



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS
PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS
POR MATERIAL NO CONFORME EN EL
PROCESO DE EXTRUSIÓN DEL ÁREA SERIE
8000 EN LA EMPRESA INTERAMERICANA
DE CABLES VENEZUELA S.A.**

Autor(es): Rincón, Ana
C.I. 24.397.276
Nava, María Fernanda
C.I. 23.409.128

Urb. Yuma II, Calle N° 3, Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (Master) - Fax: (0241) 871239



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

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS PARA LA DISMINUCIÓN DE
DESPERDICIOS POR MATERIAL NO CONFORME EN EL PROCESO
DE EXTRUSIÓN DEL ÁREA SERIE 8000 EN LA EMPRESA
INTERAMERICANA DE CABLES VENEZUELA S.A.**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

Autores: Rincón, Ana
C.I. 24.397.276
Nava, María Fernanda
C.I. 23.409.128
Tutor: Ing. Jaime Juan

San Diego, Julio de 2018



Universidad José Antonio Páez
Facultad de Ingeniería

PI-I-024-2018-1

Valencia, 30 de Mayo de 2018.

Ciudadanas:

Rincón Ana

C.I: 24.397.276

Nava María

C.I: 23.409.128

Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 1-2018 de fecha 30/05/2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado "PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS POR MATERIAL NO CONFORME EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN DEL ÁREA SERIE 8000 EN LA EMPRESA INTERAMERICANA DE CABLES VENEZUELA S.A." Presentado por usted(es) como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación del Ing. Jaime Juan, C.I. 4.134.078 y la Ing. Alicia Yanez de Pizzella, 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).



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

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Jaime C. Juan Ferrer, portador de la cédula de identidad N°4.134.078, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por las ciudadanos: Rincón Mendoza, Ana Teresa, portador de la cédula de identidad N°24.397.276 y Nava Gordon, María Fernanda portador de la cédula de identidad N°23.409.128, titulado **PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS POR MATERIAL NO CONFORME EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN DEL ÁREA SERIE 8000 EN LA EMPRESA INTERAMERICANA DE CABLES VENEZUELA 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 25 días del mes de julio del año dos mil dieciocho.

Jaime Juan

**Firma
Ing. Jaime Juan
C.I.: 4.134.078**

DEDICATORIA

A Dios que me dio la fuerza necesaria para seguir adelante y llevar a cabo todas mis metas, siendo mi guía a lo largo de mi carrera.

A la Universidad José Antonio Páez, por darnos la oportunidad de una formación profesional.

A mis padres, Juan Nava y María Eugenia Gordon quienes me dieron la educación necesaria para ser lo que soy hoy día, por siempre estar en los momentos más difíciles, sus palabras me llenaron de fuerzas para seguir adelante y cumplir mi meta.

A mi hermana María Alejandra Nava, por su mi apoyo incondicional, en todo momento, me brindaron amor y sabiduría.

A mi familia y amigos quienes fueron un pilar en diferentes momentos durante toda mi carrera.

A nuestro tutor de tesis Profesor Jaime Juan, quien fue nuestro motor y guía para llevar a cabo esta tesis.

María Fernanda Nava

AGRADECIMIENTOS

A Dios por sus bendiciones y por darme la oportunidad de lograr una de las metas más importantes en mi vida, por darme salud cada día de mi vida, por llenarme de sabiduría y entendimiento a lo largo de mis estudios.

A mis padres por todo lo que han hecho por mí durante toda mi vida, por su amor, humildad, por su ejemplo de fortaleza y paciencia; juntos hicimos que este logro se hiciera realidad, gracias a los dos por guiarme a ser lo que soy hoy.

A mi hermana Mane fuiste y eres incondicional en todo momento, gracias por tus palabras de aliento, por tu apoyo en las buenas y en las malas y sobre todo por tu amor.

A mi Amiga y compañera de tesis Ana, que a pesar de las discusiones permanecemos siempre juntas en todo momento, apoyándonos y ayudándonos cuando alguna de nosotras lo necesitaba.

A mis profesores, por enseñarme todo lo que se, por ser mis amigos y ayudarme en cada dificultad.

A nuestro tutor Jaime Juan quien nos aportó sus conocimientos, gracias por su enseñanza, consejos, paciencia y por su tiempo.

A nuestra tutora empresarial Claudia por su incondicional esfuerzo quien nos guio y asesoro durante todo el desarrollo de la presente tesis.

María Fernanda Nava

DEDICATORIA

A Dios y a la Divina Pastora que siempre me ayudan a cumplir mis sueños y metas y a seguir adelante a pesar de las adversidades.

A la Universidad José Antonio Páez, por los conocimientos adquiridos y ser una institución de pregrado de prestigio, de la cual estoy muy orgullosa de egresar.

A mis padres, Julio Rincón y Ana Mendoza y a mis abuelos Teresa Rodríguez y Carlos Mendoza, por ser mi fuerza y mí sostén, por apoyarme y alentarme en todas las situaciones de mi vida, por estar ahí siempre para ayudarme a seguir adelante y no dejar que me diera por vencida

A mis hermanos y mis primas, por su apoyo y amor siempre que lo necesite.

A mis amistades, que estuvieron conmigo durante estos años.

A nuestro tutor de tesis el Ing. Jaime Juan, quien, con su valiosa asistencia técnica, colaboración y cariño, contribuyó a realizar este proyecto.

Ana Teresa Rincón

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Divina Pastora por sus bendiciones y por darme la oportunidad de lograr una de las metas más importantes en mi vida, por darme salud, por llenarme de sabiduría y entendimiento a lo largo de mis estudios.

A mis padres por todo lo que han hecho por mí durante toda mi vida, por su amor, humildad, por su ejemplo de fortaleza y paciencia; juntos hicimos que este logro se hiciera realidad, gracias a los dos por guiarme a ser lo que soy hoy.

A mis abuelos, por su apoyo, consejos, enseñanzas, por todo el amor que me han dado desde que tengo memoria.

A mis hermanos; en especial a Mónica, y a mis primas Yesika e Isabel, gracias por su amor y apoyo en las buenas y en las malas.

A mi compañera de tesis y mi amiga Mafe, con quien he compartido desde el primer semestre de la carrera, superando las adversidades, motivándonos y ayudándonos siempre, agradecida por todos los momentos que hemos compartido, por sus consejos, por su apoyo y cariño incondicional.

A mis profesores, por sus enseñanzas y cariño, especialmente a la Profesora Lina Ponce y a nuestros padrinos de promoción el Profesor Manuel Cuadrado y la Profesora Ana Avendaño a quienes Aprecio y admiro mucho como profesionales.

A nuestro tutor el Ing. Jaime Juan, por guiarnos, por su colaboración, cariño y paciencia en el desarrollo de esta investigación.

A la Ing. Claudia Martínez, nuestra tutora empresarial por su apoyo, tiempo y asesoría en la realización de nuestro trabajo de grado.

A la empresa Interamericana de Cables Venezuela por abrirnos sus puertas y apoyarnos en la realización de este trabajo.

A mis amigos por siempre apoyarme y motivarme, a todos los compañeros que me he conseguido a lo largo de la carrera que me han apoyado y ayudado en algún momento.

Ana Teresa Rincón

ÍNDICE

CONTENIDO	Pp.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO

I EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Formulación.....	6
1.3 Objetivos de la investigación.....	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
1.4 Justificación de la investigación.....	6
1.5 Alcance.....	7

II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes.....	8
2.2 Bases teóricas.....	11
2.2.1 Calidad.....	11
2.2.2 Lean Manufacturing.....	13
2.2.3 Concepto de desperdicio vs valor añadido.....	15
2.2.4 Metodología 5S.....	20
2.2.5 Productividad.....	21
2.2.6 Diagrama de Pareto	25
2.2.7 Diagrama causa efecto.....	26
2.2.8 Técnica grupo nominal.....	26
2.3 Definición de 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 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	31
3.4.1 Observación Directa.....	31
3.4.2 Entrevista no estructurada.....	32

3.4.3	Revisión Documental.....	32
3.4.4	Revisión Bibliográfica.....	32
3.5	Población y muestra.....	32
3.5.1	Población.....	32
3.5.2	Muestra.....	33
3.6	Fases Metodológicas.....	33
IV	RESULTADOS	
4.1	Diagnóstico de la situación actual de la generación de desperdicios por material no conforme en el proceso de extrusión del área serie 8000, Interamericana de Cables Venezuela S.A.....	35
4.1.1	Descripción del proceso de extrusión de la S-8000.....	35
4.1.2	Generación de desperdicio.....	39
4.1.3	Debilidades encontradas en la observación realizada.....	40
4.1.4	Resultados de las entrevistas no estructuradas realizadas durante el estudio.....	43
4.2	Análisis de las debilidades encontradas que generan desperdicios por material no conforme en el área serie 8000 de Interamericana de Cables S.A.....	45
4.2.1	Jerarquización de las causas encontradas a través de técnicas de grupo nominal realizada por el personal que forma parte del proceso de extrusión.....	45
4.2.2	Diagrama Causa-Efecto.....	48
4.2.3	Oportunidades de mejoras encontradas.....	
4.3	Diseñar un plan de mejoras que conduzcan a la disminución de desperdicios por material no conforme en el proceso de extrusión del área serie 8000.....	50
4.3.1	Instructivo de limpieza estandarizado del tornillo y cabezal de la extrusora.....	51
4.3.2	Técnica de 5s para el área de extrusión en la s-800.....	51
4.3.3	Etiquetas de identificación y ayuda visual para el uso de los tipos de resina.....	56
4.3.4	Check lista para estandarización de Revisión de resistencias y termocuplas.....	57
4.3.5	Capacitación del personal.....	57
4.4	Evaluar la relación costo-beneficio que genera el plan de mejoras diseñado.....	60
4.4.1	Costo de la Propuesta.....	60
4.4.2	Resumen de Costo.....	63
4.4.3	Beneficios.....	63
4.4.4	Tiempo de Recuperación de la Inversión.....	64
	CONCLUSIONES.....	76
	RECOMENDACIONES.....	89
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
	APÉNDICES	71

