

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA**



**“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”**

**VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ**



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE GRADO**

**PLAN DE MEJORAS AL SISTEMA DE GESTIÓN DE  
MANTENIMIENTO EN LA LÍNEA DE ESTAÑO  
ELECTROLÍTICA N°2 DE LAMINACIÓN EN FRÍO SIDOR**

**AUTOR. AVENDAÑO MELÉNDEZ, ADRIAN**

**CIUDAD GUAYANA, OCTUBRE DE 2015**



## **PLAN DE MEJORAS AL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN LA LÍNEA DE ESTAÑO ELECTROLÍTICA N°2 DE LAMINACIÓN EN FRÍO SIDOR**



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA**

**“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”**

**VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE GRADO**

**Autor. Avendaño M. Adrian M.**

**PLAN DE MEJORAS AL SISTEMA DE GESTIÓN DE  
MANTENIMIENTO EN LA LÍNEA DE ESTAÑADO  
ELECTROLÍTICA N°2 DE LAMINACIÓN EN FRÍO SIDOR**

Trabajo de Grado que se presenta ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vicerrectorado Puerto Ordaz como requisito para obtener el título de Ingeniero Industrial.

---

**MSC. ING. IVÁN TURMERO**

Tutor Académico

---

**ING. JOSÉ JIMÉNEZ**

Tutor Industrial

**CIUDAD GUAYANA, OCTUBRE DE 2015**



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA



“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”

VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO

### ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, miembros del jurado evaluador designados por el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Vice-rectorado Puerto Ordaz, para examinar el Informe de Trabajo de Grado presentado por el **Br. Avendaño Meléndez Adrian Mauricio**, portador de la cédula de identidad N° 19.622.585, titulado “**PLAN DE MEJORAS AL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN LA LÍNEA DE ESTAÑADO ELECTROLÍTICA N°2 DE LAMINACIÓN EN FRÍO SIDOR**”

Consideramos que dicho informe cumple con los requisitos exigidos. A tal efecto, lo declaramos **APROBADO**.

En Ciudad Guayana, Puerto Ordaz, a los (5) cinco días del mes de Octubre del dos mil quince.

\_\_\_\_\_  
MSC. ING. IVÁN TURMERO

Tutor Académico

\_\_\_\_\_  
ING. JOSÉ JIMÉNEZ

Tutor Industrial

\_\_\_\_\_  
ING.

Jurado Evaluador

\_\_\_\_\_  
ING.

Jurado Evaluador

**AVENDAÑO MELÉNDEZ, ADRIAN MAURICIO**

**“PLAN DE MEJORAS AL SISTEMA DE GESTIÓN DE  
MANTENIMIENTO EN LA LÍNEA DE ESTAÑADO  
ELECTROLÍTICA N°2 DE LAMINACIÓN EN FRÍO SIDOR”**

**2015**

**114** Páginas

Trabajo de Grado

Universidad Nacional Experimental Politécnica

“Antonio José de Sucre”

Vicerrectorado Puerto Ordaz

Departamento de Ingeniería Industrial

**Tutor Académico:** Msc. Ing. Iván Turmero

**Tutor Industrial:** Ing. José Jiménez

**Capítulos:**

I. El Problema. II. Generalidades de la Empresa. III. Marco Teórico. IV. Marco Metodológico. V. Situación Actual. VI. Propuesta.

**CIUDAD GUAYANA, OCTUBRE DE 2015**

---

## DEDICATORIA

*A Dios*

*A mis padres*

*A mis hermanos*

*A mis abuelos*

*A mi bella novia*

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios, por iluminarme en todo el trayecto de mi vida y darme la oportunidad de estar hoy culminando esta fuerte etapa universitaria la cual es una de las más importante de mi vida, además de llenarme de bendiciones y colocarme en el camino a grandes personas como lo son mi familia, también quiero agradecerle inmensamente a la gran mujer que tengo a mi lado mi novia Joselin Chacón por apoyarme en todo el transcurso de mi carrera universitaria que a pesar de los altos y bajos que se presentaron en el camino siempre estuviste ahí a mi lado ayudando y dándome muchos ánimos para alcanzar este glorioso logro.

A mis Abuelos paternos Antonio Avendaño y Blanca Jiménez sé que allá en el cielo en donde están me están viendo y protegiendo a ustedes les dedico este logro, A mis Abuelos maternos Ramón Meléndez y Luisa Castañeda, por ser un gran ejemplo de núcleo y unión familiar.

A mis padres Antonio Avendaño y Esperanza Meléndez, por darme de todo su apoyo en el transcurso de mi formación personal y profesional, por siempre guiarme y darme los mejores ejemplos, por ser pilares fundamentales para ser mejor cada día y ser el hombre que soy hoy en día.

A mis hermanos mayores Marco Avendaño y Ariani Avendaño por su grata compañía, sus enseñanzas y su apoyo, por ser un ejemplo a seguir y por seguir las semblanzas y buenos pasos de mis padres.

A mis sobrinas Veruzka Avendaño, Nicole Avendaño y Luisani Boada, por representar la alegría de mi hogar.

A mi tutor Académico Msc. Ing. Ivan Turmero, por su infinito apoyo, interés y orientación a lo largo de esta investigación.



A la universidad Unexpo, por ser la universidad que me formo como ingeniero.

A la empresa SIDOR, por permitirme cumplir con este requisito para la obtención de mi título de ingeniero.

A mi futura esposa que lo será el 1-04-16 Joselin Chacón, por ser mi mejor amiga, mi compañera, la niña de mi vida, mi pilar, siempre ha estado allí de manea incondicional cuando la necesito, dándome ánimo y siendo positiva para que todo me salga bien, ayudándome a afrontar o solucionar las dificultades tanto académicas como familiares presentes en el trayecto de mi vida. Haciéndose participe y protagonista de los mejores momentos de mi vida, la amo demasiado.

A mis suegros Nelson Chacon y Deysi Salinas, por darme a la gran mujer que tengo junto a mí, además de brindarme su preciado apoyo y momentos gratos.

**¡Infinitas Gracias a todos!**





**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA**



**“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”**

**VICE- RECTORADO PUERTO ORDAZ**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE GRADO**

**“PLAN DE MEJORAS AL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO  
EN LA LÍNEA DE ESTAÑADO ELECTROLÍTICA N°2 DE LAMINACIÓN EN  
FRÍO SIDOR”**

**Autor:** Adrian M. Avendaño M.

**Tutor Académico:** Msc. Ing. Iván Turmero

**Tutor Industrial:** Ing. José Jiménez

**CIUDAD GUAYANA, OCTUBRE DE 2015**

**RESUMEN**

El objetivo general es Elaborar un Plan de Mejoras al Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo, Eléctrico, Mecánico e Instrumentación en la línea de Estañado Electrolítico N°2 de laminación en frio. La información obtenida se sustento a través de la revisión documental, Observación directa, entrevistas no estructuradas. Por lo cual arrojó a ser una investigación de tipo aplicada, de campo, descriptiva, y con un diseño de tipo no experimental. En el desarrollo de la situación actual se presentó a través de un cuadro comparativo la cantidad de horas programadas vs ejecutadas, así mismo se procedió al empleo de un diagrama de operaciones, diagrama causa- efecto, análisis foda. También fue necesario aplicar la metodología de las 5'S en la gestión de mantenimientos en la línea de estañado electrolítico N°2, donde se desarrollaron una serie de mejoras, dando sustento a través del empleo de la norma COVENIN 2500-93 para evaluar la gestión de mantenimiento, luego se procedió a elaborar un plan de mejoras, de igual manera se elaboro su respectivo análisis de costos aplicado al plan de mantenimiento propuesto, procediendo a la evaluación del impacto que dicho plan genera

**Palabras claves:** Gestión, Mantenimiento, Plan de Mejoras, Diagrama Causa- Efecto, Análisis Foda, Norma COVENIN 2500-93.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	vii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I EL PROBLEMA.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:.....	4
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN: .....	6
GENERAL: .....	6
ESPECÍFICOS: .....	6
DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:.....	7
JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN: .....	7
CAPÍTULO II GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	9
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	9
RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA.....	9
PROCESO PRODUCTIVO.....	13
FILOSOFÍA DE GESTIÓN.....	15
ESTRUCTURA ORGANIZATIVA .....	16
Gerencia de laminación en frío.....	18
CAPÍTULO III MARCO TEORICO .....	20
ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	20
BASES TEÓRICAS: .....	21
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO .....	21
ANÁLISIS FODA .....	24

MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	25
DIAGRAMA ISHIKAWA:.....	30
METODOLOGÍA DE LAS 5'S .....	32
PASOS A SEGUIR PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MEJORAS .....	34
GLOSARIO DE TÉRMINOS: .....	42
Programa o Plan de Mantenimiento Preventivo: .....	42
SAP PM:.....	43
Reparación programada (RP): .....	43
Sistema de Gestión (SG):.....	43
CAPÍTULO IV DISEÑO METODOLÓGICO .....	44
DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	44
Tipo de investigación:.....	44
Diseño de Investigación: .....	45
POBLACIÓN Y MUESTRA:.....	45
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. ....	46
Técnica:.....	46
Instrumentos:.....	47
PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO .....	47
CAPÍTULO V SITUACION ACTUAL .....	50
DIAGNOSTICAR LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA LÍNEA DE ESTAÑADO Nº2. ....	50

DEFINIR LAS VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL INCUMPLIMIENTO DE LO PROGRAMADO CON RESPECTO AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	58
CAPÍTULO VI SITUACION PROPUESTA .....	69
PLANTEAR UNA SITUACIÓN IDEAL, APLICANDO LA METODOLOGÍA DE LAS 5´S EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA LÍNEA DE ESTAÑADO N°2. ....	69
ESTABLECER ACCIONES Y ESTRATEGIAS DE ADECUACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO ACTUAL. ....	71
EVALUAR EL SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA LÍNEA DE ESTAÑADO N°2, BASADO EN LA NORMA COVENIN 2500-93.....	74
REALIZAR PLAN DE MEJORAS AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA LÍNEA DE ESTAÑADO N°2 ...	77
ELABORAR UN ANÁLISIS DE COSTOS APLICADO AL PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO. ....	84
EVALUAR EL IMPACTO QUE GENERA LAS MEJORAS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA LÍNEA DE ESTAÑADO N°2.....	85
CONCLUSIONES .....	90
RECOMENDACIONES.....	92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
APÉNDICE .....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>pág.</b>
2.1 Proceso Productivo	14
2.2 Productos Elaborados	14
2.3 Organigrama actual de Sidor	17
2.4 Flujo grama del Proceso de Laminación en Frio	19
2.5 Organigrama del Departamento de Revestidos y Terminados	19
3.6 Diagrama Causa-Efecto	31
3.7 Metodología de las 5´S	32
5.8 Diagrama de operaciones (Parte I)	51
5.9 Diagrama de operaciones (Parte II)	52
5.10 Diagrama Causa Efecto	59

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>pág.</b>
3.1 Dificultad	37
3.2 Plazo	37
3.3 Impacto	38
3.4 Priorización	38
3.5 Identificación de las áreas de mejoras	39
3.6 Selección de las acciones de mejora	40
3.7 Planificación y seguimiento de las acciones de mejoras	41
3.8 Plan de mejora	42
5.9 Especificaciones de la materia prima	50
5.10 Horas, Actividades programados vs ejecutados	58
5.11 Kendall & Kendall aplicado a las fortalezas	65
5.12 Kendall & Kendall aplicado a las Oportunidades	66
5.13 Kendall & Kendall aplicado a las Debilidades	66
5.14 Kendall & Kendall aplicado a las Amenazas	66
5.15 Matriz FODA priorizada	67
5.16 Estrategias FODA	68
6.17 Sistema de mantenimiento	74
6.18 Indicadores de gestión 5'S	76
6.19 Planificación de las acciones de mejora	78
6.20 Plan de mejoras	81
6.21 Horas hombres programadas	84

---

6.22	Horas hombres ejecutadas	84
6.23	Valoración de Criterios	85
6.25	Formato de evaluación de la empresa	85

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Figura</b>		<b>pág.</b>
6.1	Representación del grado de optimización deseado	77
6.2	Porcentaje de la etapa Seleccionar	86
6.3	Porcentaje de la etapa Ordenar	87
6.4	Porcentaje de la etapa Limpiar	88
6.5	Porcentaje de la etapa Estandarizar	88
6.6	Porcentaje de la etapa Disciplina	89



## INTRODUCCIÓN

La Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro C.A. (SIDOR), es una empresa creada por el Estado Venezolano, dedicada a la producción y comercialización de productos siderúrgicos destinados a satisfacer la demanda del mercado Nacional y de Exportación. Está ubicada en la zona industrial de matanzas, Estado Bolívar sobre el margen del Orinoco.

Por la variedad de productos que ofrece SIDOR a sus clientes, ésta posee un mercado muy amplio y extenso tanto a nivel nacional como internacional. Entre los productos en proceso y terminado que ofrece SIDOR están: pellas, chatarra, cabillas, alambrón, bobinas, láminas de diferentes espesores, entre otros.

Toda empresa de producción cuenta con equipos dentro de sus instalaciones, que permiten ejecutar de manera más eficiente el proceso productivo, por ende, surge la necesidad de garantizar que los equipos de la línea de estañado N°2 se encuentren en óptimas condiciones, Para lograrlo se requiere una buena programación y ejecución por parte del equipo de operaciones y de mantenimiento. El mantenimiento es de gran importancia, ya que permite que el equipo se pueda operar eficientemente a lo largo de su vida útil.

La importancia de realizar dicha investigación radica que al darle las respectivas mejoras al plan ya programado, se puedan solventar de manera más trascendental en el tiempo, es decir que al ejecutar los mantenimiento preventivos sean más estables y duraderas, de manera que no afecte a gran nivel las condiciones en que se encuentra hoy en día el país.

Por tal motivo, se realizará un seguimiento y control de las actividades de mantenimiento preventivo para determinar si realmente se está llevando a cabo el cumplimiento de los planes de mantenimiento es también importante

conocer si la cantidad de H-H programadas son las que realmente se necesitan para mantener la línea operativa, actualmente la línea de estañado N°2 al momento de arrancar su proceso productivo presenta fallas, lo que genera demoras y pérdida de dinero.

Por lo que se llega a la necesidad de identificar los factores que intervienen en el problema presente, en este caso sería la falta de repuesto el cual es de gran importancia al momento de realizar los remplazos necesarios, otro factor es la indisponibilidad de personal o equipos a la hora de ejecutar las actividades de mantenimiento así como otros, al unirse todos los factores ocasionan la presencia de un mantenimiento poco efectivo; al no implementar las estrategias necesarias para radicarlas, conllevaría a daños en gran magnitud para los equipos que conforman la línea y por ende un incremento de costos para la empresa.

Para ello, se diseñaran tablas donde se exprese la información necesaria para conocer el inventario de los equipos de la línea de estañado electrolítica N°2, así mismo se emplea el uso de la herramienta de Ishikawa, la cual facilitara la obtención de las causas que generan la problemática junto a su pertinente análisis, al igual que el empleo del Foda para evaluar la relación entre las variables presentes.

De acuerdo con la finalidad del estudio, la investigación se estructuró de la siguiente manera:

En el Capítulo I, Se expone el problema objeto de la investigación, al igual que sus objetivos, a demás se hace mención de su respectiva justificación que tiene este trabajo para la empresa, junto a la delimitación. En el Capítulo II, Se destaca los aspectos generales de la empresa Sidor, además de los aspectos que competen al departamento de revestidos y terminados. En el Capítulo III, Se presentan los antecedentes de la investigación, las bases

teóricas que sustentan la ejecución de la misma y el glosario de términos. En el Capítulo IV, Que describe la metodología utilizada a lo largo del estudio, el tipo y diseño de la investigación así como la definición de las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección, procesamiento y análisis de la información, junto al respectivo cronograma de actividades.

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

La Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro, Sidor es un complejo siderúrgico integrado que utiliza tecnologías de Reducción Directa y Hornos Eléctricos de Arco. Los procesos de esta siderúrgica se inician con la fabricación de Pellas y culminan con la entrega de productos finales Largos (Barras y Alambión) y planos (Láminas en Caliente, Láminas en Frío y Recubiertos). Esta siderúrgica ubica a Venezuela en cuarto lugar como productor de acero integrado de América Latina y el principal de la región Andina, ha logrado colocar su nivel de producción en torno a los 4 millones de toneladas de acero líquido por año, con indicadores de productividad, rendimiento total de calidad, oportunidad en las entregas y satisfacción de sus clientes, comparables con las empresas más competitivas de Latinoamérica. Es reconocida además por ser el primer exportador no petrolero del país.

El Departamento de Mantenimiento de Revestidos y Terminados tiene la responsabilidad de garantizar que las líneas de producción que están bajo su tutela, trabajen en óptimas condiciones, para lo cual, es necesario que supervisen periódicamente y corrijan todos los problemas que se puedan producir en los equipos que funcionan en estas líneas. En este sector de la empresa se encuentra la Línea de Estaño Electrolytico 2 (EE2), que tiene como objetivo principal, transferirle una capa de recubrimiento de Estaño a

las bobinas de acero que poseen una serie de características físicas, dimensionales y metalurgias específicas por cada cliente.

Actualmente en la línea de estañado electrolítica N°2 se realizan trabajos de mantenimiento preventivo los cuales surgen de las inspecciones que hacen los técnicos inspectores, también por las detecciones efectuadas por el personal operativo que pueden llegar a la parada sin que haya que hacer mantenimiento correctivo y por último las rutinas que son actividades obligatorias de los equipos (lubricar, ajustar, etc.), todo esto por lo general ya está programado y se define en función de la frecuencia de falla (semanales, mensuales, trimestrales, semestral).

La línea de estañado electrolítica N°2 está diseñada para alcanzar una producción máxima de 12.000 toneladas con un 80% de utilización neta todo esto en condiciones ideales, la cantidad de horas hombres que se requerían para ese nivel de producción estaba por alrededor de unas 1.200 H-H, pero actualmente ese nivel de producción ha ido disminuyendo por diversos factores.

La problemática existente radica en que se desconoce la cantidad de actividades de mantenimiento que requiere la línea de estañado para la condición actual que presenta, la razón del seguimiento y control de las actividades de mantenimiento preventivo es para determinar si verdaderamente se están programando y ejecutando la cantidad de actividades y horas hombres (H-H) necesarias, así como también conocer cuál es la eficiencia de ese mantenimiento que se está programando y conocer cuáles son las causas por las cuales no se están ejecutando todas las horas hombres programadas, todo esto surge debido a que hoy en día se le están programando una gran cantidad actividades de mantenimiento preventivo a la línea de estañado electrolítica n° 2 y a la hora de arrancar

siguen ocurriendo fallas ya que no están siendo efectivos en las actividades de mantenimiento.

Los equipos que conforman la línea de estañado electrolítico n° 2 se deben mantener en óptimas condiciones para garantizar la continuidad del proceso productivo. Para ello, se va a realizar las mejoras respectivas al sistema de gestión de mantenimiento preventivo a los equipos intervenidos durante la parada de las Reparaciones Programadas, todo esto basado en la Norma Covenin 3049-93 y Covenin 2500-93, lo que permitirá que pueda con un mantenimiento preventivo eficiente y así poder disminuir la probabilidad de fallas que se puedan presentar.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:**

### **GENERAL:**

Elaborar un plan de mejoras al sistema de gestión de mantenimiento preventivo, eléctrico, mecánico e instrumentación, en la línea de estañado electrolítica n°2 de laminación en frío Sidor.

