparación deficiente del sello mecánico y rebobinado del motor
Bomba de agua industrial	Fuga de agua	Reparación deficiente del sello mecánico y revisión del impulsor.
Faja de mineral	Recalentamiento del motor	Problemas con rebobinado del motor. Falta de limpieza
Elevador de cangilones	Caída de capachos	Pernos de sujeción en mal estado
Válvula automática de agua madre	Problemas de regulación	Armado de válvula con piezas usadas. Presión de aire instrumental variable
Válvula automática de ácido sulfúrico	Problemas de regulación	Armado de válvula con piezas usadas. Presión de aire instrumental variable
Agitador de pulpa	Rotura de piñón de ataque	Uso de piezas usadas para cambio
Filtro de tambor	Rotura de lona	Lona usada de material inadecuado
Bomba de vacío	Fuga de agua	Problemas de reparación del sello mecánico
Bomba de solución	Recalentamiento del motor	No cuenta con revisión periódica. Rebobinado deficiente
Batidor de barro	Desgaste del rodamiento de la chumacera	Pieza de recambio en mal estado o de mala calidad
Bomba de agua madre	Fuga de agua por el sello	Rotura continua de sello mecánico y rebobinado del motor
Bomba de cristalizador	Fuga de agua por el sello	Rotura continua de sello mecánico y rebobinado del motor
Bomba de sólidos	Fuga de agua por el sello	Rotura continua de sello mecánico. Desgaste rápido de fajas de las poleas.
Bomba de vacío	Fuga de agua. Recalentamiento del motor	Rotura continua de sello mecánico y rebobinado del motor
Bomba de agua	Bajo caudal de bombeo	Desgaste rápido de fajas. Mal alineamiento de poleas
Agitador	Fuga de agua por el sello	Rotura continua de sello mecánico
Válvula automática de solución	Problemas de regulación	Armado de válvula con piezas usadas. Presión de aire instrumental variable
Válvula automática de nivel	Problemas de regulación	Armado de válvula con piezas usadas. Presión de aire instrumental variable
Válvula automática de ácido	Problemas de regulación	Armado de válvula con piezas usadas. Presión de aire instrumental variable
Centrifuga	Paradas intempestivas	Problemas con programación de PLC. Exceso de vibración
Faja de producto	Sobrecarga del motor	Problemas con rebobinado del motor. Falta de limpieza
Bomba de agua de lavado	Fuga de agua por el sello	Rotura continua de sello mecánico
Válvula automática de nivel	Problemas de regulación	Armado de válvula con piezas usadas. Presión de aire instrumental variable
Helicoide de producto	Sobrecarga del motor	Problemas con rebobinado del motor. Falta de limpieza
Válvula rotativa	Sobrecarga del motor	Problemas con rebobinado del motor. Falta de limpieza
Ventilador de aire caliente	Sobrecarga del motor	Problemas con rebobinado del motor. Alineamiento de poleas deficiente y fajas deterioradas
Ventilador para succión de producto	Sobrecarga del motor	Problemas con rebobinado del motor. Alineamiento de poleas deficiente y fajas deterioradas
Zaranda	Rotura de mallas	Fabricación de mallas con material inadecuado
Helicoide de producto	Sobrecarga del motor	Problemas con rebobinado del motor. Problemas con cadena de transmisión

Fuente: Elaboración Propia

### **Análisis del cuadro 4.13**

El cuadro anterior nos muestra las fallas más recurrentes de los equipos críticos, sobre los cuales se deben establecer las acciones correspondientes para minimizar dichas fallas y garantizar la operatividad de los equipos, considerando para ello el presupuesto establecido por La Empresa.

También se indica la posible causa raíz que origina la falla de cada uno de estos equipos, que en muchos casos se repiten de manera continua.

Tal es el caso del secador de aire, que continuamente presenta fuga de aire perjudicando la operatividad de las válvulas neumáticas debido a problemas con las válvulas mariposas con las que cuentan y son cambiadas continuamente.

Otro equipo con fallas recurrentes es el agitador del cristizador, el cual, ha presentado rotura del sello en algunas oportunidades originando horas de parada para su reparación ya que sin este equipo la solución contenida dentro del cristizador no reacciona lo suficiente para la formación del ácido bórico.

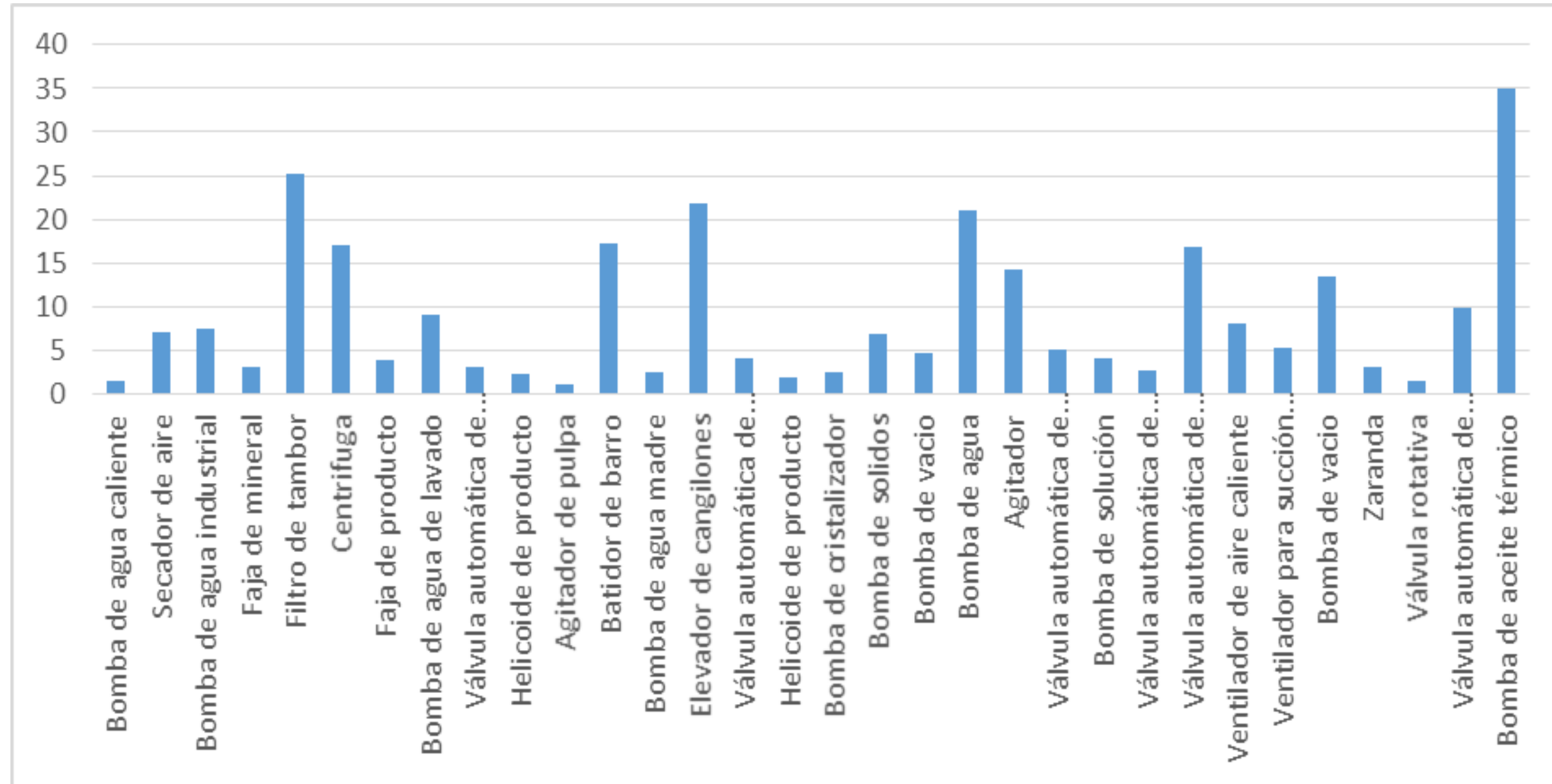
El filtro de tambor es otro equipo que presenta criticidad y que la causa raíz de sus fallas es la calidad de la lona que aunado a los problemas con el eje del tambor, origina roturas casi continuas debido al contacto de la lona con materiales extraños almacenados en la tina.

Como se ha podido apreciar, la causa raíz de las fallas de muchos de estos equipos son, en varias oportunidades repetitivas a causa de diferentes factores que se mencionaron en capítulos anteriores. Estas causas deben ser prontamente levantadas para que la operatividad de los equipos sea garantizada.

#### 4.4.1. Análisis de fallas de equipos

A continuación se muestra un gráfico de barras correspondiente a las fallas de equipos más críticos representado por las horas empleadas.

Grafico 4.13 Fallas de Equipos críticos



Fuente: Elaboracion Propia

El gráfico anterior nos muestra los equipos más críticos y el número de horas de parada que tiene cada uno de ellos.

### **Análisis del grafico 4.13**

Estas horas de parada han sido detalladas en capítulos anteriores, donde se explica que son perjudiciales para la empresa en términos de costos y relación con los clientes.

Como se puede observar, tanto la bomba de aceite térmico como el filtro de tambor presentan el mayor número de paradas originando demoras en el cumplimiento de los programas de producción.

Para esto se consideró el promedio de las horas de parada de cada uno de estos equipos, de los últimos 4 años.

En el caso del filtro de tambor se tienen problemas recurrentes referidos a la lona de filtración, la cual presenta roturas perjudicando y contaminando la solución filtrada, esto debido principalmente al eje del tambor que presenta desgaste en las chumaceras.

Otro de los equipos que presenta mayores horas de parada es el elevador de cangilones, debido a problemas con el ajuste de los capachos, los cuales por el continuo movimiento y contacto con el mineral húmedo, corroe los pernos que los sostienen, originando roturas y caída de estos. Estas contingencias también originan rotura de las poleas aunadas al motor y recalentamiento del mismo motor, el cual tuvo que ser cambiado en varias oportunidades.

Como se mencionó anteriormente, la centrifuga también es otro equipo que origina horas de parada debido a la complejidad en la configuración y reparación tanto del variador de velocidad como del motor del ventilador.

Pero el equipo más crítico que presenta mayores horas de parada es la bomba de aceite, tal como se mencionó anteriormente. Esto debido a la complejidad de su funcionalidad y reparación.

#### 4.5. ANALISIS DE FACTORES MEDIANTE PARETO

El Principio de Pareto afirma que en todo grupo de elementos o factores que contribuyen a un mismo efecto, unos pocos son responsables de la mayor parte de dicho efecto.

El Análisis de Pareto es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos o factores según su contribución a un determinado efecto

El objetivo de esta comparación es clasificar dichos elementos o factores en tres categorías: Las "Importantes" (los factores muy importantes en las horas de parada), los "poco importantes" (los factores poco importantes en las horas de parada) y los "nada importantes" (donde los factores no son relevantes).

El siguiente cuadro nos muestra los principales factores que son protagonistas en las horas de parada que sufre la línea 1, ordenados del más crítico hasta el menos crítico.

Esto con la finalidad de establecer el nivel de importancia de cada uno de los factores, donde los que presentan mayor ponderación deben ser atendidos en el corto plazo y los demás en el mediano o largo plazo.