A	72
B	77

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	Pp
1 Extrusora Máquina que aísla el conductor.....	36
2 Vista de la planta Serie 8000 en Interamericana de Cables.....	37
3 Distribución de la Serie 8000.....	38
4 Resistencia o termocupla.....	42
5 Partículas.....	43
6 Partícula cabezal.....	43
7 Diagrama causa efecto de la generacion de material no conforme	49
8 Situación actual.....	53
9 Propuesta para la redistribución de elementos.....	53
10 Orden y limpieza.....	54
11 Etiquetas de materia prima.....	56

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICAS	Pp.
1 Comportamiento de los materiales no conformes de la serie 8000 hasta enero del año 2018.....	6
2 Porcentaje de generación de material no conforme supera los límites establecidos por la empresa.....	39
3 Diagrama de pareto de las causas.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS		Pp.
1	Porcentaje de desperdicios por generación de material no conforme en el área serie 8000.....	5
2	Porcentaje de generación de material no conforme en el área serie 8000.....	39
3	Costos adicionales por generación de material no conforme.....	40
4	Debilidades.....	40
5	Causas.....	41
6	Lluvia de ideas	46
7	Porcentaje de las causas.....	47
8	Cronograma de actividades para la formación del personal del área serie 8000.....	55
9	Ayuda visual de perfiles de temperatura.....	57
10	Costos del instructivo y check list estandarizados.....	61
11	Costos de Orden.....	61
12	Costo de actividades programadas de formación del personal del área serie 8000.....	62
13	Costos por control visual y etiquetas.....	62
14	Costo por Capacitación del Recurso Humano.....	63
15	Resumen del costo de inversión requerido.....	63

ÍNDICE DE CUADROS

CUADROS		Pp.
1	Entrevista no estructurada realizada a los trabajadores de la planta del área serie 8000, Interamericana de Cables Venezuela S.A.....	44
2	Check list – 1°S.....	52
3	Check list – Auditoria de seguimiento.....	54
4	Check list para la revision de maquinas extrusoras.....	58
5	Plan de formación del personal del área serie 8000.....	59



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

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS PARA LA DISMINUCIÓN DE
DESPERDICIOS POR MATERIAL NO CONFORME EN EL PROCESO
DE EXTRUSIÓN DEL AREA SERIE 8000 EN LA EMPRESA
INTERAMERICANA DE CABLES VENEZUELA S.A.**

Autor(es): Rincón, Ana

Nava, María Fernanda

Tutor Académico: Ing. Jaime Juan

Fecha: Julio, 2018

RESUMEN

La presente investigación se desarrolla en la empresa Interamericana de Cables Venezuela, la cual se dedica a la fabricación de cables para energía, telecomunicaciones, electrónica y afines, cables para construcción, cables de potencia, cables de instrumentación, submarinos y cables flexibles; estos productos se distribuyen a nivel nacional e internacional. En la actualidad para las organizaciones existe una imperiosa necesidad de mejorar continuamente por las exigencias cada vez más creciente de los mercados. Es por ello que es de suma importancia que sus recursos sean utilizados de la manera más eficiente y eficaz posible. El objeto de esta investigación es dar una propuesta de un plan de mejoras con el objetivo de disminuir los desperdicios por material no conforme en el proceso de extrusión del área serie 8000, se han estado registrando desperdicios por material no conforme por encima del límite estándar de pérdida establecido por la empresa que es 4% de la producción., en promedio el año 2017 estos desperdicios representaron un 12,6%, estos desperdicios representaron en el año 2017 un total de 665.000 USD que genero un aumento en los costos y por lo tanto pérdidas en las ganancias. Por lo que se realizó un estudio para analizar y diagnosticar la situación actual, se utilizaron técnicas y herramientas de ingeniería, además se analizó el costo beneficio de la mejora aplicada. La presente investigación es un proyecto de tipo factible y de campo con un nivel descriptivo y documental, en la cual se aplicaron técnicas como la revisión documental, bibliográfica, entrevistas no estructuradas, inspecciones, análisis operacionales y la observación directa.

Descriptores: Desperdicios, mejoras, disminución

INTRODUCCIÓN

En el mundo actual para las organizaciones existe se enfocan en mejorar continuamente por las exigencias cada vez más crecientes de los mercados. Es por ello que es de suma importancia que sus recursos sean utilizados de la manera más eficiente y eficaz posible, ya que de esta manera aumentan los beneficios obtenidos según los objetivos y metas propuestas. La buena utilización de los recursos comprende la reducción de los desperdicios en las operaciones; lo que conlleva a una reducción de costos, además mantener buenas relaciones con los proveedores o miembros de la cadena de suministros, también es importante que los recursos humanos se alineen a las metas y objetivos establecidos por la organización para lograr la satisfacción de las necesidades; tanto de sus clientes internos como externos.

Es por ello que es fundamental que la empresa realice un seguimiento y lleve un control detallado de las operaciones internas que se realizan diariamente en los distintos departamentos, para lograr mantener el control, es decir, recopilar los datos necesarios para su posterior estudio y análisis. Debido a estas razones, el propósito de esta investigación es proponer mejoras que permitan disminuir los desperdicios por material no conforme en el proceso de extrusión del área serie 8000, en la empresa Interamericana de Cables.

La empresa Interamericana de Cables, se dedica a la fabricación de cables para energía, telecomunicaciones, electrónica y afines, cables para construcción, cables de potencia, cables de instrumentación, submarinos y cables flexibles; estos productos se distribuyen a nivel nacional e internacional. La empresa busca satisfacer las necesidades de sus clientes a través de la excelencia, logrando el mejor rendimiento económico y contribuyendo al bienestar y desarrollo de la comunidad, basándose para ello en la mejora de sus operaciones y procesos.

Por esta razón, la siguiente investigación tiene como objetivo plantear propuestas de mejora que tienen como finalidad disminuir la generación de desperdicios por material no conforme en el proceso de extrusión del área serie 8000. En este sentido con el fin de lograr el objetivo planteado, la presente investigación, se estructura en cuatro capítulos descritos a continuación.

En el capítulo I contiene el planteamiento del problema, donde se realizó un estudio de la problemática seleccionada lo cual dio origen a la presente investigación, así como también se hizo la formulación del problema, los objetivos de la investigación requeridos, la justificación y alcance de la investigación.

En el capítulo II se consideran aspectos como los antecedentes de la investigación que incluyen investigaciones que guardan relación directa con el presente trabajo, además contempla las bases teóricas y definición de términos básicos en las cuales se sustentan las técnicas y herramientas que se utilizan en el desarrollo de dicha investigación.

Por otra parte, en el capítulo III, se describe el marco metodológico, este capítulo incluye el tipo de investigación, así como su diseño y nivel de investigación, además también se nombran las técnicas e instrumentos de recolección de datos, se describen la población y muestra y se indican las fases de la investigación para las cuales se tomó en cuenta los objetivos específicos para lograr el objetivo general de la investigación.

Por último, en el capítulo IV se muestran los resultados obtenidos en la investigación, el diagnóstico de la situación actual de la empresa, además de las propuestas como las propuestas y su relación beneficio – costo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

Interamericana de cables Venezuela S.A. CABEL es una empresa manufacturera de cables en la región andina y la primera organización abastecedora de la industria petrolera en Venezuela, ha logrado posicionarse a nivel nacional e internacional por la excelencia de sus servicios y productos. Como fabricantes de cables para energía y telecomunicaciones, busca satisfacer los requerimientos de sus clientes a través de la calidad de sus productos. Con el objetivo de ser la mejor empresa de manufactura de cables la organización posee una producción de diversos productos como: cables para la construcción, cables de potencia, cables de instrumentación, cables submarinos, cables de media tensión, cables para telecomunicaciones.

Adicionalmente, como parte de sus actividades de manufactura y distribución, la Compañía presta servicios post-venta, los cuales consisten en asesorías en nuevos proyectos, clarificación de especificaciones, así como asesoría técnica previa solicitud por parte de sus clientes. Es importante mencionar que dichos servicios no son cobrados a los clientes, toda vez que forman parte del paquete de venta que ofrece la Compañía.

La visión de la empresa es la siguiente:

“Ser la mejor empresa manufacturera de cables en la región andina que atenderá las necesidades de los sectores relacionados con la energía eléctrica, las telecomunicaciones, electrónica y afines; a través de la más alta tecnología, calidad y competitividad.”

Interamericana de Cables tiene como misión:

Tiene como misión:

“Fabricar cables para energía y telecomunicaciones satisfaciendo las necesidades de los clientes a través de la excelencia de nuestros productos y servicios, logrando el mejor rendimiento económico y contribuyendo al bienestar y desarrollo de la comunidad. Alcanzar una posición dominante en la región andina. Incrementar nuestra posición en Centroamérica y asegurar algunos mercados en MERCOSUR y USA”

La política de calidad de la empresa es:

“Trabajar hasta lograr los objetivos y metas establecidas, incentivando al mejoramiento continuo, para alcanzar la meta de la satisfacción total de las necesidades de nuestros clientes, accionistas, proveedores y de nuestra gente”.

A raíz de la revolución industrial las empresas han buscado la mejora de sus procesos. Teniendo en la mira siempre la reducción de los desperdicios ya sean en tiempo, en espacio útil, recorridos y material. Todo esto con el fin de reducir costos y aumentar su productividad.

Actualmente la situación del país motiva aún más a las empresas a aplicar la mejora continua; en este caso una empresa manufacturera, a buscar alternativas para mejorar su producción, lo que hace necesario desarrollar planes estratégicos productivos lo más eficientes posibles para lograr el mejor desempeño de la empresa, obteniendo productos de excelente calidad al menor costo posible sin afectar la utilidad.