### **ESPECÍFICOS:**

1. Diagnosticar la situación actual del sistema de gestión del mantenimiento preventivo en la Línea de Estañado N°2.
2. Definir las variables que intervienen en el incumplimiento de lo programado con respecto al mantenimiento preventivo.
3. Plantear una situación ideal, aplicando la metodología de las 5'S en la gestión del mantenimiento preventivo de la Línea de Estañado N°2.
4. Establecer acciones y estrategias de adecuación del sistema de gestión del mantenimiento preventivo actual.
5. Evaluar el sistema de gestión del mantenimiento preventivo en la Línea de Estañado N°2, basado en la norma Covenin 2500-93.

6. Realizar Plan de mejoras al sistema de gestión del mantenimiento preventivo en la Línea de Estañado N°2, basado en la Norma Covenin 3049-93.
7. Elaborar un análisis de costos aplicado al plan de mantenimiento propuesto.
8. Evaluar el impacto que genera las mejoras del sistema de gestión de mantenimiento preventivo en la línea de estañado N°2.

### **DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:**

La investigación se realizará en el Estado Bolívar, en la Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro ubicada en la Zona Industrial Matanzas, en la Gerencia de Revestidos y Terminados dentro de ella se encuentra la línea de estañado electrolítico N° 2, durante un período de veinticuatro (24) semanas.

El trabajo de grado se basó en el seguimiento-control de las actividades y ejecución del mantenimiento preventivo eléctrico, mecánico e Instrumentación en la línea de estañado electrolítico N°2 de laminación en frío (LAF) Sidor, mediante la verificación de la ejecución del programa de mantenimiento preventivo. Determinando las causas de las fallas y demoras que se presentan durante la ejecución del programa. De esta manera poder proponer un Sistema de Gestión de Mantenimiento mejorado y que se adapte al programa.

### **JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:**

El seguimiento y control de las actividades del mantenimiento preventivo permitirá dar respuesta a cuáles son los equipos que requieren de mantenimiento, analizar que equipos presentan mayor porcentaje de fallas, verificar que realmente se esté cumpliendo con el programa de actividades durante cada parada de las RP (Reparaciones Programadas), determinar los costos que se generan por mano de obra – repuestos en la línea de

estañado electrolítica N°2. Este trabajo de grado es de gran importancia, ya que la correcta ejecución de un plan de mantenimiento programado preventivo entre la fecha establecida (inicio y final) disminuirá la probabilidad de falla y rotura de los equipos además, garantizara su confiabilidad, disponibilidad y en el mejor de los casos evitará la paralización en el proceso productivo por la reparación a un equipo crítico que presente averías, por ende, también puede servir de ayuda para el control en los costos generados por mantenimiento. Por lo que es necesaria la verificación del programa para eliminar las posibles debilidades que este pueda contener, y poder darle las respectivas mejoras.



## **CAPÍTULO II**

### **GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

#### **DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

SIDOR promueve una relación sinérgica entre el recurso humano, el sistema industrial y el medio ambiente, lo cual garantiza el logro de las metas de producción, así como eficientes relaciones con sus clientes y proveedores. Como empresa del Estado Sidor, fomentará valores de igualdad, solidaridad, participación y corresponsabilidad acordes con los objetivos y el plan estratégico de la nación.

SIDOR es un complejo siderúrgico integrado, desde la fabricación de productos semi-elaborados (lingotes, planchones, palanquillas), productos planos (laminados en calientes, laminados en frío, y recubiertos) y productos largos (alambrón, barras/cabilla)

#### **RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA**

La Historia del Hierro en Venezuela comienza en 1926 cuando se descubren los primeros yacimientos de mineral de hierro en la región Guayana en el cerro el Pao. Pero es hasta 1950 cuando se comienza a hablar de la transformación del hierro en acero en Venezuela con la instalación y puesta en marcha de una planta siderúrgica en Antímano, Caracas (SIVENSA). Pero es hasta 1953 cuando el Gobierno Venezolano decide construir una planta siderúrgica en la región Guayana, y se inician los estudios y planes de ejecución del proyecto siderúrgico.

En 1955 el Gobierno Venezolano suscribe un contrato con la compañía italiana Innocenti, para la construcción de una planta Siderúrgica. Tal construcción se inició en 1957 en Matanzas.

Se crea la Corporación Venezolana de Guayana en 1960 y se le asigna la función de supervisar la construcción de la Planta Siderúrgica.

La puesta en marcha de la Planta Siderúrgica se realizó de manera escalonada; primero, en 1961, se inicia la producción de tubos sin costura con lingotes importados, en 1961 de arrabio en los hornos eléctricos de reducción y en 1962 se realiza la primera colada de acero.

En 1964 se crea la empresa CVG-Siderúrgica del Orinoco C.A. (SIDOR) y se le confía la operación de la planta existente.

En 1974 dadas las buenas condiciones económicas del país se inicia la ampliación de SIDOR, el llamado Plan IV.

El plan IV, fue la denominación de un proyecto de ampliación cuya finalidad era la de elevar la capacidad instalada de producción de acero crudo de 1.200.000 a 4.800.000 toneladas métricas anuales y aumentar la capacidad de los laminadores planos y no planos.

Dos grandes avances importantes de esta etapa cronológica estuvieron representados por el inicio de las construcciones de las plantas de reducción directa MIDREX y HyL contratadas con consorcios alemanes y mexicanos, respectivamente. El 18 de Enero de 1977 se inician las operaciones de la planta de deducción directa MIDREX I y el 26 de Febrero de 1979 se pone en marcha la planta MIDREX II.

El 11 de Noviembre de 1978 es finalmente inaugurado por el presidente de la república, el plan IV de Sidor; en cuya ejecución se utilizó tecnología

extranjera bajo la dirección de técnicos venezolanos en un tiempo récord de 4 años.

Con la puesta en marcha del complejo de reducción directa (Midrex I y II, HyL I y II), la acería eléctrica, la colada continua de palanquillas y los laminadores de barras y alambrón se concluye importantes logros de esta etapa cronológica.

En 1989, con el plan de cierre de algunas instalaciones obsoletas, el proceso de reconstrucción organizativa, la implantación de nuevos procesos de información y la implementaron de importantes mejoras desde el punto de vista tecnológico en algunos procesos productivos, la palabra reconversión cabe perfectamente en esta etapa cronológica de la evolución histórica de Sidor.

En esta onda de cambios en la empresa, se pone de manifiesto el proyecto Arex- SBD aplicado al proceso de reducción directa basado en la mezcla de gas natural y gas de proceso precalentado en un solo paso con aire caliente. El gas es reformado por la acción catalítica del hierro del HRD caliente, generando la totalidad de los gases reductores calientes necesarios para precalentar y reducir el óxido de hierro de la carga antes de salir al reactor.

La operación industrial del módulo de reducción directa Sidor I, comienza el 9 de Julio de 1991. La planta es capaz de obtener 74 toneladas por hora si se emplea toda la capacidad de los compresores. Sin embargo la tecnología Arex sigue en etapa de desarrollo industrial.

Ante la imposibilidad del estado para llevar a cabo exigentes inversiones que requería SIDOR para poder seguir adelante y continuar a la par de las siderúrgicas del mundo entero en medio de una economía global que

comenzaba a despertarse demandándole a las empresas de un importante orden internacional, mayor capacidad de competencia en cuanto a calidad, cumplimiento y costos; el gobierno de Venezuela, inicia el proceso de privatización de las empresas básicas de Guayana cuando, a través de los organismos del estado, en el año de 1993 se aprueba el proyecto de ley de privatización.

En Diciembre de 1994, el Consejo de Ministros aprueba el inicio de Privatización de las Empresas Básicas, entre ellas SIDOR; y finalmente en marzo de 1995 el Congreso de la República autoriza el inicio del Proceso de Privatización.

En 1997 El gobierno venezolano privatiza SIDOR, después de cumplir un proceso de licitación pública ganado por el consorcio Amazonia Holding conformado por cinco de las empresas más importantes de América Latina en el área de producción de acero.

En 1998 SIDOR inicia su transformación para alcanzar estándares de competitividad internacional equivalentes a los de los mejores productores de acero en el mundo.

En el 2000 La acería de planchones obtiene una producción superior a 2,4 millones de toneladas, cifra que supera la capacidad para la que fue diseñada en 1978.

En el 2001 Se inauguran tres nuevos hornos en la acería de planchones y se concluye el proyecto de automatización del laminador en caliente con una inversión de más de 123 millones de dólares.

En el 2002 Récord de producción en plantas de reducción directa, acería de planchones, tren de alambrón y distintas instalaciones de productos planos, entre ellas, el laminador en caliente, que superó la capacidad de

diseño, después de 27 años. Asimismo, la siderúrgica estableció nuevas marcas en producción facturable total de alambρόn y laminados en caliente.

2003 El 20 de junio de 2003 El Banco de Desarrollo Económico y Social de Venezuela (BANDES), la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), los Bancos acreedores Nacionales e Internacionales y el Consorcio AMAZONIA acordaron los términos de la reestructuración financiera de SIDOR.

2004 Se cumplen seis años de gestión privada en el que SIDOR exhibe estándares de competitividad que le permiten ubicarse entre los tres mayores productores integrados de acero de América Latina y ser el principal exportador de acero terminado de este continente.

Para el 2005 la empresa dejó de llamarse Siderúrgica del Orinoco, para llamarse SIDOR C.A.

Para el 2006 la empresa deja de llamarse SIDOR C.A, para llamarse TERNIUM SIDOR C.A.

En abril del 2008 el Estado venezolano toma el control completo de las operaciones de la siderúrgica, la nueva distribución accionaría será de 70% para el Estado venezolano, 20% para los trabajadores, y 10% permanece en manos de Techint.

## **PROCESO PRODUCTIVO**

El proceso productivo de SIDOR se explica en forma general de la siguiente manera (Ver Figura 2.1 – 2.2):



**Figura 2.1. Proceso Productivo**  
Fuente: Intranet Sidor (2015)



**Figura 2.2: Productos Elaborados**  
Fuente: Intranet Sidor (2015)

## **FILOSOFÍA DE GESTIÓN**

### **Visión**

Ser la empresa socialista siderúrgica del Estado venezolano, que prioriza el desarrollo del Mercado nacional con miras a los mercados del ALBA, andino, caribeño y del MERCOSUR, para la fabricación de productos de acero con alto valor agregado, alineada con los objetivos estratégicos de la Nación, a los fines de alcanzar la soberanía productiva y el desarrollo sustentable del país.

### **Misión**

Comercializar y fabricar productos de acero con altos niveles de productividad, calidad y sustentabilidad, abasteciendo prioritariamente al sector transformador nacional como base del desarrollo endógeno, con eficiencia productiva y talento humano altamente calificado, comprometido en la utilización racional de los recursos naturales disponibles; para generar desarrollo social y bienestar a los trabajadores, a los clientes.

### **Principios y valores**

- Humanismo
- Patriotismo
- Ética Social
- Disciplina
- Eficiencia
- Excelencia
- Solidaridad
- Honestidad

## Políticas

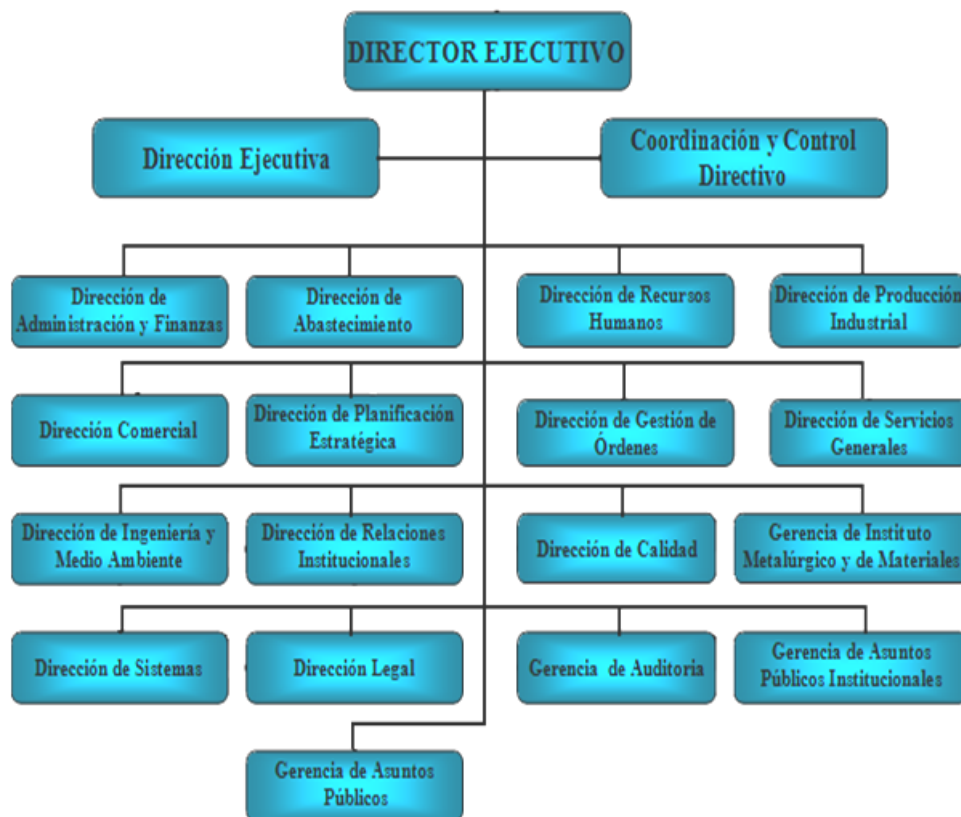
- Aumento de la productividad mediante una mayor participación de los trabajadores y trabajadoras en la gestión de la empresa; adopción de normas de calidad; utilización óptima de los recursos disponibles y desarrollo de nuevos productos de acero que generen ventajas competitivas.
- Direccionalidad de las inversiones hacia el incremento de la productividad, en un ambiente seguro.
- Política de comercialización que considere, a futuro, contratos a largo plazo con empresas nacionales y extranjeras; para consolidar el posicionamiento del producto Sidor en el Mercado nacional e internacional, asegurándole a los clientes el suministro de acero oportuno y confiable en el tiempo.
- Creación y fortalecimiento de mecanismos institucionales que privilegien la participación popular, impulsando la creación y el desarrollo de pequeñas empresas y redes de economía social.
- Incentivo del modelo de producción y consumo ambiental sustentable, con énfasis en la reducción del impacto ambiental y cumplimientos de las normativas ambientales.
- Formación técnico-político-ideológica para el impulso del Nuevo modelo de relaciones socio-productivas en el marco de una visión socialista; así como el conocimiento y capacitación dentro de la industria del acero y de materiales, ampliando la infraestructura tecnológica de los centros de investigación como instrumentos de desarrollo de la industria nacional.

## ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

Una vez nacionalizada SIDOR, se comienza a estructurar la nueva organización, basada en el liderazgo, una dirección adecuada al cambio y un aprovechamiento del potencial humano, para de esta manera lograr una



estructura organizativa alineada con la estrategia de la Empresa, considerando todos estos elementos, se logró una estructura organizativa horizontal de 3 niveles, conformada por una Dirección general y nueve Direcciones secundarias de las cuales dependen las Gerencias de cada área. (Ver Figura 2.3)



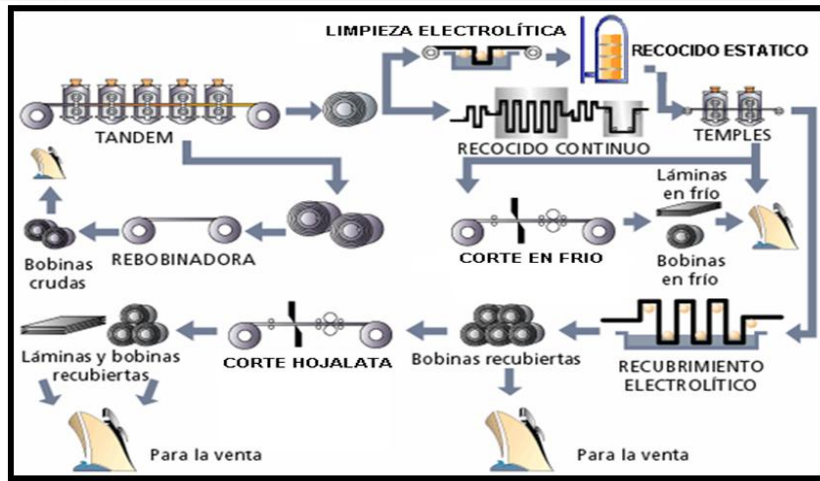
**Figura 2.3. Organigrama actual de Sidor**  
**Fuente:** Intranet Sidor (2015)

- Las Direcciones presentes en el organigrama, tienen funciones específicas del área que representan:
- Dirección de Finanzas: administra y controla el rendimiento de los recursos financieros de la Empresa.

- Dirección de Recursos Humanos: aplica las políticas y estrategias corporativas en el ámbito socio-laboral, comunicacional y de servicios al personal.
- Dirección de Planeamiento: fórmula e impulsa las políticas y estrategias corporativas, en materia comercial, operativa, financiera y de control de gestión.
- Dirección Administrativa: presta los servicios de contabilidad, auditorías y sistemas de información.
- Dirección de Asuntos Legales: garantiza la actuación de la Empresa dentro del marco legal vigente y la representa ante terceros en todos los aspectos jurídicos en los que estén involucrados sus derechos e intereses.
- Dirección de Relaciones Institucionales: promueve la imagen institucional de la Empresa ante el público y entorno relevantes.
- Dirección Comercial: comercializa y despacha los productos siderúrgicos en condiciones de calidad y oportunidad competitivas.
- Dirección Industrial: elabora los productos siderúrgicos y presta los servicios industriales requeridos de manera competitiva y rentable.
- Dirección de Abastecimiento: obtiene y suministra materiales, insumos y servicios, requeridos por la compañía para sus operaciones.

### **Gerencia de laminación en frío**

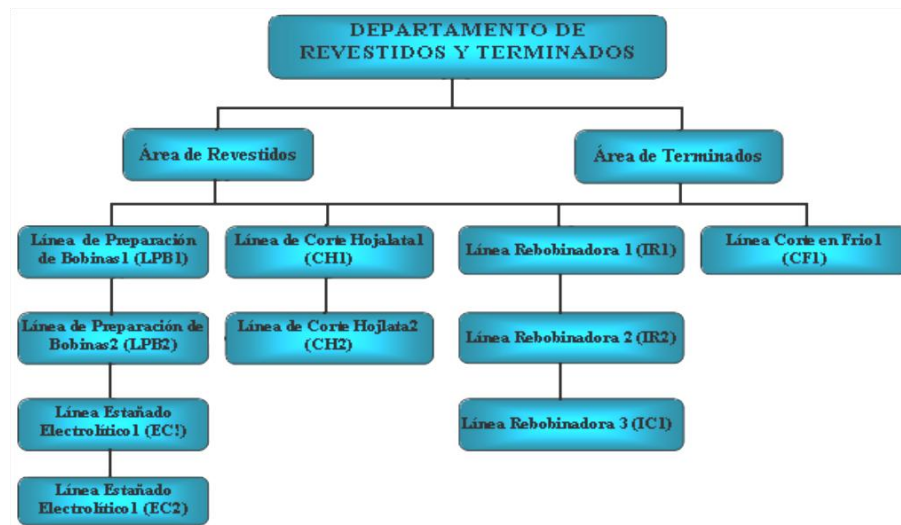
El proceso productivo de la gerencia de laminación en frío, consiste en la transformación de bandas en caliente a través de diferentes procesos, tales como: decapado, tándem, limpieza, recocido, temple, y recubrimiento. En las distintas etapas del proceso se obtienen diferentes sub-productos, tales como: banda decapada, full hard, black plate hasta los productos recubiertos (hojalata y hoja cromada) en la presentación de bobinas o láminas. (Ver Figura 2.4)



**Figura 2.4.** Flujo grama del Proceso de Laminación en Frio  
**Fuente:** Intranet Sidor (2015)

## Departamento de Revestidos y Terminados

La pasantía se realizó en el Departamento de Revestidos y Terminados que pertenece a la Gerencia de Planos en Frío de Producción Industrial. A continuación se muestra la estructura organizativa del departamento de revestidos y Terminados. (Ver Figura 2.5)



**Figura 2.5.** Organigrama del Departamento de Revestidos y Terminados  
**Fuente:** Intranet Sidor (2015)

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO

#### ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Zapata Torres, Carlos Javier (2009) en su trabajo titulado:” **Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos de la planta hyl ii en la siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro”**”, tiene como objetivo general Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo programado para la ejecución de las Reparaciones Programadas (RP) en la planta HyL II en la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR). El trabajo plantea como objetivo general: realizar un plan de mantenimiento preventivo mecánico con el propósito de garantizar la disponibilidad de los equipos en estudios a lo largo de su vida útil. Por medio del uso y aplicación del Diseño del Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo se va a poder evaluar el desempeño de la Gerencia de Mantenimiento de HyL II mediante el uso de indicadores de gestión. será desarrollado como una investigación no experimental. El procedimiento que se utilizó para que fuera posible alcanzar los objetivos, requirió de la realización de las siguientes actividades: a) Revisiones y posterior análisis de las referencias bibliográficas. b) Recopilar información y data histórica de análisis de fallas, tiempo de demoras, indisponibilidad de los equipos, horas de reparación programadas vs ejecutadas, órdenes de mantenimiento programadas vs ejecutadas, producción programada, real y toneladas dejadas de producir por causas de mantenimiento. c) Realizar reuniones con el Jefe de Sector de Mantenimiento HyL II y con los Líderes de Grupo.