**Cuadro 4.14.A. Análisis de Factores Mediante Grafico de Pareto**

	Fac	Análisis	Recomendación	Criterio			T	TA
				IM	PI	NI		
<b>HORAS DE PARADAS</b>	MANTENIMIENTO	Los programas de mantenimiento que se realizan en muchas ocasiones no están completos, o no se llegan a cumplir según lo planificado.	Todos los programas deben realizarse con un previo análisis de los equipos más críticos y cumplir con todos los trabajos. Esto incluye en no ser repetitivos al momento de realizarlos.		2		2	0.088
	EQUIPOS	Cuando algunos equipos presentan problemas y no pueden operar, el cambio por stand by resulta ser dificultoso debido a la falta de estos, ya sea por falta de stock o por la reparación deficiente de los dañados. De igual manera la limpieza es un factor importante para mantener la operatividad.	Se debe estudiar la manera de contar con equipos en stand by, ya sea en taller o en el mismo punto de operación con el fin de no afectar los tiempos de producción al momento del cambio. De igual manera crear una política de limpieza total de las áreas y equipos de trabajo mediante programas de capacitaciones.	3			3	0.130
	TIEMPO	La duración de los mantenimientos muchas veces depende de la premura por el arranque de las operaciones o por la presión de los responsables de los mismos.	La duración de los mantenimientos deben ser correctamente planificados para que no exista presión que impida realizar los trabajos de manera eficiente. Esto con la finalidad de no parar operaciones por la falla de algún equipo mal reparado.		2		2	0.088
	MATERIALES	La Empresa en muchas oportunidades no cuenta con los repuestos, materiales o herramientas adecuadas para realizar los mantenimientos. Ya sea por falta de stock, deterioro o desactualización.	Implementar un programa de "stocks mínimos" con el fin de estudiar y analizar los stocks necesarios para realizar trabajos de manera eficiente y sin pérdida de tiempo.		3		3	0.130
	INSPECCIONES	El área de mantenimiento realiza inspecciones periódicas deficientes de los equipos en planta. La falta de programas, otras ocupaciones y/o falta de tiempo	Implementar un procedimiento para la realización de las inspecciones. Estudiar la posibilidad de que el área de producción realiza una segunda inspección para apoyar la primera.	3			3	0.130

**Fuente: Elaboración Propia**

**Cuadro 4.14.B. Análisis de Factores Mediante Grafico de Pareto**

Fac	Análisis	Recomendación	Criterio			T	TA
			IM	PI	NI		
MANO DE OBRA	En La Empresa la falta de comunicación y solidaridad entre producción y mantenimiento es un problema con el que se viene lidiando desde hace mucho tiempo, lo que implica demora en la realización de los trabajos.	Se debe realizar una continua retroalimentación con respecto al trabajo en equipo.			1	1	0.044
CAPACITACIÓN	Tanto personal de producción como de mantenimiento no cuentan con una capacitación adecuada para enfrentar situaciones que puedan implicar horas de parada prolongadas. A esto se suma la falta de accesos a manuales de equipos.	Realizar más jornadas de capacitación al personal, consistentes tanto en clases teóricas donde se retroalimentan conocimientos como practicas reales en campo, haciendo un mejor uso del tiempo libre que se tenga.	3				0.130
ACTITUD DEL TRABAJADOR	Una de las causas del rápido deterioro de las maquinas o equipos es la actitud del personal con respecto a la operación de los mismos. No existe una operación correcta forzando los equipos más de lo que está diseñados. Otro aspecto es el mantenimiento dado a dichos equipos	Concientizar a todo personal operario con respecto al cuidado que deben tener con los equipos ya que una mala operación de los mismos puede traer como consecuencia un daño permanente a los mismos.	3				0.130
MEDIDAS DE CONTROL	Las medidas de control actualmente no son las adecuadas ya que en muchas ocasiones la demora por falta de planes o soluciones son altas. Sistemas de mantenimiento inadecuados	Evaluar el desempeño de los equipos así como establecer planes de contingencia ante cualquier eventualidad.	3				0.130

**Fuente:** Elaboración Propia

**Criterios:** IM: Importante (3)

PI: Poco Importante (2)

NI: Nada Importante (1)

**Cuadro 4.15. Factores Mediante Grafico de Pareto**

Actividad	Factor	Criterio			Total	Grado de importancia	%	% acumulado
		IM	PI	NI				
Horas de Parada	Mantenimiento		2		2	0.087	8.70%	8.8
	Equipos	3			3	0.130	13.04%	21.8
	Tiempo		2		2	0.087	8.70%	30.6
	Materiales	3			3	0.130	13.04%	43.6
	Inspecciones	3			3	0.130	13.04%	56.6
	Mano de Obra			1	1	0.043	4.35%	61
	Capacitación	3			3	0.130	13.04%	74
	Actitud del Trabajador	3			3	0.130	13.04%	87
	Medidas de Control	3			3	0.130	13.04%	100
	<b>TOTAL ACTIVIDAD</b>	23			1	100%		

Fuente: Elaboración Propia

### **Análisis del cuadro 4.15**

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, los puntos más críticos tienen que ver con las inspecciones, materiales, equipos y capacitaciones.

Esto se debe principalmente al hecho de realizar los trabajos de mantenimientos sin planificación o en algunos casos de manera acelerada que no permite una revisión al detalle de los materiales o equipos.

En lo que respecta las capacitaciones, el personal de mantenimiento no recibe las necesarias como para estar al día en cuanto a innovaciones tecnológicas que permitan darles un conocimiento necesario para la intervención o instalación de equipos de una manera eficaz.

Las inspecciones es otro factor con un porcentaje elevado ya que actualmente estas son mínimas en la línea 1. Las inspecciones son vitales para conocer y evaluar el estado de los equipos y actualmente no se viene dando dentro la organización.

Otro problema tiene que ver con el tiempo de vida de los equipos que aún siguen en funcionamiento o el sobreesfuerzo de los mismos. Hay muchos equipos que aún se mantienen desde el inicio de las operaciones de esta planta y que no han sido cambiados y que según la observación de su operatividad, lo necesitan.

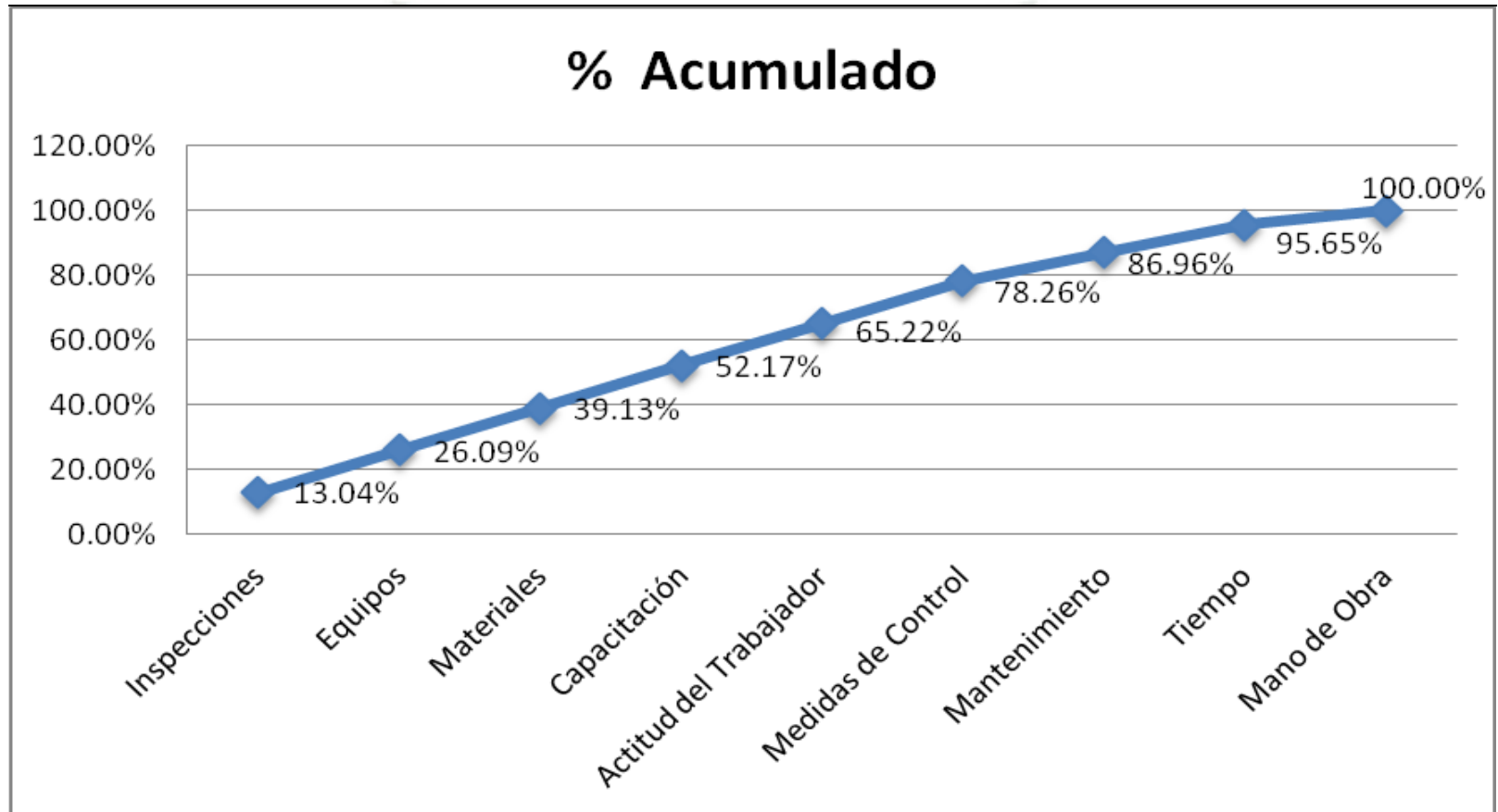
La mano de obra es otro factor crítico que perjudica en varias oportunidades el desarrollo de los mantenimientos, ya que la falta de este en momentos cruciales origina mayores horas de parada por la demora en la intervención de los equipos.

**Cuadro 4.16. Factores en Porcentaje Acumulado**

Actividad	Factor	Criterio			Total	Grado de importancia	%	% acumulado
		IM	PI	NI				
Horas de Parada	Inspecciones	3			3	0.130	13.04%	13.04%
	Equipos	3			3	0.130	13.04%	26.09%
	Materiales	3			3	0.130	13.04%	39.13%
	Capacitación	3			3	0.130	13.04%	52.17%
	Actitud del Trabajador	3			3	0.130	13.04%	65.22%
	Medidas de Control	3			3	0.130	13.04%	78.26%
	Mantenimiento		2		2	0.087	8.70%	86.96%
	Tiempo		2		2	0.087	8.70%	95.65%
	Mano de Obra			1	1	0.043	4.35%	100.00%
	<b>TOTAL ACTIVIDAD</b>				<b>24</b>	<b>1</b>	100.00%	

**Fuente: Elaboración Propia**

Gráfico 4.13. Factores en porcentaje acumulado



Fuente: Elaboración propia

### **Análisis del gráfico 4.13**

Se obtiene que el 50% de los problemas que generan mayores horas de parada tienen que ver con las inspecciones de mantenimiento que se realizan a los equipos de trabajo y al cuidado o sobreesfuerzo a los que son sometidos para cumplir con la producción.

Esto va de la mano con la disponibilidad de herramientas o repuestos críticos con los que cuentan el personal de mantenimiento para poder superar los imprevistos que generen paradas en las operaciones. Las capacitaciones son otro actor que afecta al desarrollo de las operaciones tanto de mantenimiento como de producción continua.

El no proporcionar capacitaciones adecuadas al personal de mantenimiento no contribuye a crear una cultura de prevención.

Otros factores con menor puntaje pero que pueden ser considerados son las medidas de control realizadas que existen en el área de mantenimiento y al sistema de mantenimiento en sí que se tiene en la empresa.

Estas se refieren al accionar por parte del área de mantenimiento en los problemas presentados a causa de una falla o imprevisto que puede afectar el desarrollo de las operaciones en la línea 1.

La mano de obra, a pesar de que cuenta con unos de los menores puntajes, también puede ser considerada dentro de los factores importantes ya que sin la fuerza laboral, el área de mantenimiento no funcionaría de manera óptima.