El proceso productivo de los cables de Interamericana de Cables S.A. empieza con la trefilación, se estiran los alambrones hasta la medida deseada para pasar al proceso de torsión la cual dependerá del uso del cable, luego en el proceso de aislamiento se le aplica al conductor una capa de material dieléctrico mediante un proceso de extrusión, para evitar fugas de electricidad, confinando el campo eléctrico al seno del aislante y proteger al usuario de choques eléctricos, este pasa al proceso de cableado: las fases aisladas se cablean entre sí para formar estructuras desde 2 conductores hasta 127 conductores con elementos sencillos, como es el caso de cables de potencia y control, luego viene la cubierta; que es la parte más externa con la que se cubre el cable, esta puede ser metálica o no metálica.

Por ultimo las pruebas físicas y eléctricas se realizan durante todo el proceso productivo para verificar el cumplimiento con las especificaciones de fabricación y exigencias del cliente, culminando el proceso con los ensayos finales o de validación del diseño. Básicamente, son de naturaleza eléctrica y muy especial cuando se trata de comprobar el comportamiento ante el fuego en el producto tal como será instalado. Por regla general, los ensayos se efectúan en presencia de inspectores autorizados por los clientes.

En todo proceso productivo se debe cumplir que la entrada de la cantidad de materia prima al proceso coincida con la salida de la cantidad de producto terminado; teniendo en cuenta un margen de desperdicios, el cual, por más óptimo que se encuentre el proceso siempre existirá.

Controlar los desperdicios es de suma importancia para lograr las metas establecidas, sin embargo, en la planta del área serie 8000 de Interamericana de Cables Venezuela, S.A. se han estado registrando desperdicios por material no conforme por encima del límite estándar de pérdida establecido por la empresa que es 4% de la producción., como se puede observar en la tabla y el gráfico 1 en promedio el año 2017 estos desperdicios representaron un 12,6% y en el primer trimestre del año 2018 los desperdicios fueron del 16,5%, estos desperdicios producen tiempo perdido en extrusoras debido al reproceso que se realiza para cumplir con el pedido de los clientes, para el primer trimestre del 2018 el porcentaje de reproceso fue de 12,5% según la información proporcionada por el departamento.

Tabla 1. Porcentaje de desperdicios por generación de material no conforme en el área serie 8000.

MAQ	MES	Prom 2014	Prom 2015	Prom 2016	Prom 2017	Prom Ene-Marzo 2018
6030	Km 6030	622	534	5.726	535	475
	Km NC	60	94	755	65	80
	Prom 6030	9,7%	17,6%	13,2%	12,1%	19,0%
6031	Km 6031	548	607	6.203	568	545
	Km NC	46	65	686	65	106
	Prom 6031	8,5%	10,8%	11,1%	11,4%	20,4%
6032	Km 6032			5.106	525	599
	Km NC			910	88	94
	Prom 6032			17,8%	16,8%	15,3%
6050	Km 6050	213	156	1.040	138	180
	Km NC	13	11	33	5	7
	Prom 6050	5,9%	7,1%	3,2%	3,6%	4,0%
TOTAL	Km S8000	1.384	1.297	18.075	1.766	1.799
	Km NC	119	170	2.384	223	286,17
	Prom	8,6%	13,1%	13,2%	12,6%	16,5%

Fuente: Departamento de Manufactura

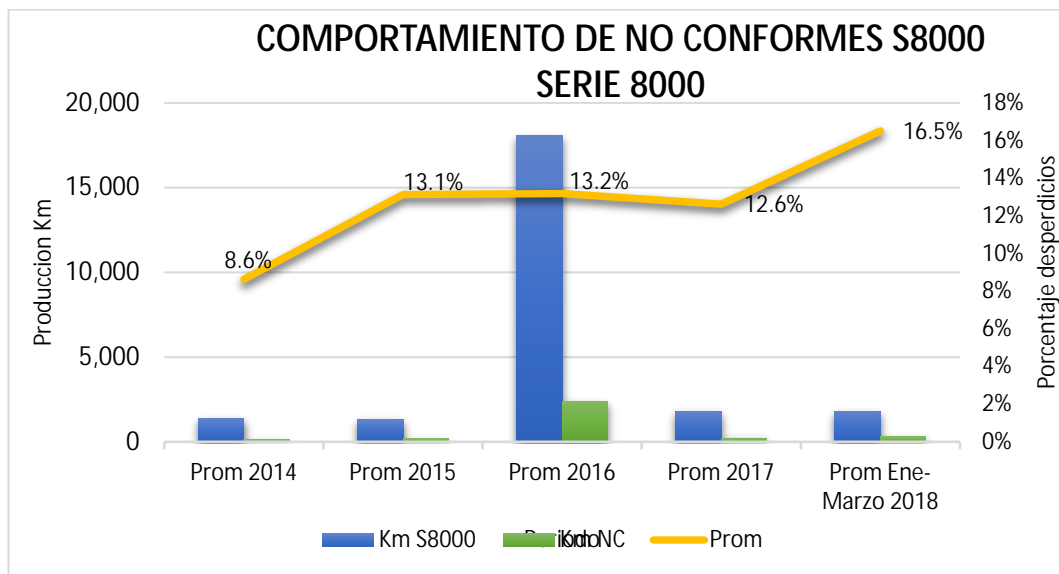


Gráfico 1: Comportamiento de los materiales no conformes de la serie 8000 hasta enero del año 2018.

Fuente: Departamento de Manufactura

El gráfico 1, demuestra que el porcentaje de desperdicios ha estado excediendo el límite estándar establecido por la empresa, todo lo descrito anteriormente evidencia que existe un aprovechamiento deficiente de los recursos; como la materia prima, el tiempo y mano de obra, además un aumento en los costos de producción, para el año 2017 el costo total generado por esos desperdicios fueron 665.000 USD y en el primer trimestre del 2018 un total de 182.000 USD, es por esto que la empresa se ve en la necesidad de hacer un estudio de las variables directamente relacionadas con el proceso, para con ello proponer un plan de mejoras, que permita la reducción de los mismos y que contribuya a evitar desperdicio de mano de obra, reprocesos y lograr de esta manera un aumento de la productividad y la utilidad en el proceso de extrusión del área serie 8000 de la empresa.

1.2 Formulación del Problema

¿De qué manera se puede implementar mejoras en el proceso de extrusión del área serie 8000 de Interamericana de Cables Venezuela, para disminuir los desperdicios por material no conforme que se generan?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Proponer mejoras para la disminución de desperdicios por material no

conforme en el proceso de extrusión del área serie 8000 en la empresa Interamericana de Cables Venezuela S.A., a través de la implementación de herramientas de ingeniería.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual en el proceso de extrusión de la serie 8000, Interamericana de Cables Venezuela.
- Análisis de la situación actual y detección de principales debilidades en el proceso seleccionado.
- Diseñar un plan de mejoras que conduzcan a la disminución de desperdicios por material no conforme en el proceso de extrusión del área de la serie 8000 según el análisis realizado.
- Evaluar económicamente la propuesta a través de la relación beneficio-costo.

1.4 Justificación de la Investigación

Interamericana de Cables Venezuela, S.A. es el primer abastecedor de la industria petrolera en Venezuela, compitiendo exitosamente en los mercados internacionales gracias a la alta calidad de sus productos, por lo que tiene la necesidad de realizar todas las actividades de manera productivas, a fin de que le permita mantenerse en los primeros lugares del mercado, compitiendo con otras empresas e incluso, compitiendo entre las mismas sucursales de la empresa, en diferentes países, lo cual aumenta su motivación por mejorar continuamente la calidad de los productos y, respectivamente, todo lo que su fabricación implica.

Es por esto que se hace necesario, dentro del marco de la mejora continua de la productividad, realizar un estudio utilizando herramientas de ingeniería industrial, que identifique las causas que han estado generando los desperdicios por material no conforme en el proceso de extrusión de la serie 8000 que supera el límite de pérdidas estándar por producción; de 4% establecido por la empresa, posteriormente de esta manera se diseñaran propuestas que beneficien a la empresa aumentando su productividad, aumentando su utilidad, disminuyendo el porcentaje de reprocesos, disminuyendo los costos de fabricación, mejoras en la competitividad de la empresa al aprovechar mejor los recursos.

1.5 Alcance

Este trabajo de investigación estará enfocado en el proceso de extrusión de la serie 8000 en la empresa Interamericana de Cables Venezuela, S.A. el cual tiene por objeto proponer mejoras para la disminución de desperdicios por material no conforme, sin considerar la ejecución e implementación del estudio, ya que este quedara a la disposición de la gerencia, quienes tendrán la responsabilidad de revisarlo e implementarlo si así lo consideran conveniente.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El presente apartado refiere a los antecedentes de la investigación, se presentan algunas investigaciones que se utilizaron de referencia en cuanto al tipo de problema, así como también la metodología y la manera en que los autores abordaron dicho problema. Luego se hizo una revisión teórica que permitió recopilar la información.

A continuación, se detallan algunos antecedentes que dan estructura a lo que se pretende incluir en este capítulo.

2.1 Antecedentes de la investigación

Los antecedentes de la investigación lo conforman todos los hechos, sucesos, acontecimientos ocurridos anteriormente a la formulación de problema, y sirven para aclarar, juzgar e interpretar datos e información obtenida de la investigación. Entre ellos están:

Martínez Tochez Claudia Lorena (2017), En la universidad tecnológica del centro, presento una investigación titulada: **Programa de mejora continua en manufactura basado en metodología 5'S, Kaizen y Smed para disminuir costos y tiempos en el proceso de aluminio aislado en empresas de cables**, para optar por el título de ingeniero industrial. Su objetivo es desarrollar un programa de mejora continua en manufactura basado en metodología 5'S, Kaizen y Smed para disminuir costos y tiempos en el proceso de aluminio aislado en una empresa del sector de cables. Los resultados del diagnóstico permitieron determinar las herramientas y metodologías apropiadas para disminuir costos y tiempos en el área de manufactura; así mismo, se diseñó y aplicó el programa de mejora continua basado en metodología 5'S, Kaizen, y Smed y posteriormente, se evaluaron los resultados de la implementación tomándose las correcciones involucrando todas las máquinas del área de manufactura.

