



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PLAN DE MEJORAS PARA
DISMINUIR EL DESPERDICIO
EN EL ÁREA SERIE 8000, EN LA EMPRESA
INTERAMERICANA DE CABLES S.A.**

Urb. Yuma II, calle No 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PLAN DE MEJORAS PARA DISMINUIR EL DESPERDICIO EN EL ÁREA
SERIE 8000, EN LA EMPRESA INTERAMERICANA DE CABLES S.A.**

**Trabajo de Grado Optar al Título Universitario de
INGENIERO INDUSTRIAL.**

Autores:

Fandiño Laura

C.I. 22.412.718

Montero Geraldine

C.I. 25.555.827

Tutores: Ing. Ana Avendaño

San Diego, Enero 2019.



Universidad José Antonio Páez
Facultad de Ingeniería

FI-SE-1-001-2018-IICR

Valencia, 06 de Noviembre de 2018

Ciudadanos:
Laura Fandiño
C.I:22.412.718
Geraldine Montero
C.I:25.355.827
Presente.

Cumpla con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2018 de fecha 06-11-2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **PLAN DE MEJORAS PARA DISMINUIR EL DESPERDICIO DEL ÁREA SÉRIE 8000, EN LA EMPRESA INTERAMERICANA DE CABLES S.A.** Presentado por usted(es) como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación de la Ing. Ana Avendaño, C.I. 7.187.788 y la Ing. Alicia Yáñez, C.I. 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.



Atentamente,

Prof. Zulay Salcedo
Decana de la Facultad de Ingeniería

C.c: Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

ZS/fr




REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. Ana Avendaño , portador de la cédula de identidad N° V-7.187.788, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por las ciudadanas Fandiño Laura y Montero Geraldine , portadora de la cédula de identidad N° V-22.412.718 N° y V-25.555.827 titulado - **PLAN DE MEJORAS PARA DISMINUIR EL DESPERDICIO DEL AREA SERIE 8000, EN LA EMPRESA INTERAMERICANA DE CABLES S.A.**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 12 días del mes de Diciembre del año dos mil dieciocho


Ing. Ana Avendaño
C.I. 7.187.788

AGRADECIMIENTO

Al creador del universo que me coloco en mi camino personas que me ayudan y me comprende, a esos seres humanos que me dieron la vida y que para mí son lo más valioso de este planeta mi madre y mi padre.

Agradecida con mis hermanos que aportaron su granito de arena para mi desarrollo profesional.

Del mismo modo a esos profesores que con tal valiosa labor hace que este mundo sea un lugar mucho más civilizado y mejor, educando a personas que un futuro no muy lejanos serán esos profesionales que brillen en la oscuridad de la ignorancia y lleve al éxito a nuestra amada Venezuela.

Agradezco a mi compañera de tesis quien se ha vuelto una hermana y una parte importante en mi vida, aprendiendo todos los días la una de la otra hemos logrado lo que tanto hemos anhelado querida amiga a ti muchas gracias.

Gracias a la Universidad José Antonio Páez por brindarnos durante este tiempo una educación de excelencia basada en el respeto y las buenas normativas de la sociedad.

Gracias a mis amigos que han estado conmigo en momentos que jamás olvidare teniendo las mejores experiencias, logrando ser parte de lo que es la mayor escuela de toda la vida.

Gracias a quienes están conmigo siempre y jamás me abandonan familiares y allegados.

Laura Fandiño

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar doy infinitamente Gracias a Dios y a la Virgen, por protegerme durante todo mi camino, dándome fuerzas y valor para culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres, Gerardo Montero y Karelys Molero por ser mis pilares fundamentales durante toda mi vida y mi carrera universitaria, dándome su apoyo y amor a lo largo de toda esta trayectoria.

A mis hermanas, Andrea, Paola y Sophia Montero por apoyarme siempre en todo este proceso, colaborando en todo lo necesario.

A mi novio Orlando Zanotti por su amor, paciencia y apoyo incondicional en el transcurso de toda mi carrera universitaria y durante la elaboración de este proyecto.

A mi amiga y compañera de tesis Laura Fandiño, porque unidas en este proyecto final con constancia, dedicación y perseverancia hemos logrado culminar esta etapa tan importante de nuestras vidas.

A mi tutor académico, Ing. Ana Avendaño, por ser nuestra guía en todo este proceso, por su apoyo y dedicación en todo momento.

Agradezco a mis familiares, amigos y todas aquellas personas que directa o indirectamente pusieron un granito de arena para poder culminar satisfactoriamente esta etapa.

Geraldine Montero

DEDICATORIA

Dedicado a Dios, quien es mi guía para esta travesía la cual culmino con este trabajo, también con especial cariño a quienes forjaron en mi esa gana de terminar todo aquello que comienzo, a ellos quienes representa los pilares de mi vida mis padres Maria Vasquez y Carlos Fandiño.

A mis hermanos Fabiola y Carlos que quienes me ayuda sin límites y siempre recibo palabras de apoyo y aliento para cuando busco desfallecer, son mi ejemplo a seguir.

A quienes ya no forman parte del plano físico, pero sé que de donde están siente la misma felicidad de que yo pude terminar este camino, a la que por siempre será mi amiga Yessi y a mi tío Celestino los cuales me seguirán dando la fuerza necesaria para emprender este nuevo camino como Ingeniero.

Se lo dedico a mis tíos, primos, amigos apoyo incondicional persona perseverante y optimista que siempre en cualquier circunstancia logra encontrar en mí una sonrisa.

Y también a esas personas que me quieren y respeta.

Laura Fandiño

DEDICATORIA

Principalmente se lo dedico a Dios y a la Virgen, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

De igual forma, dedico esta tesis a mis padres por haberme formado con buenos sentimientos, hábitos y valores, que me han permitido salir adelante a lo largo de toda mi carrera.

A mis hermanas que siempre han estado junto a mí, brindándome su apoyo, ayuda y conocimientos; de igual manera a mi novio por estar a mi lado siempre apoyándome y ayudándome a lo largo de toda mi carrera y mi proyecto.

Finalmente, a toda mi familia y amigos, porque me han brindado su apoyo incondicional en el transcurso de toda mi carrera y proyecto final, aportando un granito de arena, lo que ha sido de gran importancia y ayuda para la excelente culminación de esta importante etapa de mi vida.

Geraldine Montero

INDICE

CONTENIDO	pp.
LISTADO DE FIGURAS.....	vii
LISTADO DE TABLAS.....	vii
LISTADO DE GRAFICOS.....	vii
RESUMEN INFORMATIVO.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Formulación del problema.....	6
1.3 Objetivos de la investigación.....	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	7
1.4 Justificación del problema.....	7
1.5 Alcance.....	8
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	9
2.2 Bases teóricas.....	12
2.2.1 Mantenimiento preventivo total TPM... ..	12
2.2.1.1 Seis grandes pérdidas de TPM.....	12
2.2.1.2 Estructura del TPM.....	14
2.2.1.3 Metas del TPM.....	16
2.2.2 Estrategias 5`S.....	18
2.2.2.1 Seiri.....	18
2.2.2.2 Seiton.....	19
2.2.2.3 Seison.....	19
2.2.2.4 Seiketsu.....	20
2.2.2.5 Shisuke.....	20

2.2.3 Metodología Lean Manufacturing.....	21
2.2.4 Concepto de productividad y calidad.....	22
2.2.4.1 Productividad.....	22
2.2.4.2 Calidad.....	23
2.2.5 Plan de mejoras	23
2.2.6 Diagrama de Pareto.....	24
2.2.6.1 Construir el diagrama de Pareto.....	24
2.2.7 Diagrama de Isikawa.....	25
2.2.7.1 Ventajas.....	26
2.2.7.2 Desventajas.....	26
2.2.7.3 Procedimiento para realizar Isikawa.....	26
2.3 Términos Básicos.....	27
III MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo de investigación.....	29
3.2 Diseño de la Investigación.....	30
3.3 Nivel de la Investigación.....	30
3.4 Población y Muestra.....	31
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
3.5.1 Observación directa.....	32
3.5.2 Encuesta no estructurada.....	32
3.5.3 Revisión documental.....	32
3.5.4 Revisión bibliográfica.....	33
3.5.5 Técnica de análisis de datos.....	33
3.6 Fases de la investigación.....	33
IV RESULTADOS	
4.1 Fase I. Diagnosticar las condiciones actuales.....	36
4.1.1 Proceso del área S8000.....	36
4.1.2 Entrevista no estructuradas.....	44
4.1.3 Revisión documental.....	46

4.1.4 Fallas encontradas en el proceso.....	48
4.2 Fase II. Identificar las causas que generan desperdicio.....	49
4.2.1 Técnica de los 5 por qué.....	50
4.2.2 Diagrama Causa- efecto (Ishikawa).....	51
4.2.3 Análisis de las fallas encontradas.....	51
4.2.4 Evaluación y jerarquización.....	54
4.2.5. Resumen de oportunidades de mejoras.....	55
4.3 Fase III. Diseñar estrategias de mejoras.....	57
4.3.1 Propuesta de modificar el formato de reporte diario.....	57
4.3.2 Propuesta de actividades del 5´S.....	59
4.3.3 propuesta del Just in Time (JIT).....	67
4.3.4 Propuesta de la estrategia del TPM.....	69
4.3.5 Propuesta de un programa de capacitación.....	72
4.4 Fase IV Análisis costo- beneficio de las propuesta.....	76
CONCLUSIONES.....	82
RECOMENDACIONES.....	85
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	87

LISTADO DE FIGURAS

CONTENIDO

FIGURA	pp.
1. Costo desperdicio de Aluminio.....	5
2. Estructura del TPM	14
3. Guía para cumplir metas del TPM	17
4. Lingotes aluminio	37
5. Alambrón.....	37
6. Proceso de trefilado.....	38
7. Líneas de Producción.....	39
8. Proceso de Recocido.....	39
9. Maquina Cableadora.....	41
10. Proceso de Cableado.....	41
11. Proceso de extrusión.....	43
12. Proceso de Fraccionado.....	44
13. Carrete embobinado.....	44
14. Pareto por causa de desperdicio Junio 2018.....	46
15. Pareto por causa de desperdicio Julio 2018.....	47
16. Pareto por causa de desperdicio Agosto 2018.....	48
17. Diagrama de Ishikawa aplicado área S8000.....	51
18 Diseño de control visual para ubicar en el almacén.....	63
19 Proceso de desplazamiento del material.....	68
20 Acciones a desarrollar en el programa de capacitación.....	74

LISTADO DE TABLAS

CONTENIDO

TABLA	pp.
1 Entrevista realizada en el área S8000 de la empresa Interamericana de Cables S.A.	45
2 Técnica de los 5 Por qué	50
3 Jerarquización de las causas que generan desperdicio.....	54
4 Oportunidades de mejoras en el área S8000.....	56
5 Unificación de nombres de los tipos de fallas existente.....	58
6 Formato 5S para clasificación de herramientas.....	60
7 Plan de acción para la aplicación de la primera S.....	61
8 Frecuencia de Limpieza y Mantenimiento.....	64
9. Check list de lubricación y limpieza.....	65
10 Acciones de 5S realizadas.....	66
11. Control de reparaciones.....	70
12 Programa de mantenimiento general.....	71
13 Plan estratégico de Capacitación del personal en el área.....	73
14 Recursos humanos y materiales del programa de capacitación.....	75
15 Presupuesto del Programa de capacitación.....	75
16 Cronograma de actividades a desarrollar en el programa de capacitación.....	76
17 Costo de implementación de las propuestas.....	79
18 Producción Mensual del área.....	80

LISTADO DE GRÁFICOS

CONTENIDO

GRAFICO	pp.
1 Número de roturas por máquinas Jun.-Agos.....	6
2. Jerarquización grafica de las causas encontradas en el proceso.....	25



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA
INDUSTRIAL**

**PLAN DE MEJORAS PARA DISMINUIR EL DESPERDICIO EN EL AREA
SERIE 8000, EN LA EMPRESA INTERAMERICANA DE CABLES S.A.**

**Autor: Fandiño Laura
Montero Geraldine
Tutor: Ing. Ana Aveldaño
Fecha: Enero 2019**

RESUMEN

La presente investigación da a conocer como en la empresa Interamericana de cables S.A existen incidencias en el proceso productivo que generan desperdicios, que con lleva a re trabajo, paradas no programadas y perdida de material. Este trabajo tiene como objetivo solventar la problemática a través de un diagnostico de la situación actual, a su vez identificando las causas que generan fallas tomando en cuenta datas de producción diarias donde se verificara las causas principales de estos desperfectos los cuales se evaluaran, se analizaran y se procesaran, para así diseñar un plan de mejoras que permita disminuir el desperdicio en los alambres de aluminio para aumentar la eficiencia en el proceso productivo en el área S8000, este plan cuenta con estrategias de ingeniera que tienen como finalidad lograr cambios representativos que perduren en el tiempo con la inclusión de todo el equipo de trabajadores del área, generando así un ambiente dispuesto a dar soluciones a eventualidades diarias que se presentan en el lugar de trabajo. La investigación se desarrollo a través de la metodología de un proyecto factible, con una investigación de campo, tipo documental, con un nivel descriptivo. Se realizo, además, la evaluación costo-beneficio identificando los gastos que se requieren para la inversión de dicho plan de mejoras, justificando los beneficios que este conlleva. No obstante, con la implementación de estas estrategias se logrará que la productividad en el proceso aumente y que ambas partes tanto empleados como clientes queden satisfechos.

Descriptor: Productividad, calidad, mejora continua, procesos, paradas no programadas,

INTRODUCCIÓN

Las industrias manufactureras de cables son una de las principales fuentes de trabajo y desarrollo de los países, estas organizaciones se dedican a la transformación de materia prima en un producto terminado como lo es la empresa Interamericana de Cable S.A. la cual se encuentra ubicada en Sur América Venezuela; siendo Valencia la ciudad industrial de mayor influencia en el país, donde estableció sus operaciones. En dicha organización, es importante atacar diferentes problemas que ocurren regularmente en la actualidad planificando estrategias de mejoras en el proceso productivo que les permita asegurar el mejoramiento continuo de la calidad de su producto final.

Considerando que en la investigación de este proyecto se realizó un seguimiento continuo en el área Serie 8000, donde se observó la problemática existente, la cual queda evidenciada en los reportes diarios, donde se describe el desempeño de los procesos, eficiencia y eficacia, además de las causas que generan incidencias como lo es el desperdicio generado específicamente entre los meses de junio a agosto del año 2018, arrojando unos significativo porcentajes de desperdicio como lo es el 27% en el mes de junio, 31% en julio y 41% en agosto, es por esto, que se hace necesario realizar una serie de revisiones y estudios en esta área basado en análisis y mejoras continuas mediante el desarrollo permanente de un plan de mejoras.

El presente proyecto tiene como objetivo el desarrollo de un plan de mejoras para reducir desperdicio en el área serie 8000 para evitar retrabajo, paradas no programadas y costos que no agregan valor a producto terminado. El estudio se desarrollara mediante una investigación de campo.

El trabajo se encuentra estructurado en cuatro capítulos como se describe a continuación:

Capítulo I; corresponde al planteamiento y formulación del problema, así como también el objetivo general y específico, la justificación de la investigación en la que

se especificara las razones por las cuales se realiza las investigación y los posibles aportes y por último los alcances que se esperan obtener.

Capítulo II; pertenece al marco teórico, los antecedentes de la investigación, las bases teóricas las cuáles serán las que respaldes os conocimientos descritos y la definición de términos.

Capítulo III; se describe el marco metodológico en el que se expone cada uno de los objetivos planteados en el proyecto, como lo es el tipo, diseño y nivel de la investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y las fases de la investigación.

Capítulo IV; en el desarrollo de esta fase se aplicaron diversas herramientas de ingeniería industrial, como lo son la metodología de la 5S, el mantenimiento productivo total (TPM), Lean Manufacturing y los diagramas de pareto e Ishikawa, donde se involucro a todo el personal del área S8000; finalmente se señalaron las conclusiones y recomendaciones, de acuerdo a los resultados obtenidos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

A consecuencia de la revolución industrial las empresas manufactureras trabajan en función de la modernización de sus procesos productivos a través de planificaciones estratégicas que les permita asegurar el mejoramiento continuo de la calidad de su producto final, utilizando herramientas que facilitan las labores en las plantas productivas, buscando las mejoras en los procesos de la empresa para ocupar posiciones competitivas en el mercado mundial. Teniendo en la mira siempre la reducción de los desperdicios en cuanto a tiempo, espacio útil, recorrido y material; todo esto con el fin de reducir costos y aumentar la productividad.

Considerándose que en el siglo XX se ha tenido lugar a los mayores adelantos tecnológicos que en los siglos anteriores, se observa que muchos de estos desarrollos han dado por resultado lo que hoy día se conoce como la automatización de la producción que ha traído nuevos enfoques de tecnología y ha permitido comprobar la eficiencia de la implantación de industrias.

A raíz de esto se crearon grandes empresas aumentando la producción de mercaderías en menos tiempo, desarrollándose nuevas máquinas y tecnologías volcadas a la producción de bienes de consumo y servicios. Estas transformaciones tuvieron importantes consecuencias a nivel mundial como lo es el avance de las industrias, entre estas tenemos las empresas manufactureras de cables, las cuales transforman la materia prima a través de diferentes procedimientos metalúrgicos, hasta obtener un producto terminado.

Es de resaltar, que las industrias de alambres y cables, son un pilar fundamental en la economía de cualquier país; prácticamente todos los sectores dependen de dichos productos alámbricos ya que transmiten energía eléctrica, datos eléctricos o fuerzas

mecánicas según los materiales de base, su forma y sus propiedades tecnológicas, por lo que las civilizaciones modernas no pueden prescindir de ellos.

En Latinoamérica existe una variedad de empresas manufactureras de cables enfocadas en distribuir energía eléctrica mediante la fabricación de cables de Cobre y Aluminio, suministrados bajo excelentes estándares de calidad contribuyendo al desarrollo de los países. No obstante, durante el proceso de manufactura del cable, suelen acontecer eventualidades no esperadas y traen como consecuencia un significativo costo de producción, pérdida de tiempo y porcentaje de desperdicios en la fabricación del cable, por lo que es importante atacar dichos problemas, para evitar este tipo de contingencias que perjudican el correcto proceso de las operaciones en estas industrias.

En este orden, Interamericana de cables S.A., es una empresa que fue fundada en el año 2011, está ubicada en Valencia, estado Carabobo, Venezuela, se encarga de la fabricación de cables de alta tecnología, en donde el cobre y el aluminio a través de sofisticados procesos de manufactura, se transforman en una gran variedad de cables para energía y telecomunicaciones. En la actualidad esta empresa se encuentra produciendo al 40% de su capacidad, ya que así logran cumplir con las exigencias solicitadas por sus usuarios.

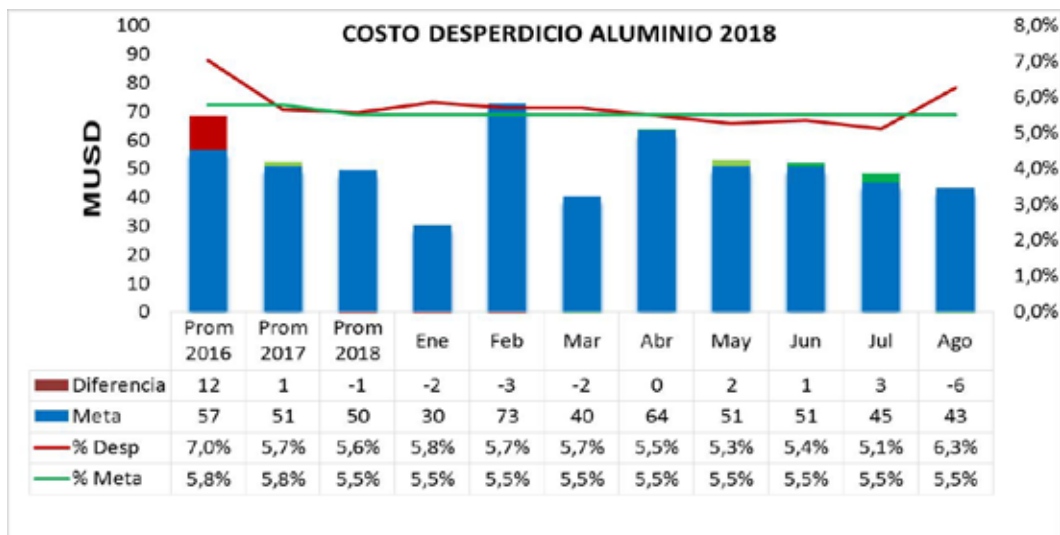
En particular, el proceso de manufactura del cable comienza cuando el aluminio o cobre es fundido y transformado en alambrón, luego pasa por el proceso de trefilado en el cual, intervienen muchas variables como lo son, la calidad del alambrón, el sistema de enfriamiento y las emulsiones en la lubricación, básicamente este proceso se encarga de reducir el diámetro del mismo para convertirlo en hilos que luego de ser embobinados o encestados pasan al proceso de cableado y seguidamente a la extrusionadora, donde ocurre el recubrimiento del cable para luego ser fraccionados en carretes de uso comercial como lo requiera el cliente.