## BASES TEÓRICAS:

### GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

La gestión de mantenimiento puede ser definida como "la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos del mantenimiento.

La gestión del mantenimiento industrial moderno se presenta como un conjunto de técnicas para cuidar la tecnología de los sistemas de producción a lo largo de todo su ciclo de vida, llegando a utilizarlos con la máxima disponibilidad y siempre al menor costo.

Garantizando, entre otras cuestiones, una asistencia técnica eficaz a través de una buena formación y gestión de competencias en el uso y mantenimiento de dichos sistemas asegurando la disponibilidad planeada dentro de las recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes de los equipos e instalaciones.

#### Etapas de la Gestión de Mantenimiento:

En una gestión de mantenimiento, la planificación y programación representan el punto de partida. Ella lleva involucrada la necesidad de imaginar y relacionar las actividades probables que habrán de cumplirse para lograr los objetivos y resultados esperados. A continuación se describen cada una de las etapas de la gestión de mantenimiento:

- **Planificación:** Es un proceso que consiste en la definición de rutinas y procedimientos y en la elaboración de planes detallados para horizontes relativamente largos, usualmente trimestrales o anuales, lo cual implica la determinación de las operaciones necesarias, mano de obra requerida, materiales a emplear, equipos a utilizar y duración de las actividades.

En la planificación del mantenimiento se debe considerar los siguientes aspectos:

1. Se deben tener establecidos objetivos y metas en cuanto a los objetos a mantener.
2. Se debe garantizar la disponibilidad de los equipos o sistemas.
3. Establecer un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento.
4. Sistema de señalización y codificación lógica.
5. Inventario técnico.
6. Procedimientos y rutinas de mantenimiento.
7. Registros de fallas y causas.
8. Estadísticas de tiempo de parada y tiempo de reparación.

• **Programación:** El proceso de programación consiste en establecer las frecuencias para las asignaciones del mantenimiento preventivo, las fechas programadas son esenciales para que exista una continua disponibilidad de equipos e instalaciones. Se inicia con la solicitud y envío de la orden de trabajo.

• **Ejecución, control y evaluación:** Estos procesos vinculan dos acciones administrativas de singular importancia como son la dirección y la coordinación de los esfuerzos del grupo de realizadores de las actividades generadas en los procesos de planificación y programación.

Cuya finalidad es garantizar el logro de los objetivos propuestos. En general la ejecución, el control y la evaluación, permiten que las actividades se realicen tal cual fueron planificadas, los resultados deben ser comparados con estándares y evaluados de forma de retroalimentar el proceso inicial.

Conceptualización de sistema de gestión mantenimiento

La gestión de mantenimiento tiene como finalidad conservar o restituir los equipos de producción a unas condiciones que les permitan cumplir con la función requerida, utilizando una serie de métodos y técnicas específicas para la resolución de problemas muy concretos, ligados por completo al proceso de toma de decisiones en mantenimiento.

La gestión de mantenimiento se aplica a toda parte, componente, unidad funcional, equipo o sistema que pueda considerarse individualmente. Estos sistemas requieren hoy en día unos altos niveles de eficacia para ser competitivos.

Si bien el mantenimiento y la gestión de mantenimiento poseen objetivos y metas similares; se tiene que, el mantenimiento es una función analítica, cuyo desarrollo debe ser metódico y dotado de una alta premeditación.

Por el contrario, la gestión de mantenimiento se realiza normalmente en circunstancias adversas y con alto nivel de estrés, teniendo como objetivo prioritario la inmediata restitución de los equipos a sus condiciones de operación.

A efectos de organizar el mantenimiento, lo primero que se debe considerar es la creación de un enunciado que englobe un propósito, una misión, una razón de ser, éste debe convertirse en una filosofía de gestión y debe ser la base para construir el modelo.

La razón de ser del mantenimiento no es otra cosa que garantizar la disponibilidad, funcionalidad y conservación del equipamiento, se debe evitar fallas imprevistas en los equipos y a la vez hacer que las operaciones de mantenimiento se efectúen en tiempos óptimos y a costos razonables.

## ANÁLISIS FODA

Según Chiavenato (2006) “Es una herramienta de análisis estratégico, que permite analizar elementos internos o externos de programas y proyectos”

El Análisis FODA, es una metodología de estudio de la situación competitiva de una empresa en su mercado (situación externa) y de las características internas (situación interna) de la misma, a efectos de determinar sus Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas.

Esta metodología de la planificación es la herramienta estratégica por excelencia más utilizada para conocer la situación real en que se encuentra la organización.

La situación interna, centrada en la visión de la organización, se compone de dos factores controlables: fortalezas y debilidades, mientras que la situación externa, centrada en la misión de la organización, se compone de dos factores no controlables: oportunidades y amenazas.

El análisis FODA permite la creación de matrices que interrelacionan las dos situaciones o ambientes.

El objetivo del análisis FODA es determinar las ventajas competitivas de la empresa bajo análisis y la estrategia genérica a emplear por la misma que más le convenga en función de sus características propias y de las del mercado en que se mueve.

Durante la etapa de planificación estratégica y a partir del análisis FODA se debe poder contestar cada una de las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se puede explotar cada fortaleza?
- ¿Cómo se puede aprovechar cada oportunidad?
- ¿Cómo se puede detener cada debilidad?



- ¿Cómo se puede defender de cada amenaza?

El análisis consta de cuatro pasos:

- Análisis Externo
- Análisis Interno.
- Confección de la matriz FODA.
- Determinación de la estrategia a emplear.

## **MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.

El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc. El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran.

Algunos de los métodos más habituales para determinar que procesos de mantenimiento preventivo deben llevarse a cabo son las recomendaciones de los fabricantes, la legislación vigente, las recomendaciones de expertos y las acciones llevadas a cabo sobre activos similares

### Importancia del mantenimiento preventivo

Gracias al mantenimiento preventivo, es posible evitar la existencia de fallas en la producción de diversos bienes y servicios. Cuando se hace un

mantenimiento de los equipos intervinientes en una actividad determinada, se intenta evitar que exista un accidente o mal funcionamiento repentino que implique una pérdida económica significativa.

Si bien el mantenimiento preventivo también implica una erogación de dinero, lo cierto es que esta es mucho menor y es controlada, haciendo que exista cierta previsibilidad.

Cualquier empresa que se precie de tener una proyección hacia el futuro de una actividad determinada requiere que sea posible el trazado de diversos planes. Estos planes debe asentarse sobre un escenario cierto y de largo plazo, un escenario que sea posible de ser controlado. Cuando existe imprevisibilidad o cuando es imposible estimar cuáles serán las circunstancias a las que se deberá hacer frente, es muy difícil la toma de decisiones. El hecho de hacer un mantenimiento de los diversos elementos empleados para una actividad económica determinada permite que los sobresaltos en lo que respecta a la producción, sobresaltos con implicancias financieras, sean reducidos significativamente.

El mantenimiento preventivo puede involucrar a un número variables de tareas, como por ejemplo reemplazar equipos o insumos que los mismos utilicen, o también la generación de diagnósticos que permitan buscar inconveniente y soluciones. Con el paso del tiempo se van diseñando diversos procedimientos que permiten tener bajo control los problemas más típicos y recurrentes, de forma tal que un trabajo de estas características tienda a simplificarse. En efecto, el mantenimiento de esta índole suele ser bastante cíclico, los problemas que pueden acaecer serán pertenecientes a un universo acotado de posibilidades; mantener un buen manual de procedimiento sin lugar a dudas será suficiente para mejorar enormemente en este sentido.

Hoy en día es posible encontrar una gran variedad de herramientas en lo que respecta a este tipo de mantenimiento, sobre todo cuando se involucran diversas formas de producción sistematizadas. Algunas de ellas remiten a un software específico que sirve como un elemento de monitoreo ante posibles errores de funcionamiento. También es posible encontrar sistemas de protección que buscan cortar las pérdidas cuando exista algún problema determinado, una suerte de seguro que automáticamente parará el funcionamiento de una maquinaria o sistema determinada. Como vemos, todo este tipo de herramientas se tienden a generar facilidades en lo que respecta a esta actividad.

### Programas de mantenimiento preventivo

El plan de mantenimiento preventivo tiene como finalidad disminuir la probabilidad de falla, mejorar la fiabilidad y efectividad de los equipos en producción. Este procedimiento garantiza el sistema de administración de recursos necesarios para la mantenibilidad de la maquinaria en operación.

La importancia del mantenimiento preventivo solo se reconoce cuando la máquina para en medio de la producción debido a una falla que pudo haber sido evitada.

### Como crear un programa de mantenimiento

Crear un Programa de Mantenimiento para un Equipo o Máquina determinada es fácil, pero hacerlo bien es muchas veces difícil. Intentaremos dar unas ideas básicas:

- Quien mejor conoce una máquina es su fabricante, por lo que es altamente aconsejable comenzar por localizar el manual de uso y mantenimiento original, y si no fuera posible, contactar con el fabricante por si dispone de alguno similar, aunque no sea del modelo exacto.

- Establecer un manual mínimo de buen uso para los operarios de la máquina, que incluya la limpieza del equipo y el espacio cercano.
- Comenzar de inmediato la creación de un Historial de averías e incidencias.
- Establecer una lista de puntos de comprobación, como niveles de lubricante, presión, temperatura, voltaje, peso, etc, así como sus valores, tolerancias y la periodicidad de comprobación, en horas, días, semanas, etc.
- Establecer un Plan-Programa de Lubricación de la misma forma, comenzando con plazos cortos, analizando resultados hasta alcanzar los plazos óptimos.
- aire, agua, lubricantes, combustibles, etc. Para establecer los plazos exactos de limpieza y/o sustitución de los filtros, nos ayudará revisarlos y comprobar su estado de forma periódica. Los filtros de cartucho pueden abrirse para analizar su estado, y comprobar si se sustituyeron en el momento justo, pronto o tarde.
- En cuanto a transmisiones, cadenas, rodamientos, correas de transmisión, etc, los fabricantes suelen facilitar un nº de horas aproximado o máximo de funcionamiento, pero que dependerá mucho de las condiciones de trabajo: temperatura, carga, velocidad, vibraciones, etc. Por lo tanto, no tomar esos plazos máximos como los normales para su sustitución, sino calcular esa sustitución en función del comentario de los operarios, la experiencia de los técnicos de mantenimiento, incidencias anteriores, etc.
- Crear un listado de accesorios, repuestos, recambios para el equipo, valorando el disponer siempre de un Stock mínimo para un plazo temporal 2 veces el plazo de entrega del fabricante, sin olvidar épocas especiales como vacaciones, etc.
- Siempre que sea posible, agrupar en el Plan o Programa de Mantenimiento las distintas acciones de mantenimiento preventivo que

requieran la parada del Equipo o máquina, aunque los plazos no sean exactos, adelantando un poco los más alejados (por ejemplo, si establece el fabricante la comprobación de presión de un elemento cada 30 días, podemos establecerlo nosotros cada 28, para coincidir con otras tareas preventivas del plazo semanal ( $7 \times 4 \text{ semanas} = 28 \text{ días}$ )).

- Si no disponen de un Software de Mantenimiento con un mínimo conocimiento de ordenadores pueden crearse aplicaciones simples pero efectivas con programas como Access (bases de datos) y Excel (Hoja de Cálculo), que nos permitirán tener una ficha del equipo, con sus incidencias, paradas, averías, soluciones, repuestos usados, etc. Cuantos más datos recojan y guarden, más exacto podrán ser su Programa de Mantenimiento.

#### Objetivos:

- Asegurar la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Controlar el rendimiento de los mismos.
- Mantener la calidad requerida para el adecuado funcionamiento y desempeño de los equipos.
- Evitar detenciones innecesarias o para de máquinas.
- Reducir las fallas.

#### Ventajas:

- Evita averías debido a un manejo inadecuado del servicio del equipo.
- Disminuye los tiempos de parada por mantenimientos correctivos y/o no programados.
- Permite un mayor tiempo de operación en forma continua.

#### Alcances:

- Servicio Profesional y Técnico Especializado.

- Stock de repuestos y consumibles originales para toda la gama de marcas y equipos.
- Coordinación y Asesoría permanente en mantenimiento preventivo.

#### Contratos de mantenimiento preventivo que ofrecemos:

- Rutinas de mantenimiento de acuerdo a las recomendaciones del fabricante buscando la conservación y operatividad del equipo
- Planes específicos de mantenimientos ajustados a los requerimientos de los proyectos de nuestros clientes
- Visitas programas de seguimiento donde se evalúen las condiciones del equipo
- Asesoría permanente en cuanto a procedimientos y procesos de mantenimiento
- Entrenamiento y actualización de personal.

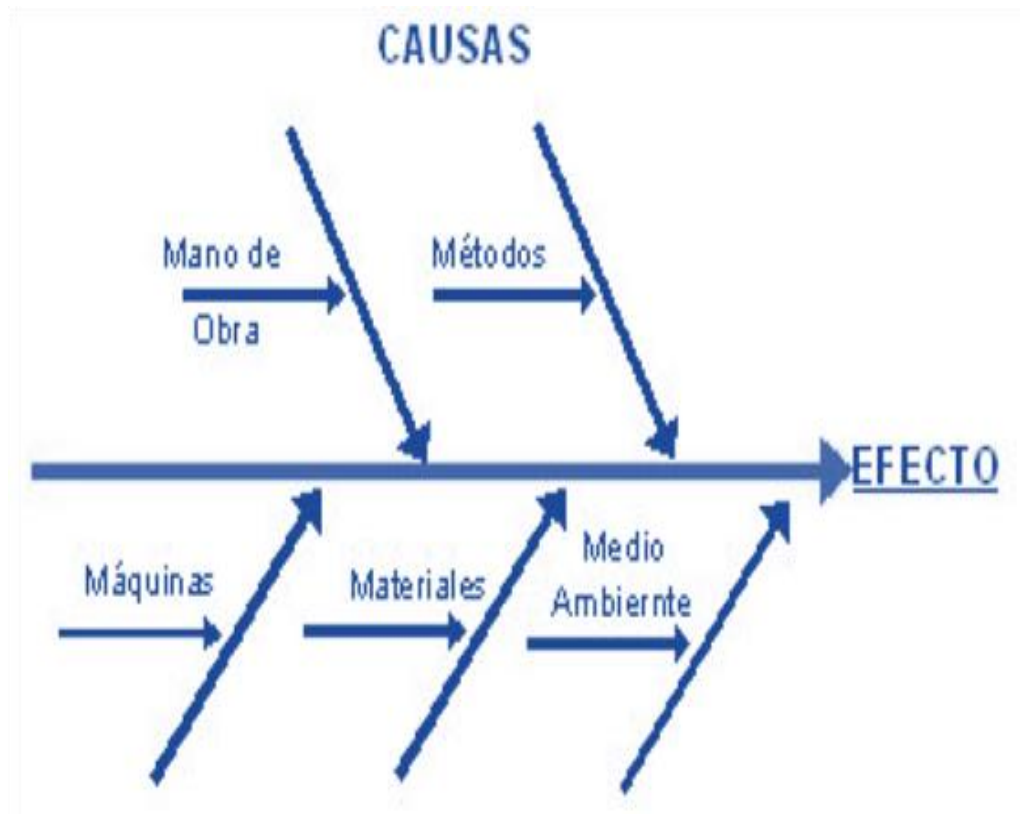
#### **DIAGRAMA ISHIKAWA:**

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

gráficamente las entradas o inputs, el proceso, y las salidas u outputs de un sistema (causa-efecto), con su respectiva retroalimentación (feedback) para el subsistema de control.

### Causa

El problema analizado puede provenir de diversos ámbitos como la salud, calidad de productos y servicios, fenómenos sociales, organización, etc. A este eje horizontal van llegando líneas oblicuas -como las espinas de un pez- que representan las causas valoradas como tales por las personas participantes en el análisis del problema. A su vez, cada una de estas líneas que representa una posible causa.



**Figura 3.6.** Diagrama Causa-Efecto.

**Fuente:** [http://www.fundameca.org.mx/imagenes/herramientas/criterio7/diagis\\_hikawa.jpg](http://www.fundameca.org.mx/imagenes/herramientas/criterio7/diagis_hikawa.jpg)

## METODOLOGÍA DE LAS 5´S

Es una práctica de Calidad ideada en Japón referida al “Mantenimiento Integral” de la empresa, no sólo de maquinaria, equipo e infraestructura sino del mantenimiento y del entorno de trabajo por parte de todos.



**Figura 3.7:** Metodología de las 5´S

**Fuente:** [http://www.paritarios.cl/especial\\_las\\_5s.htm](http://www.paritarios.cl/especial_las_5s.htm)

### JAPONES      CASTELLANO

Seiri	Clasificación y Descarte
Seiton	Organización
Seiso	Limpieza
Seiketsu	Higiene y Visualización
Shitsuke	Disciplina y Compromiso



## ¿Por qué las 5 S?

Es una técnica que se aplica en todo el mundo con excelentes resultados por su sencillez y efectividad.

### Su aplicación mejora los niveles de:

1. Calidad.
2. Eliminación de Tiempos Muertos.
3. Reducción de Costos.

La aplicación de esta Técnica requiere el compromiso personal y duradero para que nuestra empresa sea un auténtico modelo de organización, limpieza, seguridad e higiene.

Los primeros en asumir este compromiso son los Gerentes y los Jefes y la aplicación de esta es el ejemplo más claro de resultados acorto plazo.

### Resultado de Aplicación de las 5'S

Estudios estadísticos en empresas de todo el mundo que tienen implantado este sistema demuestran que:

#### Aplicación de 3 primeras S:

- Reducción del 40% de sus costos de Mantenimiento.
- Reducción del 70% del número de accidentes.
- Crecimiento del 10% de la fiabilidad del equipo.
- Crecimiento del 15% del tiempo medio entre fallas.

## ¿Qué beneficios aportan las 5'S?

1. La implantación de las 5'S se basa en el trabajo en equipo.

2. Los trabajadores se comprometen.
3. Se valoran sus aportaciones y conocimiento.
4. La mejora continua se hace una tarea de todos.