Todos los factores mencionados anteriormente son las causas principales para que se produzcan horas de parada que afectan a la línea 1.

## 5. CAPITULO V: PROPUESTA DE OPTIMIZACION

### 5.1. PROPOSITO

La presente propuesta tiene el propósito de optimizar el sistema de mantenimiento de la línea 1 de producción, logrando una reducción en las horas de parada ya sean imprevistas o programadas con la finalidad de lograr una mayor eficiencia y superar las metas de producción establecidas.

### 5.2. OBJETIVOS

- Diseñar y evaluar cuantificando los indicadores propuestos para el proceso de mantenimiento en la empresa.
- Describir la metodología de trabajo para la implementación del modelo de gestión.
- Describir las actividades de implementación del método propuesto.
- Demostrar las mejoras en los programas y labores de mantenimiento.

### 5.3. INDICADORES

Los factores a analizar fueron extraídos del Capítulo IV, en base a ello el siguiente cuadro, nos muestra los factores más relevantes que van hacer objeto de nuestro estudio así como los indicadores que nos van a dar una idea de los puntos más críticos que deben ser evaluados.

**Cuadro 5.1. Indicadores**

<b>Factor</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cuantificación</b>	<b>Formula</b>
Mantenimiento	Número de mantenimientos efectuados	Refleja el número de mantenimientos efectuados con relación a la planificación establecida.	Numero de mantenimientos efectuados / Numero de mantenimientos planificados	#ME / #MP
	Cumplimiento de los programas	Refleja el cumplimiento de las tareas establecidas en los programas de mantenimiento	Numero de tareas ejecutadas / Numero de tareas programadas	#TE / #TP
Equipos	Eficiencia de equipos	Nos indica el número de horas trabajadas adecuadamente con respecto a lo proyectado	Número de horas trabajadas / Número de horas proyectadas	#HT / #HP
	Número de fallas	Establecer la frecuencia con la que un equipo falla.	Frecuencia de fallas imprevistas / Frecuencia de fallas esperadas	FFI / FFP
	Número de Equipos Obsoletos	Refleja la cantidad de equipos que deben ser retirados.	Número de equipos Obsoletos / Total de Equipos.	EO/TE
Tiempo	Tiempo de ejecución de los mantenimientos	Este indicador nos permite conocer los tiempos de duración de los mantenimientos	Tiempo de mantenimiento ejecutado / Tiempo de mantenimiento programado	TME / TMP
Materiales	Número de Materiales Planificados	Refleja la cantidad de materiales que llegan a almacén	Numero de materiales recibidos / Numero de Materiales Solicitados	MR/MS
	Número de Materiales obsoletos.	Refleja la cantidad de materiales que se encuentran desactualizados.	Número de materiales obsoletos / Total de Materiales.	MO/TM

**Fuente: Elaboración Propia**

En base a los factores encontrados, tenemos los siguientes indicadores los cuales han sido cuantificados mediante una entrevista con el jefe de planta quien nos ha dado los valores actuales y esperados.

**Cuadro 5.2. Indicadores Actuales**

Indicadores	Numero de mantenimientos efectuados.	Numero de mantenimientos planificados	Numero de tareas ejecutadas	Numero de tareas programadas	Número de horas trabajadas	Número de horas proyectadas	Frecuencia de fallas imprevistas	Frecuencia de fallas esperadas	Número de equipos Obsoletos	Total de equipos	Tiempo de mantenimiento ejecutado	Tiempo de mantenimiento programado	Numero de Materiales Recibidos	Numero de materiales Solicitados	Número de materiales obsoletos	Total de Materiales	Valor
	(#ME)	(#MP)	(#TE)	(#TP)	(#HT)	(#HP)	(FFI)	(FFE)	(EO)	(TE)	(TME)	(TMP)	(MS)	(MR)	(MO)	(TM)	
ME / MP	3ME/mes	02 MP /mes															1.50
#TE / #TP			45#TE/ Mtto	60#Tp /Mtto.													0.750
#HT / #HP					580#H T/mes	672#H P/mes											0.86
FFI / FFP							6/mes	3 /mes									2.00
EO/TE									43EO	140T E							0.31
TME / TMP											36.5T ME / Mtto	24TM P/Mtto					1.52
MR/MS													25/mes	60/mes			0.42
MO/TM															250	7550	0,033

**Fuente: Elaboración Propia**

Tal como se puede apreciar, los valores se encuentran por debajo de lo que la empresa busca alcanzar para mejorar sus procesos productivos y posicionarse de la mejor manera en el mercado internacional.

## **Análisis del cuadro 5.2**

El cuadro anterior, nos muestra los indicadores con los que actualmente cuenta la empresa en cada uno de los factores analizados en el presente estudio.

En el caso del número de mantenimientos efectuados, se considera el número de estos actualmente, que son 3 debido a problemas mencionados anteriormente, comparados con el número de mantenimientos planificados que generalmente son 2 por evaluación de la duración de los equipos.

El cumplimiento de los programas tiene que ver con la relación de las tareas ejecutadas con las tareas programadas previamente por el área de mantenimiento, que en muchos casos es menor al 80% de cumplimiento.

La eficiencia de equipos tiene que ver con las horas trabajadas, después de considerar todas las paradas por fallas, entre las horas programadas por mes, multiplicando las 24 hrs por día por los días del mes correspondiente.

La frecuencia de fallas tiene que ver con la relación de las frecuencias de fallas imprevistas, entre las frecuencias de fallas esperadas considerando los días de trabajo y las fallas que se puede presentar por agotamiento.

El número de equipos obsoletos tiene que ver con la relación entre el número de equipos que necesitan cambio por obsolescencia entre los equipos de la línea 1.

Con respecto al tiempo de ejecución de los mantenimientos, esta tiene que ver con el tiempo que se toma para el desarrollo de un mantenimiento programado entre el tiempo ideal para el desarrollo del mismo.

En lo referente a los materiales planificados, se considera la relación de los materiales o repuestos que ingresan a almacén entre los materiales solicitados para el desarrollo de los mismos.

#### 5.4. METODOLOGÍA

La metodología que se aplicará para la siguiente propuesta es el Mapa de estrategias o también conocido como árbol de estrategias, un elemento importante del Balanced Scorecard.

**Cuadro 5.3. Distribución de indicadores según el mapa de estrategias**

Indicadores	Estrategias
Número de mantenimientos efectuados (p. financiera)	Evaluar aumentar el presupuesto del área de mantenimiento
Cumplimiento de los programas (p. financiera)	Solicitar intervención de personal tercero para los trabajos de soldadura
Eficiencia de equipos (p. cliente)	Realizar capacitaciones al personal involucrado sobre programas de mantenimientos preventivos y predictivos
Número de fallas (p. interna)	Llevar un control estricto del número de fallas de cada equipo con el fin de encontrar la causa raíz
Número de Equipos Obsoletos (p. interna)	Contratar un asistente de producción/mantenimiento, que se encargue de la evaluación y análisis de los equipos más críticos
Tiempo de ejecución de los mantenimientos (p. interna)	Incentivar el apoyo del personal mecánico y eléctrico con sobretiempos
Número de Materiales Planificados (p. aprendizaje)	Establecer stocks máximos y mínimos de los repuestos y materiales necesarios para los mantenimientos
Número de Materiales Obsoletos. (p. aprendizaje)	Identificar y eliminar repuestos obsoletos

Fuente: Elaboración Propia

### **Análisis del cuadro 5.3**

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, los indicadores cuentan con estrategias que permitirán optimizarlos. Esto como se indicó anteriormente, es parte de la propuesta de optimización con el uso del Árbol o mapa de estrategias.

En el caso del número de mantenimientos efectuados, se tiene como estrategia evaluar el aumento del presupuesto para el área de mantenimiento con la finalidad de contar con equipos, repuestos, herramientas, etc., necesarios para una intervención óptima y dar confiabilidad a las operaciones de la línea 1.

En el caso de la eficiencia de equipos, realizar capacitaciones al personal involucrado en programas de mantenimiento preventivo y predictivo es la principal estrategia ya que se considera de gran importancia la retroalimentación del personal con la idea de mejorar la cultura de prevención y dar los últimos conocimientos en tecnología y así contar con intervenciones exitosas y que requieran poco tiempo.

Con respecto a la contratación de un asistente para la evaluación de equipos obsoletos y críticos, se considera debido a que estas labores muchas veces terminan siendo tediosas ya que las jefaturas no cuentan con el tiempo necesario para encargarse de estas labores que pueden ser cruciales para funcionamiento correcto de equipos.

Como se puede observar, las estrategias están orientadas a la optimización de los indicadores, y que estos resultados son mostrados en el cuadro de indicadores estimados.

#### 5.4.1. Mapa de estrategias

El mapa de estrategias es el eslabón que vincula la estrategia fundamental de la Empresa con los resultados obtenidos. El mapa aclara el panorama para que la estrategia principal y los resultados vayan de la mano.

Ayudan a entender la coherencia entre los objetivos estratégicos y permiten visualizar la estrategia de la empresa y ayuda a valorar la importancia de cada objetivo estratégico, ya que no los presenta agrupadas en perspectivas

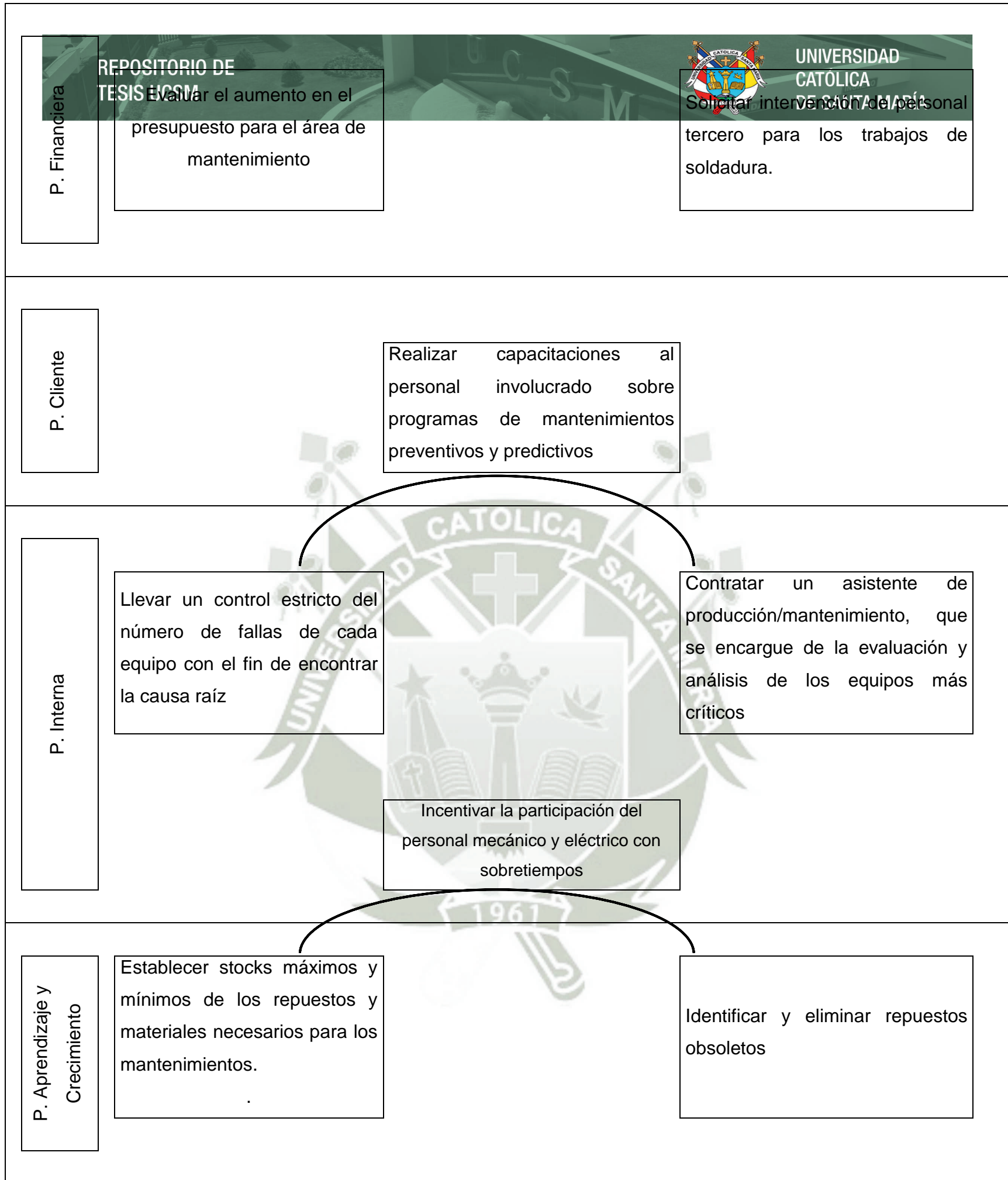
Como se mencionó anteriormente, el mapa de estrategias nos va a permitir entender mejor la relación entre los objetivos estratégicos y más claramente, la estrategia de la empresa partiendo de las perspectivas claves de la organización.