Como se ha dicho, durante el procedimiento de elaboración del cable ocurren ciertas incidencias que hacen que el trabajo no transcurra con regularidad y no permiten que el proceso lleve una continuidad estable, ya que dentro de estos

entornos existen diferentes problemas causantes de estas situaciones no esperadas que ocasionan desperdicio no inherente en el proceso productivo del cable.

Debido a que se requiere saber el funcionamiento de las máquinas y la buena marcha de las operaciones, estos procedimientos son monitoreado por medio de reportes diarios de producción donde se especifican todos los sucesos que ocurren en las maquinas de trefilado, cableado y extrusión; cabe destacar que se observaron fallos que generan desperdicios y a su vez esto produce reproceso en el trabajo, pérdida de tiempo y de material, lo que simultáneamente refleja costos perdidos debido al procedimiento a seguir por dichos problemas.

De conformidad con el estudio realizado a la data correspondiente del trimestre (Junio- Julio- Agosto) del 2018 se presenta la siguiente situación alarmante, el desperdicio de material por roturas, en estos meses para todas las maquinas fue de 27% en el mes de junio, 31% en julio y 41% en agosto, generándose un costo de 120\$ por causa de las mismas, se debe agregar que el precio del aluminio por kilogramos es de 1,83\$ (Ver FiguraN°1).



FiguraN°1: Costo desperdicio de Aluminio

Fuente: Interamericana de Cables S.A.

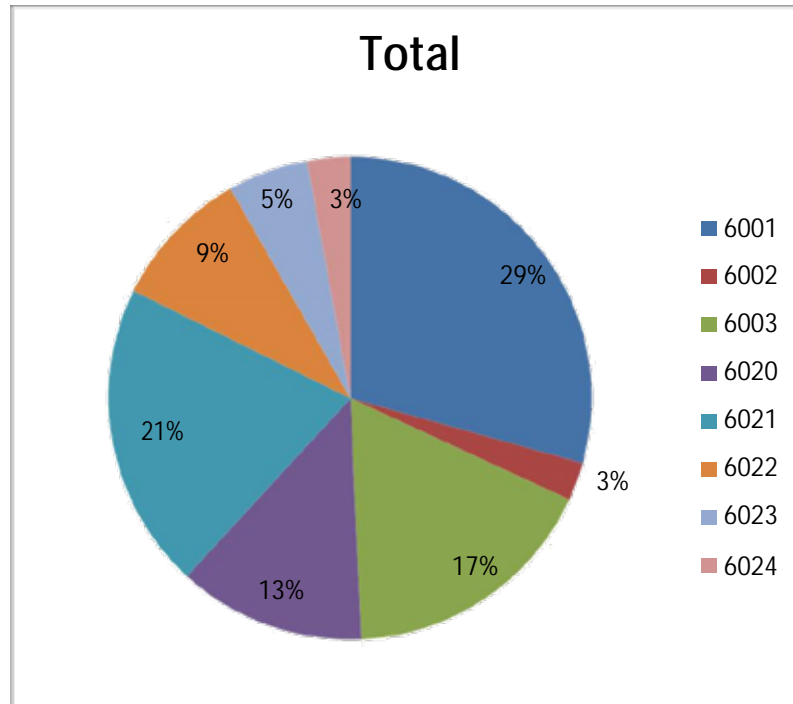


Gráfico N° 1: Número de roturas por máquinas Jun.-Agos.

Fuente: Fandiño, Montero (2018)

En el Grafico mostrado se observa que en el proceso productivo que involucra a las maquinas del área sucedieron 351 roturas, de las cuales la maquina 6001 ubicada en el área Serie 8000 posee el primer puesto con 103 roturas en total, lo que me genera desperdicio desde el principio de la elaboración del cable, específicamente en el proceso de trefilado.

1.2. Formulación del Problema

¿De qué manera se puede disminuir el desperdicio en los alambres de aluminio, en el proceso productivo en el área S8000, de la empresa Interamericana de cables S.A.?

1.3. Objetivos de la Investigación:

1.3.1. Objetivo General:

Proponer un plan de mejoras que permita disminuir el desperdicio en los alambres de aluminio para aumentar la eficiencia en el proceso productivo en el área S8000, de la empresa Interamericana de cables S.A.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Diagnosticar las condiciones actuales del proceso de producción del área de S8000 en la empresa interamericana de cables S.A.
- Identificar las causas que generan mayor desperdicio en los alambres de aluminio en el área de S8000.
- Diseñar estrategias de mejoras que permitan reducir el desperdicio en el área de S8000.
- Realizar un análisis Costo – beneficio del plan de mejoras efectuadas en el área de S8000.

1.4. Justificación de la Investigación:

Este proyecto debe su importancia a estrategias que conllevan a un área industrial a desarrollar sus factores de mejora productiva y disminución de errores, como es el caso del desperdicio y pérdida de tiempo causado por las roturas en los alambres de aluminio; además este factor traerá consigo múltiples ventajas que favorecen al proceso que está en desarrollo, como lo son el mejoramiento de la calidad, el mantenimiento preventivo y ambiente laboral, mayor aprovechamiento del tiempo, mejor desarrollo dentro del área de trabajo y aumento de la productividad en dicho proceso.

Por otro lado, la importancia de implementar un plan de mejoras radica en el hecho de impulsar a la organización a lograr disminuir un significativo porcentaje de desperdicio en los alambres de aluminio que permita reducir el costo que genera el material perdido causado por distintos factores, que además trae como consecuencia la disminución de la productividad en el proceso de fabricación del cable; De esta manera obtener un avance y una fluidez adecuada en él mismo, alcanzando la reducción de desperdicios de material, costo y tiempo. Además, este estudio, es un elemento clave para la evolución y avance industrial ya que, puede tomarse en cuenta para otros procesos manufactureros de cables.

En otro orden de ideas, el desarrollo global de este proyecto posibilita ejercer los roles aprendidos como estudiante de Ingeniería Industrial en la Universidad José

Antonio Páez, dentro de la gerencia productiva, pudiendo cumplir con los estatutos generales de estudios necesarios para obtener el título de Ingeniero Industrial, dejando a su vez el nombre de la Institución en alto. Por otro lado, este trabajo especial de grado también servirá como ficha de interés temático-referencial para aquellos futuros estudiantes y profesionales de la Universidad antes mencionada; así como de otras instituciones, y como guía para el personal de la empresa objeto de estudio; ya que contará con una herramienta práctica aplicable para el desarrollo productivo de los procesos.

1.5. Alcance:

El alcance de este estudio es proponer un plan de mejoras que permita disminuir los desperdicios por roturas en los alambres de aluminio y conjuntamente se desea lograr reducir la pérdida de tiempo y parada de producción causada por dichos incidentes, en el área de S8000 en la empresa Interamericana de cables S.A., planta ubicada en la Avenida Lisandro Alvarado, Sector La Florida, Valencia, estado Carabobo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Los fundamentos teóricos que respaldan esta investigación se basan en temas relacionados con los estudios de Ingeniería Industrial, que se reseñan de un conjunto de principios y bases teóricas con el propósito de orientar y facilitar el análisis, formulación y evaluación, para mejorar métodos de trabajos actuales.

2.1. Antecedentes de la investigación

Al realizar un trabajo de investigación, es importante tener referencias de otros proyectos hechos anteriormente ya que los mismo servirán de soporte y referencia para el desarrollo de esta investigación a su vez, permite la a comparación de opiniones entre distinto autores sobre el mismo tema para tener un punto de partida en el problema planteado.

Los trabajos de investigación que se presenta a continuación se utilizaran de referencia para este proyecto:

Santos M. (2015), en la Universidad de Guayaquil, presento una investigación titulada: **Diseño de un plan de mantenimiento para disminuir la demora por rompimientos de hilos de cobre en la Planta Electro Cables C.A. de la ciudad de Guayaquil.** Su principal objetivo fue disminuir perdidas las paradas de producción por rompimiento de hilos de cobre en los procesos de trefilado. La metodología utilizada es RCM, Reliability Centren Maintenance, que ofrece una amplia gama de tareas de mantenimiento implementadas en todo el proceso de traficación, que invita a hacer revisiones en diferentes periodos, dependiendo del equipo; las fichas tienen como propósito realizar seguimientos continuos con el fin de hacer cambios con anticipación ante cualquier evento improvisado. Como conclusión se diseñó un modelo de acuerdo a las características de la empresa, que cuenta con un sistema de información que lleva a tener detallado todos los trabajos que se realizan, incluyendo,

materiales, accesorios, repuestos, costos y gastos; adicionalmente se elaboró un programa preventivo a todo el equipo que conforma la máquina de trefilado de hilos de cobre, ejecutando rutas de inspección.

Entre los principales aportes de esta investigación, se encuentra la metodología presentada por el autor para la reducción de desperdicio, paradas de producción en el proceso productivo y factibilidad de su posible implementación, mediante el estudio de RCM (Reliability Centren Maintenance), que ofrece diferentes tareas de mantenimiento para el proceso, identificando las causas que generan tales paradas y pérdidas, mejorando esta problemática.

Por otra parte, Yamivi K (2015), en la Universidad de Carabobo, presento una investigación titulada: **Propuesta de un método de planificación basada en los principios construcción sin desperdicio, en la obra civil de tipo comercial “ Centro Integral Avelino”, ubicada en la ciudad de Valencia, Estado Carabobo.** Su principal objetivo Proponer un método de planificación en los procesos constructivos de la obra civil de tipo comercial basado en los principios de Construcción Sin Desperdicio. Se realizó el diagnóstico de la situación actual con el propósito de detectar las deficiencias presentes. Esta investigación tiene su justificación en la optimización de la planificación de obras civiles apoyada en la innovadora filosofía “Construcción sin desperdicio” desarrollada por Lauri Koskela en 1992, utilizando como herramienta de planificación el “Sistema del Ultimo planificador”. La misma se enmarcó en un diseño de campo, no experimental de tipo descriptivo así como la evaluación de dicha planificación.

La presente investigación trae como aporte, la metodología de eliminación de desperdicios Lean Construction está basado en la gestión de proyectos de construcción siguiendo los principios de la mejora continua de Lean Manufacturing, la cual es una propuesta de mejora diferente presentada que servirá de referencia para la reducción de desperdicios permitiendo a través de su aplicación y estudio identificar las causas raíces con el objetivo de proponer acciones correctivas en la investigación.

También, Peña W. (2013), expuso una investigación en la Universidad Politécnica Antonio José de Sucre titulado: **Plan de reducción de desperdicios de materia prima para mejorar la productividad de una empresa fabricante de revestimientos**. El presente trabajo tiene como objetivo proponer un plan para reducir el desperdicio en el proceso de fabricación de piezas de revestimiento de mármol y granito; la metodología estuvo basada en las estrategias de kaizen, con el fin de mejorar la utilización de la materia prima incentivando la participación del personal. Se aplicaron estrategias de mejoras factibles en el proceso productivo realizando el diagnóstico de dicho proceso, con el fin de identificar los puntos críticos y las causas que generan desperdicios; Además basado en la estrategia se establece el plan de acciones correctivas y preventivas que garanticen un mejor aprovechamiento de la materia prima. Finalmente se logró una reducción del nivel de desperdicio de 33,86% a 16,91%, lo que representa una reducción por encima del 100% en términos de desperdicio.

Esta investigación apoya el uso de estrategias de mejoras continuas, donde se reduce desperdicios y al mismo tiempo mejora la calidad del producto, ambiente de trabajo y eficiencia del sistema productivo.

Asimismo, Gil J. (2012), en la Universidad José Antonio Páez, mostro una investigación titulada: **Propuesta de un plan de mejoras para la disminución de los desperdicios generados en el proceso productivo de variables de filtros combinados en la empresa Cigarrera Bigott planta Valencia**. Su principal objetivo fue disminuir pérdidas en el producto terminado basándose en conceptos y técnicas relacionados con el mejoramiento continuo, desperdicio y el análisis de modos de efecto y fallas. Metodológicamente fue un estudio de carácter cuantitativo y el tipo de investigación proyecto factible, con el apoyo de un estudio de campo. Concluyendo que gracias a la aplicación de la herramienta de análisis de modo y efecto de fallas, en la realización del trabajo, obtuvo beneficios de gran utilidad para prevenir averías, disminuir o eliminar fallas de equipos al 3% en todas las fases del proceso y de esta manera reducir desperdicios.

El aporte del trabajo de grado expuesto, es importante ya que muestra cómo tratar el problema de desperdicio en un proceso productivo, a través de herramientas de mejora continua las cuales permiten detectar las fallas en los equipos que generan scrap; aportando de esta manera un estudio para analizar detalladamente el proceso, detectando las diferentes fallas para lograr atacar la problemática eficientemente.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Mantenimiento productivo total (TPM)

Juan J. (2013) El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una técnica de mejora que permite asegurar los recursos y confianza prevista de las operaciones, equipos, y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes. Esta técnica incorpora una serie de nuevos conceptos entre los cuales cabe destacar el mantenimiento autónomo, el cual es ejecutado por los propios operarios de producción, la participación activa de todos los empleados, desde los altos cargos hasta los operarios de planta. También agrega importancia a conceptos antes desarrollado como el mantenimiento preventivo y nuevas herramientas tales como el mantenimiento predictivo y el mantenimiento correctivo.

La metodología Surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción “Just in Time”, la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de desperdicios. Estas seis grandes pérdidas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos dando lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo en tres aspectos fundamentales: 1- Tiempos muertos o paro del sistema productivo. 2-Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos. 3- Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

2.2.1.1 Seis grandes pérdidas TPM

La mejora de la efectividad se obtiene eliminando las “Seis Grandes Pérdidas” que interfieren con las operaciones.

- 1) Fallos del equipo, que producen pérdidas de tiempo inesperadas. Se recomienda: Impedir el deterioro acelerado, hacer mantenimiento de condiciones básicas del equipo, adherirse a las condiciones correctas de operación, mejorar la calidad del mantenimiento' lograr que el trabajo de reparación sea algo más que una medida transitoria, corregir debilidades del diseño aprender lo máximo posible de cada avería.
- 2) Puesta a punto y ajustes de las máquinas que producen pérdidas de tiempo al iniciar una nueva operación u otra etapa de ella. Se recomienda: revisión de la precisión de montaje del equipo, plantillas y herramientas, promocionar la estandarización.
- 3) Marchas en vacío, esperas y detenciones menores durante la operación normal que producen pérdidas de tiempo, ya sea por la operación de detectores, buzones llenos, obstrucciones en las vías. Se recomienda: hacer una observación cuidadosa de los que está pasando, corregir defectos leves, determinar las condiciones óptimas.
- 4) Velocidad de operación reducida, que produce pérdidas de tiempo al no obtenerse la velocidad de diseño del proceso. Se recomienda aplicar las mismas acciones contra pérdidas de velocidad reducida que para eliminar averías, definir claramente la velocidad especificada (diseñada), establecer distintas velocidades para distintos productos, estudiar adecuadamente los problemas que surgen al operar la velocidad especificada.
- 5) Defectos en el proceso, que producen pérdidas de tiempo al tener que rehacer partes de él o reparar piezas defectuosas o completar actividades no terminadas. Se recomienda: no deducir precipitadamente conclusiones sobre las causas, asegurarse que las medidas correctivas tratan todas las causas consideradas, observe cuidadosamente las condiciones actuales revise la lista de factores causales revise y busque la causa de los efectos pequeños los cuales muchas veces se encuentran escondidos dentro de otros factores causales.

- 6) Pérdidas de tiempo propias de la puesta en marcha de un proceso nuevo, marcha blanca, periodo de prueba, etc. Se recomienda: observar cuidadosamente las condiciones al inicio de cada tanda de producción, evaluar la disponibilidad de herramientas, estabilidad del proceso, capacidad de los operadores, pruebas del producto entre otros.

Se debe subrayar que para evitar estas pérdidas es preciso realizar un análisis cuidadoso de cada una de estas causas de reducción de la productividad. Esto permite encontrar las soluciones para eliminarlas y los medios para implementar las medidas correctivas. Los objetivos del TPM son: cero caídas en producción (cero fallos), cero defectos y cero accidentes cuando este se ha logrado, el periodo de operaciones mejora, los costos se ven reducidos el inventario puede ser minimizado y en consecuencia la productividad se incrementa Para ello es importante que el análisis se haga en equipo tanto en producción como en mantenimiento.

2.2.1.2 Estructura del TPM



Figura 2. Estructura del TPM

Fuente: Espinoza, F. (2000)

Los cimientos de la estructura que sustenta el TPM son las 5S. Esta base ha de ser lo suficientemente sólida para poder desarrollar un Mantenimiento Productivo Total de forma efectiva (Ver figura N°2). Se denominan 5S, por el significado que tienen en japonés las cinco etapas de una metodología de mejora continua, extendida en todo el mundo. Estas cinco fases son las siguientes: Clasificación, Orden, Limpieza, Estandarización, Disciplina y Mantenimiento. Una vez implantada y bien asentada la metodología se procede a verificar el trabajo administrativo donde los encargados deben priorizar la información esta clase de actividades no involucra al equipo productivo, no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con menores costos, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Se debe considerar el Desarrollo y formación del personal hacerle sentir importante en el proceso productivo, el mismo ha de ser autosuficiente para analizar las diferentes causas de los problemas de producción, generando así la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo a las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos.

Mejoras enfocadas: son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto de maximizar la efectividad global de equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales e inter-funcionales que emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de cualquiera de la seis pérdidas existentes en la planta.

Mantenimiento autónomo: se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipamiento, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo, averías, etc. Con este conocimiento los operadores podrán comprender la importancia de la conservación de las condiciones de trabajo, la necesidad de realizar inspecciones preventivas, participar en el análisis de problemas y la realización de trabajos de mantenimiento liviano en una primera etapa, para luego asimilar acciones de mantenimiento más complejas.

Prevención del mantenimiento: son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costos de mantenimiento durante su explotación. Las técnicas de prevención del mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad y esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencias y reparaciones.

Mantenimiento planificado: el objetivo es el de eliminar los problemas del equipamiento a través de acciones de mejoras, prevención y predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención del conocimiento a partir de esos datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de esas actividades.

Mantenimiento de calidad: tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto. Frecuentemente se entiende que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final.

2.2.1.3 Metas del TPM

- Maximizar la eficacia de los equipos.
- Involucrar en el mismo a todos las personas y equipos que diseñan, usan o mantienen los equipos.
- Obtener un sistema de Mantenimiento Productivo para toda la vida del equipo.

- Involucrar a todos los empleados, desde los trabajadores a los directivos.
- Promover el TPM mediante motivación de grupos activos en la empresa.

El entorno económico que rodea a las empresas se hace cada vez más difícil y por tanto es necesaria la total eliminación de las pérdidas para su supervivencia.