**Conseguimos una MAYOR PRODUCTIVIDAD que se traduce en:**

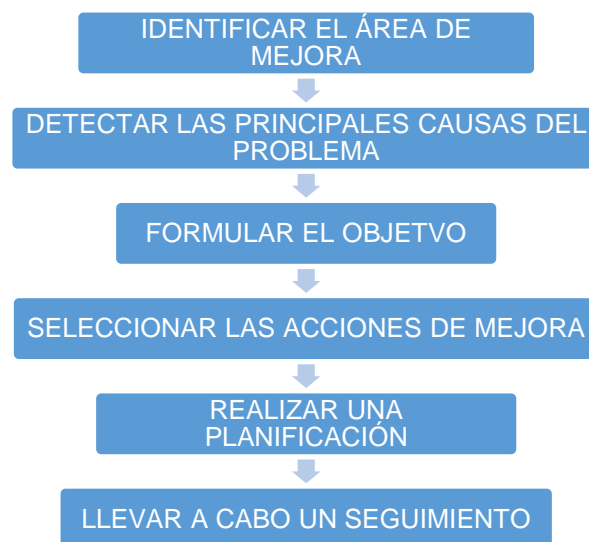
1. Menos productos defectuosos.
2. Menos averías.
3. Menor nivel de existencias o inventarios.
4. Menos accidentes.

**Lograr un MEJOR LUGAR DE TRABAJO para todos, puesto que conseguimos:**

1. Más espacio.
2. Orgullo del lugar en el que se trabaja.
3. Mejor imagen ante nuestros clientes.
4. Mayor cooperación y trabajo en equipo.

## **PASOS A SEGUIR PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MEJORAS**

A continuación se describen los principales pasos a seguir para la elaboración del plan de mejoras



## **Identificar el área de mejora**

Una vez realizado el diagnóstico, la unidad evaluada conoce las principales fortalezas y debilidades en relación al entorno que la envuelve. La clave reside en la identificación de las áreas de mejora teniendo en cuenta que, para ello se deben superar las debilidades apoyándose en las principales fortalezas.

## **Detectar las principales causas del problema**

La solución de un problema, y por lo tanto la superación de un área de mejora, comienza cuando se conoce la causa que lo originó. Existen múltiples herramientas metodológicas para su identificación. Entre otras cabe destacar: el diagrama de espina (causa-efecto), diagrama de Pareto, casa de la calidad, tormenta de ideas. La utilización de alguna de las anteriores o de otras similares ayudará a analizar en mayor profundidad el problema y preparar el camino a la hora de definir las acciones de mejora.

## **Formular el objetivo**

Una vez se han identificado las principales áreas de mejora y se conocen las causas del problema, se han de formular los objetivos y fijar el período de tiempo para su consecución.

Por lo tanto, al redactarlos se debe tener en cuenta que han de:

- expresar de manera inequívoca el resultado que se pretende lograr,
- ser concretos,
- y estar redactados con claridad.

Así mismo deben cumplir las siguientes características:

- ser realistas: posibilidad de cumplimiento,
- acotados: en tiempo y grado de cumplimiento,

- Flexibles: susceptibles de modificación ante contingencias no previstas sin apartarse del enfoque inicial,
- Comprensibles: cualquier agente implicado debe poder entender qué es lo que se pretende conseguir,
- Obligatorios: existir voluntad de alcanzarlos, haciendo lo necesario para su consecución.

### **Seleccionar las acciones de mejora**

El paso siguiente será seleccionar las posibles alternativas de mejora para, posteriormente, priorizar las más adecuadas. Se propone la utilización de una serie de técnicas (tormenta de ideas, técnica del grupo nominal, etcétera) que facilitarán la determinación de las acciones de mejora a llevar a cabo para superar las debilidades. Se trata de disponer de un listado de las principales actuaciones que deberán realizarse para cumplir los objetivos prefijados.

### **Realizar una planificación**

El listado obtenido es el resultado del ejercicio realizado, sin haber aplicado ningún orden de prioridad. Sin embargo, algunas restricciones inherentes a las acciones elegidas pueden condicionar su puesta en marcha, o aconsejar postergación o exclusión del plan de mejoras. Es, por lo tanto, imprescindible conocer el conjunto de restricciones que condicionan su viabilidad. Establecer el mejor orden de prioridad no es tan sencillo como proponer, en primer lugar, la realización de aquellas acciones asociadas a los factores más urgentes, sino que se deben tener en cuenta otros criterios en la decisión. Entre los principales podemos encontrar:

- Dificultad de la implantación

La dificultad en la implantación de una acción de mejora puede ser un factor clave a tener en cuenta, puesto que puede llegar a determinar la consecución, o no, del mismo. Se procederá a priorizarlas de menor a mayor grado de dificultad. (Ver Tabla 3.1)

**Tabla 3.1. Dificultad**

DIFICULTAD			
1 MUCHA	2 BASTANTE	3 POCA	4 NINGUNA

**Fuente:**<http://www.uantof.cl/dgai/Acreditacion/Documentos/Docs/Pregrado/Elaboracion%20Plan%20de%20Mejoras.pdf>

- Plazo de implantación

Es importante tener en cuenta que hay acciones de mejora, cuyo alcance está totalmente definido y no suponen un esfuerzo excesivo, con lo que pueden realizarse de forma inmediata o a corto plazo. Por otro lado, existirán acciones que necesiten la realización de trabajos previos o de un mayor tiempo de implantación. (Ver Tabla 3.2)

**Tabla 3.2. Plazo**

PLAZO			
1 LARGO	2 MEDIO	3 CORTO	4 INMEDIATO

**Fuente:**<http://www.uantof.cl/dgai/Acreditacion/Documentos/Docs/Pregrado/Elaboracion%20Plan%20de%20Mejoras.pdf>

- Impacto en la organización

Se define como impacto, el resultado de la actuación a implantar, medido a través del grado de mejora conseguido (un cambio radical tiene un impacto mucho mayor que pequeños cambios continuos).

Es importante también tener en cuenta el grado de despliegue al que afecta la medida. Si ésta afecta a varias titulaciones su impacto será mayor y la prioridad también deberá serlo. (Ver Tabla 3.3)

**Tabla 3.3. Impacto**

IMPACTO			
1 NINGUNO	2 POCO	3 BASTANTE	4 MUCHO

**Fuente:** <http://www.uantof.cl/dgai/Acreditacion/Documentos/Docs/Pregrado/Elaboracion%20Plan%20de%20Mejoras.pdf>

A continuación se presenta una tabla que servirá como herramienta a la hora de establecer una priorización en las acciones de mejora identificadas anteriormente. Una vez establecidas las puntuaciones de cada factor se establecerá la suma de las mismas, lo que servirá de orientación para identificar como prioritarias aquellas que tengan una mayor puntuación total.

**Tabla 3.4. Priorización**

Nº	Acciones de mejora a llevar a cabo	Dificultad	Plazo	Impacto	Priorización

**Fuente:** <http://www.uantof.cl/dgai/Acreditacion/Documentos/Docs/Pregrado/Elaboracion%20Plan%20de%20Mejoras.pdf>

### Seguimiento del plan de mejoras

El siguiente paso es la elaboración de un cronograma para el seguimiento e implantación de las acciones de mejora. En el mismo, se dispondrán de manera ordenada las prioridades con los plazos establecidos para el desarrollo de las mismas.

### **Protocolo para la elaboración del plan de mejora**

Para llevar a cabo las acciones de mejora propuestas es necesario especificar las tareas concretas que deberán realizarse para la consecución de los objetivos. Para ello hay que determinar quién es el responsable de la

puesta en marcha y de la ejecución de las acciones de mejora, las diferentes tareas a desarrollar, los recursos humanos y materiales necesarios, el período de consecución, la fecha de inicio, los indicadores de seguimiento y los responsables de realizar el control y seguimiento de las mismas.

Es muy posible que esta planificación conlleve una negociación entre todos los responsables e implicados, a diferentes niveles, de la titulación evaluada. Así mismo, el hecho de dar al plan de mejoras un carácter formal adecuado, según las características y el modo de hacer de cada institución, favorecerá su éxito, y por tanto, la consecución del objetivo previamente fijado.

A continuación ofrecemos el protocolo que deberá seguirse para construir el plan de mejoras y realizar el seguimiento a lo largo de su implantación. Está integrado por una serie de tablas que deberán rellenarse en el orden que se presentan, tal y como se ha explicado en el punto 2 del documento.

### Identificación de las áreas de mejora

El conjunto de fortalezas y debilidades detectadas durante el proceso de evaluación institucional será el punto de partida para la detección de las áreas de mejora. Es posible que el análisis centrado en los criterios del modelo, dada la interrelación que existe entre ellos, de lugar a la aparición de fortalezas y debilidades que, salvando los matices, se puedan ver repetidas. Siempre que sea posible se deberán integrar en grades bloques siguiendo una lógica convenida.

**Tabla 3.5.** *Identificación de las áreas de mejoras*

FORTALEZAS	DEBILIDADES	ÁREAS DE MEJORA
1.	1.	1.
(...)	(...)	(...)

**Fuente:** <http://www.uantof.cl/dgai/Acreditacion/Documentos/Docs/Pregrado/Elaboracion%20Plan%20de%20Mejoras.pdf>

### Detectar las principales causas del problema

Conocidas las áreas de mejora habrá que identificar las causas del problema siguiendo las recomendaciones establecidas en el punto (detectar las principales causas del problema) y reflejarlas en la tabla que se adjunta a continuación. Se rellenarán tantas tablas como áreas de mejora identificadas.

### Formulación del objetivo

Una vez conocidas las causas que originaron el problema se fija el objetivo a conseguir según lo explicado anteriormente y se refleja en la misma tabla.

### Selección de las acciones de mejora

La selección de las acciones de mejora es consecuencia lógica del conocimiento del problema, de sus causas y del objetivo fijado. Aplicando una metodología adecuada, tal y como se recomienda en el punto (seleccionar las acciones de mejora), se pueden seleccionar las acciones más apropiadas. El número de acciones dependerá de la complejidad del problema y de la organización de la gestión interna de la titulación.

Es importante tener en cuenta que este ejercicio se debe hacer con total y plena libertad, las restricciones se tendrán en cuenta en el paso siguiente, cuando tengamos que hacer la priorización. Si hubiera limitaciones durante la selección se estarían limitando de entrada las posibles actuaciones.

**Tabla 3.6.** *Selección de las acciones de mejora*

ÁREA DE MEJORA N° 1:	
Descripción del problema	
Causas que provocan el problema	
Objetivo a conseguir	
Acciones de mejora	1. 2.
Beneficios esperados	

**Fuente:** <http://www.uantof.cl/dgai/Acreditacion/Documentos/Docs/Pregrado/Elaboracion%20Plan%20de%20Mejoras.pdf>



### Realización una planificación y seguimiento

Ahora se está en condiciones de comenzar a elegir, de priorizar las actuaciones a implantar y de establecer el resto de elementos que son necesarios para conseguir el objetivo prefijado.

Para priorizar las acciones de mejora seguiremos las indicaciones establecidas en el punto (realizar una planificación).

**Tabla 3.7.** *Planificación y seguimiento de las acciones de mejoras*

Nº	Acciones de mejora	Dificultad	Plazo	Impacto	Priorización
1.1					
1.2					
1.3					
(...)					

**Fuente:** <http://www.uantof.cl/dgai/Acreditacion/Documentos/Docs/Pregrado/Elaboracion%20Plan%20de%20Mejoras.pdf>

Una vez elegidas por orden de prioridad, procedemos a construir el plan de mejoras incorporando también los elementos que permitirán realizar el seguimiento detallado del plan para garantizar su eficacia y eficiencia, de acuerdo con la tabla que se añade a continuación.

La tabla obtenida, posiblemente, implicará a la unidad evaluada y a otros órganos de la universidad, lo que obligará a realizar una negociación entre los diferentes implicados, con el fin de obtener el acuerdo. Dicho acuerdo constituirá el plan que se aplicará para obtener la mejora de la calidad del

servicio prestado y que deberá ser claramente percibida por los destinatarios finales.

**Tabla 3.8. Plan de mejora**

PLAN DE MEJORAS N-(N+X)							
Acciones de mejora	tarea	Responsable de tarea	Tiempo (inicio-final)	Recursos necesarios	financiación	Indicador de seguimiento	Responsable seguimiento
1.1	a) b) c) (...)						
1.2	a) b) c) (...)						
(...)							
2.1	a) b) c) (...)						
2.2	a) b) c) (...)						
(...)							

**Fuente:** <http://www.uantof.cl/dgai/Acreditacion/Documentos/Docs/Pregrado/Elaboracion%20Plan%20de%20Mejoras.pdf>

## GLOSARIO DE TÉRMINOS:

**Programa o Plan de Mantenimiento Preventivo:** Se trata de la descripción detallada de las tareas de Mantenimiento Preventivo asociadas a un equipo o máquina, explicando las acciones, plazos y recambios a utilizar; en general, hablamos de tareas de limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de piezas.

**SAP PM:** Es el módulo SAP utilizado para la gestión del mantenimiento de los Equipos de Planta. SIDOR utiliza el SAP PM como el sistema informático que refleja la filosofía de mantenimiento.

**Reparación programada (RP):** Son aquellas que se llevan a cabo en forma periódica (generalmente de dos, tres o cuatro semanas). Se toman en cuenta en el programa de producción mensual y tienen una duración normal entre 8 y 16 horas.

**Sistema de Gestión (SG):** Conjunto de procesos, comportamiento y herramientas que se emplean para garantizar que la organización realiza todas las tareas necesarias para alcanzar sus objetivos.

## CAPÍTULO IV

### DISEÑO METODOLÓGICO

#### DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

##### Tipo de investigación:

Para la realización del estudio se emplearon los siguientes tipos de investigación:

##### Investigación aplicada.

Según Sabino (1993), la investigación es aplicada “si los conocimientos a obtener son insumos necesarios para proceder luego a la acción”. (p. 18).

Se considera investigación de tipo aplicada, puesto que con esta investigación asignada se busca la resolución del problema, es decir, los resultados aportados a la investigación implementan técnicas y estrategias para enfrentar y solucionar el problema.

##### Investigación de Campo

Según Arias (2004) “consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variables alguna”. (p. 94).

Se considera investigación de campo, ya que los datos necesarios para llevar a cabo el desarrollo del trabajo, se han obtenidos directamente del sitio donde se realiza la investigación, es decir en el departamento de revestidos y terminados específicamente en la línea de estañado N°2.

### Investigación Descriptiva:

Según Sabino (1986) La investigación de tipo descriptiva

Trabaja sobre realidades de hechos, y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta. Para la investigación descriptiva, su preocupación primordial radica en descubrir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento". (Pág. 51)

Se considera investigación descriptiva, porque se describe como es la situación actual de los equipos que conforman la línea de estañado N°2.

### **Diseño de Investigación:**

Todo trabajo de investigación adopta un diseño que sirve para determinar la metodología que se va a utilizar para corroborar todos los datos y dicho diseño es el que permitirá presentar la información para dar respuestas a ciertas preguntas.

Como señala Kerlinger (1979, p. 116). "La investigación no experimental o expost-facto es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones".

Se considera diseño no experimental, ya que se observa la situación real existente y por lo tanto no se tiene control directo sobre dichas variables que intervienen.

### **POBLACIÓN Y MUESTRA:**

Según Balestrini (1998), expone desde el punto de vista estadístico, "una población o universo puede estar referido a cualquier conjunto de elementos de los cuales pretendemos indagar y conocer sus características o una de

ellas y para el cual serán validadas las conclusiones obtenidas en la investigación”. (p.122)

Señala Balestrini (1997) que la “muestra estadística es una parte de la población, o sea, un número de individuos u objetos seleccionados científicamente, cada uno de los cuales es un elemento del universo. La muestra es obtenida con el fin de investigar, a partir del conocimiento de sus características particulares, las propiedades de una población”.(p.138).

Para efectos de esta investigación se determinó que la muestra será igual a la población, es decir; estará conformada por todos aquellos elementos que constituyen al Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo de la Línea de Estañado Electrolítica N°2, los cuales son: los mantenimientos establecidos para cada equipo que la conforman y los trabajadores encargados de ejecutar las actividades de mantenimiento.

## **TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

### **Técnica:**

Revisión documental: Por medio de la revisión documental se pudo recopilar información necesaria Informes, manuales, prácticas operativas, entre otros, para la realización de la investigación.

Observación directa: La observación directa se aplicó para determinar cuáles son los equipos críticos que pertenecen a la línea de estañado N°2.

Entrevistas no estructuradas: Realizó al personal que labora en el área de planificación de mantenimiento, al jefe de mantenimiento, a la programadora de línea de estañado N°2, entre otros. De esta manera se pudo recopilar mayor información acerca de los equipos, el mantenimiento que se hace en la planta, su planificación, estado de los equipos.

## **Instrumentos:**

### Recursos.

- Papel y lápiz para anotar al momento de la realización de las entrevistas al personal de mantenimiento en la línea de estañado N°2.
- Computadora para el registro y desarrollo (digital) de la investigación.
- SAP, para el registro de la información en cuanto al tipo de mantenimiento que se aplica en SIDOR, específicamente en la línea estañado N°2
- Internet, para la búsqueda de términos y conceptos que permitan la sustentación teórica de la investigación.

## **PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO**

Para lograr el cumplimiento de los objetivos específicos propuestos, se deberá llevar a cabo las siguientes metodologías:

### **Diagnosticar la situación actual del sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo en la Línea de Estañado N°2.**

- Realizar Diagrama de proceso de la línea de estañado N°2.
- Visualizar los programas de mantenimientos que actualmente se ejecutan.
- Realizar recorridos en las instalaciones de la línea de estañado N°2 los días correspondientes al mantenimiento preventivo.
- Realizar entrevistas no estructuradas a los inspectores de ejecución de mantenimiento.
- Determinar la cantidad de horas hombres que se requieren para realizar el mantenimiento preventivo en la línea de estañado N°2 respecto a los volúmenes actuales de producción con una utilización neta de 80 %.

- Evaluar el porcentaje de ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo programadas.

**Definir las variables que intervienen en el incumplimiento de lo programado con respecto al mantenimiento preventivo.**

- Elaborar Diagrama de Causa-Efecto para determinar las causas por las cuales no se ejecutan todas las actividades de mantenimientos preventivo programadas.
- Hacer uso de la herramienta Foda, para analizar la problemática en el ambiente externo e interno.
- Aplicar la metodología Kendall y Kendall para complementar la metodología foda.

**Plantear una situación ideal, aplicando la metodología de las 5'S en la gestión del mantenimiento preventivo de la Línea de Estañado N°2.**

- Recopilar información acerca de los planes de mantenimientos que actualmente los técnicos inspectores emplean en la línea de estañado N°2.
- Evaluar y Analizar el estado actual de la línea de estañado, planteando la situación ideal a través de la metodología de las 5'S

**Establecer acciones y estrategias de adecuación del sistema de gestión del mantenimiento preventivo actual.**

- Proponer soluciones para solventar la problemática presente, de acuerdo a los resultados obtenidos en las herramientas empleadas en el trabajo de investigación.

**Evaluar el sistema de gestión del mantenimiento preventivo en la línea de estañado N°2, basado en la norma covenin 2500-93**



- Se hará uso de la Norma Covenin 2500-93 (Manual para Evaluar los Sistemas de Mantenimiento en la Industria), la cual servirá de base para diagnosticar al Sistema actual de Gestión de Mantenimiento preventivo, permitiendo obtener una serie de resultados que facilitará detectar las condiciones del Sistema de Gestión de Mantenimiento.

**Realizar Plan de mejoras al sistema de gestión del manteniendo preventivo en la Línea de Estañado N°2, basado en la Norma Covenin 3049-93.**

- Evaluar el nivel de prioridad de acuerdo a las soluciones propuestas mediante la información referente al plazo, el impacto, su implantación.
- Aplicar los pasos, de acuerdo a lo establecido en la Norma Covenin 3049-93.
- Diseñar cronograma para el seguimiento de las acciones de mejora planteadas.