Se consideran 8 estrategias en el árbol siguiente, con la finalidad de lograr la optimización necesaria para el área de mantenimiento. Muchas de estas estrategias incurren en costos que pueden ser cubiertos por la empresa.

Se trató de buscar estrategias cuyos costos de implementación no sean elevados con la finalidad de lograr la optimización en el menor tiempo posible.

El gráfico mostrado a continuación, da a conocer las posibles estrategias que pueden ser implementadas con respecto a cada una de las perspectivas que han sido consideradas en el árbol.

**Grafico 5.1. Árbol de Estrategias**



Fuente: Elaboración Propia

### **Análisis del grafico 5.1**

Tal como se puede apreciar, las estrategias propuestas van orientadas más que todo a la mejora en el sistema de mantenimiento de la empresa, esto con la finalidad de optimizar tiempos y aumentar la capacidad productiva de la línea 1. Cada una de las perspectivas, parte del árbol de estrategias, cuentan con las estrategias propuestas que ayudaran en el mediano o largo plazo, a mejorar el sistema de mantenimiento de la línea 1.

En lo referente a la perspectiva financiera, se cuenta con 2 estrategias referentes al aumento de la inversión o presupuesto para el área de mantenimiento y a la contratación de personal tercero para los trabajos de soldadura con la finalidad de realizar los mantenimientos en el menor tiempo posible cumpliendo los programas establecidos.

Con respecto a la perspectiva cliente se tiene como estrategia el desarrollo de capacitaciones para todo el personal referente a mantenimientos preventivos y predictivos con la finalidad de cambiar la cultura de cada técnico y refrescar el conocimiento de cada uno.

En la perspectiva interna se tiene como estrategia principal llevar un control estricto de las fallas de cada equipo así como la contratación de un asistente que pueda documentar dicho control con la finalidad de estar preparados ante cualquier eventualidad.

Y en lo referente a la perspectiva de aprendizaje y crecimiento, establecer stocks para los repuestos o herramientas así como identificar los obsoletos para eliminarlos, son las principales estrategias con la finalidad de contar con lo necesario en el tiempo necesario.

#### 5.4.2. Estrategias por Indicadores

A continuación se presentan las estrategias propuestas para cada indicador lo que nos permitiría optimizar cada uno de estos:

**Cuadro 5.4. Estrategias por Indicador**

Indicadores	Estrategia
Número de mantenimientos efectuados	Evaluar el aumento en el presupuesto para el área de mantenimiento
Cumplimiento de los programas	Solicitar intervención de personal tercero para los trabajos de soldadura
Eficiencia de equipos	Realizar capacitaciones al personal involucrado sobre programas de mantenimientos preventivos y predictivos
Número de fallas	Llevar un control estricto del número de fallas de cada equipo con el fin de encontrar la causa raíz
Número de Equipos Obsoletos	Contratar un asistente de producción/mantenimiento, que se encargue de la evaluación y análisis de los equipos más críticos
Tiempo de los mantenimientos	Incentivar el apoyo del personal mecánico y eléctrico con sobretiempos
Número de Materiales Planificados	Establecer stocks máximos y mínimos de los repuestos y materiales necesarios para los mantenimientos
Número de Materiales Obsoletos	Identificar y eliminar repuestos obsoletos

Fuente: Elaboración propia

#### **Análisis del cuadro 5.4**

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, existe una estrategia para cada indicador, esto con la finalidad de poder optimizar los mismos de una forma más simplificada, logrando una ponderación ideal que estén dentro de las perspectivas empresariales.

En el caso del número de mantenimientos efectuados, se establece como estrategia el hecho de evaluar el incrementar el presupuesto para esta área con la finalidad de poder tener nuevos repuestos, herramientas y hasta cierto punto equipos que puedan ayudar a optimizar el sistema de mantenimiento y dar confiabilidad de los equipos.

Con respecto al cumplimiento de los programas, la estrategia de solicitar apoyo de personal tercero para los trabajos de soldadura, va por el hecho de que muchos equipos y líneas se deterioran por el tiempo, presentando fugas de agua o solución que perjudican la operatividad de la línea. En mucho casos el mismo personal de mantenimiento de la empresa no se abastece para realizar estos trabajos, quedando los equipos igual que al inicio.

En el caso del tiempo de los mantenimientos, el hecho de incentivar al personal de mantenimiento con sobretiempos y pagos de horas extras ayudaría en el sentido de contar con más personal en un día de mantenimiento, haciendo de este menos prolongado.

De igual manera, contar con más personal para el turno en que se tenga planificado reiniciar operaciones, ya que como se sabe, muchos equipos necesitan ser revisados antes del arranque de operaciones.

### 5.4.3. Metas por Estrategias

El siguiente cuadro nos muestra la relación de las metas establecidas con las estrategias propuestas con la finalidad de poder alcanzarlas e incrementar la capacidad productiva:

**Cuadro 5.5. Metas por estrategia**

Metas	Estrategia
Lograr incrementar las inversiones para el área de mantenimiento.	Evaluar el aumento en el presupuesto para el área de mantenimiento
Reducir las horas de parada por fallas en los equipos.	
Cumplir como mínimo un 90% de los programas de mantenimiento	Solicitar intervención de personal tercero para los trabajos de soldadura
Mejorar la eficiencia de equipos implementando una cultura de mantenimiento preventivo	Realizar capacitaciones al personal involucrado sobre programas de mantenimientos preventivos y predictivos
Reducir el tiempo de paradas imprevistas	Llevar un control estricto del número de fallas de cada equipo con el fin de encontrar la causa raíz
Renovar en la medida de lo posible los equipos obsoletos o que generen paradas continuas	Contratar un asistente de producción/mantenimiento, que se encargue de la evaluación y análisis de los equipos más críticos
Lograr cumplir los programas de mantenimiento en el menor tiempo posible	Incentivar el apoyo del personal mecánico y eléctrico con sobretiempos
Contar con los repuestos y materiales necesarios en los momentos que se soliciten para reparación de equipos	Establecer stocks máximos y mínimos de los repuestos y materiales necesarios para los mantenimientos
Reducir repuestos discontinuados o que ocupen espacio innecesario en almacén	Identificar y eliminar repuestos obsoletos

**Fuente: Elaboración Propia**

### **Análisis del cuadro 5.5**

Según lo mostrado en el cuadro anterior, las 2 primeras metas cuentan con una sola estrategia en común ya que al incrementar las inversiones en renovación de equipos de instrumentación, las horas de parada se reducirían significativamente al no presentar fallas en lo que se refiere a la parte automatizada de la planta.

En lo que respecta a solicitar intervención de personal tercero, se estableció como meta el cumplimiento del 90% del programa de mantenimiento, ya que trabajos de soldadura representan por lo menos un 15% de las tareas programadas y que muchas veces no se pueden cumplir por falta de personal.

Cuando se habla de realizar capacitaciones al personal, se establece como meta mejorar la eficiencia implementando una cultura de mantenimiento preventivo. Esto se debe principalmente a que el personal debe adoptar una cultura correcta en lo referente al mantenimiento, tanto preventivo como correctivo.

En lo referente a llevar un control estricto de la fallas en diferentes equipos, trae como meta reducir el tiempo de paradas imprevistas ya que conociendo o teniendo un historial de estas fallas permitirán atacar con mayor eficiencia las fallas respectivas.

En conclusión, todas las estrategias llevan consigo metas que permitirán lograr una mejora en lo referente al sistema de mantenimiento y así optimizar las operaciones en la línea 1. Si no se establecen metas no se sabrá a donde queremos llegar o que queremos alcanzar con todas las estrategias propuestas.

#### 5.4.4. Actividades por estrategias

Luego de analizar las estrategias, se presentan actividades que nos van a permitir desarrollar o llevar a cabo cada una de estas estrategias, las cuales se presentan a continuación:

**Cuadro 5.6. Actividades por Estrategia**

Estrategia	Actividades
Evaluar el aumento en el presupuesto para el área de mantenimiento	Reestructurar los programas de mantenimiento orientando a la mejora del sistema de mantenimiento general
Solicitar intervención de personal tercero para los trabajos de soldadura	Identificar líneas y equipos que necesiten trabajos de soldadura
Realizar capacitaciones al personal involucrado sobre programas de mantenimientos preventivos y predictivos	Coordinar con empresas del rubro para proporcionar capacitaciones periódicas al personal de mantenimiento
Llevar un control estricto del número de fallas de cada equipo con el fin de encontrar la causa raíz	Implementar un programa dentro del sistema de la empresa para un historial de equipos. Implementar formatos que permitan llevar controles en lo referente a las actividades de mantenimiento
Contratar un asistente de producción/mantenimiento, que se encargue de la evaluación y análisis de los equipos más críticos	Realizar 3 inspecciones mensuales de equipos para realizar una evaluación de los mismos y determinar los obsoletos.
Incentivar el apoyo del personal mecánico y eléctrico con sobretiempos	Evaluar e implementar papeletas de sobretiempo para el personal que labore en sus días de descanso
Establecer stocks máximos y mínimos de los repuestos y materiales necesarios para los mantenimientos	Coordinar con personal de logística el cumplimiento de los pedidos realizados
	Realizar solicitudes de compra cumpliendo con los stocks máximos y mínimos
Identificar y eliminar repuestos obsoletos	Revisar en el sistema los materiales y repuestos antiguos que ya no sean útiles para los mantenimientos

Fuente: Elaboración Propia

### **Análisis del cuadro 5.6**

Como se puede apreciar, de las 8 estrategias propuestas se tienen 9 actividades, ya que para establecer stocks máximos y mínimos se considera 1 actividad adicional debido a la importancia de contar con los materiales necesarios y en el tiempo solicitado. En el caso general, la mayoría de actividades van orientadas por el lado de gestión y control.

Para el caso de evaluar el incremento del presupuesto, se propone reestructurar los programas de mantenimiento, esto con la finalidad de evaluar los equipos que a pesar de recibir el mantenimiento necesario, no están en buen estado como para continuar en operación. Esto permitirá tener una idea más clara y detallada para el cambio de equipos que se encuentran en mal estado.

Con respecto a la solicitud de personal tercero, se propone como actividad principal hacer un recorrido de planta identificando las líneas y equipos que necesiten de soldadura urgente y que puedan ser intervenidos lo antes posible con personal especializado en el tema.

Para lo mencionado anteriormente, la siguiente estrategia va de la mano ya que la contratación de un asistente puede ser de gran ayuda en el sentido de realizar inspecciones periódicas, en este caso se indican 3, con la finalidad de identificar equipos críticos, líneas en mal estado, etc, lo que permitiría atacar la causa raíz más rápido.