Los requisitos de la calidad total de los productos son cada vez más estrictos, y no se permite la presencia de un solo producto defectuoso. Hoy en día se supone que la calidad en la totalidad de la entrega está asegurada. Por otro lado, para satisfacer las diversas necesidades de los clientes, se han tenido que establecer irremediamente como requisitos, la producción de lotes pequeños de varios tipos de productos y la reducción de los tiempos de producción es decir el TPM se ha reconocido como una necesidad para la supervivencia de las empresas en la reducción a cero de las 6 grandes pérdidas. (Ver figura N°3)

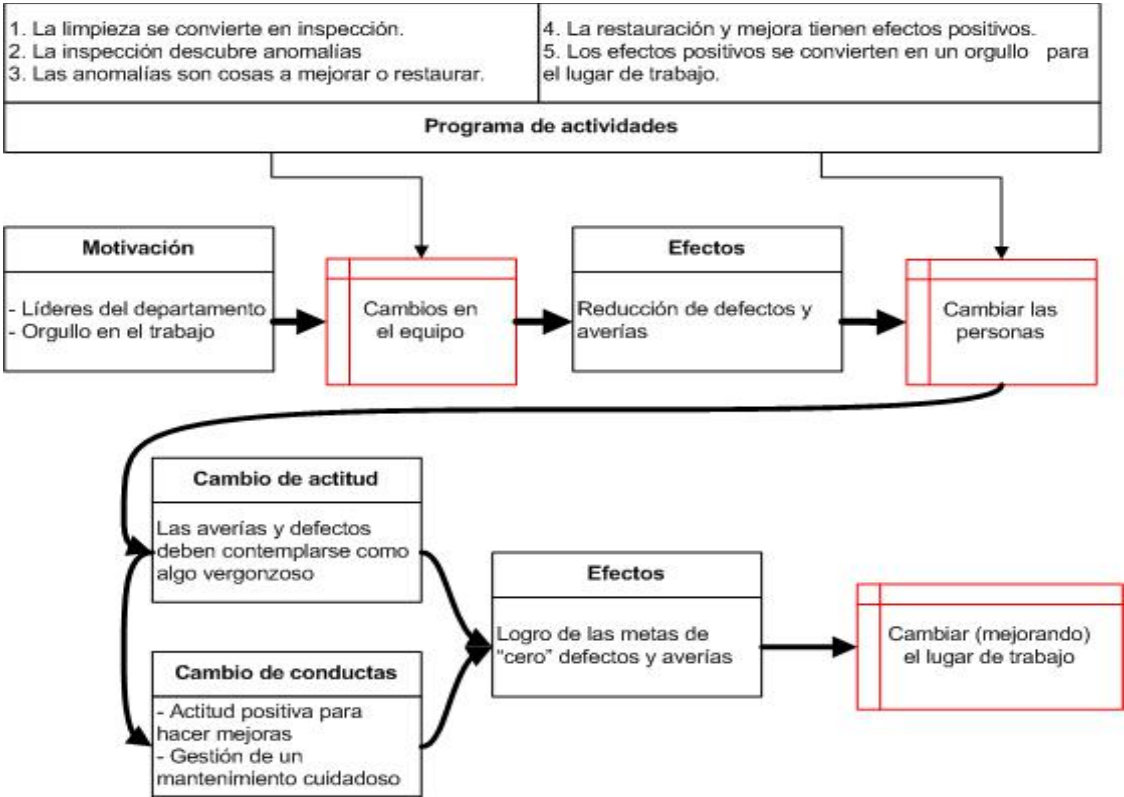


Figura 3. Guía para cumplir metas del TPM

Fuente: Izaguirre, J. (2018)

2.2.2 Estrategia 5'S

La metodología de las 5 "s" está evocada a entender, implantar y mantener un sistema de orden y limpieza en la organización. Los resultados obtenidos al aplicarlas se vinculan a una mejora continua de las condiciones de calidad, seguridad y medio ambiente.

Por otro lado Aguilar J, (2010). Explica que: Las 5s son cinco principios japoneses cuyos nombres comienzan por S y que van todos en la misma dirección: Conseguir una empresa limpia, ordenada y un grato ambiente de trabajo

- Seiri: Clasificar
- Seiton: Organización
- Seiso: Limpieza
- Seiketsu: Estandarizar
- Shitsuke: Disciplina

La efectividad de las 5 "s", es de óptimo rendimiento, la implementación de todas las reglas seguidas con seriedad, dan como resultado alta eficacia y eficiencia, con sólo tener la disposición de todos los involucrados. Los beneficios de la implantación de las 5 "s" se podrán notar en los niveles de productividad y calidad que se alcanzan dentro de la organización. Y su mantenimiento residirá en la disciplina y constancia que se tenga en la organización para la mejora continua de las actividades.

2.2.2.1 Seiri:

Consiste en saber ordenar por clases, tamaños, tipos, categorías e inclusive frecuencia de uso. ¿Qué? lo roto, lo que no usamos hace 6 meses, lo duplicado. En caso de que no se reconozca el artículo se coloca una etiqueta con fecha del día y se revisa periódicamente su uso.

Para clasificar es necesario emprender las siguientes acciones:

Identificar: Necesario, Frecuencia de uso

Separar: Innecesario, Adicional, Excesivo

Reducir: Poca rotación, Indispensable

2.2.2.2 Seiton:

Cada cosa debe tener un único, y exclusivo lugar donde debe encontrarse antes de su uso, y después de utilizarlo debe volver a él. Todo debe estar disponible y próximo en el lugar de uso. Tener lo que es necesario, en su justa cantidad, con la calidad requerida, y en el momento y lugar adecuado nos llevará a estas ventajas:

- Menor necesidad de controles de stock y producción.
- Facilita el transporte interno, el control de la producción y la ejecución del trabajo en el plazo previsto.
- Menor tiempo de búsqueda de aquello que nos hace falta.
- Evita la compra de materiales y componentes innecesarios y también de los daños a los materiales o productos almacenados.
- Aumenta el retorno de capital.
- Aumenta la productividad de las máquinas y personas.
- Provoca una mayor racionalización del trabajo, menor cansancio físico y mental, y mejor ambiente.

2.2.2.3 Seiso:

Significa desarrollar el hábito de observar y estar siempre pensando en el orden y la limpieza en el área de trabajo, de la maquinaria y herramientas que utilizamos. Si las persona no asumen este compromiso la limpieza nunca será real.

Toda persona deberá conocer la importancia de estar en un ambiente limpio. Cada trabajador de la empresa debe, antes y después de cada trabajo realizado, retirara cualquier tipo de suciedad generada.

Beneficios:

Un ambiente limpio proporciona calidad y seguridad, y además:

- 1) Mayor productividad de personas, máquinas y materiales, evitando hacer cosas dos veces.
- 2) Facilita la venta del producto.
- 3) Evita pérdidas y daños materiales y productos.

4) Es fundamental para la imagen interna y externa de la empresa.

Para conseguir que la limpieza sea un hábito tener en cuenta los siguientes puntos:

- 1) Todos deben limpiar utensilios y herramientas al terminar de usarlas y antes de guardarlos.
- 2) Las mesas, armarios y muebles deben estar limpios y en condiciones de uso.
- 3) No debe tirarse nada al suelo.
- 4) No existe ninguna excepción cuando se trata de limpieza. El objetivo no es impresionar a las visitas sino tener el ambiente ideal para trabajar a gusto y obtener la Calidad Total.

2.2.2.4. Seiketsu:

Es una forma empírica de distinguir una situación normal de una anormal, con normas visuales para todos y establece mecanismos de actuación para reconducir el problema.

Procedimiento

- Conocer los elementos a controlar.
- Establecer la diferencia entre la normalidad y anormalidad.
- Crear mecanismos que permitan el Control Visual.
- En caso de anormalidad indicar las acciones correctoras.

Cada empleado debe mantener como hábito la puesta en práctica de los procedimientos correctos. Sea cual sea la situación se debe tener en cuenta que para cada caso debe existir un procedimiento.

- Establezca procedimientos de operación.
- Prepare materiales didácticos.
- Enseñe, fundamentalmente, con su ejemplo.
- Utilice la técnica: "aprender haciendo".
- Facilite las condiciones para poner en práctica lo aprendido.

- Utilice los errores como fuente de información para educar.

2.2.3 Metodología Lean Manufacturing

Hernández, J. (2013) También llamado sistema de producción magro, y manufactura esbelta. Comparado con el sistema de producción tradicional, en lean se produce con menos de todo, menos esfuerzo humano en el lugar de trabajo, del espacio de fabricación (Celdas de producción), de horas de ingeniería. También requiere menos del Inventario general, y del inventario en mano (Control Kanban) En otras palabras con lean se fabrica con menos de todo. Lean da lugar a pocos defectos y produce una variedad mayor de productos y siempre cada vez mayor producción, elimina tareas que no agregan valor al producto. El objetivo primordial es minimizar el desperdicio, a través de la identificación de 7 características:

1. **Sobreproducción:** Producir artículos para los que no existen órdenes de producción; esto es producir producto antes de que el consumidor lo requiera, lo cual provoca que las partes sean almacenadas y se incrementa el inventario, así como el costo de mantenerlo. la sobreproducción es un desperdicio crítico porque no incita a la mejora ya que parece que todo funciona adecuadamente.
2. **Espera:** Los operadores esperan observando las máquinas trabajar o esperan por herramientas, partes, etcétera. Es aceptable que la máquina espere al operador, pero es inaceptable que el operador espere a la máquina o a la materia prima.
3. **Transporte:** El movimiento innecesario de algunas partes durante la producción es un desperdicio. Esto puede causar daños al producto o a la parte, lo cual crea un retrabajo.
4. **Procesamiento incorrecto:** No tener claro los requerimientos de los clientes causa que en la producción se hagan procesos innecesarios, los cuales agregan costos en lugar de valor al producto.
5. **Inventarios:** El exceso de materia prima, inventario en proceso o productos terminados causan largos tiempos de entrega, obsolescencia de productos, productos dañados, costo por transportación. almacenamiento y retrasos. También el inventario

oculta problemas tales como producción desnivelada, entregas retrasadas de los proveedores, defectos, tiempos caídos de los equipos y largos tiempos de set-up. Al mismo tiempo se necesita personal para cuidarlo, controlarlo y entregarlo cuando sea necesario.

6. **Movimiento innecesario:** Cualquier movimiento redundante hecho por el personal durante sus actividades, tales como mirar, buscar, acumular partes, herramientas, etcétera. Caminar también es un desperdicio.
7. **Productos defectuosos o retrabajos:** Producción de partes defectuosas.

Reparaciones o retrabajo, scrap, reemplazos en la producción e inspección significan manejo, tiempo y esfuerzo desperdiciado.

Los desperdicios representan una pérdida de dinero y recursos, la base de la filosofía lean es obtener las cosas que se requieren en el momento correcto, en las cantidades necesarias, al mínimo costo; y lo que persigue es la aplicación de procesos de cadenas de suministro, en otra palabras que el cliente marque el ritmo de producción y que los productos no sean empujados al final de la cadena de fabricación.

2.2.4 Concepto de productividad y calidad

2.2.4.1 La productividad: es “hacer las cosas correctamente, al menor costo posible, en el menor tiempo posible, con la mayor “calidad” posible y con el máximo nivel de satisfacción posible de los clientes y los empleados”. (Prokopenko, 1999). También se puede definir así: La productividad es la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. Es un el indicador de eficiencia.

Factores determinantes de la productividad y elementos que intervienen en la misma:

- Estudio de los ciclos y cargas de trabajo, así como su distribución.
- Correlación productividad- calidad.
- Alternativas de los apoyos de la producción a fin de mejorar la eficiencia.

- Estudio de la falta de eficiencia tanto proveniente de los paros técnicos como de los rechazos.
- Estudio de los materiales y obra en curso.
- Asesoramiento y participación.

2.2.4.2 Calidad: Henry Ford dice: "Calidad significa hacer lo correcto cuando nadie está mirando" "La calidad es una herramienta básica e importante para una propiedad inherente de cualquier cosa que permite que la misma sea comparada con cualquier otra de su misma especie. La calidad puede referirse a diferentes aspectos de la actividad de una organización: el producto o servicio, el proceso, la producción o sistema de prestación del servicio o bien, entenderse como una corriente de pensamiento que impregna toda la empresa. La palabra calidad tiene múltiples significados. De forma básica, se refiere al conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas.

2.2.5 Plan de mejoras

Un plan de mejora es un conjunto de medidas de cambio que se toman en una organización para mejorar su rendimiento. La mejora continua es crucial tanto para las personas como para las organizaciones, porque nada en esta vida es permanente. Siguiendo estos conceptos Robles, A. (2014), da como definición que el plan de mejoras a una manera de extensión histórica de uno de los principios de la gerencia científica, establecido por Frederick Taylor, que afirma que todo método de trabajo es susceptible de ser mejorado.

El plan de mejoras permite:

- Identificar las causas que provocan las debilidades detectadas.
- Identificar las acciones de mejora a aplicar.
- Analizar su viabilidad.
- Establecer prioridades en las líneas de actuación.
- Disponer de un plan de las acciones a desarrollar en un futuro y de un sistema de seguimiento y control de las mismas.

- Negociar la estrategia a seguir. Incrementar la eficacia y eficiencia de la gestión.

2.2.6 Diagrama de Pareto

Gomez, A. (2014) Es un diagrama que se utiliza para determinar el impacto, influencia o efecto que tienen determinados elementos sobre un aspecto. Consiste en un gráfico de barras similar al histograma que se conjuga con una ojiva o curva de tipo creciente y que representa en forma descendente el grado de importancia o peso que tienen los diferentes factores que afectan a un proceso, operación o resultado. Permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales), Para la correcta identificación de los “Pocos Vitales”, es necesario que los datos recolectados para elaborar el diagrama de Pareto estén en cantidad adecuada, sean verdaderos y en un periodo de tiempo determinado es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite asignar un orden de prioridades.

2.2.6.1 Construir un diagrama de Pareto

Paso 1: Identificar el Problema

Identificar el problema o área de mejora en la que se va a trabajar.

Paso 2: Identificar los factores

Elaborar una lista de los factores que pueden estar incidiendo en el problema, por ejemplo, tipos de fallas, características de comportamiento, tiempos de entrega. Paso

3: Definir el periodo de recolección

Establecer el periodo de tiempo dentro del cual se recolectaran los datos: días, semanas, meses.

Paso 4: recolección de datos

Buscar causas, frecuencia con la que ocurren las incidencias y ordenar datos de manera ascendente.

Paso 5: Calcular porcentajes

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

Porcentaje relativo = frecuencia de causa / total de las frecuencias

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

Paso 6: calcular el porcentaje acumulado

Calcular el porcentaje relativo acumulado, sumando en forma consecutiva los porcentajes de cada factor. Con esta información se señala el porcentaje de veces que se presenta el problema y que se eliminaría si se realizan acciones efectivas que supriman las causas principales del problema. Paso 7: Identificar los ejes

En el eje horizontal se anotan los factores de izquierda a derecha, en orden decreciente en cuanto a su frecuencia.

El eje vertical izquierdo se gradúa de forma tal que sirva para mostrar el número de datos observados (la frecuencia de cada factor),

El eje vertical derecho mostrara el porcentaje relativo acumulado. Es importante tener en cuenta, que el diagrama sea más bien cuadrado, es decir que la longitud del eje horizontal sea igual que la del vertical.

Paso 8: Dibujar las barras y graficar porcentaje

Trazar las barras o rectángulos correspondientes a los distintos factores. La altura de las barras representa el número de veces que se presentó el factor, se dibujan con la misma amplitud, unas tras otras. Colocar los puntos que representan el porcentaje relativo acumulado, tomando en cuenta la graduación de la barra vertical derecha; los puntos se colocan partiendo desde el origen y después en la posición que corresponde al extremo derecho de cada barra, y se traza una curva que una dichos puntos. En esta forma queda graficada la curva del porcentaje relativo.

2.2.7 Diagrama de Ishikawa

Lozada, H. (2010) El Diagrama de Ishikawa, es una de las herramientas graficas más eficaces y más utilizadas en acciones de mejoramiento y control de calidad en las organizaciones, ya que permite, de una forma sencilla, agrupar y visualizar las razones que han de estar en el origen de un cualquier problema o resultando que se

pretenda mejorar. Fue creado por el Gurú de la Calidad, el El Profesor Dr. Kaoru Ishikawa en el año 1953.

2.2.7.1 Ventajas

- Los diagramas permiten un análisis en profundidad, evitando así dejar de lado las posibles causas de una necesidad.
- La técnica es fácil de aplicar y crea una representación visual fácil de entender de causas, categorías de causas y necesidades.
- Utilizando el Ishikawa se podrá llamar la atención del grupo sobre la "situación en su conjunto" desde el punto de vista de las causas o factores que pueden tener un efecto en un problema/necesidad.

2.2.7.2 Desventajas

- La simplicidad de un diagrama de espina de pescado puede representar tanto una fuerza como una debilidad. Una debilidad, porque la simplicidad de este tipo de diagrama puede dificultar la representación de la naturaleza tan interdependiente de problemas y causas en situaciones muy complejas.
- A menos que no se disponga de un espacio suficientemente grande como para dibujar y desarrollar el diagrama, puede ocurrir que no se cuente con las condiciones necesarias para ahondar en las relaciones de causa-efecto como sería deseable.

2.2.7.3. Procedimiento para realizar Ishikawa

1. Elegir el aspecto de calidad que se quiere mejorar, lo cual se puede hacer con la ayuda de un Diagrama de Pareto, un histograma o alguna acción preventiva/correctiva que deba realizarse.
2. Escribir de manera clara y concreta el aspecto de calidad a la derecha del diagrama. Trazar una flecha ancha de izquierda a derecha, y decidir que tipo de DI se va a emplear (6M, Flujo o Estratificación).

3. Buscar todas las causas probables, lo más concretas posibles, que pueden afectar a la característica de calidad. Generalmente esto se hace a través de una lluvia de ideas.
4. Representar en el DI las ideas obtenidas y, analizando el diagrama, preguntarse si faltan algunas otras causas aún no consideradas.; si existen entonces agregarlas.
5. Decidir cuáles son las causas más importantes, a través de un consenso o votación, o bien si se tienen disponibles empleando datos.
6. Decidir sobre cuáles causas se va a actuar. Para ello se toma en consideración el punto anterior y lo factible que resulta corregir cada una de las causas.
7. Preparar un plan de acción para cada una de las causas a ser investigadas o corregidas.

2.3. Definición de términos básicos

Alambrón es comúnmente trefilado para producir alambres de diversas calidades y también para la fabricación de pernos y clavos.

Cobre: Elemento químico; es un metal de color pardo rojizo, brillante, dúctil, muy maleable, resistente a la corrosión y buen conductor de la electricidad y el calor; es el metal de más usos y se utiliza para la fabricación de cables, líneas de alta tensión, maquinaria eléctrica y en aleaciones, siendo las dos más importantes el latón, una aleación con cinc, y el bronce, una aleación con estaño.

Cable: Hilo metálico o conjunto de hilos que sirve como conductor.

Calidad Total: Incluye la satisfacción del cliente y se aplica tanto al producto como a la organización; teniendo como idea final la satisfacción del cliente, Por tanto, no sólo se pretende fabricar un producto con el objetivo de venderlo, sino que abarca otros aspectos tales como mejoras en las condiciones de trabajo y en la formación del personal.

Capacidad de producción: capacidad de producción teórica, muestra la máxima tasa de producción que puede obtenerse de un proceso, se mide en unidades de salida por unidad de tiempo.

Desperdicio: cosa o parte de ella que queda después de haberla utilizado o que se desperdicia por descuido.

Ishikawa: Término japonés para definir el diagrama de causa-efecto, diagrama de Grandal o diagrama causal, se trata de un diagrama que por su estructura lo llaman también: diagrama de espina de pez.

Parada no planificada: se dice de la parada de un flujo laboral (Proceso), desligado a la planificación, sino que se produjo por la avería de una actividad o falla, ya sea individual o colectiva.

Producción: Proceso por medio del cual se crean los bienes y servicios económicos. Es la actividad principal de cualquier sistema económico que está organizado precisamente para producir, distribuir y consumir los bienes y servicios necesarios para la satisfacción de las necesidades humanas.