De la misma manera, en el trabajo de Padrón Sabrina, Peña Marian (2015), **“Propuesta de mejoras para la disminución del scrap en la línea de fabricación de bolsas plásticas del área de extrusión de la empresa Faemprint C.A,**

Ubicada en Guacara Estado Carabobo, para optar por el título de ingeniero industrial en la universidad José Antonio Páez. Su objetivo plantear un conjunto de propuestas de mejoras para la disminución de scrap causado por el inadecuado método de trabajo. La investigación se enmarco en la modalidad de proyecto factible, ya que proporciona respuestas a la problemática existente en la empresa. Con el uso de las herramientas de ingeniería industrial, como el análisis de operación, diagrama de Pareto y el diagrama causa-efecto se identificó y analizo las causas que generan la fabricación de bolsas defectuosas. Para cumplir con los objetivos planteados se propuso, un dispositivo bobinado, moldes de la metodología 9S en el área de extrusión y traslado y la aplicación de las principales causas que generan bolsas defectuosas. Pasando de 4.24% a 3.92% respecto a la producción total obteniéndose beneficios por un total de 340.834,10 Bs/mes, por lo que la inversión de las propuestas se recuperó en 7 meses continuos de producción aproximadamente, siendo considerado un proyecto para la organización.

A demás, Baute Y, Hernández M. (2014), presentaron un trabajo de grado para optar al título de ingeniero industrial en la Universidad José Antonio Páez, presentaron una investigación titulada: **Propuesta de mejoras para la reducción de scrap, en la línea dos, del área de llenado de cuidado bucal, en la empresa Colgate Palmolive Venezuela**. Su objetivo fue proponer mejoras para la reducción de scrap, en la línea dos (2) del área de llenado bucal, en la empresa Colgate Palmolive Venezuela, realizaron un estudio que permitió el análisis y diagnóstico de la situación actual que propone mejoras para la reducción de scrap, aplicando las técnicas de ingeniería industrial logrando proponer un plan de mejoras que conduzca a la disminución de material scrap y finalmente un análisis de costo beneficio de la mejora aplicada.

Así mismo, Mata Saúl, Silva Eduardo (2014), presentaron un trabajo de grado para optar al título de ingeniero industrial en la universidad José Antonio Páez, presentaron una investigación titulada: **Propuesta de mejoras para la reducción de desperdicio por medio de la metodología Lean manufacturing en la cortadora de tejido textil Banner de la empresa Pirelli de Venezuela C.A**. Su objetivo es proponer un plan de mejoras para la reducción de los desperdicios, por medio del lean manufacturing y herramientas de ingeniería industrial, realizando un

diagnóstico de la situación. Para dar solución a las problemáticas más importantes, se plantearon diferentes ideas tales como la eliminación de la mesa 3, la propuesta de un plan de mantenimiento, la activación del caballete 1 y la mejora metodológica a la falta de entretelas, perchas y desorganización del área. Obtuvo entre los beneficios, el incremento de la productividad de la maquina en 51.480 unidades al mes, con unos costos totales de 650.343 Bs., por la implantación de las mejoras contra un beneficio de 102.960.000 Bs. Al mes lo que generó una relación positiva del beneficio y los costos, lo que hizo este trabajo un proyecto factible.

Por último, Reyes Andrés, Carvajal Julio Cesar. (2014), presentaron un **Plan de mejora para la reducción de desperdicio adicional en el proceso de impresión de plegadizas en una industria de artes gráficas Cali-Colombia**, en La universidad de San Buenaventura CALI, para obtener el título de Ingeniero Industrial. El objetivo del presente trabajo es diseñar un plan de mejora para la reducción de desperdicio adicional en el proceso de impresión, con el fin de proponer diferentes métodos y alternativas que le permitan a la empresa reducir los costos de no calidad, y mejorar la capacidad de respuesta frente a los requerimientos de sus clientes. Utilizando un tipo de investigación descriptivo y transaccional con un enfoque cuantitativo, utilizaron herramientas de análisis de datos y un formato de levantamiento de información como instrumentos cualitativos. Posteriormente, se diseñó el plan de mejora de acuerdo a las acciones propuestas para dar solución a las causas raizales encontradas, con base en el ciclo PHVA para la toma de acciones y mejora continua del proceso actual. El instrumento aplicado permitió identificar las oportunidades de mejora en el proceso de impresión de la empresa objeto de estudio, planteando soluciones para los defectos encontrados más significativos: Variación de tono, manchas, rayas y peladas. De igual manera, el plan de acción diseñado permitió definir las acciones necesarias para eliminar las actividades que no aportan valor al proceso y al producto, con el fin de generar beneficios tangibles para la empresa y el cliente final, cumpliendo con los requerimientos hechos por él e incrementar la competitividad, productividad y posicionamiento de la empresa.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Calidad

Según W. Edwards Deming define la calidad:

“Calidad es traducir las necesidades futuras de los usuarios en características medibles, solo así un producto puede ser diseñado y fabricado para dar satisfacción a un precio que el cliente pagará; la calidad puede estar definida solamente en términos del agente”.

Importancia de la calidad

De acuerdo con Colunga Dávila (1995). La importancia de la calidad se traduce como los beneficios obtenidos a partir de una mejor manera de hacer las cosas y buscar la satisfacción de los clientes, como pueden ser: la reducción de costos, presencia y permanencia en el mercado y la generación de empleos.

Reducción de costos: Automáticamente los costos se reducen ya que la organización tendrá menos reprocesos, con esto, las piezas que se desechaban, ahora serán utilizadas, las personas que se encargaban de volver a reprocesar dichas piezas, ahora podrán dedicarse a la producción y el tiempo que le dedicaban a este mismo los podrán utilizar para innovar nuevos productos o mejorar sus sistemas de producción, también ocasionando un ahorro en el tiempo y los materiales ocupados para la elaboración del producto.

Disminución en los precios: Como consecuencia en la reducción de costos, ocasionado por el menor uso de materiales, por la reducción en los reprocesos, por el menor desperdicio y por el menor desgaste humano, la productividad aumenta considerablemente y el precio del producto o servicio puede ser menor.

Presencia en el mercado: Con una calidad superior a la de la competencia, con un precio competitivo, con productos innovadores y cada vez más perfeccionados, el mercado reconoce la marca creando una confiabilidad hacia los productos fabricados o servicio otorgados; lo que redundará en una presencia sobresaliente en el mercado.

Permanencia en el mercado: Como consecuencia de las ventajas antes mencionadas, la empresa tiene alta probabilidad de permanecer en el mercado con una fidelidad por parte de los consumidores.

Generación de empleos: Al mejorar la calidad, con un precio competitivo,

con presencia y permanencia en el mercado, se pueden proporcionar más empleos, que a su vez demuestra un crecimiento en la organización y cumple íntegramente con uno de los objetivos de la empresa.

Principios de la Calidad

Según Deming Edwards (. 1989). Asegura que la calidad se establece por 14 principios:

- 1- Crear constancia en la mejora de productos y servicios, con el objetivo de ser competitivo y mantenerse en el negocio, además proporcionar puestos de trabajo.
- 2- Adoptar una nueva filosofía de cooperación en la cual todos se benefician, y ponerla en práctica enseñándola a los empleados, clientes y proveedores.
- 3- Desistir de la dependencia en la inspección en masa para lograr calidad. En lugar de esto, mejorar el proceso e incluir calidad en el producto desde el comienzo.
- 4- Terminar con la práctica de comprar a los más bajos precios. En lugar de esto, minimizar el costo total en el largo plazo. Buscar tener un solo proveedor para cada ítem, basándose en una relación de largo plazo de lealtad y confianza.
- 5- Mejorar constantemente y por siempre los sistemas de producción, servicio y planificación de cualquier actividad. Esto va a mejorar la calidad y la productividad, bajando los costos constantemente.
- 6- Establecer entrenamiento dentro del trabajo (capacitación).
- 7- Establecer líderes, reconociendo sus diferentes habilidades, capacidades y aspiraciones. El objetivo del supervisor debería ser ayudar a la gente, máquinas y dispositivos a realizar su trabajo.
- 8- Eliminar el miedo y construir confianza, de esta manera todos podrán trabajar más eficientemente.
- 9- Borrar las barreras entre los departamentos. Abolir la competición y construir un sistema de cooperación basado en el mutuo beneficio que abarque toda la organización.
- 10- Eliminar eslóganes, exhortaciones y metas pidiendo cero defectos o nuevos niveles de productividad. Estas exhortaciones solo crean relaciones de

rivalidad, la principal causa de la baja calidad y la baja productividad reside en el sistema y este va más allá del poder de la fuerza de trabajo.

- 11- Eliminar cuotas numéricas y la gestión por objetivos.
- 12- Remover barreras para apreciar la mano de obra y los elementos que privan a la gente de la alegría en su trabajo. Esto incluye eliminar las evaluaciones anuales o el sistema de méritos que da rangos a la gente y crean competición y conflictos.
- 13- Instituir un programa vigoroso de educación y auto mejora.
- 14- Poner a todos en la compañía a trabajar para llevar a cabo la transformación. La transformación es trabajo de todos.

2.2.2 Lean manufacturing

Según Hernández J, Vizán A (2013), señalan que el lean manufacturing es “Una filosofía, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicio que se observan en la producción”.

Lean Manufacturing mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para alcanzar sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la práctica totalidad de las áreas operativas de fabricación: Organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro. El Lean no es un concepto estático, que se pueda definir de forma directa, ni tampoco una filosofía radical que rompa con todo lo conocido. Su novedad consiste en la combinación de distintos elementos, técnicas y aplicaciones surgidas del estudio de pie de máquina y apoyadas por la dirección en el pleno convencimiento de su necesidad.

Estructura del sistema Lean: Lean es un sistema con muchas dimensiones que incide especialmente en la eliminación de desperdicio mediante la aplicación de técnicas. Lean supone un cambio cultural en la organización empresarial con un alto compromiso de la dirección de la compañía que decida implementarlo. En estas condiciones es complicado hacer un esquema simple que refleje los múltiples pilares, fundamentos, principios, técnicas y métodos que contempla y que no

siempre son homogéneos teniendo en cuenta que se manejan términos y conceptos que varían. Entre las técnicas y técnicas asimiladas a acciones de mejora de sistemas productivos:

- Las 5S.
- Control Total de Calidad.
- Círculos de Control de Calidad.
- Ciclo de Deming.