Con respecto a establecer los stocks mínimos y máximos con los insumos necesarios en mantenimiento, también se puede considerar que el asistente pueda realizar esta labor, coordinando con el personal de logística del cumplimiento de pedidos, y realizar solicitudes de compra cumpliendo con estos límites de stocks.

#### 5.4.5. Costos por estrategias

El siguiente cuadro, nos da una idea de los costos en los que puede incurrir la empresa para la implementación de las estrategias propuestas:

**Cuadro 5.7. Costo por Estrategia**

<b>Estrategia</b>	<b>Costo</b>
Evaluar el aumento en el presupuesto para el área de mantenimiento	<b>S/.2072.80</b>
Solicitar intervención de personal tercero para los trabajos de soldadura	<b>S/. 37,500.00</b>
Realizar capacitaciones al personal involucrado sobre programas de mantenimientos preventivos y predictivos	<b>S/. 15,200.00</b>
Llevar un control estricto del número de fallas de cada equipo con el fin de encontrar la causa raíz	<b>S/. 1,500.00</b>
Contratar un asistente de producción/mantenimiento, que se encargue de la evaluación y análisis de los equipos más críticos	<b>S/. 26,400.00</b>
Incentivar el apoyo del personal mecánico y eléctrico con sobretiempos	<b>S/. 15,680.00</b>
Establecer stocks máximos y mínimos de los repuestos y materiales necesarios para los mantenimientos	<b>S/.5,001.36</b>
Identificar y eliminar repuestos obsoletos	

**Fuente: Elaboración Propia**

### **Análisis del cuadro 5.7**

Como se puede apreciar, la empresa debe incurrir en costos adicionales para cumplir sus objetivos propuestos partiendo de las estrategias que puedan ser implementadas.

En algunos casos hay estrategias que se pueden implementar sin generar costos a la organización debido a que las actividades correspondientes pueden ser realizadas por el personal responsable de cada área, como es el caso de lograr mayor inversión en la renovación de equipos.

En el caso de la evaluación para el aumento del presupuesto, se considera como costo las horas extras tomadas para realizar la evaluación respectiva y el servicio por honorarios del personal a cargo de la evaluación.

El costo del personal tercero se realizó después de contar con 2 propuestas diferentes de empresas contratistas encargadas de realizar estos trabajos.

En lo que respecta a las capacitaciones se considera un costo por cada trabajador de mantenimiento, esto cotizando con 2 empresas del rubro que brindan estos servicios a las empresas. Por cuestiones de economizar, se selecciona la empresa que ofrece un menor precio.

En lo referente a identificar repuestos obsoletos, se considera que el asistente, que cuenta con un sueldo fijo, pueda realizar estas labores de 2 a 3 días por semana, generando unas cuantas horas extras con la finalidad de eliminar y reestructurar los pedidos de insumos.

#### 5.4.6. Beneficios de las estrategias

A continuación se muestran los beneficios, tanto cualitativos como cuantitativos, que se pueden dar partiendo de las estrategias propuestas:

En el anexo 6 se muestra al detalle los beneficios estimados:

**Cuadro 5.8. Beneficios por Estrategia**

<b>Estrategia</b>	<b>Beneficio cualitativo</b>	<b>Beneficio cuantitativo</b>
Evaluar el aumento en el presupuesto para el área de mantenimiento	Elenco de equipos más renovado que impliquen menos horas de paradas	<b>S/.58,080.00</b>
Solicitar intervención de personal tercero para los trabajos de soldadura	Mejoras en las líneas de proceso	
Realizar capacitaciones al personal involucrado sobre programas de mantenimientos preventivos y predictivos	Mayor integración por parte del personal de mantenimiento	
Llevar un control estricto del número de fallas de cada equipo con el fin de encontrar la causa raíz	mayor reconocimiento de los últimos cambios y reparaciones de los equipos	
Contratar un asistente de producción/mantenimiento, que se encargue de la evaluación y análisis de los equipos más críticos	Mejor conocimiento del estado de algunos equipos	
Incentivar el apoyo del personal mecánico y eléctrico con sobretiempos	Menor horas empleadas para el desarrollo de los mantenimientos	<b>S/. 147,520.00</b>
Establecer stocks máximos y mínimos de los repuestos y materiales necesarios para los mantenimientos	Mayor disponibilidad de materiales necesarios en el tiempo adecuado	
	Número adecuado de materiales en stock	
Identificar y eliminar repuestos obsoletos	Reducción en los tiempos de intervención por el uso de repuestos correctos y actualizados	

**Fuente: Elaboración propia**

### **Análisis del cuadro 5.8**

Según el cuadro mostrado, los beneficios cualitativos están presentes en cada una de las estrategias propuestas. Con respecto a los beneficios cuantitativos, aparecen en 2 estrategias, en las cuales se consideran los costos producción en 1 hora de operación continua de la planta.

Cabe señalar que algunas de las estrategias no cuentan con beneficio cuantitativo en sí. Esto se puede considerar como un beneficio de forma global ya que tendrá un impacto positivo en las mejorar propuestas.

En el caso de la evaluación del presupuesto del área de mantenimiento, se considera el costo de producción por hora que se gana al reducir las horas de parada, considerando un costo de \$. 200.00 dólares x tonelada de ácido bórico.

Con respecto a incentivar al personal con sobretiempo, se considera también los costos que se ahorran al disminuir las horas de parada ya que se cuenta con más personal para culminar los trabajos de mantenimiento. Se considera un ahorro de 4 horas al mes.

Los beneficios se verían a largo plazo, ya que muchas veces el hecho de demorar menos una parada de mantenimiento preventivo, ya sea 2 o 4 horas menos, no tiene un valor significativo en el corto plazo pero a futuro, estas horas ahorradas significarían un beneficio considerable y una cantidad de dinero importante que se ahorraría.

### 5.4.7. Indicadores Estimados

Luego de haber analizado las estrategias y actividades que se tienen y en base a los indicadores actuales, se estima la mejora de los indicadores, los cuales se presentan a continuación:

**Cuadro 5.9. Indicadores Estimados**

Indicadores	Numero de mantenimientos efectuados.	Numero de mantenimientos planificados	Numero de tareas ejecutadas	Numero de tareas programadas	Número de horas trabajadas	Número de horas proyectadas	Frecuencia de fallas imprevistas	Frecuencia de fallas esperadas	Número de equipos Obsoletos	Total de equipos	Tiempo de mantenimiento ejecutado	Tiempo de mantenimiento programado	Numero de Materiales Recibidos	Numero de materiales Solicitados	Número de materiales obsoletos	Total de Materiales	Valor
	(#ME)	(#MP)	(#TE)	(#TP)	(#HT)	(#HP)	(FFI)	(FFE)	(EO)	(TE)	(TME)	(TMP)	(MS)	(MR)	(MO)	(TM)	
ME / MP	2ME/mes	02 MP /mes															1.00
#TE / #TP			55#TE/ mto	60#Tp /Mtto.													0.92
#HT / #HP					625#H T/mes	672#HP/ mes											0.93
FFI / FFP							4/mes	3 /mes									1.33
EO/TE									30EO	140TE							0.21
TME / TMP											28TME / Mtto	24TMP /Mtto.					1.16
MR/MS													45/mes	60/mes			0.75
MO/TM															100	7550	0,013

Fuente: Elaboración Propia

### **Análisis del cuadro 5.9**

Para el cálculo anterior, se solicitó la intervención del Jefe de Procesos quien en base a su experiencia y a la coyuntura actual de la empresa, ayuda a estimar la mejora de los indicadores planteados.

En el caso del número de mantenimientos efectuados, se consideraría solo 2, al igual que los mantenimientos planificados esto con la finalidad de cumplir con las políticas internas de mantenimiento. Esto permitirá reducir el número de paradas en el mes y por supuesto en el año.

Con respecto al número de tareas, se consideró un total de 55 ejecutadas, tomando en consideración las tareas más críticas y que se puedan cumplir en el plazo determinado. Por otro lado se analizan las tareas menos importantes o repetitivas que podrían quedar de lado o ser postergadas. El querer cumplir el 100% de las tareas es muy poco probable en cualquier organización por diferentes motivos como retrasos de proveedores, llegada de pedidos etc.

En lo referente a la eficiencia, se considera para el número de horas trabajadas un total 625, tomando en cuenta solo 47 horas adicionales a las programadas en el mes. Para el cálculo de las horas planificadas, se resta un total de 48 hrs que deberían ser de los mantenimientos programados ya que no se espera tener fallas imprevistas que originen paradas.

Con respecto a la frecuencia de fallas, estas se consideran en 4 por mes después de analizar el estado de los equipos seleccionados, tomando en cuenta los 6 que se presentan actualmente.

En lo referente a los equipos, se considera un total de 30 obsoletos menor a los 43 que se tenían en el cuadro anterior, esto después de realizar cambios en los más críticos.

Con respecto a los mantenimiento programados anuales, se consideran un máximo de 28, menor a los 26.5 hrs que se toma actualmente. Este cálculo es considerando demoras por el estado de algunos equipos, proveedores, etc.

El número de materiales obsoletos se considera en promedio 100, después de realizar un análisis de los mismos para la depuración de la mayor cantidad.

#### 5.4.8. Optimización de Indicadores

El siguiente cuadro nos muestra la diferencia numérica de todos los indicadores actuales en relación a los estimados.

**Cuadro 5.10. Diferencia de Indicadores**

REPOSITORIO DE TESIS UCCM		UNIVERSIDAD CATÓLICA			
Indicadores	Indicadores	Valor Actual	Valor Propuesto	Optimización	Optimización %
Número de mantenimientos efectuados	Mantenimientos Efectuados / Mantenimientos Programados (#ME / #MP)	1.5	1	-0.333	33.33%
Cumplimiento de los programas	Tiempo Empleado / Tiempo Programado (#TE / #TP)	0.75	0.92	0.227	22.67%
Eficiencia de equipos	Horas Trabajadas / Horas Programadas (#HT / #HP)	0.86	0.93	0.078	7.75%
Número de fallas	Frecuencia de Fallas Imprevistas / Frecuencia de Fallas Esperadas (FFI / FFE)	2	1.33	-0.335	33.50%
Número de Equipos Obsoletos	Equipos Obsoletos / Total Equipos (EO/TE)	0.31	0.21	-0.323	32.26%
Tiempo de los mantenimientos	Tiempo de mantenimiento Efectuado / Tiempo de mantenimiento Programado (TME / TMP)	1.12	1.042	-0.070	6.96%
Número de Materiales Planificados	Materiales Recibidos / Materiales Solicitados (MR/MS)	0.42	0.75	0.786	78.57%
Numero de materiales obsoletos	Materiales Obsoletos / Total Materiales (MO/TM)	0.033	0.013	-0.606	60.61%
<b>PROMEDIO</b>					<b>34.46%</b>

Fuente: Elaboración Propia

El cuadro anterior nos muestra que para llegar a una optimización adecuada, se debe realizar un ajuste y mejores programaciones en lo que se refiere a mantenimientos, revisión e inspección de equipos, control de herramientas y repuestos, etc.

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

### **Análisis del cuadro 5.10**

El cuadro anterior nos muestra las diferencias entre los indicadores actuales y estimados que nos pueden dar una idea de las mejoras que se podrían tener aplicando las estrategias antes mencionadas.

Como se indicó anteriormente, para los indicadores estimados o la mejora de estos, se solicitó la asesoría del je de procesos, quien con su experiencia y conocimiento de las falencias en planta, nos indicó cuales serían los puntos a mejorar pero considerando valores posibles de lograr o que se pueden lograr con una reestructuración eficiente.