Recubrimientos de un cable eléctrico: proporcionan a un **cable** eléctrico protecciones eléctricas o mecánicas. Los más importantes son: aislamiento, semiconductor, pantalla metálica, relleno, asiento, armadura y cubierta.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo se desarrollaran los aspectos metodológicos que se utilizaran para lograr los objetivos planteados. Inicialmente, se define el marco metodológico según el Manual de la Universidad Experimental Libertador UPEL (2016) como:

La metodología de la investigación que proporciona tanto al estudiante como a los profesionales una serie de herramientas teórico-prácticas para la solución de problemas mediante el método científico. Estos conocimientos representan una actividad de racionalización del entorno académico y profesional fomentando el desarrollo intelectual a través de la investigación sistemática de la realidad (p.69).

De manera que, el presente capítulo contemplara la metodología que enmarcara la naturaleza de la investigación a partir de la tipología, a través de la identificación del diseño de investigación, la población en estudio y las técnicas e instrumentos de recolección de información.

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación se elabora bajo la modalidad de proyecto factible, es considerada por Delgado de Smith (2008), en el cual cita a la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (1990),

Como una propuesta de un modelo operativo viable o una solución posible a un problema de tipo práctico para satisfacer las necesidades de organizaciones o grupos sociales. La propuesta debe tener apoyo, bien sea de la investigación de campo o una investigación de tipo documental y puede referirse a las políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El trabajo puede comprender sólo la formulación y demostración de factibilidad de un proyecto o incluir las etapas de ejecución y evaluación. (p.260).

De esta forma, la investigación se desarrolla bajo una modalidad de tipo proyecto factible para dar una solución viable al problema, de tal manera que puedan cumplirse los objetivos planteados y las técnicas propuestas en dicha investigación.

3.2. Diseño de la Investigación

Equivalentemente, el trabajo a realizar se desarrolla bajo una investigación de campo, la cual es definido por Arias (2006) como: “La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos primarios, sin manipular o controlar variable alguna.” También es definida según Sabino (2002), donde explica que este tiene como objeto “proporcionar un modelo de verificación que permita contrastar hechos con teorías, y su forma es la de una estrategia o plan general que determina las operaciones necesarias para hacerlo”.

Es por esto que para la elaboración de este trabajo de grado se toma como decisión que la investigación se desarrolle bajo un diseño de campo, ya que los datos para desarrollarla se van a tomar del personal que vive a diario la problemática, es decir, los trabajadores del área S8000. Igualmente, el trabajo a realizar se realiza bajo el contexto de una investigación de tipo documental, la cual se puede definir según Delgado, S. (2003:39), presenta el estudio de revisión documental como la búsqueda de: “identificar, especificar y seleccionar aquellas fuentes escritas que den luces al objeto de estudio de interés investigativo”.

3.3. Nivel de la investigación

La presente investigación es de tipo Descriptiva, la cual según Sabino (2000:62), es clasificada como: “los diagnósticos que realizan consultores y planificadores: ellos parten de una descripción organizada y lo más completa posible de una cierta situación, lo que luego le permite, en otra fase distinta al trabajo, trazar proyecciones u ofrecer recomendaciones específicas”.

De esta manera, el estudio a desarrollar pretende analizar y describir características significativas del proceso productivo del área de S8000, identificando las debilidades presentes, a través de los operadores y expertos (entrevista).

3.4. Población y Muestra

Según Sabino (2002), se establece en el caso de que nuestra población esté compuesta por un número relativamente alto de unidades será prácticamente imposible, por razones de tiempo y de costos, y porque no es en realidad imprescindible conservar cada una de las unidades que la componen. En vez de realizar esa fatigosa tarea se proceder a extraer una muestra de ese universo, o un conjunto de unidades, una porción del total, que represente la conducta de la población en su conjunto. Una muestra, en un sentido amplio, no es más que eso, una parte del todo que llamamos población y que sirve para representarlo.

En este sentido, la población se basa en toda el área S8000 del proceso productivo de la empresa interamericana de cable, ya que todos los miembros de la población tienen las mismas características, consideradas en el estudio, por lo tanto, para la evaluación se tomó en cuenta una muestra en el área serie 8000 donde se encuentran los equipos de trefilado, cableado y extrusión, igual a la población descrita anteriormente; basándose en un concepto de muestra Aleatoria, es decir, cuando se selecciona al azar y cada miembro tiene igual oportunidad de ser elegido; el cual lo define Sabino, C. (2002:88), como: “todos los integrantes de una población que pueden arrojar el mismo resultado tras el desarrollo investigativo, puede ser elegido de manera al azar”.

3.5. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Para Sabino, C. (2002:45), “las técnicas de recolección de datos son los medios que de manera organizada permiten la obtención de información mediante el acercamiento a los hechos, ambiente y demás aspectos relacionados con el problema”.

De acuerdo a lo anterior, en función de los objetivos de la presente investigación, donde se plantea la propuesta de un plan de mejoras bajo la modalidad de proyecto factible, se emplearan una serie de técnicas de recolección de información, orientadas de manera especial para alcanzar los fines propuestos. De esta manera, dada la naturaleza de del proyecto y acorde a los datos que se requieren se utilizan las

técnicas de investigación, las mismas permiten abordar y desarrollar los requisitos para el diagnóstico del estudio; entre las técnicas utilizadas se tienen las siguientes:

3.5.1. Observación Directa:

Según Tamayo (2001), “La técnica de observación directa es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger mediante su propia observación a través de esta se puede determinar las faltas en lo que respecta al desempeño de sus funciones, así como las causas que lo origina”.

Es decir, permite al analista ganar información de primera mano que no se podría obtener por otras técnicas y se adquiere información sobre la forma en que se efectúan las actividades en la empresa, este método es útil cuando se necesita definir el modo de llevar los procesos de control de las actividades que allí se realizan.

3.5.2. Entrevista no estructurada:

La Torre M (2007), asegura que:

La entrevista no estructurada, requiere menos tiempos de preparación, porque no necesita tener por anticipado las palabras precisas de las preguntas. Analizar las respuestas después de la entrevista lleva más tiempo que con la entrevista estructuradas. El mayor costo radica en la preparación, administración y análisis de las entrevistas estructuradas para preguntas cerradas. (p.26)

Las entrevistas serán aplicadas al personal que labora en el área S8000, en las maquinas trefiladora, cableado y extrusora, específicamente a los ingenieros de proceso, supervisores, técnicos y operadores, mediante reuniones de mantenimiento autónomo y durante la evolución de los procesos, para así lograr obtener información de gran importancia respecto a la situación actual y algunas propuestas de mejoras por parte del personal que labora en el área S8000.

3.5.3. Revisión documental:

Arias (2006), lo define como “un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales

o páginas electrónicas”. (p.27). Por medio de la recopilación documental se obtendrá información de datos a partir de documentos escritos o no escritos propios de la empresa, que contienen información que puede ser utilizada dentro de la investigación. Además, se va a realizar una entrevista no estructurada que va a ser respaldada por dicha revisión documental, verificándose a través de un estudio estadístico basado en la información suministrada por la empresa.

3.5.4. Revisión bibliográfica:

Gálvez A (2002), la define como procedimiento estructurado cuyo objetivo es la localización y recuperación de información relevante par un usuario que quiere dar respuesta a cualquier duda relacionada con su práctica, ya sea esta clínica, docente, investigadora o de gestión”. (p.34). Mediante esta técnica se elaborará una base teórica a cada una de las herramientas utilizadas en los objetivos, se revisaran trabajos de grado con problemáticas similares, así como también libros y páginas electrónicas.

3.5.5. Técnicas de análisis de datos

Para cumplir con cada fase se propone utilizar en la metodología, ciertas técnicas o herramientas que permitan elaborar modelos gráficos del sistema de estudio, establecidos en los datos obtenidos a través de las entrevistas, observaciones y documentación bibliográficas. Entre las técnicas de análisis de datos a aplicar se encuentra; el uso del Diagrama de Ishikawa y el Diagrama de Pareto, los cuales comprenden una relación causa efecto del problema planteado y las afecciones que puede contener el proceso evaluado.

3.6. Fases Metodológicas

Según Sabino, C. (2002:56), “toda labor de investigación requiere una metodología para desarrollarla, de manera tal que se pueda apreciar todas y cada una de los elementos que componen la acción investigativa”. Este trabajo trata precisamente de conocer, diagnosticar y definir cada uno de los elementos que conforman o constituyen en área de S8000 en la empresa interamericana de cables S.A., de Valencia Estado Carabobo, con el objetivo de reducir el desperdicio a través

del desarrollo de un plan de mejora. De esta forma, se estableció la siguiente metodología de trabajo:

Fase I. Diagnosticar las condiciones actuales del proceso de producción del área de S8000 en la empresa interamericana de cables S.A.

- Se realizará un estudio con el fin de conocer el proceso del área S8000 para poder identificar las fallas y consecuencias del problema.
- Se realizarán encuestas no estructuradas al personal que labora en el área S8000, para conocer su opinión, ampliar la información y obtener propuestas de mejora de su parte.
- Se realizará una revisión documental para cuantificar las pérdidas generadas en el trimestre (junio- Julio- agosto). Lo que permite hacer una relación porcentual de la pérdida de material producida en las máquinas trefiladora, cableado y extrusión.
- Finalmente se priorizarán las fallas encontradas en el proceso para lograr reducir las mismas.

Fase II. Identificar las causas que generan mayor desperdicio en los alambres de aluminio en el área de S8000.

- Se realizará una clasificación de las causas que generan las pérdidas de material producidas en el área S8000, a través del diagrama causa efecto.
- Se analizará cada causa, basado en el diagrama causa-efecto.
- Se hará una jerarquización de las fallas a través de la técnica del grupo nominal, para obtener y estudiar opciones de mejora a las más críticas del proceso.
- Finalmente se establecerá un resumen de oportunidades de mejoras a fin de corregir aquellas fallas que tienen mayor influencia en la pérdida de material de la línea dos.

Fase III. Diseñar estrategias de mejoras que permitan reducir el desperdicio en el área de S8000.

Luego de haber identificado las principales fallas del proceso y haber establecido las oportunidades de mejoras referentes a la reducción de scrap producidas durante el proceso operativo de las maquinas ubicadas en el área S8000, se procederá a plantear propuestas para cada una de ellas, mediante la aplicación de técnicas de ingeniería industrial.

Fase IV. Realizar un análisis Costo – beneficio del plan de mejoras efectuadas en el área de S8000.

En esta fase se debe tomar en consideración todos los costos operacionales, materiales y técnicos presentes en la propuesta elaborada, con la finalidad de compararlos con los beneficios tangibles e intangibles que esta genere; para luego representar gráficamente el tiempo de retorno de la inversión realizada, concluyendo así, si el proyecto es factible.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En este capítulo se desarrollaron las fases descritas previamente que sirven de basamento a la investigación, donde se tiene como objetivo la creación de un plan de mejoras que ayude a la reducción de desperdicio en los alambres de aluminio en el área S8000. Se presentan los resultados obtenidos en la investigación, estructurados en cuatro fases.

Fase I. Diagnosticar las condiciones actuales del proceso de producción del área de S8000 en la empresa interamericana de cables S.A.

4.1.1 Proceso del área S8000

El área serie 8000 está destinada a la producción manufacturera del cable de aluminio, en la empresa Interamericana de Cables S.A.; el proceso de manufactura comienza cuando la materia prima es fundida y transformada en alambrón, luego pasa al proceso de trefilado donde se disminuye el diámetro del mismo para convertirlos en hilos más finos ubicándolos seguidamente en cestas o bobinas para pasar a la cableadora y posteriormente a la extrusionadora, donde ocurre el recubrimiento del cable, finalmente son fraccionados en carretes de uso comercial como lo requiera el cliente. Por medio de la observación directa se identificó el proceso productivo y el funcionamiento de las maquinas detallado a continuación:

1.-Fundición:

El proceso productivo se inicia con la fusión del aluminio primario en forma de lingotes a través del horno de fusión. Una vez fundido el metal, se ajusta su composición química en el Horno de Retención (Basculantes) en función de la aleación requerida.

El metal líquido es luego desgasificado y filtrado antes de pasar a la Rueda de Colada, en la cual se solidifica en forma de barra trapezoidal, alimentando el laminador para obtener Alambrón en sus diferentes aleaciones y temple.

El Alambrón como producto semi-elaborado puede ser enrollado y empacado para la venta y/o utilizarse en el proceso de trefilado para la fabricación de conductores eléctricos.



Figura N° 4: Lingotes aluminio

Figura N° 5: Alambrón

Fuente: Interamericana de Cables S.A.

2.- Trefilado (Estiramiento):

Las maquinas 6001, 6002 y la 6003 son trefiladoras y estas se encarga de reducir el diámetro del alambrón para convertirlo en hilos, el trefilado propiamente dicho consiste en la deformación volumétrica en donde la sección transversal de un metal, partiendo de dicho alambrón de aluminio de diámetros de 8 a 9,5 mm se va reduciendo hasta obtener el diámetro y calibre deseado. Esta reducción de sección se logra al pasar el alambrón por una serie sucesivas de dados, donde paso a paso se va alargando el metal. Dependiendo de la longitud y el diámetro del alambrón a trabajar, varían las reducciones que se pueden llegar a obtener mediante este proceso como se muestra en la figura N° 6.

En el proceso, el material de trabajo se jala a través del dado siendo obvia la presencia de esfuerzos de tensión, además existe una compresión indirecta ya que el

metal se comprime a medida que pasa por la abertura del dado, alcanzando una reducción del diámetro del alambón desde 9,5 mm hasta 1,45mm. En otros tamaños más pequeños, se puede llegar a conseguir reducciones del 50%, y en otros alambres de hasta el 90% en pasadas sucesivas; además cuando se requiere, el alambre obtenido se somete a un tratamiento térmico de recocido para aliviar tensiones superficiales.

Durante el proceso se desarrollan incidencias en el momento de la puesta en marcha de la operación debido a que durante el procedimiento el alambón sufre roturas por un avance inadecuado que ocurre en algunas ocasiones hasta el momento de llegar a la máquina. Para ser más específicos, en esta etapa del proceso del cable, el alambre entra en la maquina con una capacidad de dos líneas de producción y 14 dados, la emulsión es enfriada mediante un intercambio de calor a través de una torre de enfriamiento, para luego pasar por la cámara de recocido y finalmente el producto que se obtiene es trasladado al tipo de empaque especificado ya sea bobinas o cestas para acceder a nuevo proceso.

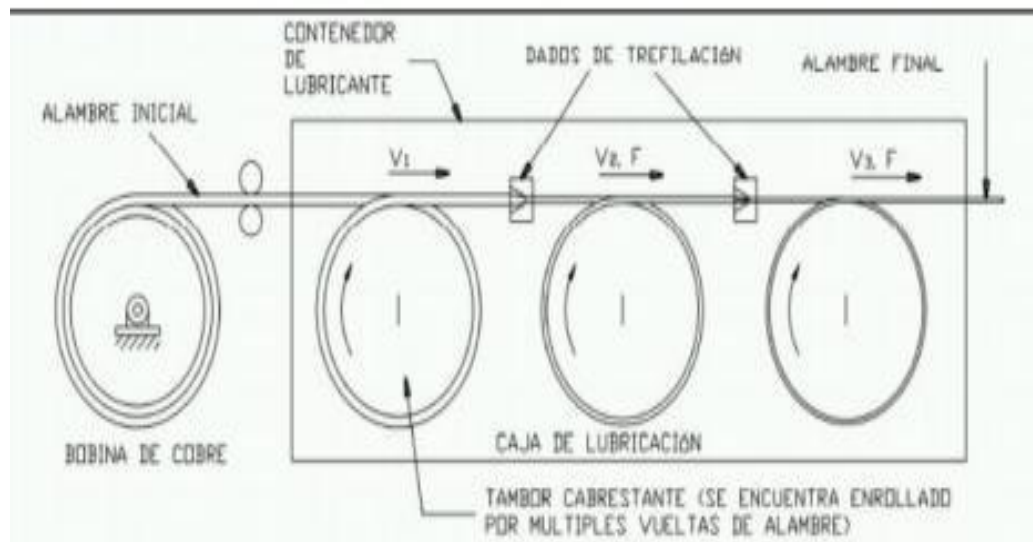


Figura N° 6: Proceso de trefilado

Fuente: Admad (2005)



Figura N°7: Líneas de Producción

Fuente: Interamericana de Cables S.A.



Figura N°8: Proceso de Recocido

Fuente: Interamericana de Cables S.A.

3.- Cableado:

El proceso consiste en la reunión de dos o más alambres. Esta tiene como objetivo dar al producto final un grado de flexibilidad y resistencia mecánica que le permita al usuario un manejo adecuado del cable, bien sea para su instalación o para su uso.

El número de alambres especificados según el calibre, se cablean para formar estructuras mecánicamente estables que dependiendo de los componentes permitan obtener cables semi-rígidos o flexibles según la aplicación deseada:

- **Semi - rígidos:** representan un 80% aproximado de la producción y son usados como conductores en líneas aéreas y cables aislados para instalaciones industriales, submarinas y domésticas.
- **Flexibles:** son aquellos conductores usados en la fabricación de cables para aparatos domésticos portátiles y cables de aplicaciones mineras, dragados, etc.

Para ser más específicos, el proceso reúne concéntricamente los alambres y exactamente están colocados en forma de hélice alrededor de un alambre central, formando una o más capas. El paso del cordón es la longitud que abarca una vuelta completa del alambre alrededor de su núcleo central. Esta distancia se mide paralelamente al eje del cordón y en los cables corrientes, las distintas capas de alambres que forman los cordones tienen pasos diferentes y a su vez están colocados en el cable en forma de hélice alrededor del alma. El propósito de este proceso es adquirir mayor flexibilidad en los conductores de gran calibre, lo cual hace más fácil su posterior utilización.

Para formar el cableado, se coloca en el área de las cargas el número de alambres y diámetro requerido, una vez cargada se procede a trenzar saliendo una construcción totalmente redonda de manera automatizada a través de las maquinas 6022-6023CableadoraRígidaque procesan en bobinas y los Bunchers Caballe 6020-6021, las cuales procesan en cesta.



Figura N°9: Maquina Cableadora

Fuente: Interamericana de Cables S.A.

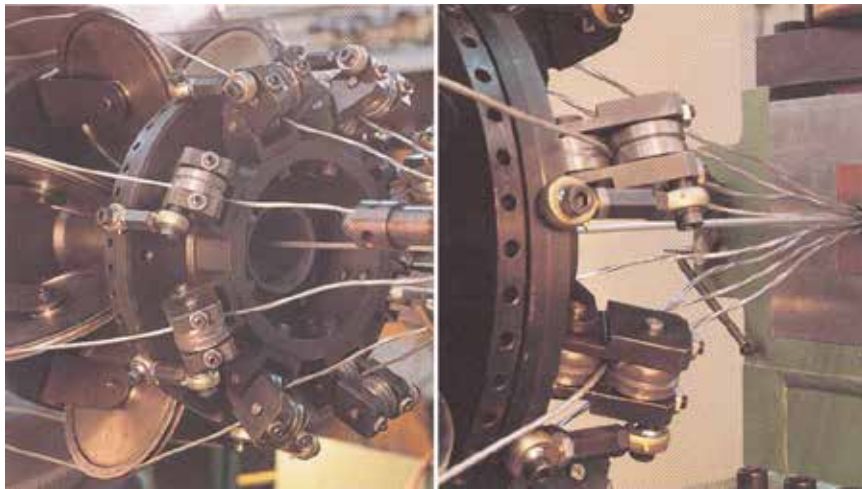


Figura N°10: Proceso de Cableado

Fuente: Interamericana de Cables S.A.

4.-Extrusionadora: Este proceso está dividido en tres fases, especificadas a continuación:

Proceso de Aislamiento: En esta fase se aplica al conductor mediante un proceso de extrusión, una capa de material dieléctrico para a) Evitar la fuga de electricidad confinando el campo eléctrico al seno del aislante y b) Proteger al usuario de

choques eléctricos. En el caso de cables de media tensión (5 kilovoltios en adelante), este proceso implica la aplicación simultánea de tres capas a saber:

- Semi-conductivo interno
- Aislamiento
- Semi-conductivo externo

Los tipos de aislamiento más comunes usados por ICV, son:

1. Termoestables: como EPR y XLPE de rangos térmicos:

90 °C en condición normal.

130 °C en condición de emergencia.

250 °C en condición de cortocircuito.