**Elaborar un análisis de costos aplicado al plan de mantenimiento propuesto.**

- Determinar el costo de la mano de obra que se genera en la ejecución del mantenimiento preventivo.

**Evaluar el Impacto que genera las Mejora del sistema Gestión de Mantenimiento Preventivo en la Línea de Estañado N°2.**

- Se determinará el impacto que generará llevar a cabo esta optimización.

## CAPÍTULO V

### SITUACIÓN ACTUAL

#### DIAGNOSTICAR LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA LÍNEA DE ESTAÑADO N°2.

Los recubrimientos en Sidor son tratamientos Tipo Barrera que protegen a los productos de la corrosión, permiten aprovechar sus características de resistencia mecánica, confortabilidad y soldabilidad y mejoran su aspecto. En Sidor se realiza un recubrimientos de estañado, en donde entra la Materia prima, la cual pasa por un proceso, para luego así obtener el producto esperado.

##### La Materia Prima:

Está constituida por las bobinas preparadas con las siguientes especificaciones (Ver Tabla 5.9).

**Tabla 5.9.** *Especificaciones de la materia prima*

<b>MATERIA PRIMA</b>
<b>Bobina en frío recocidas, templadas y con bordes cortados</b>
Espesores entre 0,18 mm y 0,55 mm Anchos entre 650mm y 970mm.

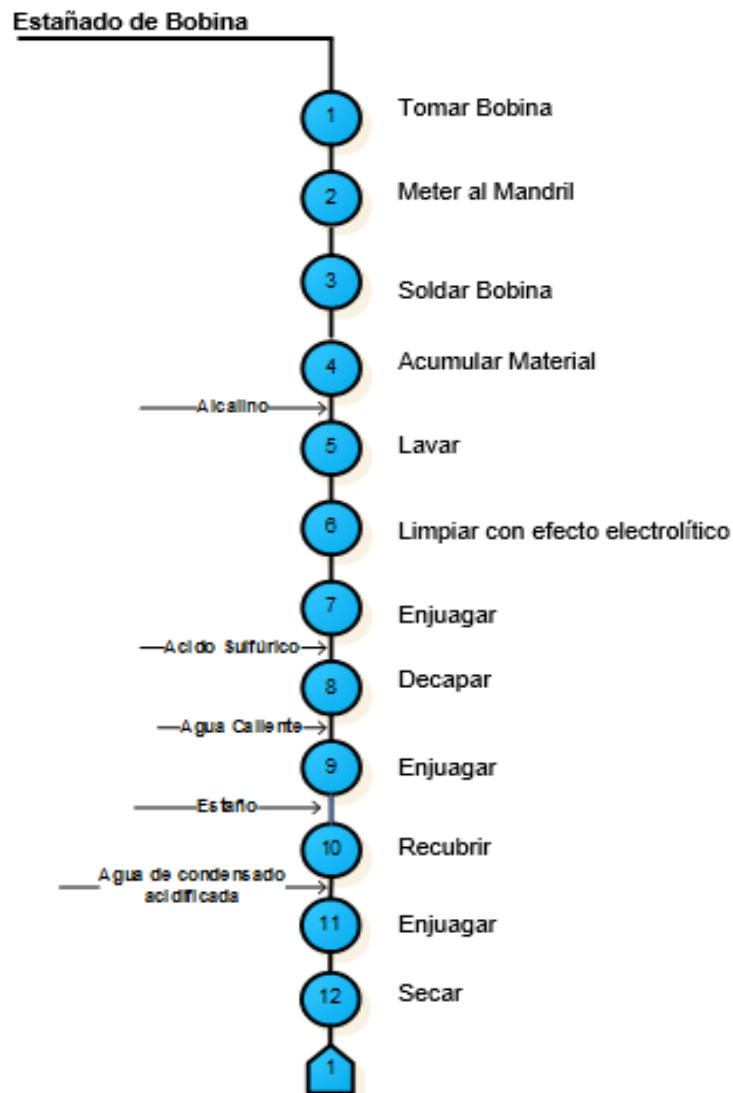
**Fuente.** Autor (2015)

##### Producto:

Es en el caso del estañado electrolítico la Hojalata. Las bobinas recubiertas mantienen las mismas dimensiones de la bobina preparada ya que los espesores de los recubrimientos electrolíticos son ultrafinos. Los productos recubiertos se suministran al mercado en forma de bobina (rollos).

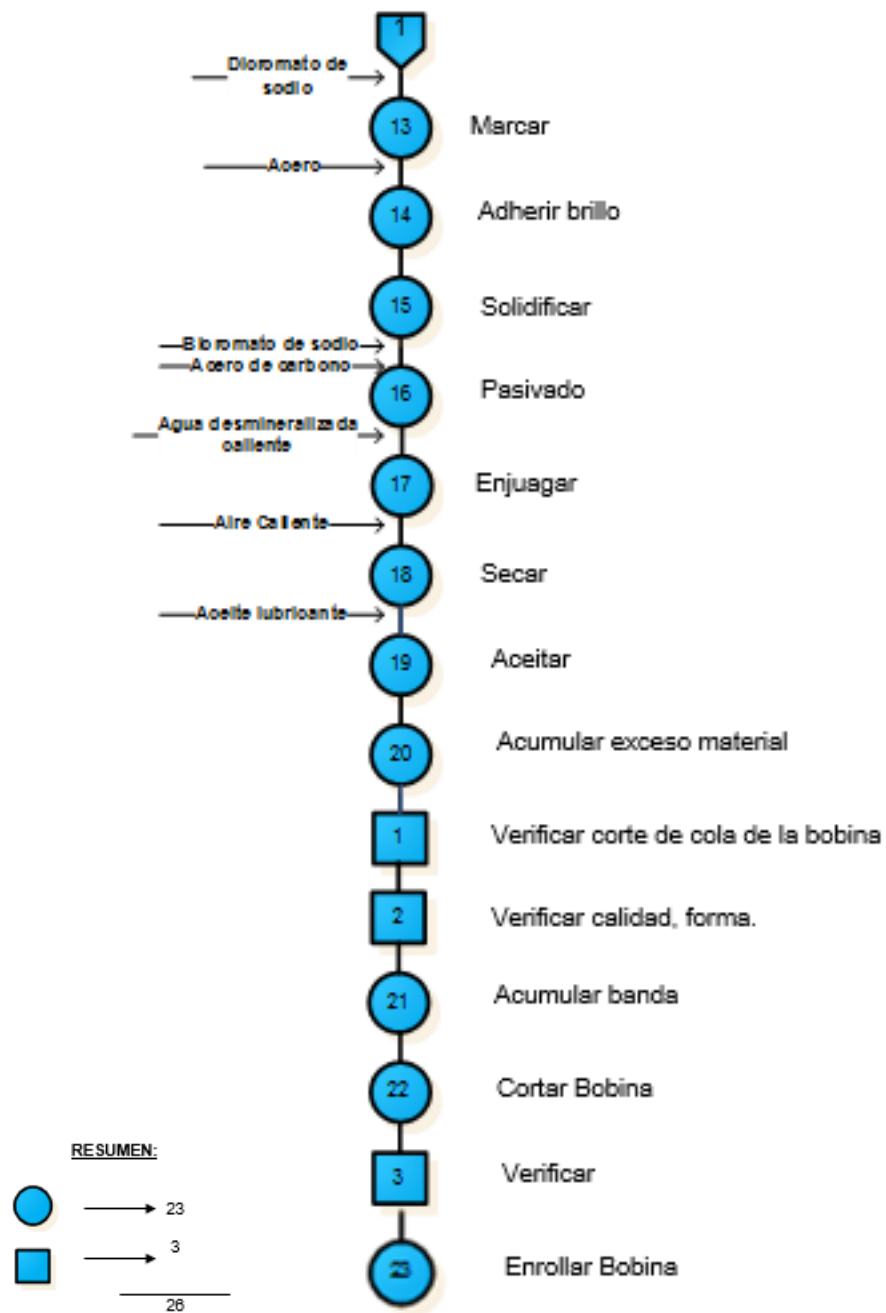
## Proceso:

Al Hablar del proceso que conlleva el estañado de la bobina, nos referimos a las series de operaciones o actividades recurrentes que permiten lograr la meta fijada, por lo que se hizo necesario la aplicación del siguiente diagrama de proceso, mostrado a continuación (Ver Figura 5.8)(Ver Figura 5.9).



**Figura 5.8.** Diagrama de operaciones (Parte I)

**Fuente.** Autor (2015)



**Figura 5.9.** Diagrama de operaciones (Parte II)

**Fuente.** Autor (2015)

## Enunciado:

### Entrada

Carga, acondicionamiento y desenrollado: Para ingresar al proceso de las líneas de Estañado Electrolítico las bobinas son tomadas del patio de bobinas preparadas y cargadas al puente de entrada de acuerdo a un cono de proceso, se acondiciona la punta para ser soldada.

Soldadora: Para mantener la continuidad del proceso, la punta de la bobina es soldada a la cola de la bobina anterior.

Torre de compensación: La torre de compensación de entrada acumula la máxima cantidad de material antes de iniciar la soldadura, para permitir que la soldadura se realice ya que éste es un proceso estático y como el revestido es un proceso que no se puede detener la torre de compensación suministra el material para que el recubrimiento se realice de forma continua.

### Pre Proceso

Limpieza: Una vez establecida la continuidad en la sección de entrada, la banda pasa a la sección de limpieza donde es despojada de la suciedad superficial que pueda haber adquirido en las etapas y almacenamientos previos. Esto se logra: Haciendo pasar la banda, primero por un baño alcalino caliente, seguido por un baño de solución alcalina caliente pero esta vez con efecto electrolítico.

En el pase electrolítico la banda es un cátodo y una plancha de acero el otro cátodo. La banda podrá tener diferente polaridad en cubas diferentes para hacer más intenso el efecto de limpieza. Luego la banda es enjuagada por inmersión en agua caliente y por rociado a presión, para retirar los residuos jabonosos.

Decapato: La banda ingresa a la sección de decapado, en donde se elimina el óxido y se activa la superficie con la aplicación de una solución de ácido sulfúrico. El decapado se hace en forma electrolítica. En éste, la banda es un cátodo y una plancha de plomo el otro cátodo. La banda podrá tener diferente polaridad en cubas diferentes para hacer mas intenso el efecto de limpieza. Finalmente la banda es enjuagada por inmersión en agua caliente y por rociado a presión para retirar los residuos de ácido.

### Proceso

Recubrimiento La banda, ya preparada superficialmente, pasa a la sección de recubrimiento o proceso propiamente dicho, donde en cubas electrolíticas que contienen un baño de patente Ferrostán, es recubierta con estaño. El recubrimiento de electroestañado, se realiza con base en el fenómeno de electrólisis. La banda recorre ocho cubas o recipientes que contienen un electrolito (solución con iones de estaño y protones de hidrógeno aportados por el ácido Parafenol Sulfónico y otros elementos en agua desmineralizada a temperatura entre 30° y 50° en circuito cerrado).

Los iones en la solución son los encargados de transportar la corriente eléctrica y así poder cerrar el circuito. Para producir la electrólisis se polariza la banda negativamente (cátodo). La carga eléctrica le llega a la banda al estar en contacto con los rodillos conductores, que a su vez contribuyen en el avance de la misma. El polo positivo está conectado a las barras de estaño de alta pureza (ánodo), inmersas en la solución electrolítica. Para poder lograr el control de la electrodeposición (tamaño y distribución del depósito) se emplea un aditivo de absorción comúnmente denominado abrillantador, el cual está disuelto en el electrolito de estañado.

La homogeneidad y calidad del depósito están definidas por las concentraciones de las especies (iones de estaño, acidez del baño y

abrillantador), la temperatura del electrolito y la densidad de corriente. El espesor o capa de estaño del revestido depositado depende básicamente de la corriente y el tiempo de deposición, es decir, de la velocidad de la línea ( máxima velocidad 454m/min) y ancho de banda.

Enjuague, Cuando la banda sale del octavo y último tanque de estañado, entra a los tanques de enjuague de estañado, que contienen agua de condensado acidificada, a fin de lavarla y recuperar restos del electrolítico que son arrastrados por la superficie humedecida con electrolito.

Secado, La banda será secada al hacerla pasar primero entre unos rodillos exprimidores que escurren el exceso de líquido sobre la superficie de la banda, y luego entre un conjunto soplador de chorros de aire caliente para evaporar los residuos de humedad presentes sobre la banda.

Marcado, La línea de estañado electrolítico está diseñada para poder realizar depósitos de distintos pesos de estaño en cada cara de la banda. Se llama “hojalata con recubrimiento diferencial” a la hojalata con distintos espesores de recubrimiento. Para identificar los distintos recubrimientos diferenciales existentes, se cuenta con una codificación que se fundamenta en la separación del rayado o marcado. Para realizar este marcado se emplea un rodillo que humedece la cara superior de la banda con finas líneas longitudinales de una solución de Dicromato de sodio, que luego al secarse se aprecia como líneas blancas sobre la superficie de la hojalata.

Reflujo, En ésta etapa, el estaño depositado electrolíticamente (que no tiene una buena adherencia con el acero y es de un tonalidad mate) es fundido sobre la superficie de la banda caliente. Mediante el reflujo se logra que la hojalata adquiera su brillo característico y forme una capa intermetálica entre el estaño y el acero. Esta capa ( $\text{Fe Sn}_2$ ), mejor conocida como capa aleada, le confiere mayor adherencia del estaño al acero y mayor

resistencia a la corrosión a la hojalata. El calentamiento de la banda se logra en un torre que posee rodillos electrificados en sus extremos ( entrada y salida de la misma). A la banda entre estos dos rodillos se le hace actuar como una resistencia eléctrica que se opone al paso de una corriente por lo que la banda finalmente se calienta por efecto Joule. Al tomar temperatura la banda, calienta la capa de estaño, fundiendola por completo a 232° C (punto de fusión del estaño). Inmediatamente, la banda caliente con el estaño fundido en su superficie es sumergida en una cuba con agua produciendo la solidificación brusca del estaño, tomando así la hojalata su brillo característico.

#### Post Proceso.

Tratamiento Químico.La hojalata pasa a la sección de tratamiento químico donde se le hace una oxidación controlada llamada pasivado. El Pasivado es el tratamiento que se hace a la superficie de la hojalata con el fin de hacerla más resistente a la corrosión ambiental y en general para estabilizar de adherencia de recubrimientos orgánicos. La hojalata al ser producida sin ningún tratamiento es susceptible a la formación de óxido de estaño que se manifiesta con decoloración de la superficie durante el llenado y/o almacenamiento del envase, por lo tanto, este proceso es de suma importancia para el cliente final.

El pasivado se logra en una cuba electrolitica que tiene como cátodo a la banda, como ánodo una plancha de acero al carbono y como electrolito una solución de bicromato de sodio. Este baño es mantenido a una temperatura y acidez controlada.Enjuague, La hojalata ya pasivada, ingresa a la sección de enjuague de tratamiento químico, que contiene agua desmineralizada caliente, a fin de lavarla y recuperar restos del electrolito que son arrastrados por la superficie humedecida con electrolito.



Secado, La banda será secada al hacerla pasar primero entre unos rodillos exprimidores que escurren el exceso de líquido sobre la superficie de la banda, y luego entre un conjunto soplador de chorros de aire caliente para evaporar los residuos de humedad presentes sobre la banda. Aceitado, Finalmente, la banda pasa a la máquina aceitadora donde es recubierta con una fina capa de aceite lubricante que facilita su manejo posterior. Éste aceitado es realizado electrostáticamente. El aceite es pulverizado formando una neblina que luego es polarizada eléctricamente e impulsada por un flujo de aire a un campo electroestático formado por la banda (conectada a tierra) y unas placas repulsoras (cargadas positivamente) que impulsan la neblina de aceite (con carga positiva) hacia la banda. El aceite utilizado es el Dioctil Sebacato (D.O.S), que forma una capa de recubrimiento con un peso por cara comprendido entre 3 y 15 mg/m<sup>2</sup>. Enrollado, Cuando la bobina se acerca a su final, la banda es acumulada en la torre de salida para bajar la velocidad, cortar la cola de la bobina que finaliza y comenzar a formar otra nueva bobina en el enrollador disponible.

Para que se conlleve el proceso en la línea de estañado electrolítico N°2 es necesario contar con la programación y ejecución de los mantenimientos respectivos, actualmente se puede percibir el gran déficit presente debido a que no se cumple con lo pautado con anterioridad. En la tabla mostrada a continuación (Ver Tabla 5.10) podemos visualizar en la misma las cantidades de horas hombres y actividades que se están programando actualmente vs las que se están llevando a cabo en la línea de estañado electrolítico N° 2.

Las actividades de mantenimiento programado deben acordarse previamente entre el personal de operaciones y el personal ejecutor de mantenimiento con la finalidad de que al detenerse la línea se cumpla una serie de actividades de preparación de línea para hacer posible el mantenimiento lo cual va garantizar que el mantenimiento se ejecute de una manera mas eficiente en cantidad de actividades y en oportunidad, la

siguiente tabla permite verificar estas condiciones previo a la parada (Ver Apéndice I)

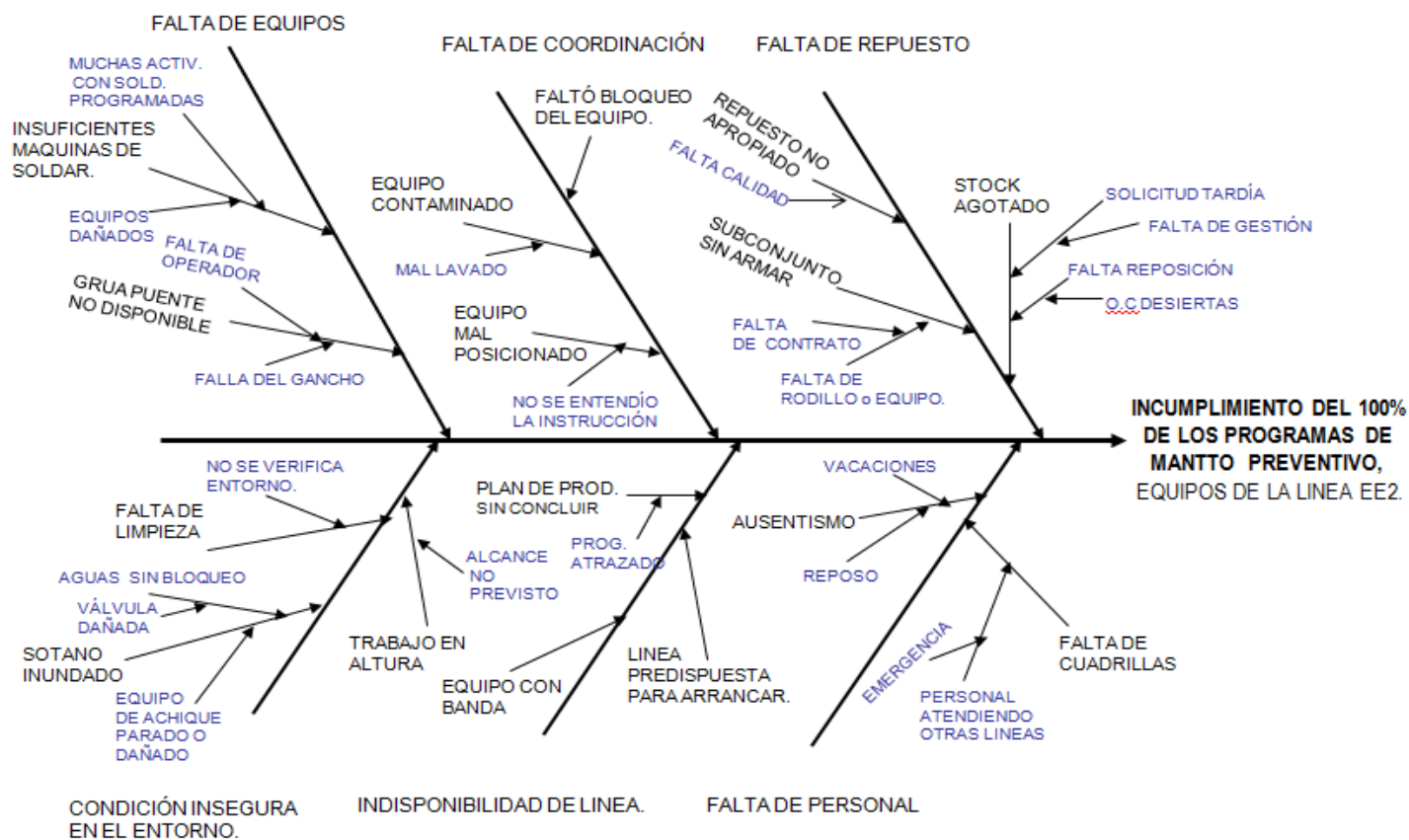
**Tabla 5.10.** Horas, Actividades programados vs ejecutados

Mes	H-H programadas	Cantidad Actividades programadas	H-H Ejecutadas	Cantidad Actividades Ejecutadas	H-H Sin ejecutar	Asistencia de personal		
						Mecánicos	Eléctricos	Instrumentación
Enero	1.015	225	684,4584	168	330,54	92,91 %	91,43 %	90,32%
Febrero	317	37	131,5	15	185,5	83,33 %	50%	97,17%
Marzo	-	-	-	-	-	-	-	-
Abril	530	97	210,46	60	319,54	100%	100%	61,85%
Mayo	581	100	347,5	83	233,5	100%	86,11 %	96,89%
Junio	347	63	201	50	146	100%	83,33 %	96,04%
Julio	1.140	223	646,8	107	493,2	95,8 %	85,27 %	66,92
Agosto	382	50	111,3	35	270,7	92,5 %	87%	97,5%

**Fuente.**Autor (2015)

## DEFINIR LAS VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL INCUMPLIMIENTO DE LO PROGRAMADO CON RESPECTO AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Para darle solución a la problemática, es necesario conocer las causas que la originan, en este caso se empleó el uso de la herramienta de Diagrama de Causa – Efecto o conocido también como Diagrama Ishikawa, mostrado a continuación (Ver Figura 5.10).