Principios del sistema Lean manufacturing: los principios más frecuentes asociados al sistema, desde el punto de vista “Factor Humano” y de la manera de trabajar y pensar, son:

- Trabajar en la planta y comprobar las cosas in situ.
- Formar líderes de equipos que asuman el sistema y los enseñen a otros.
- Interiorizar la cultura de “para la línea”.
- Crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora continua.
- Desarrollar personas involucradas que sigan la filosofía de la empresa.
- Respetar la red de suministradores y colaboradores ayudándoles y proponiéndoles retos.
- Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios.
- Promover equipos y personas multidisciplinarios.
- Descentralizar la toma de decisiones.
- Integrar funciones y sistemas de información.
- Obtener el compromiso total de la dirección con el modelo lean.

Ha estos principios hay que añadir los relacionados con las medidas operacionales y técnicas a usar:

- Crear un flujo de proceso continuo que visualice los problemas a la superficie.
- Nivelar la carga de trabajo para equilibrar las líneas de producción.
- Estandarizar las tareas para poder implementar la mejora continua.
- Utilizar el control visual para la detección de problemas.
- Eliminar inventarios a través de las diferentes técnicas JIT.
- Reducir los ciclos de fabricación y diseño.
- Conseguir la eliminación de los defectos.

2.2.3 Concepto de desperdicio vs valor añadido:

Según Hernández J. (2013), muchos de los principios enunciados anteriormente están en consonancia con los objetivos que persiguen la práctica totalidad de las empresas industriales. En principio puede parecer una lista de buenas intenciones, pero surge inmediatamente la pregunta de cómo realmente pueden llevarse a la práctica. Para ello Lean Manufacturing propugna un cambio radical cultural. Este cambio consiste en analizar y medir la eficiencia y productividad de todos los procesos en términos de “valor añadido” y “despilfarro”.

Un ejemplo de este cambio es la forma en la que Lean mide la eficiencia y productividad de los sistemas de fabricación. Las empresas usan los indicadores de productividad como medida clave del rendimiento de sus procesos, pero si las mediciones se realizan sobre lo que hacemos, sin plantearnos si está o no bien hecho, si tiene o no “valor”, es muy probable que las cifras camuflen todo el potencial de mejora de competitividad y costes de nuestro sistema. El valor se añade cuando todas las actividades tienen el único objetivo de transformar las materias primas del estado en que se han recibido a otro de superior acabado que algún cliente esté dispuesto a comprar. El valor añadido es lo que realmente mantiene vivo el negocio y su cuidado y mejora debe ser la principal ocupación de todo el personal de la cadena productiva. En este punto, en el entorno Lean se define “despilfarro” como todo aquello que no añade valor al producto o que no es absolutamente esencial para fabricarlo.

Despilfarro por Sobreproducción: Procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente. Se considera como el principal y la causa de la mayoría de los otros desperdicios. La sobreproducción es un desperdicio crítico porque no incita a la mejora ya que parece que todo funciona correctamente. Además, producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita para nada, lo que representa claramente un consumo inútil de material que a su vez provoca un incremento de los transportes y del nivel de los almacenes.

Características:

- Gran cantidad de stock.
- Ausencia de plan para eliminación sistemática de problemas de calidad.

- Equipos sobredimensionados.
- Tamaño grande de lotes de fabricación.
- Falta de equilibrio en la producción.
- Ausencia de plan para eliminación sistemática de problemas de calidad.
- Equipamiento obsoleto.
- Necesidad de mucho espacio para almacenaje.

Causas posibles:

- Procesos no capaces y poco fiables.
- Reducida aplicación de la automatización.
- Respuesta a las previsiones, no a las demandas.
- Falta de comunicación.

Acciones Lean para este tipo de despilfarro

- Flujo pieza a pieza (lote unitario de producción).
- Implementación del sistema pull mediante kanban.
- Acciones de reducción de tiempos de preparación SMED.
- Nivelación de la producción.
- Estandarización de las operaciones.

Despilfarro por Transporte: Mover trabajo en proceso de un lado a otro, incluso cuando se recorren distancias cortas; también incluye el movimiento de materiales, partes o productos terminados hacia y desde el almacenamiento.

Características

- Los contenedores son demasiado grandes difíciles de manipular.
- Exceso de operaciones de movimiento y manipulación de materiales.
- Los equipos de mantenimiento circulan vacíos por la planta.

Causas posibles:

- Layout obsoleto.
- Gran tamaño de los lotes.
- Procesos deficientes y poco flexibles.
- Programas de producción no uniformes.
- Tiempos de preparación elevados.
- Excesivos almacenes intermedios.
- Baja eficiencia de los operarios y las máquinas.

- Reprocesos frecuentes.

Acciones Lean para este tipo de despilfarro:

- Layout del equipo basado en células de fabricación flexibles.
- Cambio gradual a la producción en flujo según tiempo de ciclo fijado.
- Trabajadores polivalentes o multifuncionales.
- Reordenación y reajuste de las instalaciones.

Despilfarro por tiempo de espera: Operarios esperando por información o materiales para la producción, esperas por averías de máquinas o clientes esperando en el teléfono. Los procesos mal diseñados pueden provocar que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo. Por ello, es preciso estudiar concienzudamente cómo reducir o eliminar el tiempo perdido durante el proceso de fabricación.

Características:

- El operario espera a que la máquina termine.
- Exceso de colas de material dentro del proceso.
- Paradas no planificadas.
- Tiempo para ejecutar otras tareas indirectas.
- Tiempo para ejecutar reproceso.
- La máquina espera a que el operario acabe una tarea pendiente.
- Un operario espera a otro operario.

Causas posibles:

- Métodos de trabajo no estandarizados.
- Layout deficiente por acumulación o dispersión de procesos.
- Desequilibrios de capacidad.
- Falta de maquinaria apropiada.
- Operaciones retrasadas por omisión de materiales o piezas.
- Producción en grandes lotes.
- Baja coordinación entre operarios
- Tiempos de preparación de máquina /cambios de utillaje elevados.

Acciones Lean para este tipo de despilfarro:

- Nivelación de la producción. Equilibrado de la línea.
- Layout específico de producto. Fabricación en células en U.
- Autonomatización con un toque humano (Jidoka).
- Cambio rápido de técnicas y utillaje (SMED).
- Adiestramiento polivalente de operarios.

Despilfarro por “transporte” y “movimientos innecesarios: El desperdicio de por transporte es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario. Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cerca posible y los materiales deberían fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventario. En este sentido, es importante optimizar la disposición de las máquinas y los trayectos de los suministradores. Además, cuando más veces se mueven los artículos de un lado para otros mayores son las probabilidades de que resulten dañados.

Características:

- Los contenedores son demasiado grandes, o pesados, difíciles de manipular.
- Exceso de operaciones de movimiento y manipulación de materiales.
- Los equipos de mantenimiento circulan vacíos por la planta.

Causas posibles:

- Layout obsoleto.
- Gran tamaño de los lotes.
- Proceso deficiente y poco flexible.
- Programas de producción no uniformes.
- Tiempos de preparación elevados.
- Excesivos almacenes intermedios.
- Baja eficiencia de los operarios y las máquinas.
- Reproceso frecuente.

Acciones Lean para este tipo de despilfarro:

- Layout del equipo basado en células de fabricación flexibles.
- Cambio gradual a la producción en flujo según tiempo de ciclo fijado.
- Trabajadores polivalentes o multifuncionales.

- Reordenación y reajuste de las instalaciones para facilitar los movimientos de los empleados.

Despilfarro de defectos, rechazos y reprocesos: El despilfarro derivado de los errores es uno de los más aceptados en la industria, aunque significa una gran pérdida de productividad porque incluye el trabajo extra que debe realizarse como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez. Los procesos productivos deberían estar diseñados a prueba de errores, para conseguir productos acabados con la calidad exigida. Eliminando así cualquier necesidad de retrabajo o de inspecciones adicionales. También debería haber un control de calidad en tiempo real, de modo que los defectos en el proceso productivo se detecten justo cuando suceden, minimizando así el número de piezas que requieren inspección adicional y/o repetición de trabajos.

Características:

- Pérdida de tiempo, recursos materiales y dinero.
- Planificación inconsistente.
- Calidad cuestionable.
- Flujo de proceso complejo.
- Recursos humanos adicionales necesarios para inspección y reprocesos.
- Espacio y técnicas extra para el reproceso.
- Maquinaria poco fiable.
- Baja motivación de los operarios.

Causas posibles:

- Movimientos innecesarios.
- Proveedores o procesos no capaces.
- Errores de los operarios.
- Formación o experiencia de los operarios inadecuada.
- Técnicas o utillajes inapropiados.
- Proceso productivo deficiente o mal diseñado.

Acciones Lean para este tipo de despilfarro:

- Autonomización con toque humano (Jidoka)
- Estandarización de las operaciones.
- Implantación de elementos de aviso o señales de alarma (andon).

- Mecanismos o sistemas anti-error (Poka-Yoke).
- Incremento de la fiabilidad de las máquinas.
- Implantación de mantenimiento preventivo.
- Aseguramiento de la calidad en puesto.
- Producción en flujo continuo para eliminar manipulación de las piezas de trabajo.
- Control visual: Kanban, 5S y andon.
- Mejora del entorno de proceso.

2.2.4 Metodología 5S

La historia de este método versa de Japón, de hecho, su nombre viene designado por la primera letra del nombre de sus cinco etapas, y se inicia con Toyota en los años 60 para conseguir lugares de trabajo más limpios, ordenados y organizados. Surgió tras la segunda guerra mundial por la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros con el objetivo de mejorar la calidad y eliminar obstáculos a la producción eficiente. En un principio se aplicó al montaje de automóviles, pero en la actualidad tiene aplicación a muchos más sectores, empresas y puestos de trabajo. Varios estudios estadísticos demuestran que aplicar las primeras 3S da lugar a resultados tan interesantes como el crecimiento del 15% del tiempo medio entre fallos, el crecimiento del 10% en fiabilidad del equipo, la reducción del 70% del número de accidentes y una reducción del 40% en costos de mantenimiento

El concepto de origen japonés de las 5S se refiere a la creación de áreas de trabajo más limpias, seguras y visualmente más organizadas.