Además, en EPR está reconocido el rango térmico de 105 °C y los tipos de aislamientos libre de descargas y resistentes a la descarga.

2. Termoplásticos: como PVC y polietileno de rangos térmicos:

75 °C en condición normal.

95 °C en condición de emergencia.

150 °C en condición de cortocircuito.

3. Elastómeros termoplásticos de rango térmico 105 °C en condición normal.
4. Termoestables para altas temperaturas: con un grado de operación normal de 150 °C a 200 °C como la goma siliconica.
5. Termoplásticos: como el PVC de 105 °C para cables de instrumentación.
6. Termoplásticos especiales: con una alta resistencia mecánica para la protección de las fibras ópticas o no propagadoras de la llama y no halogenadas para cubiertas de cables instalados en bandejas.

Reunido: Las fases aisladas se cablean entre sí para formar estructuras desde 2 conductores hasta 127 conductores con elementos sencillos, caso típico de cables de potencia y control; en cables de instrumentación se efectúa una operación primaria de formación de pares, triples o cuadretes para posterior cableado de hasta 100 de esos

elementos en casos normales; en cables telefónicos la agrupación es por par con los que se forman unidades básicas de 10 o 25 pares para posterior cableado de grupos de 50 o 100 pares que permiten mediante cableado adicional, obtener cables hasta de 3000 pares.

Cubierta: Esta es la capa más externa del cable y puede ser de naturaleza metálica o no-metálica.

- Cubiertas metálicas: están constituidas por tubos de plomo y alambres o cintas de aluminio, acero galvanizado o bronce, aplicados en forma longitudinal, helicoidal o trenzados según el caso. Por regla general, sobre la cubierta metálica se aplica una cubierta adicional no metálica para la protección contra la corrosión de la capa subyacente.
- Cubiertas no-metálicas: son aplicadas por extrusión, pudiendo ser de: PVC, polietileno, TPE o termoplástico no halogenado: en el caso del PVC o TPE se usan formulaciones especiales para obtener compuestos con resistencia a la llama, a la luz solar y de baja emisión de humos.

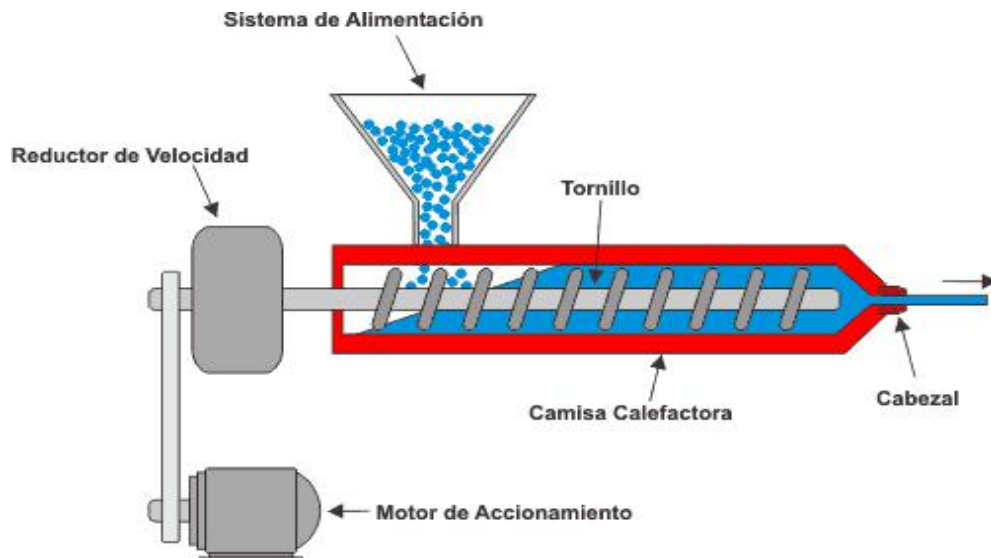


Figura N°11: Proceso de extrusión

Fuente: M. Beltrán (2011)

5.- Fraccionadora:

Las máquinas 6022 y 6023 son las que procesan esta operación, que consiste en fraccionar los cables de acuerdo al metraje requerido, el proceso se deriva del carrete madre que viene directamente de la extrusora donde se obtuvo el cable listo con su cubierta o chaqueta; seguidamente para continuar con el proceso se suministra la información requerida en el panel de control de acuerdo al metraje y la velocidad deseada para ser embobinados o fraccionados para uso comercial según especificaciones del cliente.



Figura N° 12: Proceso de Fraccionado **Figura N° 13:** Carrete embobinado

Fuente: Interamericana de Cables S.A.

4.1.2 Entrevista no estructuradas

Durante el desarrollo de esta fase, para determinar los factores problemáticos del área evaluada, se dividió el lugar por sectores en este caso los pasos descritos anteriormente, realizándose entrevistas no estructuradas donde los operadores con más de 12 años de experiencia en el área, detallaban la problemática existente, explicando las debilidades en el área, que hace que ocurran distintas fallas en el proceso; además para conseguir mayor información, se le realizó específicamente a tres trabajadores una entrevista formal, para obtener resultados más concretos como se muestra a continuación:

Tabla N° 1: Entrevista realizada en el área S8000 de la empresa Interamericana de Cables S.A.

¿Qué Cargo ocupa?	¿Por qué considera usted que existe desperdicio?	¿Qué aportaría usted para mejorar la problemática?
<p>Operador de la Maquina de Trefilado (Reinaldo Marín) 12 años de experiencia</p>	<p>Considero que ocurren muchas fallas en el proceso de trefilado porque el alambón viene mal embobinado o golpeado desde Fundición; esto trae como consecuencia que la maquina se detenga por causa de un enredo durante el proceso y es aquí donde ocurren paradas no programadas y suelen suceder rupturas en los hilos, lo que hace que exista mayor desperdicio de los alambres de aluminio.</p>	<p>Para mejorar dicha problemática recomiendo que exista mas supervisión, que se encarguen del estado físico del alambón antes que sea ingresado al proceso de trefilado; de esta forma se obtendrá menos fallas durante el proceso.</p>
<p>Ing. De Proceso (Lorena Monasterio) 5 años de experiencia</p>	<p>La causa del desperdicio radica de varias debilidades encontradas en el área, considero que el mayor problema es que no hay un programa de mantenimiento adecuado para tener en buen estado todas las maquinas del área S8000.</p>	<p>Para resolver específicamente el problema de mantenimiento, es necesario realizar un programa de mantenimiento que permita llevar una continuidad del mismo para evitar fallos durante el proceso por problemas de lubricación, suciedad, entre otras cosas.</p>
<p>Ing. De mantenimiento (Néstor Daboin) 8 años de experiencia</p>	<p>Dentro de la problemática existe la falta de mantenimiento por falta de capacitación del personal en área, lo que trae como consecuencia fallas que generan desperdicio durante el proceso. Esta falta es necesario atacarla, ya que no hay suficiente personal de mantenimiento que se encargue de toda el área.</p>	<p>Para darle solución a la problemática es necesario realizar programas de capacitación al personal del área, ya que de esta manera los operadores tendrán el conocimiento necesario para colaborar con el mantenimiento de las maquinas y de esta manera el personal de mantenimiento se ocupe del mantenimiento profundo de todas las maquinarias; obteniendo resultados eficaces y la gran disminución de desperdicio por causa del mantenimiento en toda el área</p>

Fuente: Fandiño, Montero (2018)

4.1.3 Revisión documental

Se inspeccionaron los reportes diarios de los meses (Junio- Julio- Agosto), con la finalidad de tener basamentos documentados. Lo que permite hacer una relación porcentual de la perdida de material producida en las máquinas de trefilado, cableado y extrusión como se muestra en las figuras N° 14, 15 y 16.

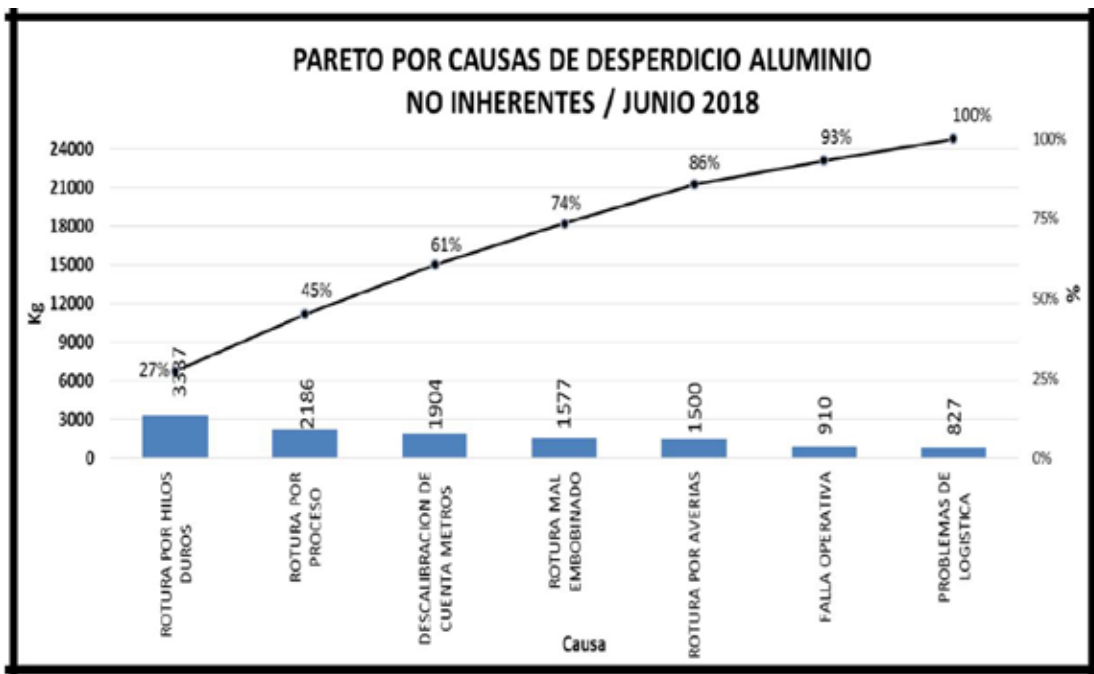


Figura N°14: Pareto por causa de desperdicio aluminio no inherente / Junio 2018

Fuente: Interamericana de Cables S.A.

Se observa cómo durante este mes la primera causa la encabeza las roturas por hilos duros con 3387 incidencia, donde existió un desperdicio de 3000kg de aluminio, estas cifras ingieren un costo en \$ para el mes de junio, que requieren intervención inmediata donde se determine una manera de evitar este tipo de contrariedades que acarrear gastos considerables en la organización. Las roturas por procesos siguen en la lista con 2186 incidencias y seguidamente ocurre una descalibración de la cuenta metros las cuales sucedieron 1904 veces en el mes, siendo esta una falla mecánica que debe ser verificada con el personal de mantenimiento.

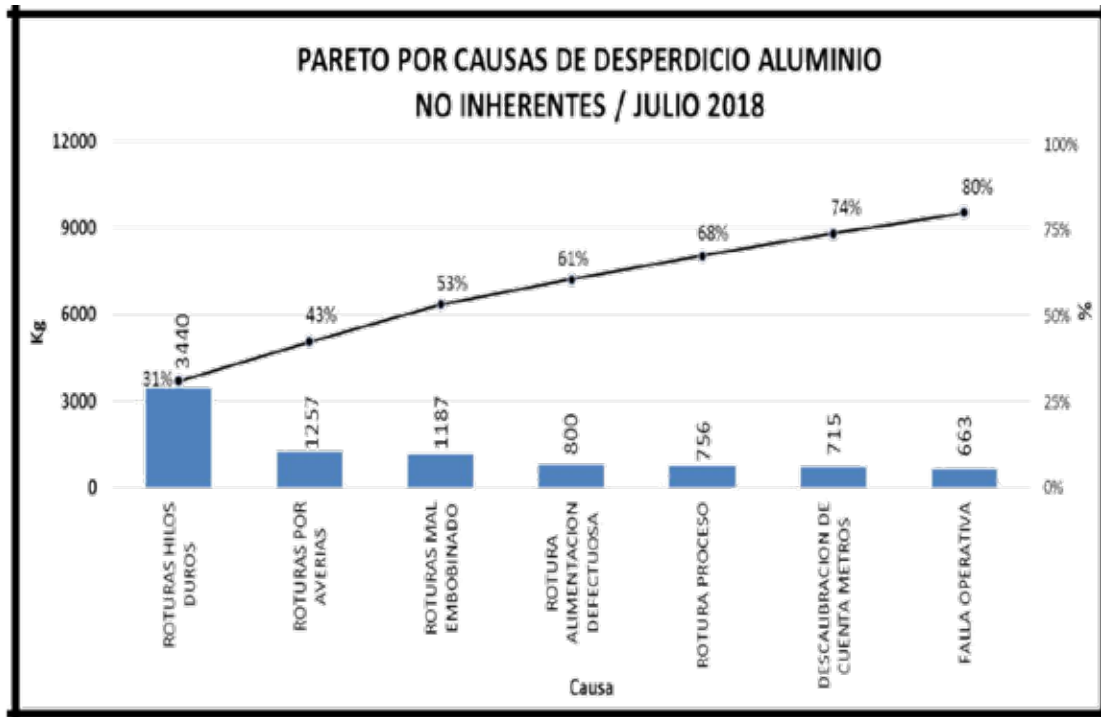


Figura N° 15: Pareto por causa de desperdicio aluminio no inherente/ Julio 2018

Fuente: Interamericana de Cables S.A.

Durante el mes de julio se detecto nuevamente que el problema con los hilos duros se posiciona en primer lugar, pero esta vez con un incremento de 53 incidencias mas esto nos indica que esta situación va aumentando, por lo que es de suma importancia atacar esta problemática, además como segunda causa se encuentran las roturas por averías las cuales ocurrieron 1257 veces, esto porque el mantenimiento preventivo no se realiza de acuerdo a las necesidades de la maquina y trae como consecuencias el deterioro de las mismas y por consiguiente falla durante el proceso; por último, se ubica en el tercer puesto las roturas por mal embobinado con 1187 veces, las cuales específicamente ocurren en la maquina trefiladora.

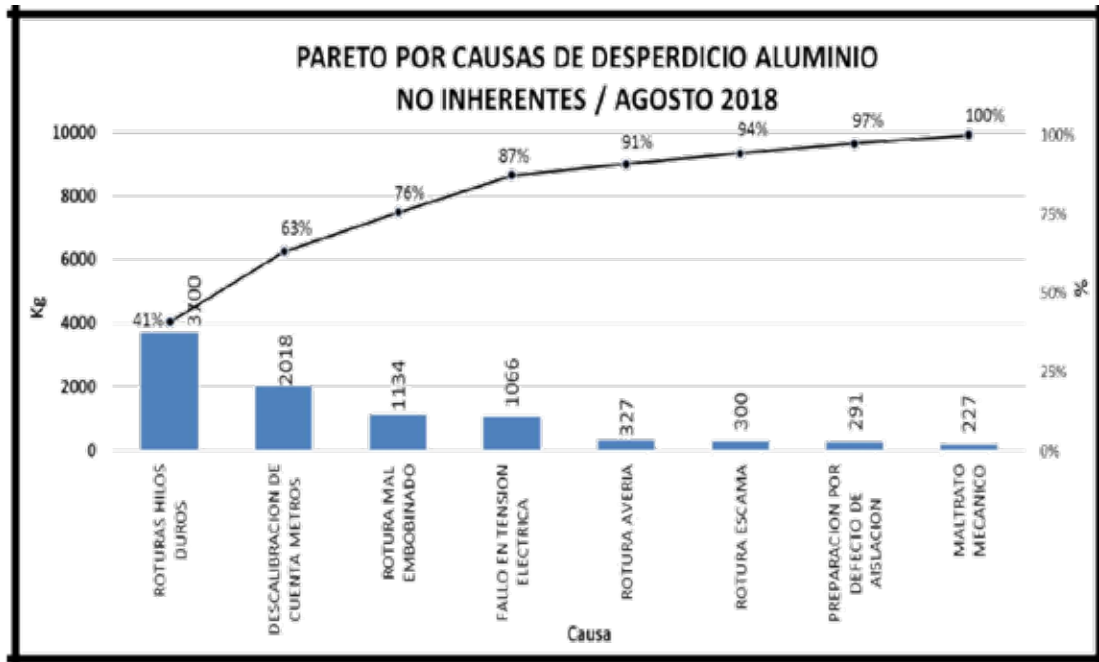


Figura N° 16: Pareto por causa de desperdicio aluminio no inherente/ Agos. 2018

Fuente: Interamericana de Cables S.A.

Esta grafica confirma como atreves de los meses la causa que genera más desperdicio es rotura por hilos duros donde durante el mes de agosto ocurrieron 3700 incidencias de este tipo, notándose que es la causa que se debe atacar en primer lugar, además durante el desarrollo de este, también ocurrieron otras problemáticas, donde se repitió descalibración de la cuenta metro en segundo lugar, el cual es generado principalmente porque la falla no fue solucionada de manera correcta.

4.1.4 Fallas encontradas en el proceso

Una vez identificadas las causas que generan desperdicio de modo general se detectaron cuáles son las más críticas explicadas a continuación:

- Roturas por hilos duro: son generadas por la rigidez que obtiene el material cuando su preparación no se aplica de manera correcta en su totalidad, esto hace referencia a un fallo en el alambón, siendo detectadas en la máquina de trefilado.

- Descalibración del cuenta metro: se refiere a una falla mecánica relacionada con operaciones inadecuadas en condiciones específicas, esto se debe a la mala relación entre los valores de una magnitud, que ocurre cuando el mantenimiento del equipo no es constante.
- Rotura por mal embobinado: estas se deben a que el alambón que viene de fundición esta golpeado, o están entrelazados un alambre con otro y hacen que en el proceso de trefilado ocurran paradas no programadas por enredo en el alambón.
- Roturas por averías: éstas están relacionadas con la falta de mantenimiento a los equipos, ya que ocurren por la avería de alguna pieza que sea parte del proceso, como lo es la parte él recocido en la trefiladora.
- Roturas por proceso: Las roturas por procesos son las fallas que no se le encuentra una razón en específico, ya que no es detectada por alguna de las causas explicadas, sino que ocurre en algún momento del proceso del cable.
- Rotura por escama: Estas se deben a la falta de lubricación, este rompimiento de superficie viene como resultado de la interrupción de lubricante entre el dado y el aluminio.
- Fallo en tensión eléctrica: las roturas por tensión ocurren cuando la fuerza de trefilado excede la fuerza de tensión del alambre. La reducción significativa en el área de rotura indica la gran elongación que sufrió; estas además pueden ser causadas por rozamientos o raspaduras, dados combinados, geometría impropia, finos excesivos, cruzamiento de líneas entre otros, y también pueden ser identificados fácilmente ya que se le forma al alambre un pequeño cráter en la fractura que se forma en la reducción significativa.

Fase II. Identificar las causas que generan mayor desperdicio de los alambres de aluminio del área S8000.

Luego de analizar por medio de los diagramas de pareto las causas principales que generan desperdicio no inherente en el proceso del área S8000, se identificarán, a

través de la observación directa realizada en las instalaciones del área, entrevistas con el personal involucrado en el proceso y la revisión documental, la clasificación de las fallas observadas, siendo representadas con la técnica de los 5 Por qué y el diagrama de causa-efecto, que enseguida serán analizados individualmente con respecto a cada falla.

4.2.1 Técnica de los 5 por qué, de las fallas encontradas en el área S8000.

La técnica de los 5 por qué se realizó para cada una de las causas de los defectos que se muestran en el diagrama de Causa – Efecto de las debilidades encontradas en el área S8000.