**Figura 5.10.** Diagrama Causa Efecto

**Fuente.** Autor (2015)

## Análisis

### - FALTA DE REPUESTO:

Stock Agotado. **Falta reposición** de los repuestos solicitados al almacén debido a que las reservas emitidas tardan mucho tiempo en el proceso de compras ya sea por trámites administrativos muy largos o simplemente los proveedores no los cotizan por la confianza en la empresa o falta de divisas.

**Solicitud tardía** en la línea por parte del inspector del equipo al momento de detectar durante las inspecciones que algún repuesto puede estar entrando en stock de pedido y pone en riesgo a mediano plazo su continuidad de funcionamiento.

Subconjunto sin Armar. Cuando se ha notificado al taller de conjuntos que prepare un subconjunto o equipo para montar en la parada de mantenimiento y todo apunta a ser un hecho, ocurre que algún accesorio para el armado o **un rodillo** que se mantenía listo para armar no cuenta con la calidad requerida y es rechazado a última hora por el usuario en la línea. Puede que simplemente por **falta de contrato** (agotado) para reparar los rodillos no se cuenta con más que uno disponible y comprometido para la parada de mantenimiento, pero al ser rechazado por el usuario en la línea no queda otra opción posible de repuesto.

Repuesto no Apropriado. Los repuestos entregados por los proveedores en almacén general deben pasar por una recepción que **verifica la calidad** según plano y especificaciones técnicas, sin embargo ocurre que cuando el inspector lo solicita para la parada programada lo hace con varios días de anticipación y el mismo día del mantenimiento lo entrega al mecánico ejecutor quien detecta que no es de la medida exacta o varía alguna característica que impide su uso.

#### - FALTA DE COORDINACIÓN:

Equipo Mal Posicionado, En las reuniones de pre-parada se acuerdan todas las condiciones de línea una vez que esta se detenga, sin embargo cualquier punto que no se toque referente a un equipo en particular por parte de los inspectores, puede ocasionar que no se sepa cómo debe dejarse posicionado algún equipo y esto impida su mantenimiento o simplemente el representante operativo no asistió a la reunión o **no transmitió la instrucción correctamente**.

Equipo Contaminado, Dos hora antes de iniciar el mantenimiento los operadores deben parar la línea, retirar el material y limpiar y lavar los tanques y estructuras, sin embargo por parada tardía o premura para terminar su turno, **la limpieza no se hace efectiva** en algunas áreas implicando esto que el nuevo turno entrante tenga que rehacer la labor con la consecuencia de retrasar el inicio del mantenimiento y por falta de tiempo al final alguna actividad no se ejecute.

Faltó Bloqueo de Algún Equipo. Una vez que la línea se ha desenergizado y sus equipos bloqueados en sus respectivos tableros o cierres de válvulas, ha surgido que algún inspector no puede ejecutar su actividad, cuando el mecánico le exige un bloqueo mecánico adicional y el equipo en la posición que quedó **no permite colocar alguna traba mecánica** o pasador de seguridad.

#### - FALTA DE EQUIPOS:

Grúa Puente no Disponible, Este equipo es muy importante en el mantenimiento y cuando han **fallado sus frenos o el gancho** de izaje esto ocasiona retraso en las actividades, con la consecuencia de que al final alguna de estas no se ejecuten. De la misma manera si **el operador** de la

grúa por alguna circunstancia **se ausenta** parcialmente, todas las actividades que involucran el equipo se retrasan.

Insuficientes Máquinas de Soldar, Cuando **se programan varias actividades** que implican soldadura en diferentes áreas de la línea y no se cuenta con suficientes máquinas de soldar o equipos de corte, retrasan la ejecución de actividades y el incumplimiento de algunas, igualmente cuando estos equipos **están fallando o se dañan** completamente.

- FALTA DE PERSONAL:

Ausentismo, cuando las cuadrillas de mantenimiento presentan varias ausencias por personal de **reposo o en vacaciones**, esto repercute negativamente en la cantidad de actividades programadas y el cumplimiento al 100% del mantenimiento.

Falta de Cuadrillas, La línea de Estañado Electrolítico 2 (EE2) es sólo parte de un cordón productivo que viene desde aguas arriba, donde otras líneas vienen procesando la hojalata hasta que llega al estañado donde la banda se recubre con capa de estaño, igualmente todas esas líneas requieren del mantenimiento y cuando **coinciden paradas** entre estas, las **cuadrillas** que llegan al Estañado 2 son **insuficientes** para cubrir todas las actividades programadas, igualmente cuando en otra línea surge alguna **emergencia** que requiere una cuadrilla.

- INDISPONIBILIDAD DE LÍNEA:

Equipo con Banda, Cuando el programa de producción se encuentra atrasado y deciden parar la línea para realizar el mantenimiento, operaciones solicita solo ejecutar actividades prioritarias y en algunos casos **no retira la banda** completamente de la línea, para arrancar por la tarde lo más pronto

posible, esto ocasiona que otras actividades tal vez menos urgente para ese momento no se ejecuten.

Plan de Producción sin Concluir, Cuando el **plan** de producción se encuentra **atrasado** y el programa de mantenimiento indica que hay que parar para realizar el mantenimiento, operaciones decide no parar la línea hasta concluir la campaña. Esta suspensión de las actividades ha ocasionado que en la próxima fecha coincida con la parada de otra línea, restando el número de cuadrillas.

Línea Predispuesta para Arrancar, Cuando la línea está esperando que baje el material aguas arriba y se encuentra disponible al arranque, la parada programada de esa semana **no se realiza**, dándoles prioridad a la línea.

#### - CONDICIÓN INSEGURA EN EL ENTORNO:

Falta de Limpieza, Algunas actividades programadas no se ejecutan el día de la parada debido a que **no se verifica** con anticipación el entorno donde se realizarán trabajos de corte y/o soldadura, principalmente restos de aceite, grasa, trapos o cartones que pudieran ser combustibles.

Sótano Inundado, Cuando se interviene en una parada de mantenimiento las bombas de achique y alguna válvula del proceso no sella al 100% el flujo de agua, la fosa de achique se llena e **inunda el sótano**, imposibilitando algunas actividades programadas.

Una de las herramientas de mayor uso, en la identificación de variables es la matriz Foda, por medio de esta herramienta se dividen y posicionan en cuatro cuadrantes las variables existentes, las cuales permiten formular las estrategias en misión a la mejora

## ANÁLISIS INTERNO

### Fortalezas:

- 1) Estructura Organizativa orientada a la relación de los tres tipos de mantenimiento.
- 2) Personal ajustado a la carga laboral existente.
- 3) Personal calificado y adecuado
- 4) Flexibilidad de estrategias
- 5) Existencia de rentabilidad empresarial

### Debilidades:

- 1) Escasez de Repuestos
- 2) Poca disponibilidad de los equipos
- 3) Tiempo de ocio por parte de los que realizan los mantenimientos preventivos.
- 4) Falta de inspección y control de las operaciones que conllevan el mantenimiento.
- 5) Variaciones en la producción.

## ANÁLISIS EXTERNO:

### Oportunidades:

- 1) Posibilidad de adiestramiento de su fuerza laboral en buenas prácticas.
- 2) Empleo de materiales de mejor calidad.
- 3) Posibilidad de asesorías externas especializadas
- 4) Adquisición de equipos que automaticen el proceso.
- 5) Alianzas estratégicas con proveedores.



### Amenazas:

- 1) Alteración en la producción (disminuya).
- 2) El actual control cambiario (divisas).
- 3) Aumento de los costos.
- 4) Regulación Gubernamental.
- 5) Aceptación del personal en nueva forma de ejecutar el trabajo.

Después de las consideraciones anteriores, es necesario complementar la herramienta aplicada, con una metodología “Kendall & Kendall”, la cual permite priorizar cada una de las variables expuestas en la Foda, permitiendo establecer un orden en la secuencia para generar estrategias. La metodología consiste en la valoración de cinco jueces distintos, que establecen de forma ascendente cual variable pasee mayor importancia. Así mismo, los jueces son trabajadores pertenecientes al área de ingeniería industrial involucrados directamente en el proceso. (Ver Tabla 5.11) a (Tabla 5.14)

**Tabla 5.11.** *Kendall & Kendall aplicado a las fortalezas.*

MATRIZ DE VALORACION (FORTALEZAS)						SUM A	CALIFICACIÓN
GRUPO	K JUECES						
	I	II	III	IV	V		
Estructura Organizativa orientada a la relación de los tres tipos de mantenimiento.	3	2	5	2	3	15	0
Personal ajustado a la carga laboral existente	5	4	3	3	4	19	4
Personal calificado y adecuado	1	1	2	1	5	10	-5
Flexibilidad de estrategias.	2	3	1	5	2	13	-2
Existencia de rentabilidad empresarial	4	5	4	4	1	18	3
				TOTAL		75	0

**Fuente.** Autor (2015)

**Tabla 5.12. Kendall & Kendall aplicado a las Oportunidades.**

MATRIZ DE VALORACION (OPORTUNIDADES)						SUMA	CALIFICACIÓN
GRUPO	K JUECES						
	I	II	III	IV	V		
Posibilidad de adiestramiento de su fuerza laboral en buenas prácticas.	2	1	1	2	1	7	-8
Empleo de materiales de mejor calidad	4	3	3	4	3	17	2
Posibilidad de asesorías externas especializadas	1	5	2	3	5	16	1
Adquisición de equipos que automaticen el proceso.	3	4	5	5	4	21	6
Alianzas estratégicas con proveedores	5	2	4	1	2	14	-1
	TOTAL					75	0

**Fuente.** Autor (2015)

**Tabla 5.13. Kendall & Kendall aplicado a las Debilidades**

MATRIZ DE VALORACION (DEBILIDADES)						SUMA	CALIFICA CIÓN
GRUPO	K JUECES						
	I	II	III	IV	V		
Escasez de Repuestos	1	1	3	1	5	11	-6.4
Poca disponibilidad de los equipos.	4	5	5	4	3	21	3.6
Tiempo de ocio por parte de los que realizan los mantenimientos preventivos.	3	4	4	3	2	16	-1.4
Falta de inspección y control de las operaciones que conllevan el mantenimiento.	2	3	2	2	1	10	-7.4
Variaciones en la producción	7	2	6	7	7	29	11.6
	TOTAL					87	0

**Fuente.** Autor (2015)

**Tabla 5.14. Kendall & Kendall aplicado a las Amenazas**

MATRIZ DE VALORACIÓN (AMENAZAS)						SUM A	CALIFICACI ÓN
GRUPO	K JUECES						
	I	II	III	IV	V		
Alteración en la producción (disminuya).	4	2	1	2	1	10	-5

El actual control cambiario (divisas).	1	3	2	1	2	9	-6
Regulación Gubernamental.	5	4	5	3	3	20	5
Inasistencia Técnica.	2	5	4	4	5	20	5
Aceptación del personal en nueva forma de ejecutar el trabajo	3	1	3	5	4	16	1
	TOTAL					75	0

**Fuente:** Autor (2015)

En efecto, resulta una matriz FODA organizada y priorizada, que permite generar estrategias con mayor asertividad, consecuencia de establecer un orden de importancia para cualquier resultado obtenido. (Ver Tabla 5.15)

**Tabla 5.15. Matriz FODA priorizada**

<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Personal calificado y adecuado.</li> <li>➤ Flexibilidad de estrategias.</li> <li>➤ Estructura Organizativa orientada a la relación de los tres tipos de mantenimiento.</li> <li>➤ Existencia de rentabilidad empresarial.</li> <li>➤ Personal ajustado a la carga laboral existente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Posibilidad de adiestramiento de su fuerza laboral en buenas prácticas.</li> <li>➤ Alianzas estratégicas con proveedores.</li> <li>➤ Posibilidad de asesorías externas especializadas.</li> <li>➤ Empleo de materiales de mejor calidad.</li> <li>➤ Adquisición de equipos que automaticen el proceso.</li> </ul>
<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Falta de inspección y control de las operaciones que conllevan el mantenimiento.</li> <li>➤ Escasez de Repuestos.</li> <li>➤ Tiempo de ocio por parte de los que realizan los mantenimientos preventivos.</li> <li>➤ Poca disponibilidad de los equipos.</li> <li>➤ Variaciones en la producción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El actual control cambiario (divisas).</li> <li>➤ Alteración en la producción (disminuya).</li> <li>➤ Aceptación del personal en nueva forma de ejecutar el trabajo.</li> <li>➤ Regulación Gubernamental.</li> <li>➤ Inasistencia Técnica.</li> </ul>

**Fuente.** Autor (2015)

**Tabla 5.16: Estrategias FODA**

	<b>FORTALEZAS</b> 1) Estructura Organizativa orientada a la relación de los tres tipos de mantenimiento. 2) Personal ajustado a la carga laboral existente. 3) Personal calificado y adecuado 4)Flexibilidad de estrategias 5)Existencia de rentabilidad empresarial	<b>DEBILIDADES</b> 1) Escasez de Repuestos 2) Poca disponibilidad de los equipos 3) Tiempo de ocio por parte de los que realizan los mantenimientos preventivos. 4) Falta de inspección y control de las operaciones que conllevan el mantenimiento. 5) Variaciones en la producción.
<b>OPORTUNIDADES</b> 1) Posibilidad de adiestramiento de su fuerza laboral en buenas practicas. 2) Empleo de materiales de mejor calidad. 3) Posibilidad de asesorías externas especializadas 4)Adquisicion de equipos que automaticen el proceso. 5)Alianzas estrategicas con proveedores.	Capacitar al personal en buenas practicas para ejecutar sus actividades normales de trabajo (F2 F3 F4 F5 O1) Realizar un analisis costo beneficio para adquirir materiales de mejor calidad y equipos que automaticen el proceso (F1 F4 F5 O2 O4 O5)	Establecer alianzas estrategicas con los proveedores de repuestos para mantener un stock optimo en el almacen (D1 O2 O5) Buscar nuevos equipos que faciliten o eliminen actividades extras para dismuir cuellos de botellas (D2, D3, O4, O5) Incorporar entre las actividades del personal supervisorio controlar e inspeccionar las distintas operaciones de mantenimiento y supervisar las buenas practicas en su labor (D4 O1 )
<b>AMENAZAS</b> 1) Alteracion en la producción. (disminuya) 2) El actual control cambiario (divisas). 3) Aumento de los costos. 4) Regulación Gubernamental 5)Aceptación del personal en nueva forma de ejecutar el trabajo	Alinear los planes de mantenimientos preventivos con los objetivos de la empresa a fines de mantener una produccion optima (F1 F2 F3 F4 A1 A3 A4 ) Supervisar las actividades de mantenimiento a fines de disminuir la rata de falla (F2 F3 F4 F5 A3 A4)	Ofrecer charlas didacticas, participativas y sustentadas en mejores formas de ejecutar actividades a fines de dismunir el rechazo por parte de la distinta fuerza laboral (A5)

**Fuente.** Autor (2015)

## CAPÍTULO VI

### SITUACIÓN PROPUESTA

#### **PLANTEAR UNA SITUACIÓN IDEAL, APLICANDO LA METODOLOGÍA DE LAS 5'S EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA LÍNEA DE ESTAÑADO N°2.**

Para poder contar con la situación ideal en el área de Revestido y Terminado específicamente en la línea de estañado electrolítico N°2, es necesario llevar a cabo una serie de evaluaciones, por las cuales se hace empleo de inspecciones y en este caso entrevistas no estructuradas, las cuales arrojó resultados que nos permitió encontrar las debilidades presentes, por lo que se hizo necesario aplicar la metodología de las 5S, de manera de poder darle soluciones y así cumplir con todo lo necesario para que el trabajador este en un ambiente adecuado y pueda realizar sus actividades respectivas de la mejor manera, por consiguiente se especifica de la siguiente manera:

#### **Etapa 1. Seleccionar**

Es necesario:

- Retirar los equipos dañados y obsoletos.
- Sustituir algunas herramientas como los gatos hidráulicos, las señoritas.
- Retirar el material sobrante y estorboso, como es el caso de la chatarra, los repuestos usados, cilindros de cartón.
- Asignar una mayor distribución de los utensilios para cada trabajo.

## **Etapa 2. Ordenar**

Es necesario:

- Asignar responsabilidades a cada trabajador, para que devuelva en su lugar los materiales y herramientas que ameriten ser utilizados.
- Verificar el cumplimiento de los sitios adecuados para la ubicación de herramientas, donde debe estar estacionado el montacargas, carruchas, etc.
- Para hacer más visible el orden, pueden hacer uso de carteles, tarjetas, croquis donde refleje la ubicación de los elementos más necesitados.
- Iluminar carteleras informativas.

## **Etapa 3. Limpiar**

Es necesario:

- Asignar de forma constante la limpieza de los pisos, debido a los restos de aceites y soluciones propias del proceso.
- Eliminar la distinción entre cargos, todos los trabajadores de la empresa son responsables de la limpieza y en caso de ver algún equipo que necesite ser reparado notificarle al personal de mantenimiento.

## **Etapa 4. Estandarizar**

Es necesario:

- Establecer estándares de limpieza e inspecciones para realizar acciones de autocontrol constante.