Las 5S es un programa de participación expandida en las compañías, que incluye a todo el personal de la organización. Tienen un alcance muy efectivo para motivar gente y mejorar el ambiente de trabajo y efectividad.

Principios de las 5S

Según Hernández J (2013), Los principios de las 5S son fáciles de entender y su puesta en marcha no requiere ni un conocimiento particular ni grandes inversiones financieras. Sin embargo, detrás de esta aparente simplicidad, se esconde una herramienta potente y multifuncional a la que pocas empresas le han conseguido sacar todo el beneficio posible. Su implantación tiene por objetivo

evitar que se presenten los siguientes síntomas disfuncionales en la empresa y que afectan, decisivamente, a la eficiencia de la misma:

- Aspecto sucio de la planta: maquinas, instalaciones, técnicas, etc.
- Desorden: pasillos ocupados, técnicas sueltas, embalajes, etc.
- Elementos rotos: mobiliario, cristales, señales, topes, indicadores, etc.
- Falta de instrucciones sencillas de operación.
- Numero de averías más frecuentes de lo normal.
- Desinterés de los empleados por su área de trabajo.
- Movimientos y recorridos innecesarios de personas, materiales y utillajes.
- Falta de espacio en general.

La implantación de las 5S sigue normalmente un proceso de cinco pasos cuyo desarrollo implica la asignación de recursos, la adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de aspectos humanos. La dirección de la empresa ha de estar convencida de que las 5S suponen una inversión de tiempo por parte de los operarios y la aparición de unas actividades que deberán mantenerse en el tiempo. Además, se debe preparar un material didáctico para explicar a los operarios la importancia de las 5S y los conceptos básicos de la metodología. Para empezar la implantación de las 5S, habrá que escoger un área piloto y concentrarse en ella, porque servirá como aprendizaje y punto de partida para el despliegue al resto de la organización. Esta área piloto debe ser muy bien conocida, debe representar a priori una probabilidad alta de éxito de forma que permita obtener resultados significativos y rápidos. Los hábitos de comportamiento que se consiguen con las 5S logrará que las demás técnicas Lean se implanten con mayor facilidad. El principio de las 5S puede ser utilizado para romper con los viejos procedimientos existentes y adoptar una cultura nueva a efectos de incluir el mantenimiento del orden, la limpieza e higiene y la seguridad como un factor esencial dentro del proceso productivo, de la calidad y de los objetivos generales de la organización.

Eliminar (Seiri): La primera de las 5S significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o inútiles para la tarea que se realiza. La pregunta clave es: “¿es esto es útil o inútil?”. Consiste en separar lo que se necesita de lo que no y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos prescindibles que originen despilfarros como el incremento de manipulaciones y

transportes, pérdida de tiempo en localizar cosas, elementos o materiales obsoletos, falta de espacio, etc. En la práctica, el procedimiento es muy simple ya que consiste en usar unas tarjetas rojas para identificar elementos susceptibles de ser prescindibles y se decide si hay que considerarlos como un desecho.

Ordenar (Seiton): Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad, definir su lugar de ubicación identificándolo para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición inicial. La actitud que más se opone a lo que representa seiton, es la de “ya lo ordenaré mañana”, que acostumbra a convertirse en “dejar cualquier cosa en cualquier sitio”. La implantación del seiton comporta:

- Marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso.
- Disponer de un lugar adecuado, evitando duplicidades; cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa.

Para su puesta en práctica hay que decidir dónde colocar las cosas y cómo ordenarlas teniendo en cuenta la frecuencia de uso y bajo criterios de seguridad, calidad y eficacia. Se trata de alcanzar el nivel de orden preciso para producir con calidad y eficiencia, dotando a los empleados de un ambiente laboral que favorezca la correcta ejecución del trabajo.

Limpieza e inspección (Seiso): Seiso significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir anticiparse para prevenir defectos. Su aplicación comporta:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Centrarse tanto o más en la eliminación de los focos de suciedad que en sus consecuencias.
- Conservar los elementos en condiciones óptimas, lo que supone reponer los elementos que faltan (tapas de máquinas, técnicas, documentos, etc.), adecuarlos para su uso más eficiente (empalmes rápidos, reubicaciones, etc.), y recuperar aquellos que no funcionan (relojes, utillajes, etc.) o que están reparados “provisionalmente”. Se trata de dejar las cosas como “el primer día”.

La limpieza es el primer tipo de inspección que se hace de los equipos, de ahí

su gran importancia. A través de la limpieza se aprecia si un motor pierde aceite, si existen fugas de cualquier tipo, si hay tornillos sin apretar, cables sueltos, etc. Se debe limpiar para inspeccionar, inspeccionar para detectar, detectar para corregir.

Debe insistirse en el hecho de que, si durante el proceso de limpieza se detecta algún desorden, deben identificarse las causas principales para establecer las acciones correctoras que se estimen oportunas.

Otro punto clave a la hora de limpiar es identificar los focos de suciedad existentes (como los lugares donde se producen con frecuencia virutas, caídas de piezas, pérdidas de aceite, etc.) para poder así eliminarlos y no tener que hacerlo con tanta frecuencia, ya que se trata de mantener los equipos en buen estado, pero optimizando el tiempo dedicado a la limpieza.

Estandarizar (Seiketsu): La fase de seiketsu permite consolidar las metas una vez asumidas las tres primeras “S”, porque sistematizar lo conseguido asegura unos efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. Un estándar es la mejor manera, la más práctica y fácil de trabajar para todos, ya sea con un documento, un papel, una fotografía o un dibujo. El principal enemigo del seiketsu es una conducta errática, cuando se hace “hoy sí y mañana no”, lo más probable es que los días de incumplimiento se multipliquen. Su aplicación comporta las siguientes ventajas:

- Mantener los niveles conseguidos con las tres primeras “S”.
- Elaborar y cumplir estándares de limpieza y comprobar que éstos se aplican correctamente.
- Transmitir a todo el personal la idea de la importancia de aplicar los estándares.
- Crear los hábitos de la organización, el orden y la limpieza.
- Evitar errores en la limpieza que a veces pueden provocar accidentes.

Para implantar una limpieza estandarizada, el procediendo puede basarse en tres pasos:

- Asignar responsabilidades sobre las 3S primeras. Los operarios deben saber qué hacer, cuándo, dónde y cómo hacerlo.
- Integrar las actividades de las 5S dentro de los trabajos regulares.

- Chequear el nivel de mantenimiento de los tres pilares. Una vez se han aplicado las 3S y se han definido las responsabilidades y las tareas a hacer, hay que evaluar la eficiencia y el rigor con que se aplican.

Disciplina (Shitsuke): Shitsuke se puede traducir por disciplina y su objetivo es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Su aplicación está ligado al desarrollo de una cultura de autodisciplina para hacer perdurable el proyecto de las 5S. Este objetivo la convierte en la fase más fácil y más difícil a la vez. La más fácil porque consiste en aplicar regularmente las normas establecidas y mantener el estado de las cosas. La más difícil porque su aplicación depende del grado de asunción del espíritu de las 5S a lo largo del proyecto de implantación. El líder de la implantación lea establecerá diversos sistemas o mecanismos que permitan el control visual, como, por ejemplo: flechas de dirección, rótulos de ubicación, luces y alarmas para detectar fallos, tapas transparentes en las máquinas para ver su interior, utillajes de colores según el producto o la máquina, etc.

2.2.5 Productividad

Galindo Mariana y Viridiana Ríos (2015) definen la productividad como, una medida de que tan eficientemente utilizamos nuestro trabajo y nuestro capital para producir valor económico. Una alta productividad implica que se logra producir mucho valor económico con poco trabajo o poco capital. Un aumento de productividad implica que se puede producir más con lo mismo. (p.01)

En términos económicos, la productividad es todo crecimiento de producción que no se explica por aumentos en trabajo, capital o en cualquier otro insumo intermedio utilizado para producir. Esto se expresa algebraicamente como:

$$PBI = Productividad * f(capital, trabajo)$$

Donde el producto interno bruto (PIB) es una función f del capital y trabajo, y de la productividad. Así, la productividad (también llamada Productividad Total de los Factores, PTF) es el crecimiento del PIB que no se explica por los niveles de trabajo y capital. La PTF incluye factores amplios que van desde el acervo de conocimientos existentes en una economía, hasta la eficiencia con la que los

recursos son asignados en una sociedad.

2.2.6 Diagrama de Pareto

Se usa un diagrama de Pareto para:

- Presentar, en orden de importancia, la contribución de cada elemento al efecto total.
- Ordenar las oportunidades de mejora.

Un diagrama de Pareto es una técnica gráfica simple para ordenar elementos, desde el más frecuente hasta el menos frecuente, basándose en el principio de Pareto. Hay consenso en admitir que en numerosas situaciones que se plantean en las organizaciones, los problemas tienen una importancia desigual, fenómeno que no está limitado a cuestiones relativas a la calidad. En estos casos se da el principio de «los pocos vitales y los muchos triviales» que se conoce como principio de Pareto. Dicha proporción, en una gran mayoría de los casos, ha resultado ser de aproximadamente un 20% para los “pocos vitales” y de un 80% para los “muchos triviales”. Este 20% es el responsable de la mayor parte del efecto que se produce. Esta denominación se debe a Juran, quien a fines de la década de los 40 comprendió que se trata de un principio de carácter universal. Utilizando las curvas acumulativas de M.O. Lorenz se puede desarrollar un análisis de Pareto de fundamental interés en relación con la temática de la calidad.