Causas	¿Por qué ha surgido el problema?	¿Por qué no funciona este mecanismo?	¿Por qué se generas faltas en el proceso?	¿Por qué la falla genera perdida de material?	¿Por qué no se ha mejorado la falla?
Descalibración del cuenta metro.	Los operadores no conocen bien el procedimiento.	Falta de capacitación del personal y falta de supervisión.	No existe mecanismo que logre indicar información efectivas para actualizar los conocimientos al personal.	Las maquinas no cuenta con la calibración adecuada constantemente.	No, lleva seguimiento de esta falla.
Roturas por averías, procesos escamas e hilos duros.	Problemas dentro del proceso por fallas de las maquinarias.	Falta de mantenimiento.	No, hay programa de mantenimiento continuo.	Por la falta de detección temprana de la falla que se genera.	No, se han realizado estudios requeridos para dar solución.
Rotura por mal embobinado.	Alambrón golpeado o maltratado en el traslado desde fundición.	Inspecciones de calidad inadecuadas.	No, existe la suficiente atención a la calidad del producto.	Existen, rompimiento de los hilos por causas de los enredos que son generados en el alambrón.	No han sido estudiadas y aplicadas metodologías de calidad de la materia prima.
Alimentación defectuosa.	Mal manejo de material al ser ingresado en el proceso.	Condiciones de trabajo inadecuadas.	No, hay condiciones adecuadas para desarrollo de la actividad.	Por posicionamiento inadecuado del carrete.	Falta de verificación al ingresar la materia prima.
Fallo en tensión eléctrica.	La fuerza del trefilado excede la fuerza de tensión del alambre.	Proceso no estandarizados.	No, toma tiempo para estandarizar los procesos.	Por la falta de verificación de los parámetros adecuados.	Falta de verificación en el panel de control, cada vez que es ingresado un nuevo alambrón.

Tabla N°2: Técnica de los 5 Por qué.

Fuente: Fandiño, Montero (2018)

A partir de la técnica de los 5 por qué, se puede realizar un análisis a través del diagrama de Ishikawa de las debilidades encontradas en el área S8000, que son las causantes de las diferentes fallas en el proceso generando así desperdicio de material.

4.2.2 Clasificación de las fallas encontradas mediante el diagrama Causa- efecto (Ishikawa).

A continuación, en la figura N°17, se muestra el diagrama causa-efecto donde se representa cada una de las fallas que causan desperdicio, encontradas en metodología, mano de obra, medio ambiente, materiales y maquinaria.

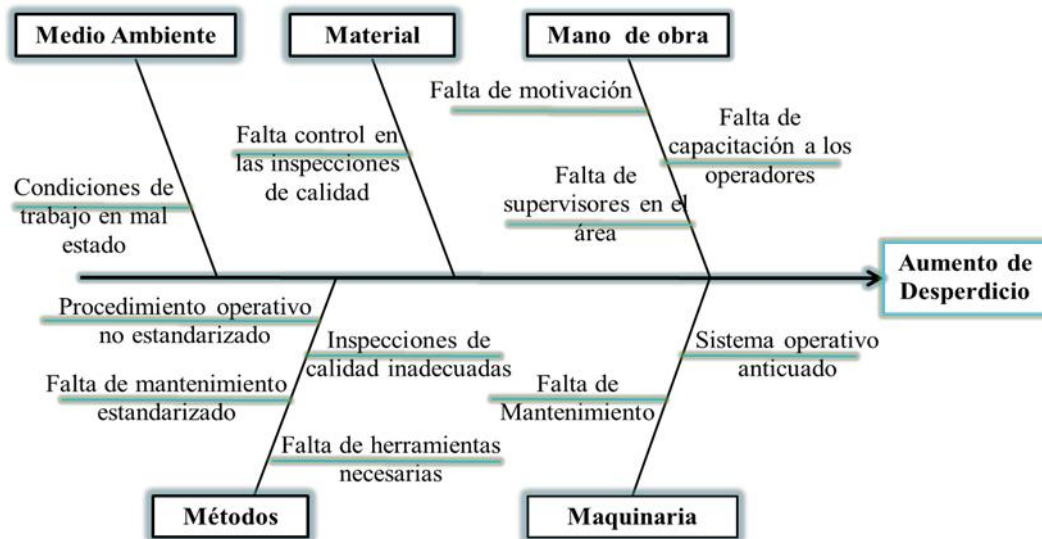


Figura N° 17: Diagrama de Ishikawa aplicado área S8000.

Fuente: Fandiño, Montero (2018).

4.2.3 Análisis de las fallas encontradas basados en el diagrama de Ishikawa.

ü Maquinaria

- **Falta de Mantenimiento:** Durante el proceso del cable en las diferentes maquinas, se presentan múltiples causas o eventos que provocan que un equipo no realice la función para la cual fue dispuesto, lo cual trae como consecuencia paradas no programadas, roturas en distintas partes del proceso y por ende el desperdicio de los alambres de aluminio, por la falta de planificación del mantenimiento de dichas maquinas.

- **Sistema operativo anticuado:** El sistema operativo manejado durante el proceso del cable, no cuenta con una metodología avanzada ya que algunos procesos de las distintas maquinarias son aproximadamente un 60% manuales, principalmente cuando ocurre una falla durante el mismo, el operador debe solucionar manualmente la problemática ocurrida, ya que no existe un sistema completamente automatizado.

Ü Métodos.

- **Procedimiento operativo no estandarizado:** en la organización no existe un proceso estandarizado para cumplir los objetivos y la planificación establecida durante el procedimiento; por cuestión de experiencia los operadores realizan el proceso operativo de la máquina para la continuidad de la producción, pero específicamente no existe una estandarización en los procesos.
- **Inspecciones de calidad inadecuadas:** A medida que avanza el proceso del cable, no se tiene un seguimiento constante de la calidad del producto; por lo tanto suelen ocurrir roturas que generan desperdicio por causa de las fallas asociadas a la calidad de la materia prima introducida en cada proceso.
- **Falta de mantenimiento estandarizado y falta de herramientas necesarias:** Se ha podido observar que no se cuenta con un plan de mantenimiento para las maquinarias y equipos, en la medida que se requiere se va haciendo, por lo que en ocasiones por ejemplo en la máquina de trefilado los hilos salen con virutas por falta de mantenimiento y limpieza en el recocido, lo que ocasiona mala apariencia y retrabajos. Lo mismo ocurre con las herramientas, el personal no tiene la responsabilidad de cuidar y mantener en buen estado sus herramientas de trabajo, dejan continuamente objetos atravesados que obstaculizan el libre ejercicio de la actividad que se está ejecutando en ese momento, es decir el personal no posee una cultura laboral referente a la disciplina, limpieza e higiene.

Ü **Medio ambiente.**

- **Condiciones de trabajo en mal estado:** el área de trabajo en donde se desarrollan las operaciones no cuenta con las comodidades necesarias ya que su puesto de trabajo no cuenta con sillas ergonómica, dispensadores de agua cercanos, que les permita a los operadores, realizar sus actividades con completa comodidad, lo que no resulta favorable para la organización, ya que estos no cuentan con lugar agradable de trabajo y por ende las operaciones no son realizadas con el mayor empeño posible.

Ü **Material**

- **Falta de control en las inspecciones de calidad:** Los defectos más comunes que se presentan constantemente en el área S8000 son específicamente el alambrón golpeado o mal embobinado y virutas en las bobinas o cestas que se dirigen al proceso de cableado, a su vez esto causa roturas en el proceso que traen como consecuencia desperdicio de alambres de aluminio por el mal estado del material, causado por una mala inspección de calidad.

Ü **Mano de obra.**

- **Falta de supervisores y capacitación de los operadores:** Actualmente en la empresa no existe un mecanismo que permita formar a los trabajadores en todos los procedimientos operativos necesarios para ser transformado en un operador integral, capaz de ejecutar cualquier actividad durante el proceso de fabricación; de igual forma es obligatorio que esta formación se evalúe en forma práctica y teórica, ya que se requiere que conozcan bien sus actividades y sean demostrados a través de resultados obtenidos tanto teóricos como prácticos, para que a partir de esto se realice un plan de formación de acuerdo a las necesidades ausentes en el desarrollo de sus actividades.

Igualmente, esta falta está ligada con la desmotivación del personal, ya que no existe ninguna demostración de reconocimiento hacia ellos, por lo tanto, se pierde interés y sentido de pertenencia hacia la organización. Por otro lado,

existe la falta de supervisores en el área que esté en constante revisión a medida que transcurre el proceso en toda el área S8000 y facilite su ayuda y aporte en los procedimientos ejecutados.

4.2.4 Evaluación y jerarquización de las fallas encontradas a través de técnicas de grupo nominal realizada por el personal que forma parte del proceso productivo del área S8000.

Mediante la técnica de grupo nominal, se pudo consultar al personal involucrado en el proceso operativo del área S8000, acerca de la priorización de las causas más críticas encontradas durante el estudio, indicándole a cada participante que evaluaran las fallas entradas del uno (1) al seis (6), siendo el número uno un problema con menor impacto y el número siete el problema con mayor impacto en el proceso de fabricación del cable. A continuación, se muestran los resultados en la tabla N°1 anexa a continuación:

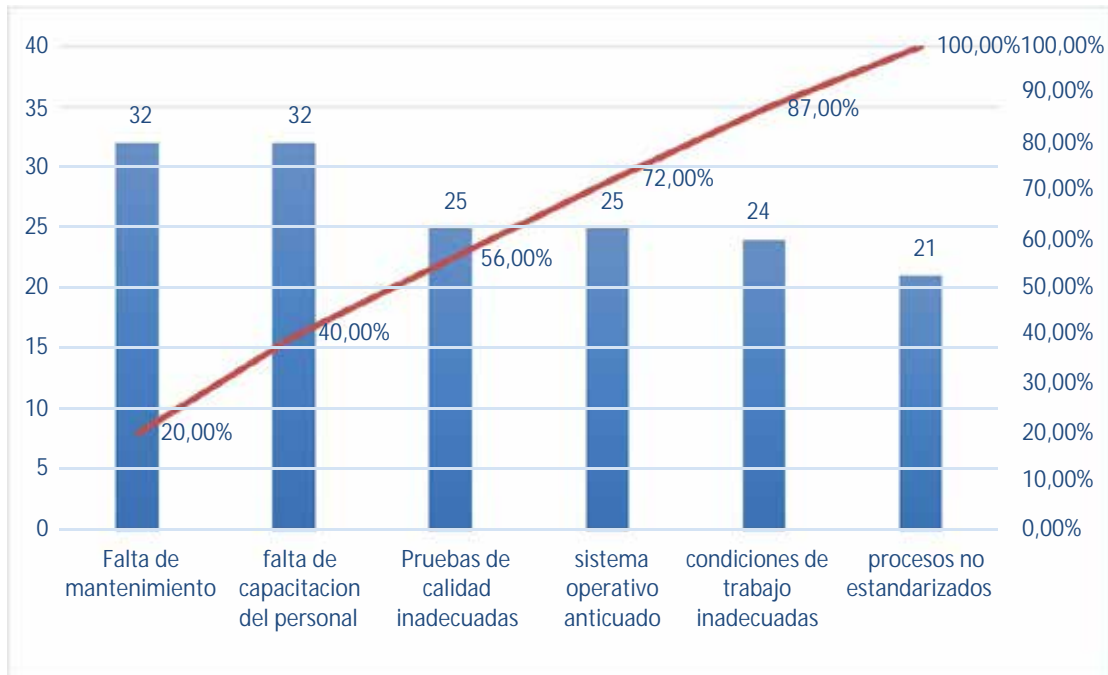
Tabla N°3: Jerarquización de las causas que generan desperdicio en el área S8000.

Causa	Ing. De proceso	Supervisor	Operador de trefilado	Operador de cableado	Operador de extrusión	Ayudantes	Frecuencia	%	% Acumulado
Falta de mantenimiento	6	5	5	6	3	5	30	24%	24%
Procesos no estandarizados	3	4	1	1	4	3	16	13%	37%
Pruebas de Calidad inadecuadas	5	2	6	3	1	2	19	15%	52%
Falta de formación y capacitación del personal	4	6	3	4	6	4	27	21%	73%
Sistema operativo anticuado	1	1	2	2	5	1	12	10%	83%
Condiciones de trabajo inadecuadas	2	3	4	5	2	6	22	17%	100%
TOTAL							126	100%	

Fuente: Fandiño, Montero (2018).

Luego de jerarquizar las causas que generan desperdicio en el área S8000 halladas durante el estudio (ver figura N°17), se realizó el diagrama de pareto a fin de enfocar las propuestas hacia un objetivo prioritario en común.

Gráfico N°2: jerarquización grafica de cada una de las causas encontradas en el proceso.



Fuente: Fandiño, Montero (2018)

En el gráfico mostrado, se observa que el 80% de las causas encontradas en el proceso pertenecen a la falta de mantenimiento, la falta de formación y capacitación del personal, las pruebas de calidad y el sistema operativo anticuado, adicionalmente existe un 20% debido a las condiciones de trabajo inadecuadas y los procesos no estandarizados.

4.2.5. Resumen de oportunidades de mejoras encontradas.

Después de haber realizado el estudio de las principales causas que generan desperdicio y haberlas jerarquizado, se analizó cada una de las causas con los operadores e ingenieros para luego, mediante una tormenta de ideas, aportar oportunidades de mejoras y crear un plan de acción que permita resolver las fallas

presentes en la entrada y salida del proceso. A continuación, se muestra la tabla N° 3 un resumen de las oportunidades de mejora presentes.

Tabla N°4: Oportunidades de mejoras en el área S8000.

Debilidades	Oportunidades de mejora en el proceso
Falta de mantenimiento	Realizar una planificación de mantenimiento a través de las estrategias del TPM.
Falta de formación y capacitación al personal	Estructurar cronogramas de capacitación al personal e involucrar a cada uno de los trabajadores escuchando sus aportes y necesidades; además establecer un periodo de tiempo para realizar charlas de seguridad, higiene, manejo de materiales, entre otros puntos, que funcionen para aumentar las buenas practicas en el lugar de trabajo.
Pruebas de calidad inadecuadas	Colocar un nuevo punto de control de calidad antes de que sean ingresados los materiales al proceso de trefilado principalmente, cableado, extrusión y fraccionado, para así minimizar los defectos en los mismos.
Condiciones de trabajo inadecuadas	Condicionar cada puesto del operador de forma adecuada, con estándares de orden y limpieza, de manera tal que puedan ejercer el trabajo de forma limpia y organizada, para el mejor funcionamiento del proceso.
Procesos no estandarizados	Realizar una planificación para la estandarización de cada uno de los procesos, adecuándolos al tiempo de producción de la maquina.

Fuente: Fandiño, Montero (2018).

Fase III. Diseñar estrategias de mejoras que permitan reducir el desperdicio en el área de S8000.

Luego de haber identificado las principales fallas del proceso y haber establecido las oportunidades de mejoras referentes a la reducción de scrap producidas durante el proceso operativo de las maquinas ubicadas en el área S8000, se procederá a plantear propuestas para cada una de ellas, mediante la aplicación de técnicas de ingeniería industrial.

4.3.1 Propuesta de modificar el formato del reporte diario

El proceso del llenado del formato se hace de manera arbitraria por cada uno de los operadores y esto genera confusión al momento de detectar cual es la falla real, con el propósito de establecer los nombres de las fallas que acontecen durante el proceso se decide hacer un cambio en el formato de reportes diarios; con esto se lograra evidenciar todos los acontecimientos que ocurran durante el proceso, estandarizando correctamente el formato, el cual tendrá: Descripción de las fallas continuas del proceso, cuadro de observaciones por cualquier eventualidad que no suceda con recurrencia, teniendo como función conocer al día la falla real en el momento oportuno, obteniendo así una alerta inmediata de dicho reporte, el cual será llenado por los operadores de turno al continuamente durante su jornada, y vaciado en el Excel por los supervisores, quienes dará alerta de las eventualidades ocurridas diariamente al departamento de mantenimiento, además se realizó una tabla con sucesos que suelen no estar identificados de manera correcta por los operadores para que no exista desorganización al momento de que estas sucedan y se explique de manera adecuada. Como se muestra en la tabla N°5.

Tabla N°5: Unificación de nombres de los tipos de fallas existente.

CÓDIGOS CON OBSERVACIONES	
PROCESO COD. 34	Cambio de bobina
	Capstan de Salida
	Enredo en encestador
	Estiramiento
	Repartidor
	Recocido
	Coiler tapado por escoria
	Dado nominal
	Enredo en el cepillo del devanado
	Halado cable completo
	Prueba bobina finca
	Rotura por calentamiento y llenado en el tanque de emulsión
ALIMENTACIÓN DEFECTUOSA COD. 35	Alambrón golpeado
	Reventó por enredo
	Centro hilo flojo
SOLDADURA COD. 36	Soldadura
AVERIAS COD. 37	Falla en cesta
	Falla en poleas aéreas
	Falla en cabrestante
	Falla variador
	Recocido
	Falla en la velocidad
	Falla en el colector B
	Falla en caliper
	Fleje dañado
	Falla en dancier
	Falla de cambio de bobina
AVERIAS COD. 37	Activación del sensor
ESCAMAS COD.39	Escamas
HILOS DUROS COD. 40	Hilos Duros
HILOS ROTOS COD. 41	Hilos Rotos
MAL EMOBINADO COD. 42	Espiras Cruzadas
	Bobina enredada

	Rotura en Centro
	Rotura en Cesta
	Enredo en alambrón
	Cable reparado

Fuente: Fandiño, Montero (2018).

Una vez realizado este cambio se detectará de manera oportuna el problema que presenta la máquina, disminuyendo así paradas no programadas en el área por fallas que no se corrigieron a tiempo además existirá una mejor comunicación entre los operadores y supervisores. (Ver anexo A)

4.3.2 Propuesta de mejoramiento de actividades de mantenimiento empleado las herramientas del 5'S

En el área S8000 se decidió poner en práctica el método de las 5S, esto con la finalidad de organizar el espacio de trabajo de manera eficaz, eliminar todas las herramientas que ya no se necesitan en el área o se encuentran en mal estado, mejorar el nivel de orden y limpieza, reducir condiciones inseguras, tener facilidad para ubicar el material o herramientas de trabajo, además de condicionar de forma adecuada el puesto de trabajo de cada uno de los trabajadores de manera tal que se obtenga la comodidad necesaria, para emplear bien el trabajo, específicamente cuando ocurre una falla en el proceso que deben ejecutar movimientos rápidos y efectivos para que dicha falla no sea tan perjudicial

1era S: Seiri (Clasificación)

En esta fase se les entregó un formato a los trabajadores en el cual colocaran cada herramienta que se encontraba en el área, si estaba en buenas o malas condiciones, si se utilizaba con frecuencia, poca frecuencia o nunca dentro del área S8000, no obstante a medida que se realiza el formato clasificándolas por su uso, serán colocadas en el lugar donde este la etiqueta a modo semáforo que las identifique, donde las de color verde son las de uso frecuente, las de color amarillo se usan cada

Con la elaboración de este formato se permitió clasificar los materiales de acuerdo a su uso, de esta forma se identificaron con las etiquetas de semáforo, también se establecieron las condiciones de cada artículo, la cantidad existente de cada uno de ellos y se separaron las herramientas que se encuentran dañadas, obteniendo así un mayor orden y limpieza en el área, de forma tal que las condiciones de trabajo estén adecuadas para la fluidez y buen desarrollo del proceso.

Tabla N°7: Plan de acción para la aplicación de la primera S.

PASO	TAREA	RESPONSABLES	TIEMPO
1	Realizar formato ubicando todas las herramientas encontradas en el área.	Operadores	7 días
2	Inventario físico de las herramientas por categoría y fechas.	Jefe del área	9 días
3	Inspeccionar y verificar la clasificación a modo semáforo.	Supervisor	5 días
4	Eliminar lo Innecesario.	Operadores	4 días
5	Crear caja de herramientas.	Operadores	5 días

Fuente: Fandiño, Montero (2018).

En la tabla N°7 se muestra el plan a seguir para la clasificación de las herramientas y descartar lo inservible en el área, realizándose esto durante 30 días. Así mismo, la aplicación de las acciones seiri preparara los lugares de manera tal que sea más seguros y productivos. El primer impacto directo está relacionado con la seguridad

dentro de los espacios de área S8000, ya que, al seguir los pasos adecuados, principalmente el llenando del formato de clasificación de las herramientas y seguidamente, realizar el inventario físico, siguiendo el plan de acción para su aplicación, se logrará eliminar la presencia de elementos innecesarios, obteniendo una visión completa de las áreas de trabajo y el funcionamiento de los equipos y maquinas.