- definir trabajos y asignar responsabilidades que permitan volver a las condiciones estándar.
- Integrar las acciones Seiri, Seiton y Seiso en los trabajos de rutina.
- Limpiar con la regularidad establecida.
- Sensibilizar al personal sobre cómo debe realizar sus labores.
- Establecer los controles que eviten o detecten el origen de los problemas.
- Dar formación y adiestramientos necesarios.

### **Etapas 5. Disciplina**

Es necesario:

- Educar al personal sobre los principios y técnicas de las 5'S y mantenimiento autónomo.
- Suministrar los recursos para la implantación de las 5'S.
- Motivar y participar directamente en la promoción de sus actividades.
- Demostrar su compromiso y el de la empresa para la implantación de las 5'S.

### **ESTABLECER ACCIONES Y ESTRATEGIAS DE ADECUACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO ACTUAL.**

- Para la falta de repuesto:

El inspector debe:

- Anticiparse con la solicitud de repuesto previendo un tiempo de reposición mínimo de seis (6) meses.

- Elaborar lista de repuestos usados con mayor frecuencia en la línea y hacer seguimiento a su stock mínimo y solicitudes de compra en trámite.
- Verificar antes de programar una actividad de mantenimiento, la existencia física del repuesto y su calidad técnica.
- Solicitar al técnico de operaciones dos (2) días antes de la parada, que pase por el taller de conjuntos verificando la calidad superficial de los mismos.
- Verificar el día antes de la parada el armado correcto de los conjuntos solicitados y coordinar su traslado a la línea.

- Para la falta de coordinación:

- Tener bien definidas las fechas de paradas programadas. (R. supervisores y Líderes).
- Establecer como norma la reunión pre-parada (Lugar, fecha, hora) y darle la importancia que merece. (R. jefe de sector)
- Pasar por escrito con 48 hrs de anticipación invitación a los responsables de: operaciones, mantto eléctrico, mantto mecánico e instrumentación, para que asistan a la reunión sin falta. (R. coord. de paradas)
- Notificar con 24 hrs de anticipación al depto de MOVA (operadores de grúa) los requerimientos de grúas. (R. coord. de paradas)
- Acordar en la reunión pre-parada las condiciones de línea (sacar la banda, posicionar los equipos, lavar estructuras y tanques, despejar mezaninas, caminerías y áreas de acceso a los equipos) al parar la línea. (R. lideres)
- Llenar lista de chequeo de las condiciones de línea solicitadas y cumplidas, una vez parada la línea. (R. superv. Operaciones)

- Para la falta de equipos:



- Antes de iniciar la parada se debe acordar con el operador de grúa en turno el número de actividades a realizar durante el mantenimiento y fijar la hora de comida para hacerlo en simultáneo. (R. líder)
- Auditar mensualmente los equipos con que cuenta mantenimiento para verificar estado y cantidad disponible. (R. coord.. de paradas)
  - Para la falta de personal:
    - Revisar mensualmente con los supervisores de mantenimiento (ejecutor) el personal que estará de vacaciones, así como en reposo por varios días, a fin de no incluirlo en las paradas programadas. (R. coord.. de paradas)
    - Respetar en lo posible los días de parada establecidos en todas las líneas del cordón de planos en frío, a fin de no requerir cuadrillas no establecidas que pudieran disminuir la fuerza laboral en las paradas de Estaño 2.
  - Para la indisponibilidad de línea:
    - Acordar con operaciones las secciones de la línea donde se cambiaran tanques o rodillos, a fin de definir si la banda se corta en dichas secciones o es más conveniente retírala totalmente. (R. líder)
  - Para la condición insegura en el entorno:
    - Hacer una recorrida por la línea el día antes de la parada de mantenimiento con el programa de actividades, a fin de observar las condiciones inseguras en los sitios donde se realizaran las actividades, con la finalidad de tomar acciones correctivas que mejoren el ambiente.
    - Elaborar análisis de riesgo para proceder en caso de mantenimiento a las bombas de achique, considerando los riesgos inherentes y del entorno.

## EVALUAR EL SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA LÍNEA DE ESTAÑO N°2, BASADO EN LA NORMA COVENIN 2500-93.

**Tabla 6.17.** Sistema de mantenimiento  
(Ficha Técnica de Evaluación)

**FECHA:** 18-08-15

**EVALUADOR:**

**EMPRESA:** Sidor C.A

**INSPECCIÓN N°:** 1

A	B	C	D	E	F	G%										
Área	Principios Básicos	Ptos		Total deme	Ptos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
I ORGANIZACION DE LA EMPRESA	1. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES	60			60											
	2. AUTORIDAD Y AUTONOMIA	40			40											
	3. SISTEMA DE INFORMACION	50			50											
	<b>TOTAL OBTENIBLE</b>	<b>150</b>	<b>TOTAL OBTENIDO</b>		<b>150</b>											
II ORGANIZACION DE MANTENIMIENTO	1. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES	80	D6	15	65											
	2. AUTORIDAD Y AUTONOMIA	50			50											
	3. SISTEMA DE INFORMACION	70	D3	10	60											
	<b>TOTAL OBTENIBLE</b>	<b>200</b>	<b>TOTAL OBTENIDO</b>		<b>175</b>											
III PLANIFICACION DE MANTENIMIENTO	1. OBJETIVOS Y METAS	70			70											
	2. POLITICAS PARA LA PLANIFICACION	70			70											
	3. CONTROL Y EVALUACION	60	D4	10	50											
	<b>TOTAL OBTENIBLE</b>	<b>200</b>	<b>TOTAL OBTENIDO</b>		<b>190</b>											
IV MANTENIMIENTO ROUTINARIO	1. PLANIFICACION	100			100											
	2. PROGRAMACION E IMPLANTACION	80	D3	10	70											
	3. CONTROL Y EVALUACION	70	D1	10	60											

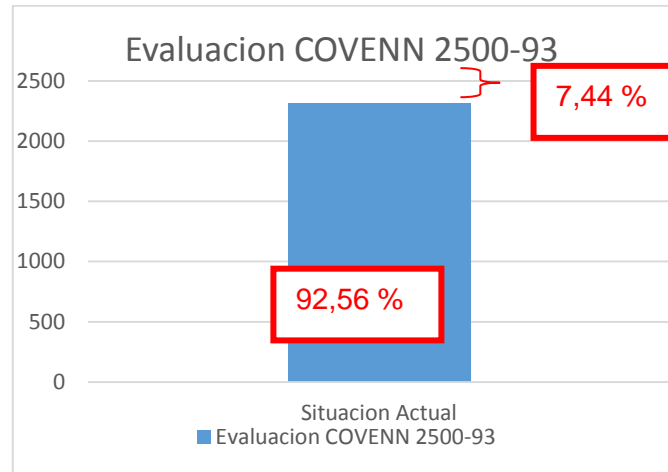
75

Puntuación porcentual global: 92,56 %

**Tabla 6.18. Indicadores de gestión 5'S.**

**Fuente.** Autor (2015)

Promediando los valores obtenidos en la tabla 6.18 se obtiene un valor total estimado, el cual permite interpretar el grado de optimización debe alcanzar (Ver Gráfico 6.1).



**Gráfico 6.1.** Representación del grado de optimización deseado

**Fuente.** Autor (2015)

## REALIZAR PLAN DE MEJORAS AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA LÍNEA DE ESTAÑADO N°2

### Identificar el área de mejora

El ambiente interno y externo de la Línea de Estañado Electrolítico N°2

### Detectar las principales causas del problema

Para la solución del problema presente actualmente en la línea de estañado electrolítico N°2, se hace necesario aplicar la herramienta metodológica (Diagrama Ishikawa) mostrada en la Figura 5.10, desarrollada anteriormente en el Capítulo V.

### Formular el objetivo:

Los objetivos que se desean conseguir son los siguientes:

- Evitar el uso inadecuado de materiales.
- Incentivar al personal trabajador a cumplir con su jornada.
- Cumplir con lo programado.
- Contribuir en la mejora continua de los planes y programas.

### **Seleccionar las acciones de mejoras:**

Posteriormente, se procedió a identificar las acciones de mejora a llevar a cabo para superar las debilidades, contempladas en el objetivo 4.

### **Realizar una planificación:**

De acuerdo a las acciones de mejoras establecidas anteriormente, se procede a asignarle la correspondiente valoración, que posteriormente sirve para identificar el nivel de prioridad. (Ver Tabla 6.19)

**Tabla 6.19.** Planificación de las acciones de mejora

<b>N</b>	<b>Acciones de Mejora</b>	<b>(D)</b>	<b>(P)</b>	<b>(I)</b>	<b>Priorización</b>
	Anticiparse con la solicitud de repuesto previendo un tiempo de reposición mínimo de seis (6) meses.	4	2	3	9
	Elaborar lista de repuestos usados con mayor frecuencia en la línea y hacer seguimiento a su stock mínimo y solicitudes de compra en trámite.	4	4	2	10
	Verificar antes de programar una actividad de mantenimiento, la existencia física del repuesto y su calidad técnica.	4	4	4	12
	Solicitar al técnico de operaciones dos (2) días antes de la parada, que pase por el taller de conjuntos verificando la	4	4	3	11

calidad superficial de los mismos.	4	4	3	11
Verificar el día antes de la parada el armado correcto de los conjuntos solicitados y coordinar su traslado a la línea.	4	3	2	9
Tener bien definidas las fechas de paradas programadas.	4	3	3	10
Establecer como norma la reunión pre-parada (Lugar, fecha, hora) y darle la importancia que merece.	4	4	3	11
Pasar por escrito con 48 hrs de anticipación invitación a los responsables de: operaciones, mantto eléctrico, mantto mecánico e instrumentación, para que asistan a la reunión sin falta.	4	4	3	11
Notificar con 24 hrs de anticipación al depto de MOVA (operadores de grúa) los requerimientos de grúas.	4	3	4	11
Acordar en la reunión pre-parada las condiciones de línea (sacar la banda, posicionar los equipos, lavar estructuras y tanques, despejar mezaninas, caminerías) al parar la línea.	4	4	2	10
Llenar lista de chequeo de las condiciones de línea solicitadas y cumplidas, una vez parada la línea.	4	4	3	11
Antes de iniciar la parada se debe acordar con el operador de grúa en turno el número de actividades a realizar durante el mantenimiento y fijar la hora de comida para hacerlo en simultáneo.	4	3	4	11
Auditar mensualmente los equipos con que cuenta mantenimiento para verificar estado y cantidad disponible.	4	4	3	11
Revisar mensualmente con los supervisores de mantenimiento (ejecutor) el personal que estará de vacaciones, así como en reposo por varios días, a fin de no				

incluirlo en las paradas programadas.	3	4	3	10
Respetar en lo posible los días de parada establecidos en todas las líneas del cordón de planos en frío, a fin de no requerir cuadrillas no establecidas que pudieran disminuir la fuerza laboral en las paradas de Estaño 2.	4	3	3	10
Acordar con operaciones las secciones de la línea donde se cambiaran tanques o rodillos, a fin de definir si la banda se corta en dichas secciones o es más conveniente retirarla totalmente.	4	4	2	10
Hacer una recorrida por la línea el día antes de la parada de mantenimiento con el programa de actividades, a fin de observar las condiciones inseguras en los sitios donde se realizaran las actividades, con la finalidad de tomar acciones correctivas que mejoren el ambiente.	4	4	3	11
Elaborar análisis de riesgo para proceder en caso de mantenimiento a las bombas de achique, considerando los riesgos inherentes y del entorno.				

**Fuente.** Autor (2015)

**Dificultad** (D): Se procedió a priorizarlas de menor a mayor grado de dificultad.

1. Mucha 2. Bastante 3. Poca 4. Ninguna

**Plazo** (P): Se procedió a priorizar de acuerdo a los tiempos siguientes:

1. Largo Plazo: 12 Meses. 2. Mediano Plazo: 7 meses. 3. Corto Plazo: 3 meses. 4. Inmediato: 1 meses

**Impacto** (I): Permite precisar los resultados de la actuación a implantar.

1. Ninguno 2. Poco 3. Bastante 4. Mucho

**Plan de Mejoras.**



**Tabla 6.20. Plan de Mejoras**

Acciones de Mejoras	Tiempo	Indicador	Responsables
Verificar antes de programar una actividad de mantenimiento, la existencia física del repuesto y su calidad técnica.	Inmediato	Tiempo Necesario VS Tiempo Disponible	Inspector del grupo técnico de mantenimiento
Solicitar al técnico de operaciones dos (2) días antes de la parada, que pase por el taller de conjuntos verificando la calidad superficial de los mismos.	Inmediato	Tiempo Necesario VS Tiempo Disponible	Líder de mantenimiento
Verificar el día antes de la parada el armado correcto de los conjuntos solicitados y coordinar su traslado a la línea.	Inmediato	Tiempo Necesario VS Tiempo Disponible	Inspector del grupo técnico
Pasar por escrito con 48 hrs de anticipación invitación a los responsables de: operaciones, manto eléctrico, manto mecánico e instrumentación, para que asistan a la reunión sin falta.	Inmediato	Tiempo Necesario VS Tiempo Disponible	coordinador de paradas
Notificar con 24 hrs de anticipación al depto de MOVA (operadores de grúa) los requerimientos de grúas	Inmediato	Tiempo Necesario VS Tiempo Disponible	coordinador de paradas
Acordar en la reunión pre-parada las condiciones de línea (sacar la banda, posicionar los equipos, lavar estructuras y tanques, despejar mezaninas, caminerías) al parar la línea.	Corto Plazo	Tiempo Necesario VS Tiempo Disponible	líderes
Antes de iniciar la parada se debe acordar con el operador de grúa en turno el número de actividades a realizar durante el mantenimiento y fijar la hora de comida para hacerlo en simultáneo.	inmediato	Tiempo Necesario VS Tiempo Disponible	líder
Auditar mensualmente los equipos con que cuenta mantenimiento para verificar estado y cantidad disponible.	Corto Plazo	Tiempo Necesario VS	coordinador de paradas

		Tiempo Disponible	
Revisar mensualmente con los supervisores de mantenimiento (ejecutor) el personal que estará de vacaciones, así como en reposo por varios días, a fin de no incluirlo en las paradas programadas.	Inmediato	Tiempo Necesario VS Tiempo Disponible	coordinador de paradas
Elaborar análisis de riesgo para proceder en caso de mantenimiento a las bombas de achique, considerando los riesgos inherentes y del entorno.	Inmediato	Tiempo Necesario VS Tiempo Disponible	Inspector del grupo técnico
Elaborar lista de repuestos usados con mayor frecuencia en la línea y hacer seguimiento a su stock mínimo y solicitudes de compra en trámite.	Inmediato	Tiempo Necesario VS Tiempo Disponible	Inspectores de mantenimiento
Establecer como norma la reunión pre-parada (Lugar, fecha, hora) y darle la importancia que merece.	Corto Plazo	Tiempo Necesario VS Tiempo Disponible	jefe de sector
Llenar lista de chequeo de las condiciones de línea solicitadas y cumplidas, una vez parada la línea.	Inmediato	Tiempo Necesario VS Tiempo Disponible	supervisores Operaciones
Respetar en lo posible los días de parada establecidos en todas las líneas del cordón de planos en frío, a fin de no requerir cuadrillas no establecidas que pudieran disminuir la fuerza laboral en las paradas de Estaño 2.	Inmediato	Tiempo Necesario VS Tiempo Disponible	Superintendente de mantenimiento
Acordar con operaciones las secciones de la línea donde se cambiaran tanques o rodillos, a fin de definir si la banda se corta en dichas secciones o es más conveniente retirarla totalmente.	Corto Plazo	Tiempo Necesario VS Tiempo Disponible	líder
Hacer una recorrida por la línea el día antes de la parada de mantenimiento con el programa de actividades, a fin de observar las condiciones inseguras en los sitios donde se realizaran las actividades, con la finalidad de tomar acciones correctivas que mejoren el ambiente.	Inmediato	Tiempo Necesario VS Tiempo Disponible	Líder de mantenimiento

Anticiparse con la solicitud de repuesto previendo un tiempo de reposición mínimo de seis (6) meses.	Mediano Plazo	Tiempo Necesario VS Tiempo Disponible	Inspector de mantenimiento
Tener bien definidas las fechas de paradas programadas.	Corto Plazo	Tiempo Necesario VS Tiempo Disponible	supervisores y Líderes

**Fuente.** Autor (2015)

## ELABORAR UN ANÁLISIS DE COSTOS APLICADO AL PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO.

Es necesario establecer los costos que arrojan los programado vs lo que se ejecuta, dando procedencia a visualizar la radical diferencia entre ambos.  
 (Ver Tabla 6.21) (Ver Tabla 6.22)

**Tabla 6.21. Horas hombres programadas**

Mes	H-H ejecutadas	Costo por Costo/H-H	Total
Enero	684,4584	377,51 bs	258.389,891 bs
Febrero	131,5	377,51 bs	49.642,565 bs
Marzo	-	-	-
Abril	210,46	377,51 bs	79.450,7546 bs
Mayo	347,5	377,51 bs	131.184,725 bs
Junio	201	377,51 bs	75.879,51 bs
Julio	646,8	377,51 bs	244.173,468 bs
Agosto	111,3	377,51 bs	42.016,863 bs

**Fuente. Autor 2015**

De acuerdo al tabulador de oficios y salarios básicos de la convención colectiva de trabajo 2015-2017 el salario de un mecánico de 1ra, electricista de 1ra e instrumentista de 1ra es de 377,51 bs/hora

**Tabla 6.22. Horas hombres ejecutadas**

Mes	H-H programadas	Costo por Costo/H-H	Total
Enero	1.015	377,51 bs	383.172,65 bs
Febrero	317	377,51 bs	119.670,67 bs
Marzo	-	-	-
Abril	530	377,51 bs	200.080,3 bs
Mayo	581	377,51 bs	219.333,31 bs
Junio	347	377,51 bs	130.995,97 bs
Julio	1.140	377,51 bs	430.361,4 bs
Agosto	382	377,51 bs	144.208,82 bs

**Fuente. Autor 2015**

## EVALUAR EL IMPACTO QUE GENERA LAS MEJORAS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA LÍNEA DE ESTAÑADO N°2

Es necesario aplicar los criterios vistos en la metodología de las 5'S, Donde al aplicar las medidas nombradas con anterioridad en el Objetivo Especifico 3, arroja los siguientes resultados, que nos conlleva a la situación propuesta o en el mejor de los casos a la situación idónea.