En el caso de los mantenimientos efectuados, en los indicadores actuales se toma un valor de 3 mantenimientos dentro del mes, debido a fallas que obligan a adelantarlos pero en los propuestos se consideran solo 2 que es lo que esta dentro de los planes de la política de la organización. Para esto la revisión continua de equipos y buenas reparaciones ayudarían a lograrlo.

El cumplimiento de programas se identifica un promedio de 45 tareas realizadas de las 65 planteadas, esto debido a la presión por el arranque o la falta de personal y repuestos que perjudican las tareas. En lo referente a los indicadores propuestos, se considera un valor de 55 tareas ejecutadas, las cuales en mayoría son trabajos de soldadura con la contratación de personal tercero que apoye en estos trabajos.

En la eficiencia de equipos se consideró un valor de 580 horas de trabajo sobre las 720 programadas. En el caso de los estimados, se considera un total de 625 horas en promedio, esto debido a que siempre se considera un total de 48 horas como mínimo para la realización de los mantenimientos programados mensualmente.

Como se pudo apreciar, todos los indicadores cuentan con un estimado que mejoran los valores para el agrado de la organización, esto con el fin de mejorar la eficiencia y disminuir los tiempos muertos, tomando en cuenta valores que se pueden alcanzar sin necesidad de invertir demasiado dinero.

## 5.5. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO

A continuación se muestra el cuadro Costo – Beneficio, que nos permite conocer por estrategia el costo de las mismas y cuales nos brindan un beneficio cuantitativo.

**Cuadro 5.11. Análisis Costo-Beneficio**

<b>Estrategia</b>	<b>Costo</b>	<b>Beneficio cuantitativo</b>
Evaluar el aumento en el presupuesto para el área de mantenimiento	<b>S/. 2072.80</b>	<b>S/. 58,080.00</b>
Solicitar intervención de personal tercero para los trabajos de soldadura	<b>S/. 37,500.00</b>	
Realizar capacitaciones al personal involucrado sobre programas de mantenimientos preventivos y predictivos	<b>S/. 15,200.00</b>	
Llevar un control estricto del número de fallas de cada equipo con el fin de encontrar la causa raíz	<b>S/. 1,500.00</b>	
Contratar un asistente de producción/mantenimiento, que se encargue de la evaluación y análisis de los equipos más críticos	<b>S/. 26,400.00</b>	
Establecer stocks máximos y mínimos de los repuestos y materiales necesarios para los mantenimientos	<b>S/. 5,001.36</b>	
Identificar y eliminar repuestos obsoletos		
Incentivar el apoyo del personal mecánico y eléctrico con sobretiempos	<b>S/. 15,680.00</b>	<b>S/. 147,520.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 103,354.16</b>	<b>S/. 205,600.00</b>

**Fuente: Elaboración Propia**

Como se observa se tendrá un costo total de **S/. 103,354.16** nuevos soles como inversión para un periodo de 12 meses y que permitirá un ahorro reflejado como ingreso de S/. 205,600.00 nuevos soles durante dicho periodo.

### **Análisis del cuadro 5.11**

Como se mencionó anteriormente, cada una de las estrategias tiene un costo estimado de acuerdo a las actividades que se realicen.

En el caso de evaluar un aumento en el presupuesto, este tiene un costo de S/.2072.80 nuevos soles, y el beneficio correspondiente es de **S/. 58,080.00** nuevos soles.

Esto se considera en el sentido de que el hecho de ahorrar una o 2 horas de paradas tanto imprevistas como programadas, se puede tener un beneficio considerando el costo por hora de producción, el cual es importante para los intereses de la empresa.

El costo promedio de producción es de 220 dólares la tonelada, por lo que en una hora de producción se tiene un costo de \$ 880.00 promedio ya que se producen alrededor de 4 toneladas por hora.

En lo referente a incentivar el apoyo de personal tercero, se considera un costo de S/. 15,680.00 nuevos soles, esto después de cotizar a dos empresas del rubro especializadas en esos trabajos. Se considera un promedio de S/. 250.00 nuevos soles de mano de obra por trabajos de soldadura, y considerando un promedio de 6 trabajos por mantenimiento.

Como se observa se tendrá un costo total de **S/. 103,354.16** nuevos soles como inversión para un periodo de 12 meses y que permitirá un ahorro reflejado como ingreso de **S/. 205,600.00** nuevos soles durante dicho periodo

Todos estos costos son considerados en un año de producción, para determinar el beneficio anual correcto.

## 5.6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se muestra el cronograma establecido para el desarrollo de cada una de las actividades para las estrategias propuestas:

**Cuadro 5.12. Cronograma de Actividades**

ACTIVIDADES	MES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Reestructurar los programas de mantenimiento orientando	X	X	X									
Identificar líneas y equipos que necesiten trabajos de soldadura		X	X									
Coordinar con empresas del rubro para proporcionar capacitaciones periódicas al personal de mantenimiento				X			X			X		
Implementar un programa dentro del sistema de la empresa para un historial de equipos.				X								
Realizar 3 inspecciones mensuales de equipos para determinar los obsoletos.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Evaluar e implementar papeletas de sobretiempos para el personal que labore en sus días de descanso	X											
Coordinar con personal de logística el cumplimiento de los pedidos realizados		X										
Realizar solicitudes de compra cumpliendo con los stocks máximos y mínimos	X	X									X	X
Revisar en el sistema los materiales y repuestos antiguos que ya no sean útiles para los mantenimientos					X	X	X					

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar, hay actividades que toman un poco más de tiempo como es el caso del número de inspecciones por mes y otras que su cumplimiento es rápido como es el caso de la implementación de un programa dentro del sistema de la empresa debido a que no requiere de mayores detalles. Cabe señalar que se considera un periodo de 12 meses para el cumplimiento de las mismas

## 5.7. SEGUIMIENTO Y CONTROL

Luego de establecer un cronograma para el cumplimiento de las actividades propuestas, se implementa un sistema para el seguimiento y control de dichas actividades con la finalidad de establecer un orden en los detalles diarios para el control respectivo.

Para esto, tomamos como referencia el **Ciclo de Deming** que no es más que una estrategia de la mejora continua en cuatro pasos sencillos a seguir:

- **Planificar:** Aquí se establecen las actividades del proceso necesarias para lograr los resultados esperados.
- **Hacer:** en este paso se realizan los cambios necesarios para implantar las mejoras propuestas
- **Verificar:** una vez implantada la mejora se deja un periodo de prueba para verificar el correcto funcionamiento
- **Actuar:** una vez finalizado el periodo de prueba se deben estudiar los resultados y compararlos con el funcionamiento de las actividades antes de haber sido implantada la mejora

## 5.8. FORMATOS DE CONTROL DE MANTENIMIENTO

Como parte de las estrategias de control de equipos, se proponen una serie de formatos para el área de mantenimiento, en donde se llevara el control de las inspecciones, fichas técnicas, historial de equipos e intervenciones, ordenes de trabajos.

Estos formatos son considerados debido a que según la gestión de mantenimiento, permiten llevar un orden estricto en el área de mantenimiento, ya que llevar un registro de órdenes de trabajo cumplidas, fichas técnicas de equipos utilizados permiten tomar mejores decisiones en el momento necesario cuando se trata de cumplir con las reparaciones de equipos.

### 5.8.1. Formato Orden de Trabajo

A continuación se muestra el formato diseñado para el control de las órdenes de trabajo:

ORDEN DE TRABAJO				
Número _____ Fecha _____ Ubicación _____ Equipo _____	Turno _____		Area Solicitante _____ Unidad _____	
Prioridad	Emergencia <input type="checkbox"/>	Normal <input type="checkbox"/>	Programado <input type="checkbox"/>	
Tipo de trabajo	Mecanico <input type="checkbox"/>	Electrico <input type="checkbox"/>	Instrumentación <input type="checkbox"/>	
Descripción del trabajo:				
Materiales y/o Repuestos	Codigo de almacen	Cantidad	Herramientas	Observaciones
Realizado Por: _____			Código _____	
Hora Inicio _____		Hora Culminación _____		
Observaciones del ejecutor de la actividad:				
Y/B Jefatura de Area			Y/B Area Solicitante	

Fuente: Elaboración propia

## Detalle del formato Orden de Trabajo

Se desea implementar este formato con la finalidad de llevar un mejor control de los trabajos realizados por parte de los técnicos de mantenimiento ya sea en paradas programadas o imprevistas

En la parte superior, se debe registrar el número de la orden de trabajo, la fecha en que se realiza la solicitud, la ubicación y el equipo a intervenir, el turno en donde se realizara el trabajo, el área que solicita y la unidad de la planta, en este caso Arequipa.

Seguidamente, se debe considerar la prioridad, que puede ser de emergencia, normal o para un mantenimiento, esto teniendo una idea del estado del equipo.

También se seleccionará si el trabajo es para un técnico mecánico, eléctrico o instrumentista.

En la descripción del trabajo se detallara que es lo que se debe hacer al equipos, si se debe realizar un cambio de repuestos o soldadura. Etc.

Si es necesario el uso de repuestos o herramientas, se indicaran las características de estas, cantidad y las observaciones de ser necesarias. En este caso se pueden especificar si los repuestos utilizados son discontinuados o simplemente no se encuentran en almacén.

Se indicara también el nombre del técnico que realizo el trabajo y su código. Esto con la finalidad de tener registrado el nombre del responsable ante cualquier eventualidad. La hora de inicio y culminación también son importantes para determinar la criticidad del equipo o el desempeño del técnico.

Por último, se detallara alguna observación por parte del ejecutor de la actividad de ser necesaria. De igual manera las firmas de los responsables del área serán registradas.

### 5.8.2. Formato fichas técnicas

El formato que se muestra a continuación es referente a los datos esenciales del equipo:

<b>PLANTA AREQUIPA</b>	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO FICHA TECNICA DEL EQUIPO</b>
----------------------------	---

HOJA DE VIDA DEL EQUIPO				No.
NOMBRE DEL EQUIPO		CODIGO	SECCION	
FECHA DE ADQUISICION		FACTURA No.	GARANTIA	
MODELO		SERIE	UBICACIÓN	
DIMENSIONES		PESO	VALOR	

DATOS FABRICANTE			
NOMBRE		REPRESENTANTE	
DIRECCION		FAX	
E-MAIL		TELEFONO	

CARACTERISTICAS TECNICAS					
VOLTAJE		RESISTENCIA		AGUA	
CONSUMO		TIPO DE CONTROL		AIRE	
POTENCIA		TIPO DE OPERACIÓN		VAPOR	

INTERVENCIONES REALIZADAS AL EQUIPO						
No.	FECHA	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	REPUESTOS	MATERIALES	TIEMPO	RESPONSABLE
1	<b>ENTREGA EQUIPO</b>					<b>QUIEN RECIBE</b>
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
NOMBRES: _____	_____	_____
FECHA: _____	_____	_____

**Fuente: Elaboración propia**

### Detalle del formato Ficha Técnica

Este formato permitirá llevar el control de cada equipo con la finalidad de encontrar sus características de fabricación y así evaluar la compatibilidad con algún otro equipo similar para poder ser reemplazado en caso de emergencia.

En la sección de hoja de vida, se indicarán los datos esenciales del equipo, como su nombre, fecha en que se adquirió, código, modelo, etc. Esto podrá ser llenado tanto por el jefe de mantenimiento como el asistente, de ser contratado.

Se indicara también los datos del fabricante para tener conocimiento de la marca que se está adquiriendo con la finalidad de evaluar su desempeño o realizar algún reclamo de encontrarse alguna falla.

Con respecto a las características técnicas, están son importantes ya que nos da el conocimiento de cómo funciona el equipo: voltaje, amperaje, potencia y resistencia son algunas características esenciales para conocer al equipo. También se indicara el tipo de operación que tiene el equipo, es decir si es automático o manual al igual si funciona con aire instrumental, agua industrial o algún tipo de vapor.