2da S: Seiton (Organización)

Ordenar los elementos clasificados como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad, en otras palabras, cada cosa debe tener un único y exclusivo lugar donde debe encontrarse antes de su uso y después de utilizarlo debe volver a él. Seiton permite disponer de un sitio adecuado e identificado de acuerdo a la frecuencia a utilizar (rutinaria, poco frecuente, a futuro) para cada elemento utilizado en el área S8000.

La aplicación de esta S consiste en identificar el espacio con sus respectivos controles visuales y estas deben ser respetadas. La figura N°14 muestra los controles visuales que debe disponer el almacén de herramientas y, además, las dimensiones de estas etiquetas deben ser de 15X10 cm, ubicada en la parte delantera de la estantería, con el nombre de la herramienta y su código respectivo del inventario realizado.

Para la realización de esta etapa los operadores en conjunto con el equipo de mantenimiento deben señalar cuál es la incidencia más frecuente en la máquina que opera para clasificar el conjunto de herramientas necesarias que dan solución a los problemas más comunes; cabe destacar que esta actividad lleva un tiempo de una semana siguiendo estos sencillos pasos:

- 1) Determinar el problema frecuente.
- 2) Clasificar el conjunto de herramienta necesaria para la reparación de la incidencia. Como uso “Rutinario” aquellas que se utilizan en la mayoría de los problemas, “Poco uso” las que suelen usarse cada vez que pasan eventos

distintos a los comunes y las que no se usan, pero se encuentran en el almacén y se utilizarán en el “Futuro” para otro tipo de fallas.

- 3) Ubicar según la clasificación dispuesta en la estantería para tener mayor rapidez al ubicarlo.

Usando estas etiquetas se logrará que cualquier personal involucrado en el proceso productivo tenga acceso, rápido y oportuno a las herramientas para solucionar, mediante a sus capacidades cualquier dificultad que se le presente, reduciendo los tiempos en que existen paradas por fallas.



Figura N°18: Diseño de control visual para ubicar en el almacén de la empresa Interamericana de Cables.

Fuente: Fandiño, Montero (2018).

3era S: Seiso (Limpieza)

Con respecto a la 3ra S, se aplicará un plan donde se indique la frecuencia en que ocurre la limpieza y mantenimiento del área como se muestra en la tabla N°6 y a su vez una lista de seguimiento diario como se observa en la tabla N°7, la cual debe ser

llenada por los operadores y el personal de limpieza; además, simultáneamente esto debe ser controlado por el supervisor del área.

Con la correcta aplicación de estos métodos las actividades de limpieza y lubricación las cuales pueden generar fallos en el proceso ya que, existe desacuerdo entre los operadores e incomodidad cuando se realizan los cambios de turno, será eliminado porque ahora se tendrá un seguimiento que permita el cumplimiento adecuado de dicha labor, teniendo en cuenta que con el correcto funcionamiento de estas actividades se disminuye así pérdida de material por parte del mantenimiento del área y la lubricación de las maquinas.

Tabla N°8: Frecuencia de Limpieza y Mantenimiento.



Listado de frecuencia de lubricación y limpieza

Tarea	Lugar	Frecuencia
Limpieza	Pisos	1 vez al día
Limpieza	Alrededor de las Maquinas	2 veces al día
Limpieza	Pipotes de basura	2 veces al día
Lubricación	Maquina trefiladora	1 vez al día
Lubricación	Maquina cableadora	3 veces al día
Lubricación	Maquina extrusidora	1 vez al día

Fuente: Fandiño, Montero (2018).

Tabla N°9: Check list de lubricación y limpieza.



Check list de lubricación y limpieza


Tarea	Lugar	Estado	Realizado por:	Supervisor
Limpieza	Pisos	Excelente		
		Bueno		
		Malo		
Limpieza	Alrededor de las Maquinas	Excelente		
		Bueno		
		Malo		
Limpieza	Pipotes de basura	Excelente		
		Bueno		
		Malo		
Lubricación	Maquina trefiladora	Excelente		
		Bueno		
		Malo		
Lubricación	Maquina cableadora	Excelente		
		Bueno		
		Malo		
Lubricación	Maquina extrusidora	Excelente		
		Bueno		
		Malo		

Fuente: Fandiño, Montero (2018).

4ta S: Seiketsu (Estandarizar)

Es responsabilidad de los jefes y supervisores, las buenas prácticas de las S anteriores a través de recorridos o auditorias objetivas, además es importante verificar continuamente que sean utilizados los equipos de protección personal (EPP); se debe confirmar el cabal cumplimiento de estas S, para tener evidencia en fotos como se muestra en la tabla N°10 de un antes y un después, realizando un seguimiento de acciones correctivas cuando se encuentren debilidades dentro de la aplicación de los sistema y finalmente realizar gráficos comparativos de los estados antes de la aplicación de dichas estrategias.

Tabla N°10: Acciones de 5S realizadas.

		ACCIONES 5 S REALIZADAS
Acción:		Fecha:
Responsable		Lugar:
Problemática antes de comenzar la acción:		
<p>Fotografía Antes</p>		
Metodología Aplicada:		Fecha:
<p>Fotografía Después</p>		

Fuente: Fandiño, Montero (2018)

5ta S: Shitsuke (Disciplina)

Es necesario concientizar al personal del área a través de comunicados, dispuestos en las carteleras informativas en el área los días lunes sobre los beneficios que tiene el conocer el buen mantenimiento que involucra tanto a las maquinas como las herramientas que se utilizaran para atacar cualquier eventualidad que se presente durante la jornada laboral de manera efectiva y oportuna, todo con el fin de volverlo parte de su rutina e ir eliminando la resistencia al cambio. En el anexo A se muestra el contenido general de la aplicación de las 5s de modo evaluativo.

Las principales ventajas que se generaran al aplicar este método es que se lograría vincular a los operadores, el personal de mantenimiento y los jefes, con los problemas existentes en la planta y las técnicas más idóneas para solventarlo rápidamente,

reduciendo los costos de almacenamiento, inventario, material dañado y además se tendría un equipo de trabajo de alto desempeño, lo cual impulsa a la solidez de la organización y su confiabilidad.

4.3.3 Propuesta de inspección de calidad para el manejo de materiales aplicando Just in time (JIT)

Debido a que durante el diagnóstico del proceso se detectaron fallas de manejo de los materiales cuando se desplazaba desde fundición hasta el área S8000 se propone aplicar una de las herramientas del Lean manufacturing, la cual es el Just in time (JIT); con la aplicación de esta herramienta se desea lograr un buen manejo de materiales, al trasladar el alambrón desde fundición y además durante el resto del proceso del cable, realizando esta propuesta se va a realizar haciendo ajustes que brinden soluciones efectivas que permitan reducir así, el porcentaje de desperdicio en el área S8000, de la siguiente manera:

- Involucrar un cambio de modo en el proceso, condicionando los puestos de los trabajadores, basándose en la construcción de las aplicaciones de las herramientas de las 5S (Propuesta anterior).
- Afianzar la relación con los proveedores y clientes
- Aceptación del nuevo método, es decir contrarrestando la resistencia al cambio, lo cual se puede lograr mediante cursos de capacitación disciplinado a todo el personal.
- Realizarse cambios físicos del proceso de manejos de materiales, esto mediante la colocación de los alambrones en carretes de aluminio ver figura N°15.

Con el fin de mejorar el proceso productivo se propone además un nuevo punto de control de calidad antes de que salga el alambrón de fundición y cuando llegue a la maquina trefiladora, verificando de manera visual lo siguiente:

- ü **Antes de salir de fundición.**

1. El alambre tiene que tener condiciones necesarias en cuanto a resistencia y longitud.
2. Verificar la correcta disposición del alambre en los carretes.
3. No debe estar entrelazado entre sí.

Ü

Después de llegar a la maquina trefiladora.

4. No debe estar golpeado.
5. No debe tener virutas.



Figura N°19: Proceso de desplazamiento del material

Fuente: Fandiño, Montero (2018)

Los beneficios que traerá consigo la implementación de esta propuesta es principalmente la reducción de desperdicio, lo cual favorece el proceso continuo de la planta, sin pérdida de tiempo, evitando retrabajos y además pérdida de material.

4.3.4 Propuesta de un programa de mantenimiento a través de la estrategia del TPM.

Una vez consolidada la base que son las 5S, se tiene como objetivo por medio de un programa de mantenimiento total, eliminar las pérdidas de producción a consecuencia del estado de los equipos, manteniendo dichos equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de alta calidad, sin paradas no programadas. De esta manera, se obtendrá como resultado:

- Cero averías.
- Cero tiempos muertos.
- Cero defectos aplicables a un mal estado de los equipos.

Para lograr los resultados señalados se iniciará con las mejoras enfocadas, mantenimiento autónomo, prevención del mantenimiento y por último se implementará un programa de mantenimiento general donde se involucra a todo el personal del área, y se les adjudica responsabilidad a todos los supervisores del turno, de este modo se fomentará su compromiso para lograr mejoras a la continuidad de la producción ver tabla N°.12

Inicialmente nos colocaremos en el primer piso de la estructura del TPM con las **mejoras enfocadas**, por medio de actividades que se ejecutaran con la participación de distintas áreas de la planta. Se propone para llevar a cabo esta metodología escoger un equipo que lleve control, premie y destaque a cada uno de los empleados que aporte ideas a las mejoras continuas llegando a la causa raíz de los problemas. Actualmente dentro de la organización existe solo una persona que se encarga de atender a los trabajadores acerca de sus ideas de mejoras continuas y el mismo no es suficiente para lograr materializar todas las propuestas de los operadores.

Seguidamente cada operador tiene el compromiso de realizar **mantenimiento autónomo**, a ellos se les capacitará y se les guiará de acuerdo a su lugar de trabajo y sus responsabilidades mostrándole el correcto funcionamiento de las máquinas y como saber si ocurren ciertas fallas que pueden ser mejoradas o solucionadas por

Finalmente se ejecutará un **mantenimiento de calidad**, llevándose a cabo un control exhaustivo en los equipos que tienen directo impacto en las características de calidad del producto, esto se lograra realizando acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad tales como: Previendo defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para "cero defectos" y que estas se encuentra dentro de los estándares técnicos.

Además de observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a las situaciones de anormalidad potencial.

Tabla N° 12: Programa de mantenimiento general de la empresa Interamericana de Cables S.A.

Programa de mantenimiento general de la empresa Interamericana de Cables S.A.				
Fecha	Desde: / /	Hasta: / /	Turno:	
Encargado General:				
Actividad de Mantenimiento	Frecuencia	Responsable de la Actividad	Duración(Hrs.)	
Todas las áreas				
Chequeo y limpieza del área	Diario			
Chequeo y limpieza de las maquinas				
Transportación de los hilos				
Inspeccionar el deslizamiento de hilos	Diario			
Observar que el slambrón no este golpeado. Ni rayado	Diario			
Equipos				
Lubricación de las máquina	Diario			
Medir niveles de aceite de la caja de transmision chequear bandas	Semanal			
Observar estado de poleas que no tenga virutas	Semanal			
Observar estado de la bobina	Semanal			
Observar nivel de liquido en el tanque	Diario			
Lubricar puntos de salida del hilo de la máquina cableadora	Diario			

Fuente: Fandiño, Montero (2018)

4.3.5 Propuesta de un programa de capacitación de mantenimiento autónomo

El recurso más importante en cualquier organización lo forma el personal implicado en las actividades laborales. Esto conduce automáticamente a enfocar el tema de la capacitación como uno de los elementos vertebrales para mantener, modificar o cambiar las actitudes y comportamientos de las personas dentro de las organizaciones. En tal sentido se plantea el presente Plan de Capacitación que tendrá una duración de 10 semanas en el área S8000 del mantenimiento autónomo, para entrenar al personal, de forma que se cumplan todos los objetivos planteados en la organización, de manera adecuada y correcta con los conocimientos necesarios para desenvolver en sus labores diarias correctamente; esta capacitación tendrá un alcance a todo el personal del área S8000 que trabaja en la empresa Interamericana de cables S.A.

Teniendo como objetivo para la organización:

- Preparar al personal para la ejecución eficiente de sus responsabilidades que asuman en sus puestos.
- Modificar actitudes para contribuir a crear un clima de trabajo satisfactorio e incrementar la motivación del trabajador.
- Proporcionar orientación e información relativa a los objetivos del mantenimiento autónomo.
- Proveer conocimientos y desarrollar habilidades que cubran los requerimientos de la maquina.
- Actualizar y ampliar los conocimientos requeridos en el área.

Se tiene como meta capacitar el 100% de los gerentes, supervisores y personal operativo, con una modalidad de formación, perfeccionamiento y complementación del tipo correctiva en niveles básico, intermedio y avanzado. Con una duración de 3

días por semana, en un tiempo estimado de 30 minutos. A continuación se muestra el programa de capacitación:

Tabla N°13: Plan estratégico de Capacitación del personal en el área S8000.

Meta: Capacitar al 100% Gerentes, supervisores y personal operativo.			
Modalidad	Formación: Se impartirá conocimientos básicos orientados a proporcionar una visión general y amplia del mantenimiento autónomo	Perfeccionamiento: Se propone completar, ampliar o desarrollar el nivel de conocimientos y experiencias, que tiene los operadores.	Complementación se reforzar la formación del operador que maneja solo parte de los conocimientos o habilidades demandados por su puesto y requiere alcanzar el nivel que este exige
Tipo	Correctiva está orientada a solucionar "problemas de desempeño". En tal sentido, su fuente original de información es la Evaluación de Desempeño realizada normal mente en la empresa determinar cuáles son factibles de solución a través de acciones de capacitación.		
Nivel	Básico: proporcionar información, conocimientos y habilidades esenciales requeridos para el desempeño en la ocupación del mantenimiento autónomo.	Intermedio: profundizar conocimientos y experiencias en una ocupación determinada, es decir en la maquina en la que ellos laboran	Avanzado: Su objeto es preparar cuadros ocupacionales para el desempeño de tareas de mayor exigencia y responsabilidad dentro del área S8000

Fuente: Fandiño, Montero (2018)

Los temas de capacitación de mantenimiento autónomo son los siguientes:

Nivel básico:

- Conocimiento general del mantenimiento autónomo
- Beneficios del mantenimiento autónomo

Nivel intermedio:

- Comprender la estructura y funcionamiento de equipo
- Desarrollar la capacidad de descubrir y mejorar anomalías del equipo

- Mejorar el funcionamiento del equipo de acuerdo a su cargo

Nivel avanzado:

- Desarrollo de habilidades para reparar el equipo.
- Estandarizar las actividades de mantenimiento autónomo.

Es importante mencionar la forma en cómo se llevará a cabo esta capacitación (ver figura N°20), además los recursos a emplear, el presupuesto de dicho entrenamiento, que será financiado con ingresos propios presupuestados de la institución y finalmente el cronograma de actividades establecido para el cumplimiento de dicha capacitación como se muestra en las tablas N° 14, 15 y 16.

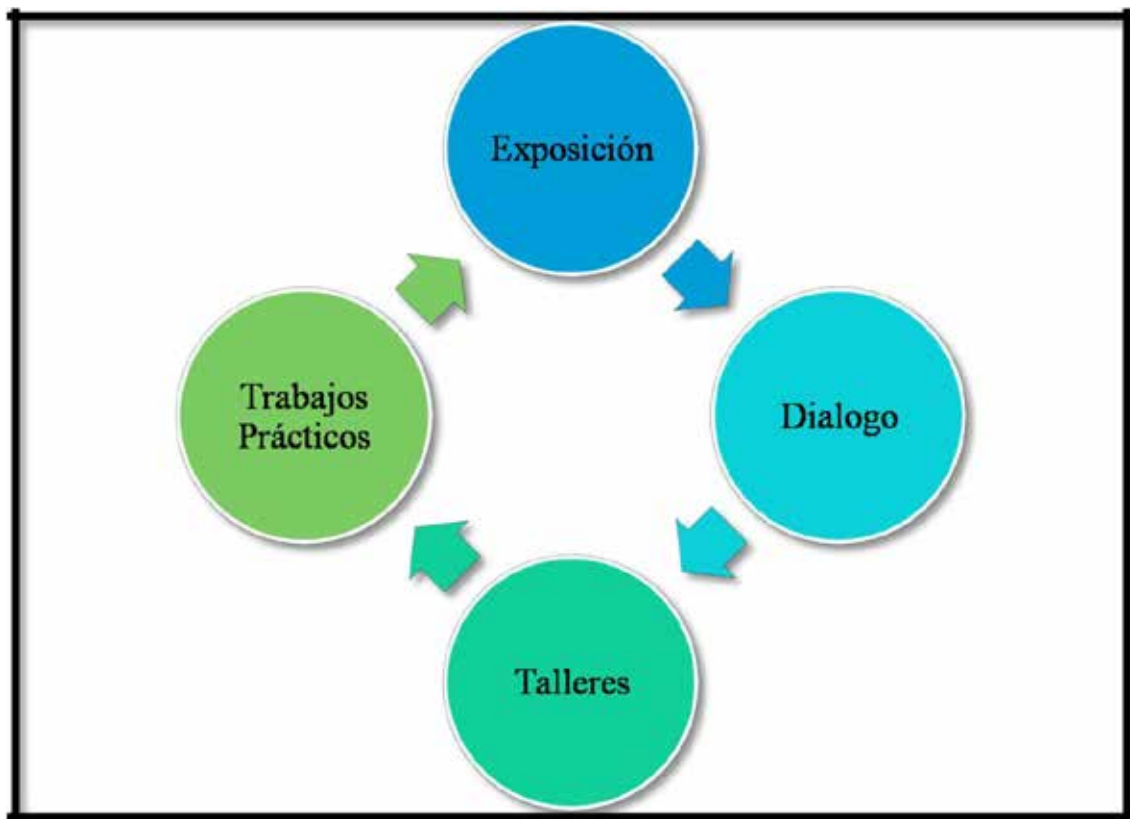


Figura N°20: Acciones a desarrollar en el programa de capacitación.

Fuente: Fandiño, Montero (2018).

Tabla N°14: Recursos humanos y materiales del programa de capacitación.

Humano	
Facilitadores y expositores	Ing. Mecánico Ing. Industrial
Participante	Operadores Supervisores Gerentes
Materiales	
Infraestructura	Ambiente adecuado dentro de las empresa
Mobiliarios, equipo y otros	Carpetas, mesas de trabajo, pizarras, lapiceros, hojas, papel bond, marcadores, equipo multimedia, ventilación adecuada.
Documentos técnicos	Certificados, encuestas de evaluación, material de estudio, etc.

Fuente: Fandiño, Montero (2018).

Tabla N°15: Presupuesto del Programa de capacitación.

Descripción	Cantidad/ Unid.	Costo Unitario	Costo Total
Honorario del expositor	2 facilitadores	10000	20000
Lapicero	10 unid.	600	6000
Hojas A4	1 resma	2000	2000
Papel bond	3 docenas	200	600
Marcadores de colores	1 paquete	1500	1500
Impresiones y copias	90	150	13500
Carpetas	5	300	1500
Refrigerios	40	2500	192500
Certificados	30	1700	127500
Total de presupuesto:			365100 Bs. S
			\$507

Fuente: Fandiño, Montero (2018)

Tabla N°16: Cronograma de actividades a desarrollar en el programa de capacitación.

Actividades a desarrollar	Semanas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Conferencia: Conocimiento generales del mantenimiento autónomo	■									
Seminario: Beneficio del mantenimiento autónomo		■								
Taller: Culminación del 1er nivel			■							
Seminario: Comprender la estructura y funcionamiento de equipos				■						
Curso: Desarrollar la capacidad de descubrir y mejorar anomalías del equipo					■					
Curso: Mejorar el funcionamiento del equipo de acuerdo a su cargo						■				
Evaluación: Culminación del 2do nivel							■			
Curso: desarrollo de habilidades para reparar el equipo								■		
Conferencia motivacional: Estandarización del mantenimiento autónomo									■	
Exposición y taller de todos lo aprendido en los niveles, entrega de certificados										■

Fuente: Fandiño, Montero (2018).

4.4 Fase IV Análisis costo- beneficio de las propuesta

La fase descrita a continuación evalúa económicamente las propuestas realizada anteriormente, valorándose los costos que se requiere para tal inversión y si esto puede justificarse con los benéficos que traerán.