El principio de Pareto es simultáneamente varias cosas: es un estado de la naturaleza que se da en varias circunstancias, es una forma de llevar adelante proyectos (lo que puede denominarse una herramienta de gestión) y, también, es una manera de pensar con respecto a los problemas que afectan a todas las cosas (en la cual predomina el principio de la racionalización). Si se distingue los elementos más importantes de los menos importantes, se ha de obtener el mayor mejoramiento con el menor esfuerzo.

El diagrama de Pareto presenta, en orden decreciente, la contribución relativa de cada elemento al efecto total. Dicha contribución relativa puede basarse en la cantidad de sucesos, en el costo asociado con cada elemento u otras mediciones de impacto sobre el efecto. Se usa bloques para indicar la contribución relativa de cada elemento. Se emplea una curva de frecuencias acumuladas para indicar la

contribución acumulada de los elementos. El diagrama de Pareto es un ejemplo clásico de un histograma.

2.2.7 Diagrama de Causa-Efecto. Ishikawa

El diagrama de causas-efecto de Ishikawa, así llamado en reconocimiento a Kaouru Ishikawa ingeniero japonés que lo introdujo y popularizó con éxito en el análisis de problemas en 1943 en la Universidad de Tokio durante una de sus sesiones de capacitación a ingenieros de una empresa metalúrgica explicándoles que varios factores pueden agruparse para interrelacionarlos. Este diagrama es también conocido bajo las denominaciones de cadena de causas-consecuencias, diagrama de espina de pescado o “fish-bone”.

El diagrama de Ishikawa es un método gráfico que se usa para efectuar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, los cuales pueden ser controlables. Se usa el diagrama de causas-efecto para:

- Analizar las relaciones causas-efecto.
- Comunicar las relaciones causas-efecto.
- Facilitar la resolución de problemas desde el síntoma, pasando por la causa hasta la solución.

En este diagrama se representan los principales factores (causas) que afectan la característica de calidad en estudio como líneas principales y se continúa el procedimiento de subdivisión hasta que están representados todos los factores factibles de ser identificados. El diagrama de Ishikawa permite apreciar, fácilmente y en perspectiva, todos los factores que pueden ser controlados usando distintas metodologías. Al mismo tiempo permite ilustrar las causas que afectan una situación dada, clasificando e interrelacionando las mismas. El diagrama puede ser diseñado por un individuo, pero es aconsejable que el mismo sea el resultado de un esfuerzo del equipo de trabajo quien previamente utilizó el diagrama de afinidades.

2.2.8 Técnica de Grupo Nominal

Es una técnica creativa empleada para facilitar la generación de ideas y el análisis de problemas. Este análisis se lleva a cabo de un modo altamente estructurado, permitiendo que al final de la reunión se alcancen un buen número de conclusiones sobre las cuestiones planteadas. La Técnica de Grupo Nominal hace

posible alcanzar un consenso rápido con relación a cuestiones, problemas, soluciones o proyectos. Permite producir y priorizar un amplio número de elementos.

Son tres los objetivos centrales de esta técnica:

- Asegurar diferentes procesos en la aplicación de cada fase de la técnica.
- Equilibrar la participación entre las personas participantes.
- Incorporar técnicas matemáticas de votación en el proceso de decisión del grupo.

La aplicación de la Técnica de Grupo Nominal se lleva a cabo en las fases siguientes:

- Definir la tarea
- Generar ideas
- Registrar ideas
- Clarificar ideas
- Hacer la selección
- Determinar la prioridad

2.3 Definición de términos básicos:

Acción correctiva: Acción tomada para eliminar la causa principal de una no conformidad detectada u otra situación no deseable.

Acción Preventiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial y otra situación potencialmente indeseable.

Alta Dirección: Persona o grupo de personas que dirigen y controlan al más alto nivel una organización.

Análisis de Pareto: Técnica exploratoria donde los artículos de interés se identifican y miden en una escala común y se arreglan en orden ascendente, lo que crea una distribución acumulada; por lo general, 20% de los artículos son responsables del 80% o más de la actividad total, lo que sugiere el termino alternativo de regla 80-20.

Cable: Hilo metálico o conjunto de hilos que sirve como conductor; puede tener una envoltura aislante.

Calidad: Grado en que un conjunto de características inherentes, cumple con los requisitos. Nota: “Inherente” significa que existe en algo, especialmente como una característica permanente.

Cliente. Organización o persona que recibe un producto.

Competencia. Habilidad demostrada para aplicar conocimientos y aptitudes.

Control de la calidad: Parte de la Gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad.

Eficacia: Extensión en la que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados.

Eficiencia: Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados.

Herramientas: Están diseñadas para facilitar el trabajo y permitir que los recursos sean aplicados eficientemente intercambiando información y conocimiento dentro y fuera de las organizaciones.

Mejorar: Se trata de buscar la mejor manera de realizar alguna actividad.

Mejora Continua. Actividad recurrente para aumentar la capacidad de cumplir los requisitos.

Organización. Conjunto de personas e instalaciones con una disposición de responsabilidades, autoridades y relaciones.

Procedimiento: sucesión cronológica o secuencia de operaciones concatenadas, necesarias para realizar una actividad.

Proceso: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman entradas en salidas.

Producto: Es la salida de cualquier proceso

Scrap: Materiales sobrantes de la fabricación que a diferencia de los desechos puede tener un valor monetario significativo.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Según Arias F. (2006) Marco Metodológico: “La metodología del proyecto incluye el tipo o los tipos de investigación, las técnicas y los instrumentos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el “como” se realizará el estudio del problema planteado”.

3.1 Tipo de investigación

Este proyecto será factible porque se puede implementar y ejecutar eficazmente. Se elaborará un plan de mejoras para la disminución de los desperdicios por material no conforme en el área de extrusión de la serie 8000 en la empresa Interamericana de Cables S.A. con el cual se aportarán soluciones e ideas para solventar el problema ya mencionado.

Arias F. (2006), define una investigación científica como: “Un proceso metódico y sistemático dirigido a la solución de problemas o preguntas científicas, mediante la producción de nuevos conocimientos, los cuales constituyen la solución o respuesta a tales interrogantes.” (p.22).

De esta manera, la investigación estará enmarcada dentro de la modalidad de proyecto factible, ya que, según lo planteado por el Manual de Trabajo de Grado de Especialización, Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, UPEL, (2006):

Consiste en la investigación, elaboración, y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnología, métodos o procesos. El proyecto debe tener apoyo ambas modalidades en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades (p.38).

De la misma manera, el manual anteriormente mencionado, define:

El Proyecto Factible comprende las siguientes etapas generales: diagnóstico, planteamiento y fundamentación teórica de la propuesta; procedimiento metodológico,

actividades y recursos necesarios para su ejecución; análisis y conclusiones sobre la viabilidad y realización del Proyecto; y en caso de su desarrollo, la ejecución de la propuesta y la evaluación tanto del proceso como de sus resultados.” (p.13).

3.2 Diseño de la Investigación

La elaboración de este trabajo se basa en una investigación de campo, con un nivel descriptivo y documental. Debido a que se realizara en el lugar donde se presenta el problema, complementando con una revisión bibliográfica a través de la cual se analizaron las necesidades y la factibilidad para ejecutar el mismo. Entendiéndose por investigación de campo, lo planteado por el Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales UPEL (2006):

...El análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios” (p. 18).

Es por ello que, al estar sustentados en una investigación de campo, permitirá atestiguar que toda la información recolectada es real y proviene directamente del área de la serie 8000, de esta manera se podrán implementar las herramientas de la ingeniería industrial que apliquen mediante el análisis de la información recolectada.

3.3 Nivel de la investigación

Arias F. (2012) reseña que la investigación descriptiva:

“Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere”. (pag.24).

Por otra parte, la investigación documental, según Arias F. (2012) “Es 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 electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos. (pag.27).

En este mismo orden de ideas, Sabino C. (2002), Afirma que:

“Es preciso anotar que los diseños de campo tampoco pueden basarse exclusivamente en datos primarios. Siempre será necesario ubicar e integrar nuestro problema y nuestros resultados dentro de un conjunto de ideas más amplio, para cuya elaboración es imprescindible realizar consultas o estudios bibliográficos.” (p.65).

Dentro de este marco se dice que el presente trabajo es una investigación documental, debido a que, para realizar el plan de mejora para la disminución de desperdicios por material no conforme, se acudió a fuentes de datos con información ya registrada, tales como libros, páginas web, datos estadísticos, archivos, entre otros y de esta manera fundamentar las conclusiones del estudio en técnicas y herramientas teóricas ya conocidas.

3.4 Técnicas de recolección de información.

Sabino C (2002), define los datos como “cada uno de los elementos de información que se recoge durante el desarrollo de una investigación y sobre la base de los cuales, convenientemente sintetizados, podrán extraerse conclusiones de relevancia en relación al problema inicial planteado.” (p. 82)

Con la finalidad de recolectar datos se dispondrá de una gran variedad de técnicas, tanto cuantitativas como cualitativas. Sabino C. (2002), define las técnicas y métodos de recolección de datos como:

“Herramientas que se manipulan para obtener información y para llevar a cabo las observaciones de una investigación o estudio determinado. Conforme a lo que se desea estudiar o investigar, la característica a observar, sus propiedades y factores relacionados con aspectos naturales, económicos, políticos, sociales, etc., cuando se selecciona uno de estos instrumentos. En otras palabras, estos son los que permiten efectuar observaciones, de uno u otro fenómeno en una forma más despejada y precisa de la descripción de los hechos a estudiar.” (p. 6)

En este trabajo de grado se utilizarán las siguientes técnicas de colección de datos:

3.4.1 Observación directa: Tamayo (2007), la define como “aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación.” (p.193). Mediante esta técnica se conocerá la forma de trabajar de cada uno de los operadores, así como también, el proceso de

extrusión, pudiendo detectar la problemática de exceso de desperdicios por material no conforme que se genera. Ésta técnica se empleará para el conocimiento del problema y así comenzar la búsqueda de la solución.