En el cuadro de Intervenciones realizadas al equipo, se detallarán las reparaciones o intervenciones hechas a dicho equipo. Se colocara la fecha, los repuestos y materiales utilizados, tiempo y el responsable.

Al final de la ficha, como en otros formatos, se mencionaran tanto al responsable del trabajo, quien revisa el equipo y quien aprueba dichos trabajos, quien en este caso puede ser el sub gerente de operaciones.

### 5.8.3. Formato de lubricación de equipos

El formato presentado a continuación permitirá llevar el control de los equipos que son lubricados con cierta regularidad:

<b>PLANTA AREQUIPA</b>	<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO CARTA DE LUBRICACION</b>					
<b>CARTA DE LUBRICACION</b>						<b>Nº</b>
<b>FECHA:</b>	<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>					
<b>SECCION:</b>	<b>UBICACIÓN</b>					
Nº	PARTES A LUBRICAR	LUBRICANTE	FRECUENCIA	TIEMPO	CANTIDAD	RESPONSABLE
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
<b>OBSERVACIONES:</b>						
<b>ELABORADO POR:</b>		<b>REVISADO POR:</b>		<b>APROBADO POR:</b>		
<b>NOMBRE</b> _____		_____		_____		
<b>FECHA</b> _____		_____		_____		

Fuente: Elaboración propia

### **Detalle del formato Carta de Lubricación**

Este formato permitirá verificar las fechas en las que se realizaron las lubricaciones de los equipos correspondientes, como pueden ser los reductores, cadenas de fajas, etc.

En este formato se indicará la fecha en la que se realiza la intervención al equipo. La sección o área de planta al que pertenece el equipo, pudiendo ser alimentación, reacción, filtración, etc.

También se indicará el nombre del equipo, ubicación, especificando el área de la planta a la que pertenece.

En cuadro siguiente, según la necesidad, se especificarán alrededor de 20 ítems con respecto a diferentes puntos como por ejemplo las partes a lubricar, ya sea cadena, chumaceras, rodajes, polines, pistones. Etc.

Se indicará también el lubricante necesario ya que no todos los equipos utilizan el mismo insumo. Algunos necesitan un lubricante más viscoso que otros, debido a su funcionamiento o fatiga que sufre en la operación. Por ejemplo el filtro de tambor necesita un lubricante bastante viscoso para el alivio de los rodajes de las chumaceras de sus agitadores.

También se considerará la frecuencia con que se interviene el equipo en mención, con la finalidad de llevar un conteo necesario para la evaluación del estado del equipo en caso presente fallas recurrentes.

La cantidad utilizada es importante debido al ahorro en cuestión de insumos y a la vez esto sería un indicador del estado del equipo, ya que sin consumo más de lo normal, la fatiga y el desgaste son inminentes por lo que se tendría que evaluar el cambio de los repuestos necesarios. El responsable deberá colocar su nombre para evaluar al personal ejecutor de la actividad.

### 5.8.4. Formato de mantenimiento preventivo maestro

PLANTA AREQUIPA	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
--------------------	-------------------------------

<b>PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO REGISTRO Y CONTROL</b>	No.	
NOMBRE:	CODIGO:	UBICACIÓN:

MES	SEMANA				FRECUENCIA				OBSERVACION
	1ª	2ª	3ª	4ª	MEN.	TRIM.	SEM.	ANU.	
ENE									
FEB									
MAR									
ABR									
MAY									
JUN									
JUL									
AGO									
SEP									
OCT									
NOV									
DIC									

**Simbología:**

L = Lubricación.	I = Inspección.	IT=Inspección de Tortillería
M = Mecánico.	R = Reparación.	MGA=Mantenimiento General Anual
E = Eléctrico.	A = Aseo.	MPS=Mantenimiento Parcial
EE = Electrónico.	C = Cambio.	Semestral
H = Hidráulico. CP = Completar.		
N = Neumático.	IG=Inspección General	

**Observación:** Los mantenimientos se realizaran teniendo en cuenta las inspecciones generales y estado o condición de las partes o elementos, así como la vida útil recomendada.

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
NOMBRES: _____	_____	_____
FECHA: _____	_____	_____

Fuente: Elaboración propia

### **Detalle del formato de mantenimiento preventivo**

Este formato permitirá tener en conocimiento permanente las actividades realizadas en los equipos intervenidos en los mantenimientos programados quincenalmente, con la finalidad de llevar un control estricto de cada uno de ellos.

Se registrar el número de formato, al igual que el nombre del equipo, código y la ubicación de este en planta.

En lo referente a las semanas, se colocara una letra en el mes que corresponda que se le realizo al equipo o que actividad se realizó en él.

Por ejemplo, si se trata de un eje de transmisión, se colocara si se le realizo alguna lubricación, o simplemente alguna inspección. En el caso de realizar una reparación se detallara en observaciones que clase de reparación se realizó.

De igual manera se indicará la frecuencia con que se realiza un mantenimiento preventivo del equipo en mención. Cabe señalar que los mantenimientos programados se realizan cada 15 días debido al desgaste de varios equipos que necesitan ser cambiados o reparados durante ese periodo.

De acuerdo a la simbología, se indicara si el trabajo que se ha realizado ha sido mecánico, eléctrico o electrónico según sea el caso. Mecánico se puede considerar al cambio de un rodaje, chumacera, lubricación, ajuste de pernos, cambio etc.

En lo referente a eléctrico, se refiere a revisión de motores, cableado, revisión de amperaje, etc. Y con respecto a electrónico se refiere a revisión de variadores, reles, temporizadores. Etc.

**5.8.5. Formato historial de equipos**

HISTORIAL DE EQUIPOS						
Nombre del técnico .....						
Semana que termina .....				Turno .....		
Aprobado por: .....				Firma .....		
Fecha	Código Equipo	Hrs. de operación	Fecha de última inspección	Fallas registradas	Estado actual	Repuestos utilizados

**Fuente: Elaboración propia**

El formato anterior, permitirá llevar un mejor control de los equipos en funcionamiento, ya que se considerarán todas las revisiones que se realizaron en el equipo, así como cambio de repuestos y otras intervenciones.

## Detalle del formato Historial de Equipos

Este formato es de gran interés debido a que nos servirá para llevar un registro histórico de lo sucedido con los equipos utilizados en la operación de la línea 1.

Se colocara el nombre del técnico que realizo la última reparación, la semana que esta por culminar al igual que el jefe inmediato que aprueba. En el caso de la aprobación, por orden jerárquico, la persona encargada es el sub gerente de operaciones quien da la aprobación final.

Líneas abajo, se detalla la fecha de la última ocurrencia, el código del equipo en mención, las horas de operación desde la última ocurrencia hasta el momento.

De igual manera la fecha de la última intervención que sufrió el equipo o daño.

Seguidamente se detallan las fallas registradas en el equipo en mención. Por ejemplo se detallara que la bomba de solución presento fuga de solución por el sello, perjudicando las operaciones.

Luego se indicara el estado actual del equipo, si es que esta operativo o no.

Con respecto a los repuestos utilizados, estos se tienen que indicar debido a que son de vital importancia ya que nos indicara en que estado se encuentra el equipo.

El formato anterior, permitirá llevar un mejor control de todos los equipos que tenemos en planta, con la finalidad de identificar sus fallas anteriores. Esto servirá para cuando ocurra alguna avería de consideración se pueda afrontar la misma teniendo los antecedentes registrados. De igual manera servirá para determinar cuan efectiva es la reparación debido al tiempo de duración desde la última intervención.



### **Detalle del formato control de Inspección de equipos mecánicos-eléctricos**

El formato anterior nos va a ayudar en lo referente a llevar un registro de los equipos que van a ser inspeccionados por parte del personal encargado.

Se colocara la fecha en la que se estará realizando la inspección, detallando la sección en la que empezara la inspección, ya sea reacción, filtro, centrifuga etc.

Luego se colocara el código del equipo, que como se dijo vienen con un código desde el inicio de las operaciones en Arequipa.

Seguidamente se indicara con un Sí o un No si el equipo actualmente opera. Cabe señalar que hay equipos que por diferentes motivos quedan fuera de operación y que son pasados por alto poniendo en riesgo, en algunos casos la operación continua de la línea 1.

De igual manera se indicara si es un equipo de reten el que está funcionando o es el equipo original. Así mismo se indicará, si es un motor eléctrico, el amperaje con el que está operando actualmente.

Dependiendo del caso, se indicara que clase de lubricante se utilizó la última vez, si es que se trata de cadenas, fajas, rodamientos, etc. Luego se colocara la fecha de la última intervención, esto con la finalidad de saber en qué estado se encuentra el equipo desde la última vez que se intervino y cuanto tiempo de duración tiene en buen estado.

El formato propuesto, servirá para llevar el registro correspondiente al momento de realizar la inspección de los equipos de planta, con la finalidad de verificar su estado actual, consumo de energía, aceite requerido y las posibles observaciones que tenga para la respectiva evaluación en mantenimientos futuros o intervenciones inmediatas.

### 5.8.7. Protocolo para el desarrollo del mantenimiento preventivo:

Como parte de las mejoras y de las estrategias planteadas, se establece un protocolo o procedimiento para el desarrollo de los mantenimientos en donde se detallarán los pasos a seguir por parte del personal de mantenimiento, tanto el jefe como los técnicos, en lo referente a reparaciones o intervenciones a los equipos de la línea 1.

**Paso 1.-** El jefe de mantenimiento realizará un programa de inspección de equipos con la finalidad de determinar y evaluar cuales son los que presentan mayor criticidad y así intervenirlos en primera instancia.

Para esto se utilizara el formato propuesto de inspección de equipos con la finalidad de tener una idea por escrito del estado en que se encuentran.

**Paso 2.-** Teniendo una idea del estado de los equipos y conociendo los más críticos, el jefe de mantenimiento desarrollará el programa de mantenimiento preventivo correspondiente, evaluando en primera instancia lo siguiente:

- El personal con el que contará
- El tiempo del que dispone para el desarrollo del mismo.
- Los repuestos y herramientas necesarias para la intervención de los equipos

Para esto utilizará el formato de mantenimiento preventivo maestro propuesto en donde se indicaran los trabajos que se van a realizar, las observaciones pertinentes, las semanas de cada mes en que se realizará y las frecuencias de las mismas, en este caso quincenal y las firmas y autorizaciones correspondientes.

Con respecto a las frecuencias, están serán establecidas en conjunto con el Jefe de Procesos, quien tiene una idea más clara de las fechas ideales para dichos mantenimientos.

**Paso 3.-** A cada técnico seleccionado para las diferentes tareas, se le entregará una orden de trabajo, formato que también ha sido propuesto para la mejorar del sistema de mantenimiento.

En esta ficha se detallará lo siguiente:

- El nombre del técnico responsable,
- Código del equipo a intervenir,
- El turno en que se realiza y la fecha.
- Luego se detallaran las herramientas necesarias para su intervención así como los repuestos requeridos para la puesta en marcha del equipo.

El técnico que interviene también evaluará el equipo antes de la intervención y de ser necesario colocar a sus observaciones en donde podrá detallar la criticidad del mismo y si es que necesitará algún repuesto adicional para su reparación. De igual manera indicará si el equipo necesita ser reemplazado por uno nuevo.

**Paso 4.-** Luego de culminado el mantenimiento preventivo, el jefe de mantenimiento junto con el asistente, en caso de ser contratado, ingresarán toda la información necesaria en el formato de historial de equipos implementado en el sistema de la empresa con el fin de que en eventos futuros se tenga conocimiento de lo realizado a este equipo y las fallas más recurrentes, en el tiempo realizado, etc.