Debido a la situación financiera en la que se encuentra la organización se quiere lograr con el menor costo posible soluciones eficaces, rápidas y que perduren en el

tiempo aprovechando así todos los recursos que se tiene, reinventándose y explotando la creatividad.

Propuesta de modificar el formato del reporte diario

Ajustando el formato para que los operadores puedan señalar la causa real de la falla, tiene un costo de 3060Bs. S y su representación en moneda extranjera es de 4,25\$ por la modificación que se va a realizar dentro de la estructura convencional del reporte, este costo es conocido a través de la tabla de tarifas mínimas sugeridas (2018) precios calculados en base a costos operativos de un freelancer para los servicios que presta un diseñador en la actualidad en nuestro país, el mismo viene en block de 100 hojas, y es impreso por proveedores externos.

Propuesta de mejoramiento de actividades de mantenimiento empleado las herramientas del 5'S

La metodología es aplicada dentro de la empresa, pero estas no se han logrado estandarizar, ya que no se ha destinado un grupo de trabajadores permanente por ello los costos en los que incurriría la propuesta seria:

- ü Capacitación del Personal destinado a ejercer y manejar los cargos adicionales de mejora continua, generando un costo de sueldo básico según normativas de pago del tabulador de sueldos y salarios mínimos para profesionales Colegio de Ingenieros de Venezuela efectivo 1° de diciembre de 2018 de 0-1 año de experiencia profesional de 18000bs.s lo que representa \$25 especificando que serán 4 trabajadores para su entrenamiento.
- ü Etiquetas de colores a modo semáforo con un costo de 3600bs.S/ \$5
- ü Controles visuales para el área del almacén, conociendo que deben colocarse tres, sugiere un costo equivalente de 3600bs.S/ \$5.

Ü Checklist de lubricación y limpieza, una hoja diaria, que sea llenado por el turno central al finalizar su jornada incurre un costo a la empresa de 2160Bs.S/ \$3 mensual.

Propuesta de inspección de calidad para el manejo de materiales aplicando Just in time (JIT)

El costo que se adiciona a esta propuesta es de la formación y capacitación de dos (2) trabajadores que se encargan de la inspección diaria de los materiales a lo largo del proceso, el cual tiene un valor de un sueldo básico que representa en Bs. S 4500 Y \$6,25, según lo que rige la ley a partir del 1° de diciembre del presente año esto específicamente durante un mes de entrenamiento.

Además, la compra de aproximadamente 5 carretes de aluminio para el traslado del alambroón, genera un costo de \$120 c/u, contando el costo de traslado hasta las instalaciones, el precio referencial se tomo de la página de internet mercado libre. Tomando en cuenta que al observar y obtener resultados positivos pueden ser comprados para una mayor fluidez en la productividad.

Propuesta de un programa de capacitación del mantenimiento autónomo

La capacitación del personal es una de las inversiones más fuertes con una representación monetaria en costo de \$507 dentro de las propuestas, ya que esta traerá beneficios permanentes dentro de la organización el tener buenas prácticas de las operaciones es un valor agregado invaluable.

Costos totales de las propuestas de mantenimiento planteadas

En la tabla anexa se muestra el costo requerido por cada una de las propuestas y su representación en Bs.S y en \$ esto debido a que la organización maneja su comercio en otras frontera pero aun posee proveedores dentro del área limítrofe, el valor del dólar que se manejo fue de un costo de 720Bs.S por cada dólar.

Tabla N° 17: Costo de implementación de las propuestas.

NRO.	PROPUESTA	ACTIVIDAD	COSTO BS.S	COSTO \$
1	Modificar el formato del reporte diario		3060	4,25
2	Mejoramiento de actividades de mantenimiento empleado las herramientas del 5'S	Capacitación del Personal	72000	100
		Etiquetas de colores	3600	5
		Controles visuales	3600	5
		Check list de lubricación y limpieza	2160	3
3	Inspección de calidad para el manejo de materiales aplicando Just in time (JIT)	Formación y capacitación de dos trabajadores que se encargan de la inspección diaria	4500	6,25
		5 carretes de aluminio	432000	600
4	Programa de capacitación del mantenimiento autónomo		365040	507
Total de costos:			885960	1230,5

Fuente: Fandiño, Montero (2018)

Debemos mencionar que todas estas propuestas se encuentran vinculadas, deben realizar todas para obtener los beneficios que se requiere.

Tabla N°18: Producción Mensual del área S8000 de la empresa Interamericana de Cables S.A.

Mes	2018								
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Kg Transferido	301.296	725.675	400.000	631.000	506.746	504.000	450.018	431.086	322.950
Kg Desperdicio	17.622	41.321	22.852	34.570	26.678	27.000	23.000	22.300	17.800
% Desp	5,8%	5,7%	5,7%	5,5%	5,3%	5,4%	5,1%	5,2%	5,5%
Costo Transferido MUSD	551	1.328	732	1.155	927	922	824	789	591
Total	32	76	42	63	49	49	42	41	33
Meta	30	73	40	64	51	51	45	43	33
Diferencia	-2	-3	-2	0	2	1	3	3	0

Fuente: Interamericana de Cables S.A.

Cálculos para la obtención de beneficios

Para el cálculo del ahorro se tomó en cuenta la cantidad de aluminio que se vuelve a reprocesar como se indica en la tabla N° 12 con el nombre de (Kg desperdicio), que se genera a consecuencia de la explicación expuesta en las fases anteriores. En la actualidad se pierde un 5,5 % de aluminio durante el proceso; con la puesta en marcha de las propuestas se logrará reducir a los parámetros permitidos en la empresa.

El costo de materia prima es de \$1,83 por cada kilogramo de aluminio. La producción mensual de cables es de aproximadamente 474,44 kg, lo que representa en \$ 868 por mes.

Es de este modo que se calcula el retorno de capital para conocer en qué tiempo se recurara la inversión

$$\text{Recuperación del capital} = \frac{\text{Costo (\$)}}{\text{Ahorro (\$)}} = \frac{1230,5}{868} = 1,41 \text{ meses}$$

Sin tomar en cuenta la inflación, el costo de la inversión de la propuesta se recuperaría en 2 meses luego de ser implementada. El motivo de que el retorno sea tan rápido es porque la propuesta no requiere costos adicionales de la empresa, no requiere paradas en el proceso para su implementación.

Importante mencionar que las propuestas fueron notificadas al equipo del área las cuales están siendo evaluadas para su aceptación, ya que la aplicación generara beneficios a la empresa, reduciendo los costos por pérdida de desperdicio, aumentando la productividad.

CONCLUSIONES

Luego de concluir con el desarrollo de este proyecto de investigación que tuvo como objetivo general, “Proponer un plan de mejoras que permita disminuir el desperdicio en los alambres de aluminio para aumentar la eficiencia en el proceso productivo del área S8000, de la empresa Interamericana de Cables S.A.”, con la finalidad de reducir los desperdicios durante el proceso productivo, a través del uso de herramientas de ingeniería industrial. Todo esto se llevó a cabo mediante un diagnóstico de la situación actual del proceso, análisis de las causas y las fallas encontradas, y de esta manera se logró diseñar un plan de mejora para mejorar las condiciones actuales del área.

Durante la fase I se logró diagnosticar la situación actual, observando así el proceso y las causas que generan desperdicio en el área S8000 de la empresa Interamericana de Cables S.A., este estudio se realizó mediante la observación directa, las entrevistas no estructuradas a los operadores, supervisores e ingenieros encargados del área y por último la revisión documental que se realizó a través de los reportes diarios que se realizan durante el proceso productivo de cada turno; esta recolección de información nos permitió detectar las principales debilidades del proceso, y las fallas que causan las roturas por hilos duros, la descalibración del cuenta metro, las roturas por mal embobinado o por alimentación defectuosa, roturas por averías y por escamas, entre otras; cabe destacar que esto causa grandes pérdidas de material y a su vez generan una disminución de la productividad en el proceso.

En la fase II, se analizaron las fallas que causan las roturas en los alambres de aluminio que generan desperdicios en el área S8000, entre las debilidades encontradas están la falta de mantenimiento a las maquinarias, la falta de capacitación del personal, las inspecciones de calidad inadecuadas, las condiciones de trabajo en mal estado y los procesos no estandarizados; en particular el análisis de las mismas se realizó a través de técnicas de priorización de fallas, diagrama de Pareto, tormenta de ideas, espina de pescado, entre otras. De esta manera se pudo encontrar oportunidades de mejoras en el proceso para así aumentar la productividad en el área S8000.

La fase III se fundamentó en el desarrollo de un plan de mejoras, cuya finalidad fue minimizar la ocurrencia de fallas que generan desperdicio. En este sentido un plan de acción describe o señala el camino hacia las condiciones ideales de aquello sobre el cual se está realizando los cambios o mejoras, el aumento de la calidad del sistema de producción de alambre de aluminio es posible implementando el siguiente diseño en la producción de la planta.

- Modificar el reporte diario, evitando así confusiones en el llenado del mismo y abriendo una ventana a la comunicación entre operador / supervisor/gerentes con el único objetivo de llegar al problema raíz que acontece en tiempo real.
- Efectuar 5S en el almacén de herramientas, con el objetivo de tener el área ordenada, organizada y limpia para tener el acceso rápido a las herramientas que se necesite cuando ocurra una eventualidad y de este modo evitar paradas no planificadas, disminuir costo de almacenamiento, costo de inventario, y además, se lograra obtener un equipo de trabajadores de alto desempeño, con sentido de pertenencia el cual dará impulso a la solidez de la organización y su confiabilidad.
- Una vez ejecutada las primeras propuesta y puesta en marcha se sugiere aplicar la metodología Just time (JIT), el cual permitirá tener un punto de control de la calidad para el buen manejo de los materiales, mejorar la productividad, disminuir la perdida de material, ahorrar costos de producción y por último evitara problemas de planificación y racionalizara los costos produciendo solo lo necesario.
- Por último, se sugiere un mantenimiento productivo total (TPM) donde atreves de charlas motivadora y explicativas se formará empleados capaces de mantener las maquinas en el estado más idóneo posible para garantizar la buena marcha de las máquinas y el mejor seguimiento de los procesos productivos.

En la última fase se realizó una evaluación económica de la propuesta por lo que se identificaron los méritos propios del proyecto, partiendo de lo anterior, al referirse a los beneficios de la aplicación del plan de mejoras para el proceso. El resultado obtenido fue que se recuperaría la inversión aproximadamente en máximo un año de producción.

De esta manera, luego del estudio, diagnóstico y análisis de las diversas fallas encontradas durante el proceso se logró obtener la respuesta a la formulación del problema sobre diversas soluciones para implementar mejoras en la reducción de la cantidad de scrap que se genera en la misma, logrando un porcentaje de 3% de desperdicio en el área S8000.

RECOMENDACIONES

Una vez elaboradas las conclusiones, se presentan una serie de recomendaciones que se desarrollan a continuación:

- Se recomienda tomar en cuenta las propuestas anteriormente planteadas previa revisión, análisis y aprobación de parte de la gerencia.
- Supervisar de manera constante la línea de producción y la calidad de los materiales que van a ingresar a los procesos.
- Se recomienda capacitar a todos aquellos que forman parte del área S8000, por medio de jornadas de talleres, charlas y cursos que vayan dirigidos a todo el personal, para mejorar de esta forma la calidad del producto y así garantizar que no existan tantas fallas que generen desperdicios.
- Se recomienda mantener la motivación desde los niveles gerenciales hasta los niveles subalternos reconociendo el valor individual de las personas y promoviendo el trabajo en equipo.
- Hacer actualizaciones de todos los procedimientos del área de operaciones y utilizarlos como material de adiestramiento.
- Mantener un control total de la productividad mediante un monitoreo periódico de indicadores e informar mediante carteleras los resultados mensuales, de manera tal que todo el personal se vea involucrado y motivado.
- Estandarizar los métodos de trabajo a fin de garantizar la calidad de los productos, buen clima organizacional y condiciones de trabajo.
- En el marco de las mejoras continuas de la organización, es necesario realizar talleres y curso de capacitación al personal los días de paradas para que estos se vean involucrados en con el proceso de productivo de manera más asertiva.
- Realizar actividades recreativas donde se involucre a todas las áreas para que estas pueda formar vínculos que perdure en el tiempo, creando caminos de

buenas comunicaciones donde esta se verán reflejada en el buen ambiente laboral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, J.E. (2010). **La mejora continua**. Network de Psicología Organizacional. México: Asociación Oaxaqueña de Psicología A.C.
- Arcay Carolina (2005). **“Guía de concepto de metodología de la investigación”** **Venezuela**. Universidad de Carabobo.
- Arias F. (1997). **El proyecto de investigación. Guía para su elaboración**. Quinta. Edición. Caracas. Venezuela. Editorial Espisteme.
- Arias F. (2004). **El proyecto de investigación. Guía para su elaboración**. Cuarta. Edición. Caracas. Venezuela. Editorial Espisteme
- Espinoza F. (2000). **Estructura del TPM**. Taller de mejoramiento continuo. CEATE Venezuela- Valencia
- Fernández Martin, J.L (2005). **Mejora en procesos productivos y personal basada en la filosofía TPM y en la metodología DMAIC**. Universidad Simón Bolívar. Sartanejas, Venezuela.
- Gil J. (2012). **Propuesta de un plan de mejoras para la disminución de los desperdicios generados en el proceso productivo de variables de filtros combinados en la empresa Cigarrera Bigott planta Valencia**. [Tesis en línea disponible en: <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/6828/madekujako.pdf?sequence> [Consultado: 2018, Octubre]
- Gomez A. (2014) Herramienta de control de proceso [Articulo en linea] Disponible en: www.qsesurdecalidad.blogspot.com/2017/05/diagrama-de-pareto-80-20herramienta-de.html [Consultado: 2018, Octubre]
- Hernandez, J. (2013). **Lean manufacturing, conceptos, técnicas e implantación**. Ediciones EOI. España.
- Izaguirre J. (2018) **Guia para cumplir meta TPM**. Taller de mejoramiento continuo. CEATE Venezuela- Valencia

- Juan J. (2013). **Mantenimiento productivo total**. Taller de mejoramiento continuo. CEATE Venezuela- Valencia
- Lozada (2010) **Diagrama de Isikawa** [Artículo en línea] Disponible en: <http://goyoplan701.blogspot.com/2010/06/diagrama-causa-efecto-ishikawa.html> [Consultado: 2018, Octubre]
- Lozada. H. (2010). **Diagrama Causa – Efecto (Isikawa)**. [Blogs en línea] Disponible en: <http://adf.ly/lhmzP9>. [Consultado: 2018, octubre]
- Mazaaki Imai (2001). **Kaizen, la clave de la ventaja competitiva japonesa**. Editorial Continental. Decima tercera edición. España.
- Nunes.P. (2016). **Diagrama Causa – Efecto**. [Artículo en línea] Disponible en: <http://adf.ly/lhmzSS>. [Consultado: 2018, octubre]
- Ortiz, Illada R. (2007). **Cuaderno de Ingeniería industrial: ESIDE y diagrama múltiples herramientas para la mejora continua de procesos**. Escuela de Ingeniería Industrial Universidad de Carabobo. Valencia Venezuela
- Peña W. (2013). **Plan de reducción de desperdicios de materia prima para mejorar la productividad de una empresa fabricante de revestimientos**. [Tesis en línea] Disponible en <http://www.laccei.org/LACCEI2009-Venezuela/p124.pdf> [Consultado: 2018, Octubre]
- Prokopenco (1999). **La gestión de la productividad**. Manual practico. Oficina internacional de trabajo Ginebra. 1era Edición.
- RoblesD. (2015) **Plan de mejoras** [artículo en línea] Disponible en <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2014/05/09/Robles-Olga.pdf>
- Santo, M. (2015). **Diseño de un plan de mantenimiento para disminuir la demora por rompimientos de hilos de cobre en la Planta Electro Cables C.A. de la ciudad de Guayaquil**. [Tesis en línea] Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/24496/1/TESIS%20JIMENEZ%20OZAMBRANO%20PABLO.pdf> [Consultado: 2018, Octubre]
- Yamivi K. (2015). **Propuesta de un método de planificación basada en los principios construcción sin desperdicio, en la obra civil de tipo comercial**

**“ Centro Integral Avelino”, ubicada en la ciudad de Valencia,
Estado Carabobo.** [Tesis en línea] Disponible en
[1http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/4101/yadrianzen.pdf?
sequence=1](http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/4101/yadrianzen.pdf?sequence=1) [Consultado: 2018, Octubre]

Anexo A

(Formato de Reporte Diarios)



REPORTE DIARIO DE PRODUCCIÓN

OPERARIO:		TURNO:		FECHA	DÍA:	MES:	AÑO:	MAQUINA		SALIDA		APARIENCIA		DESPERDICIO		
HORA		ENTRADA		PROVEEDOR	ACTIVIDAD/ DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD REALIZADA	CC/ RANGO	ORDEN DE PRODUCCIÓN	CANTIDAD (m)	SALIDA		APARIENCIA		DESPERDICIO	TIPO DE FALLA	INCIDENCIAS	
INICIO	FIN	Serial del	Nº de tarjeta de fabrica	DE LA MAQ. ANTERIOR					Serial del carrete	Nº de tarjeta de fabrica	OK	NOK	KG			
														PROCESO COD. 34		
														ALIMENTACIÓN DEFECTUOSA COD. 35		
														SOLDADURA COD. 36		
														AVERIAS COD. 37		
														ESCAMAS COD. 39		
														HILOS DUROS COD.40		
														HILOS ROTOS COD.41		
														MAL EMBOBINADO COD. 42		
OBSERVACIONES:																

Anexo B

(Evaluación del 5S)

Fecha de auditoría:		Evaluación 5S												
Sección	Orden	Limpieza	Estandarización	Autodisciplina	Participantes:	Valoración					Acción correctora (para el caso de tener valoración Normal, Bajo o No Aceptable):	Responsable	Plazo de realización	Comprobación de corrección
						Ótimo	Buena	Normal	Bajo	No Aceptable				
					Puntos a revisar:									
X					1. Existe un listado actualizado del material necesario.									
X					2. Se mantiene el uso									
X					3. Hay elementos innecesarios en estanterías.									
X					4. Hay elementos innecesarios en el almacén de herramientas y utillaje.									
X					5. Hay elementos innecesarios en las mesas de trabajo.									
X					6. Hay elementos innecesarios en los pasillos del área.									
X					7. Es correcta la etiquetación de los elementos innecesarios.									
X					8. Existe un protocolo de acción para prevenir elementos innecesarios.									
X	X				9. Se encuentran las mesas de trabajo ordenadas con sus herramientas.									
X					10. Están las herramientas y/o los útiles ordenadas en sus lugares.									
X					11. Existen herramientas y/o útiles sin clasificar.									
X					12. Se emplean correctamente los lugares de almacenamiento.									
X					13. Es correcta la etiquetación de las zonas.									
X					14. Están ordenados y en buenas condiciones los planos de las piezas.									
X					15. Se cumple el stock fijado para herramientas y útiles.									
X					16. Están en buen estado las marcas del suelo.									
	X				17. Hay suciedad en estanterías.									
	X				18. Hay suciedad en el almacén de herramientas.									
	X				19. Hay suciedad en las mesas de trabajo.									
	X				20. Hay suciedad en las máquinas.									
	X				21. Hay viruta y/o líquidos en el suelo.									
	X				22. Se realiza una limpieza general del área.									
	X				23. Están identificadas las fuentes de suciedad y sus acciones correctivas.									
	X				24. Se realiza la limpieza del puesto al finalizar cada turno.									
	X				25. Es correcto el uso de los contenedores de residuos.									
	X				26. Existe el material necesario para la limpieza.									
			X		27. Está actualizado el Panel 5S.									
			X		28. Es correcta la planificación quincenal de acciones.									
			X		29. Son correctos los sistemas de control visual.									
			X	X	30. Están involucrados los trabajadores con la metodología 5S.									
			X	X	31. Está involucrada la Dirección con la metodología 5S.									
			X	X	32. Se respetan las acciones correctoras.									
			X	X	33. Se trabaja hacia la Mejora Continua.									