**Tabla 6.23** *Valoración de Criterios*

Criterios	Valoración
Muy Malo	1
Malo	2
Promedio	3
Bueno	4
Optimo	5

**Fuente.** Autor (2015)

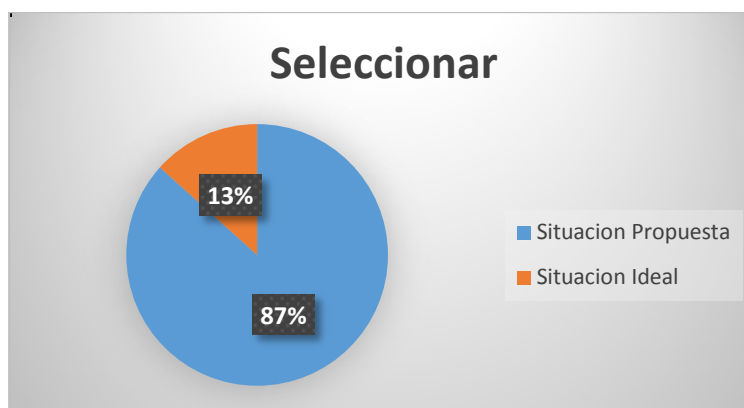
**Tabla 6.25.** *Formato de evaluación de la empresa*

ETAPAS DE LA METODOLOGÍA 5'S	PUNTAJE				
	1	2	3	4	5
<b>Etapa N°1. Seleccionar</b>					
¿Existe Material Sobrante y Estorbo?					X
¿Existen Equipos Obsoletos?				X	
¿Existe distribución de los utensilios?				X	
	13				
<b>Etapa N°2. Ordenar</b>					
¿Los trabajadores mantienen orden de los materiales y herramientas luego de uso respectivo?					X
¿Existen sitios adecuados para la ubicación de materiales y herramientas?				X	
¿Se cuenta con carteles, tarjetas, croquis donde refleje la ubicación de los elementos más necesitados?					X
	14				

Etapa N°3. Limpiar					
¿Se cuenta con las condiciones ideales las áreas?					X
¿Se cuenta con los implementos para mantener limpia las áreas?				X	
¿Se realiza de forma periódica los mantenimientos internos?				X	
	13				
Etapa N°4. Estandarizar					
¿Se encuentra asignada correctamente las actividades?					X
¿Se cuenta con los estándares de limpieza e inspecciones para realizar acciones de autocontrol constante?					X
¿Se llevan a cabo la actualización de formación y adiestramientos?				X	
	14				
Etapa N°5. Disciplina					
¿Se aplican los principios y técnicas de las 5'S y mantenimiento autónomo?				X	
¿La empresa muestra compromiso por la aplicación de las 5'S?					X
¿Se cuenta con la participación necesaria para cumplir con las actividades?				X	
	13				

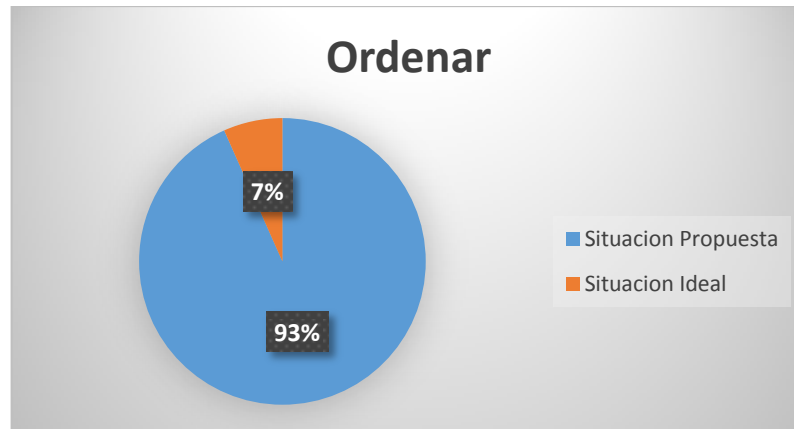
**Fuente.** Autor (2015)

Con la información del cuadro anterior se presenta los siguientes gráficos (Ver Gráfico 6.2) a (Ver Gráfico 6.6)



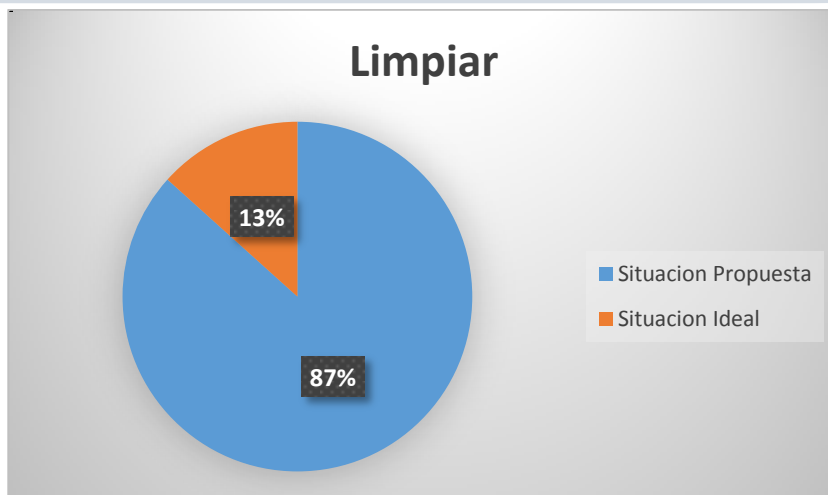
**Gráfico 6.2.** Porcentaje de la etapa Seleccionar  
**Fuente.** Autor (2015)

En el grafico 6.2, se puede visualizar el porcentaje de la etapa Seleccionar de acuerdo a la situación propuesta que corresponde el 87% vs la situación ideal a alcanzar que es del 13%, lo que permite apreciar que al ejecutar las acciones expuestas en el plan de mejoras, permitirá dar resultados positivos a lo que compete a las acciones de que no exista en el área de trabajo lo que no sea útil, de manera que el personal de mantenimiento pueda cumplir su trabajo sin percances provocados por dicho factor.



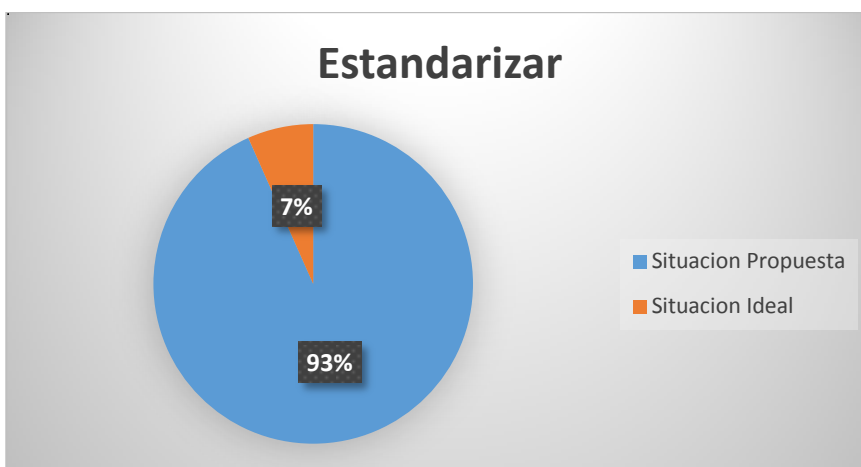
**Grafico 6.3.** Porcentaje de la etapa Ordenar  
**Fuente.** Autor (2015)

En el grafico 6.3, se puede visualizar el porcentaje de la etapa Ordenar de acuerdo a la situación propuesta que corresponde el 93% vs la situación ideal a alcanzar que es del 7%, por lo que al cumplir las acciones contempladas en el plan de mejoras, permite que los resultados con respecto a la organización del espacio de trabajo, sean un nivel prácticamente optimo, de manera de brindarle una adecuada área de trabajo a los que conforman la línea es tañado electrolítica N°2



**Grafico 6.4.** Porcentaje de la etapa Limpiar  
**Fuente.** Autor (2015)

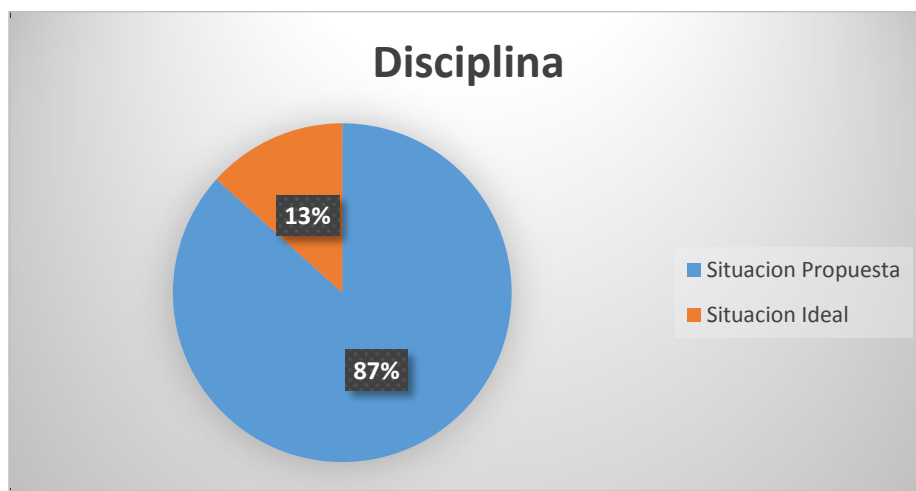
En el grafico 6.4, se puede visualizar el porcentaje de la etapa Limpiar de acuerdo a la situación propuesta que corresponde el 87% vs la situación ideal a alcanzar que es del 13%. Es decir que al cumplir las estrategias o acciones expuestas en el plan, esto permitirá que en la línea de estañado electrolítico N°2, exista un mejor nivel de limpieza, dando así paso a la realización del proceso que conlleva la línea, junto a sus respectivos mantenimientos.



**Grafico 6.5.** Porcentaje de la etapa Estandarizar  
**Fuente.** Autor (2015)



En el grafico 6.5, se puede visualizar el porcentaje de la etapa Estandarizar de acuerdo a la situación propuesta que corresponde el 93% vs la situación ideal a alcanzar que es del 7%, Dando paso a apreciar que el nivel de prevención con respecto a la aparición de desorden o de suciedad, será casi optimo, gracias al cumplimiento del plan de mejoras.



**Grafico 6.6.** Porcentaje de la etapa Disciplina  
**Fuente.** Autor (2015)

En el grafico 6.6, se puede visualizar el porcentaje de la etapa Disciplina de acuerdo a la situación propuesta que corresponde el 87% vs la situación ideal a alcanzar que es del 13%,es decir en cuanto al nivel de buscar siempre mejorar, y fomentar los esfuerzos con respecto a la gestión gerencial que conlleva los mantenimientos y procedimientos de la línea de estañado, este representaría un alto porcentaje con respecto al nivel óptimo.

## CONCLUSIONES

Al efectuar las metodologías, herramientas y estudios propios de esta investigación se establecieron las siguientes conclusiones:

1. Se diagnosticó la situación actual del sistema de gestión del mantenimiento preventivo en la línea de estañado N°2, donde fue necesario especificar el proceso y el producto obtenido en dichas instalaciones, lo que se hizo necesario el empleo del diagrama de operaciones para sustentar dicha información recopilada.
2. Se definió las variables que intervienen en el incumplimiento de lo programado con respecto al mantenimiento preventivo, dando empleo a la herramienta diagrama Ishikawa, al igual que el empleo de Análisis FODA, A su vez, a partir de esta revisión se obtuvo información esencial que facilitó el desarrollo de la propuesta de la Planificación Estratégica que incorporara y actualizara los elementos ya presentes a la situación actual del instituto.
3. Se planteó situación ideal, aplicando la metodología de las 5'S en la gestión del mantenimiento preventivo de la línea de estañado N°2, por lo que se evaluó mediante entrevistas no estructuradas e inspecciones, por consiguiente arrojó establecer cambios que a lo largo darían paso a mejorar lo realizado en el presente.
4. Se estableció acciones y estrategias de adecuación del sistema de gestión del mantenimiento preventivo actual, por lo que se procedió a establecer diversidad de acuerdo a los resultados arrojados por las herramientas empleadas en dicho informe.
5. Se evaluó el sistema de gestión del mantenimiento preventivo en la línea de estañado N°2 basado en la norma COVENIN 2500-93, Lo que permitió ver la notable diferencia, entre la situación establecida en

dicha norma con respecto a la situación real o presente, todo esto visto también de forma grafica para su mayor entendimiento.

6. Se realizó plan de mejoras al sistema de gestión del mantenimiento preventivo en la línea de estañado N°2, donde fue necesario seguir una serie de pasos, que arrojaron resultados más favorables, al evaluar directamente la zona de mejora, el problema, los objetivos definidos para solventar la problemática, así mismo la priorización de todas las acciones establecidas, y por consiguiente la definición de los responsables, plazos e indicador.
7. Se elaboró un análisis de costos aplicado al plan de mantenimiento propuesto, fue necesario establecer los costos que arrojan los programado vs lo que se ejecuta, dando procedencia a visualizar la radical diferencia entre ambos.
8. Con la evaluación del impacto que genera el plan de mejoras, se pudo distinguir las condiciones y factores cualitativos, que están directamente relacionados con la problemática, por consiguiente se aplicó indicadores arrojados de la metodología de las 5'S, lo que arrojó resultados de manera tabulada y gráfica.

## RECOMENDACIONES

Una vez realizada la investigación, se establecen las siguientes recomendaciones:

1. Informar y difundir a todo el personal trabajador sobre los elementos que conforman la Planificación Estratégica para fomentar la participación activa de los mismos.
2. Llevar un control detallado de las causas de retrabajos de los mantenimientos ejecutados.
3. Aplicar plan de mejoras.
4. Realizar al cierre de cada año una evaluación del avance del Plan Estratégico, junto con una posible reestructuración de sus elementos de ser necesario.
5. Profundizar el estudio, con un análisis de las estrategias orientado a los costos que conllevaría la aplicación de cada una de ellas y así facilitar la toma de decisiones.
6. Velar por el bienestar de los recursos materiales de la empresa, de acuerdo al cumplimiento exhaustivo de lo programado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANECA (2010). Pasos para realizar un plan de mejoras. Disponible en: <http://www.uantof.cl/dgai/Acreditacion/Documentos/Docs/Pregrado/Elaboracion%20Plan%20de%20Mejoras.pdf>
- Arias F. (2006). El proyecto de investigación. Introducción a la Metodología Científica. Caracas Venezuela. Editorial Epistema 5ta edición.
- ASIN C. (2003) Implementación de la Metodología 5S en la Coordinación de la Carrera Ingeniería y Administración de la Producción Industrial. Trabajo de grado de especialización en calidad. UNEXPO.
- CVG sidor (2015). Generalidades de la empresa. Disponible en: <http://www.sidor.Net>
- Fedupel (2006). Manual de Trabajos de Grado de Especialización, Maestría y Tesis Doctorales. Vice-rectorado de Investigación y Postgrado UPEL. 4ta Edición. Venezuela.
- García, S. (2003) Organización y Gestión Integral del Mantenimiento. España. Ediciones Díaz de Santos, S. A.
- Gómez de León, F. (1998) Tecnología del Mantenimiento Industrial. España. Servicio de Publicaciones Universidad de Murcia.
- Ramírez, J. (2007). Diagrama Causa-Efecto. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos42/diagrama-causa-efecto/diagrama-causa-efecto.shtml>
- Rodríguez, A. (2011). Análisis Foda y sus estrategias. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos42/analisis-foda.shtml>
- Sabino C. (1992). El proceso de investigación. Venezuela. Editorial Panamo.
- Sencamer, Norma Covenin 3049-93.

- Sencamen, Norma Covenin 2500-93
- Tamayo Y Tamayo (2002), El proceso de la investigación científica, Editorial Limusa.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2006). Manual de Trabajos de Grado de Especialización. Venezuela. Tercera Edición.
- Zambrano A .(2010). Mantenimiento Preventivo Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos96/mantenimientos-preventivo.shtml>

## APÉNDICE

**Tabla 5.11** Condiciones de línea previo a la parada de mantenimiento rutinario

SECCIÓN	EQUIPO	POSICIÓN	SI/NO	VERIFICADO POR SUP. OPERACIONES	OBSERVACIÓN
ENTRADA	MANDRILES DESENROLLADORES	SIN BOBINA			
		EXPANDIDO			
		CONTRAÍDO			
	CARROS TRANSPORTADOR.	SIN BOBINA			
		A DENTRO			
		A FUERA			
		A MEDIO RECORRIDO			
		ABAJO			
		ARRIBA			
ENTRADA	MESA ENTRADA MAQUINA SOLDADORA	ARRIBA			
		ABAJO			
		SIN BANDA			
	MAQUINA SOLDADORA	CARRO A DENTRO			
		CARRO A FUERA			
		SIN BANDA			
		MORDAZAS ABIERTAS			
		MORDAZAS CERRADAS			
	BRIDA 2	RODILLO PRES. ABIERTO			
		BANDA FLOJA			
		SIN BANDA			
ENTRADA	PLATAFORMA MÓVIL N°1	ARRIBA AL TOPE			
		A MEDIO RECORRIDO			
		EN POSICIÓN DE BLOQUEO			
		ABAJO APOYADA			
	BRIDA 2	RODILLO PRES. ABIERTO			
		BANDA FLOJA			
		SIN BANDA			
CENTRO LIMPIEZA	NIVEL SUPERIOR	SECCIÓN SIN BANDA			
		SECCIÓN CON BANDA FLOJA			
		RODILLO PRES. ABIERTOS			
		TAPAS DE VAPORES ABIERTAS			
		MEZANINA DESPEJADA			
		SECCIÓN LAVADA INT/EXT			
	NIVEL INFERIOR	BANDA CORTADA EN TANQUE			
		BANDA FLOJA			
		SIN BANDA			
		TANQUE DEL SUMERG VACIO			
		AREA DESPEJADA			
		SECCIÓN INFERIOR LAVADA			
CENTRO	NIVEL SUPERIOR	SECCIÓN SIN BANDA			



DECAPADO		SECCIÓN CON BANDA FLOJA			
		RODILLO PRES. ABIERTOS			
		TAPAS DE VAPORES ABIERTAS			
		MEZANINA DESPEJADA			
		SECCIÓN LAVADA INT/EXT			
	NIVEL INFERIOR	BANDA CORTADA EN TANQUE			
		BANDA FLOJA			
		SIN BANDA			
		TANQUE DEL SUMERGIDO VACIO			
		ÁREA DESPEJADA			
		SECCIÓN INFERIOR LAVADA			
CENTRO ESTAÑADO	NIVEL SUPERIOR	SECCIÓN SIN BANDA			
		SECCIÓN CON BANDA FLOJA			
		RODILLO PRES. ABIERTOS			
		TAPAS DE VAPORES ABIERTAS			
		MEZANINA DESPEJADA			
		SECCIÓN LAVADA INT/EXT			
	NIVEL INFERIOR	BANDA CORTADA EN TANQUE			
		BANDA FLOJA			
		SIN BANDA			
		TANQUE DEL SUMERGIDO VACIO			
		SIN ÁNODOS			
		ÁREA DESPEJADA			
		SECCIÓN INFERIOR LAVADA			
CENTRO	BRIDA 3	RODILLO PRES. ABIERTO			
		BANDA FLOJA			
		SIN BANDA			
	REFLUJO	SIN BANDA			
		BANDA FLOJA			
		TANQUE REFLUJO VACIO			
CENTRO TRATAMIENTO QUÍMICO	NIVEL SUPERIOR	SECCIÓN SIN BANDA			
		SECCIÓN CON BANDA FLOJA			
		RODILLO PRES. ABIERTOS			
		TAPAS DE VAPORES ABIERTAS			
		MEZANINA DESPEJADA			
		SECCIÓN LAVADA INT/EXT			
	NIVEL INFERIOR	BANDA CORTADA EN TANQUE			
		BANDA FLOJA			
		SIN BANDA			
		TANQUE DEL SUMERGIDO VACIO			
		ÁREA DESPEJADA			
		SECCIÓN INFERIOR LAVADA			
CENTRO	BRIDA 4	RODILLO PRES. ABIERTO			
		BANDA FLOJA			
		SIN BANDA			
SALIDA	PLATAFORMA MÓVIL	ARRIBA AL TOPE			

	N°2	A MEDIO RECORRIDO			
		EN POSICIÓN DE BLOQUEO			
		ABAJO APOYADA			
	BRIDA 5	RODILLO PRES. ABIERTO			
		BANDA FLOJA			
		SIN BANDA			
	CIZALLA SNIP	CIZALLA SIN BANDA			
		POSICIÓN CORTE ARRIBA			
		POSICIÓN CORTE ABAJO			
SALIDA	MANDRILES ENROLLADORES	SIN BOBINA			
		EXPANDIDO			
		CONTRAÍDO			
		ENHEBRADORES AFUERA			
	CARROS TRANSPORTADOR.	SIN BOBINA			
		ADENTRO			
		AFUERA			
		A MEDIO RECORRIDO			
		ABAJO			
		ARRIBA			

**Fuente.** Autor (2015)