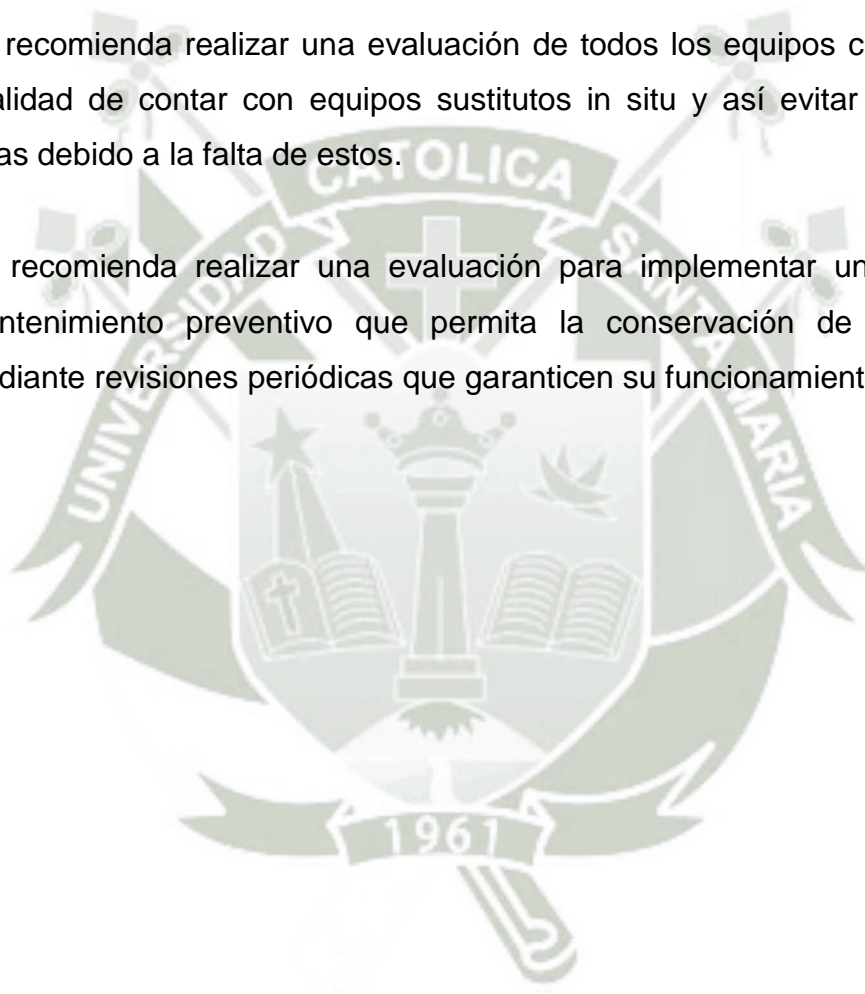
# CONCLUSIONES

- Se realizó la propuesta de optimización tomando como base el árbol de estrategias que nos permitirá una mejora considerable del sistema de mantenimiento actual.
- Se analizó y evaluó la situación actual del sistema de mantenimiento de la línea 1 de producción de la empresa por medio de los análisis de Data, capital humano, visual, y de factores mediante gráfico de Pareto, realizados en el capítulo N°3., dando como resultado un aumento en las horas de parada imprevistas en un 8.64% entre el 2011 y 2012, y un 9.46% entre el 2012 y 2013, lo que nos indica que existe una deficiencia en los sistemas de mantenimiento.
- Se determinaron los indicadores de desempeño de la línea 1, siendo el más relevante el número de mantenimientos efectuados en comparación con los planificados ya que actualmente se vienen realizando 3 mantenimientos por mes siendo un 50% más de lo esperado por la empresa.
- Se desarrolló una propuesta que va a permitir la optimización de los indicadores de línea 1, utilizando como herramienta el árbol de estrategias o mapa de estrategias, un elemento importante del balanced scorecard, el cual nos da como resultado una optimización del 34.46% de los indicadores estimados en comparación a los actuales.
- Se determinaron y analizaron los beneficios cualitativos de cada una de las estrategias propuestas teniendo un total de 9 beneficios. Con respecto a los beneficios cuantitativos se obtuvo como resultado S/. 205,600.00 de ganancia y un total de S/. 103,354.16 como costo de inversión, y beneficios cualitativos a largo plazo que permitirán la optimización de la empresa.
- Se determinó el costo beneficio de la propuesta, obteniendo un beneficio aproximado de S/. 205,600.00 nuevos soles, para un costo de inversión, lo que nos daría S/. 102,245.84 de ahorro reflejado como ingreso.



# RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa evaluar la compra de nuevos equipos, tanto de instrumentación como equipos mecánicos que puedan ayudar a optimizar el proceso productivo
- Se recomienda realizar un análisis financiero para evaluar la posibilidad de contratar nuevo personal para mantenimiento que cuente con la capacitación necesaria, sobre todo en lo que se refiere a programación e instrumentación, al igual que un asistente.
- Se recomienda realizar una evaluación de todos los equipos críticos con la finalidad de contar con equipos sustitutos in situ y así evitar paradas por fallas debido a la falta de estos.
- Se recomienda realizar una evaluación para implementar un sistema de mantenimiento preventivo que permita la conservación de los equipos mediante revisiones periódicas que garanticen su funcionamiento.





### Anexo 1 Búsqueda de inversión

El siguiente cuadro nos muestra los costos en los que incurriría la empresa para sustentar y justificar un incremento en la inversión anual para el área de mantenimiento.

Mano de obra	S/. 2,000.00
Sobretiempo	
Valor hora:	S/. 14.00
horas extras	4
Horas simples (25%)	1.25
Hrs simples adicionales (35%)	1.35
N de trabajadores	1
<b>Costo total horas simples x mantenimiento</b>	<b>S/. 72.80</b>
<b>Costo total anual</b>	<b>S/. 2,072.80</b>

Para estos cálculos, se consideraron los sobretiempos de la persona encargada así como un bono o pago por recibo por honorarios por la meta conseguida

### Anexo 2 Contratación de empresa tercera:

Este cuadro nos muestra los costos que incurriría la empresa en contratación de empresa tercera para los trabajos de soldadura:

Costo mano de obra:	S/. 250.00
Número de equipos a intervenir (promedio)	6
Costo total x mantenimiento	S/. 1,500.00
Numero de mantenimientos x año	25
<b>Costo total anual</b>	<b>S/. 37,500.00</b>

Los costos han sido calculados en base a cotizaciones realizadas a 2 contratistas encargadas de realizar estos trabajos. El número de equipos promedio ha sido considerando en base a las solicitudes de soldadura que se tienen en cada mantenimiento, sobre todo para reparación de líneas y bridas que presentan fuga de solución.

### Anexo 3 Capacitación de personal:

A continuación se muestra el costo total anual que la empresa afrontaría para la capacitación del personal de mantenimiento:

Número de técnicos	10
Costo x persona	S/. 190.00
Costo total x capacitación	S/. 1,900.00
Numero de capacitaciones x año	8
<b>Costo total anual</b>	<b>S/. 15,200.00</b>

Aquí se considera un total de 10 técnicos, tanto mecánicos como eléctricos e instrumentistas, a un costo unitario de S/. 190.00, obtenido de las cotizaciones a empresas del rubro.

### Anexo 4 Implementación de programa:

<b>Costo de implementación</b>	<b>S/. 1,500.00</b>
--------------------------------	---------------------

En este caso, se tendría que recurrir a la empresa que proporcione el servicio de implementación del sistema utilizado en la organización. Este sería el costo único aproximado de añadir un programa adicional para mantenimiento.

### Anexo 5 Inspección y análisis de equipos:

Sueldo asistente	S/. 2,200.00
<b>Costo total anual</b>	<b>S/. 26,400.00</b>

Para que esta función sea realizada al detalle y con la debida importancia, se considera la contratación de un practicante o asistente de mantenimiento que lleve el control de los equipos, ultimas reparaciones, horas de funcionamiento, etc.

### Anexo 6 Implementación de sobretiempo:

Horas dobles:

Nº de trabajadores	2
Horas trabajadas	12
Valor hora:	S/. 8.75
<b>Costo total horas dobles x mantenimiento</b>	<b>S/. 420.00</b>

Horas simples:

Valor hora:	S/. 8.75
horas extras	4
Horas simples (25%)	1.25
Hrs simples adicionales (35%)	1.35
N de trabajadores	8
<b>Costo total horas simples x mantenimiento</b>	<b>S/. 364.00</b>

Mantenimientos promedio x año	20
<b>Costo total anual</b>	<b>S/. 15,680.00</b>

El costo de las horas extra depende del valor hora de cada trabajador, considerando el porcentaje adicional ya sea por ser horas simples, simples adicionales o dobles, en el caso de laborar en descansos o feriados. Estos costos se podrían considerar con el fin de contar más personal técnico en los mantenimientos.

## Anexo 7 Identificación de stocks y repuestos

### Establecer stocks máximos y mínimos

#### Horas simples

Valor hora:	S/. 11.45
horas extras	4
Horas simples (25%)	1.25
Hrs simples adicionales (35%)	1.35
N de trabajadores	1
<b>Costo total horas simples x mantenimiento</b>	<b>S/. 59.54</b>

revisión por año (días)	42
<b>Costo total anual</b>	<b>S/. 2,500.68</b>

### Identificar repuestos obsoletos

#### Horas simples

Valor hora:	S/. 11.45
horas extras	4
Horas simples (25%)	1.25
Hrs simples adicionales (35%)	1.35
N de trabajadores	1
<b>Costo total horas simples x mantenimiento</b>	<b>S/. 59.54</b>

revisión por año (días)	42
<b>Costo total anual</b>	<b>S/. 2,500.68</b>

**Costo total de ambas actividades**

**S/. 5,001.36**

Los costos mostrados son calculados considerando al ejecutor de la actividad al asistente de producción, cuya actividad sería realizada 2 veces por semana en promedio, después del horario de trabajo, ya que la carga de trabajo en el horario normal puede ser alta y no tendría el tiempo necesario para realizar el trabajo

### Anexo 8 Beneficio

<b>Costo de producción x hora</b>	\$880.00
<b>Horas ganadas x mes</b>	2
<b>Beneficio</b>	<b>\$1,760.00</b>

<b>beneficio en soles</b>	S/. 5,808.00
<b>meses x año</b>	10
<b>Total año</b>	<b>S/. 58,080.00</b>

Costo de producción x hora	\$880.00
Costo de horas extras	\$237.58
Horas ganadas x mes (2 manttos)	4
<b>Beneficio</b>	<b>\$4,470.30</b>

beneficio en soles	S/. 14,752.00
meses x año	10
<b>Total año</b>	<b>S/. 147,520.00</b>
<b>Total beneficio:</b>	<b>S/. 205,600.00</b>

El costo beneficio es calculado en base al costo de producción por hora en operaciones normales y la cantidad de horas que se podrían ganar al reducir el tiempo de mantenimientos o en reducir las paradas imprevistas durante los 15 días de producción. (Esto a que se considera que los mantenimientos son programados cada 15 días de operación. Se consideran solo 10 meses de producción descontando los días de mantenimientos programados y el mantenimiento general.

# BIBLIOGRAFIA

- ✓ Porter M., (2012). Estrategia Competitiva, Técnicas para el análisis de la empresa y sus competidores. Madrid, España
- ✓ Porter M. Ventaja competitiva (Edición 2009). México D.F.
- ✓ Alarco, G. (coord.) et al. (2011). Competitividad y Desarrollo; Evolución y perspectivas recientes. Lima, Peru: Planeta
- ✓ Heizer J.,& Render B., Principios de administración de operaciones (5ta edición). Mexico D.F. Pearson Education.
- ✓ Koontz H. & Weihrich H., "Administración, una perspectiva global (11ª. Edición). Mexico D.F.
- ✓ Real Academia Española. (2002). Diccionario de la lengua Española [Dictionary of the Spanish language] (22nd ed.) Madrid, España
- ✓ Fondo monetario internacional. Artículo 2015