3.4.2 Entrevista no estructurada: Según Arias, F (2006); se define como: “Más que un simple interrogatorio es una técnica basada en un dialogo o conversación cara a cara, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida.” (p. 73). Las entrevistas serán aplicadas al personal que labora en el área de la serie 8000, tales como, operadores, técnicos, ayudantes y supervisores, mediante reuniones de mantenimiento autónomo, 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 esta área.

3.4.3 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 adquirirá 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.

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

3.5 Población y Muestra.

3.5.1 Población

En relación a lo anteriormente expuesto surge la necesidad de obtener una

muestra de la población conformada por cinco áreas, las cuales son el área de energía, de metalurgia y el área de la serie 8000.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2006), la población “es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”. (p.238). Además, Arias (2006) agrega que “Es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos de estudio.” (p.81).

3.5.2 Muestra

De dicha población se tomó como objeto de estudio o muestra, el área de la serie 8000. Arias F, (2006) define la muestra como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p. 83).

3.6 Fases metodológicas

Con el fin de lograr los objetivos propuestos, es necesario el establecimiento de una serie de pasos o fases que permitan conocer la realidad de la situación en estudio y conduzcan al diseño de la propuesta, lo cual es el fin último de este trabajo. Estas fases son:

Fase I: Diagnostico de la situación actual en la generación de desperdicios por material no conforme en el área serie 8000 de Interamericana de Cables S.A.

- Se realizará un estudio con el fin de conocer el proceso de extrusión de la serie 8000 y poder identificar las fallas y consecuencias del proceso.
- Se realizarán entrevistas no estructuradas al personal que labora en la planta de la serie 8000, 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 durante el año 2017 hasta enero de 2018. Lo que permite hacer una relación porcentual de la pérdida de material producida por el área de la serie 8000
- Finalmente se priorizarán las fallas encontradas en el proceso para intentar eliminar o reducir las mismas.

Fase II: Análisis de las debilidades encontradas que generan desperdicios por material no conforme en el área serie 8000 de Interamericana de Cables S.A.

- Se realizará una clasificación de las causas que generan las fallas en los cables producidos por el proceso de extrusión del área de la serie 8000 a través del diagrama causa y 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 los desperdicios por material no conforme del área de la serie 8000.

Fase III: Diseño de un plan de mejoras que conduzcan a la disminución de desperdicios por material no conforme en el proceso de extrusión del área serie 8000.

Luego de haber identificado las principales fallas del proceso y haber establecido las oportunidades de mejoras referentes a la disminución de desperdicios por material no conforme producidos durante el proceso de extrusión en el área de la serie 8000, se procederá a plantear propuestas para cada una de ellas, mediante la aplicación de técnicas de ingeniería.

Fase IV: Evaluación de la relación costo-beneficio que genera el plan de mejoras diseñado.

A través de esta fase, se determinarán los costos asociados a los requerimientos de la propuesta, mediante:

- La realización de un presupuesto de inversión de la propuesta planteada.
- Una evaluación de beneficio que se podría obtener una vez implementada la propuesta.
- Establecer la relación costo- beneficio que tendría la propuesta planteada.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En este capítulo se presenta los resultados obtenidos en cada una de las fases establecidas del proyecto descritas en el marco metodológico a fin de cumplir con el objetivo de proponer mejoras para disminuir los desperdicios por material no conforme en el proceso de extrusión del área serie 8000.

4.1 Fase I: Diagnostico la situación actual de la generación de desperdicios por material no conforme en el proceso de extrusión del área serie 8000, Interamericana de Cables Venezuela S.A.

Mediante el recorrido de la planta aplicando la observación directa, entrevistas no estructuradas y revisión documental se realizó el diagnóstico de la situación actual del proceso de fabricación de cables en el área serie 8000.

4.1.1 Descripción del proceso de extrusión de la S-8000

El material se introduce en la tolva que cae sobre la zona de alimentación del husillo entonces se mezcla, se calienta, se plastifica y se fuerza hacia adelante hasta el cabezal, pasando antes generalmente, por la rejilla y tamices filtrantes. En el cabezal el material cambia de dirección y recorre un tramo antes de llegar al dado en donde se adapta al material a recubrir. Todo ello se debe a la presión dada por el movimiento giratorio del husillo en el interior de un cilindro caliente. Generalmente, el husillo tiene un paso constante y una profundidad de rosca decreciente, lo que hace aumentar la compresión del material. (ver figura 1)



Figura 1. Extrusora Maquina que aísla el conductor

Fuente: Interamericana de cables Venezuela.

Tipos de extrusión:

a- Extrusión a presión:

Se utiliza generalmente en la aplicación de aislamiento sobre conductores desnudos o aislados y chaqueta compenetrante sobre conductores desnudos. En este tipo de extrusión la punta de la guía se encuentra algo retirada de la zona cilíndrica tubular del dado, de manera que el material fluye alrededor del conductor. Como la guía está completamente rodeada de material; aprovechando la presión que existe en el cabezal, el material se adapta a la forma del cable colocándose por los intersticios del cable a recubrir, rellenando sus huecos y formando una cubierta penetrante.

b- Extrusión tubular:

Esta forma de recubrimiento se basa en extruir un tubo que es posteriormente adaptado encima de la superficie a recubrir. Este método requiere que la guía entre hasta la boca del dado. Por lo tanto, se extruye un tubo que al ser arrastrado por el conductor se adapta estrechamente sobre la cuerda del cable.

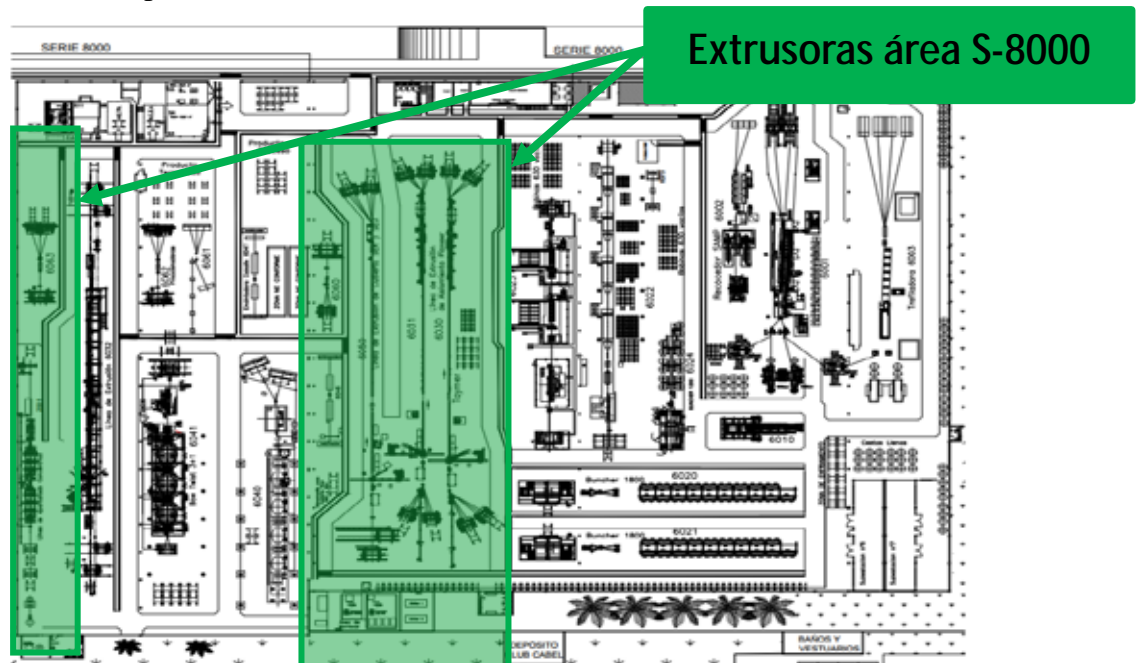


Figura 2. Vista de la planta Serie 8000 en Interamericana de cables Venezuela
Fuente: Interamericana de cables Venezuela.

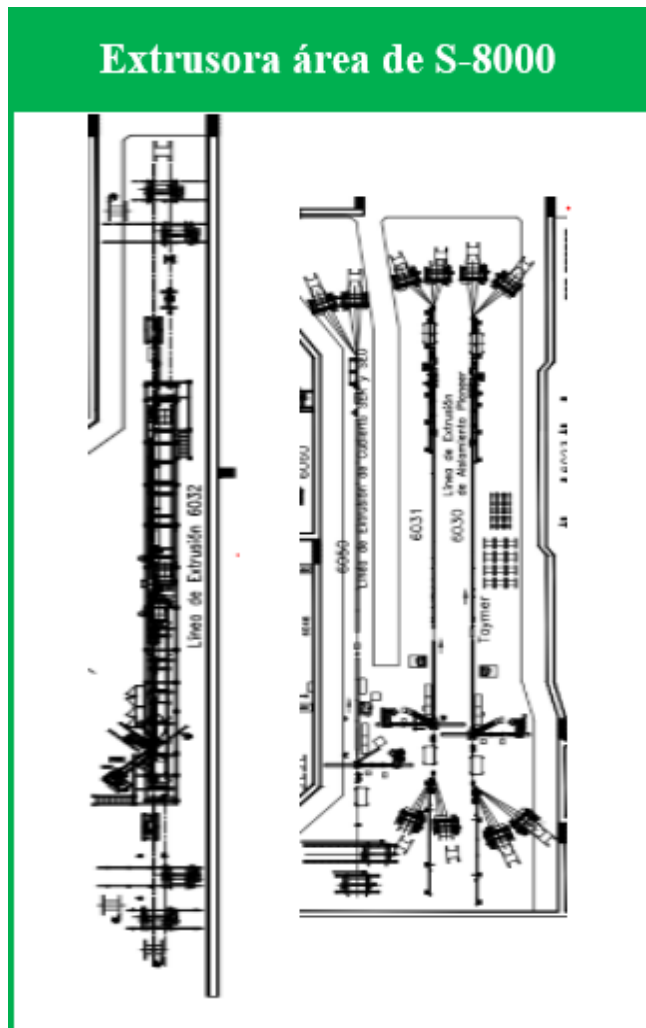


Figura 3. Distribución de la Serie 8000

Fuente: Interamericana de cables Venezuela.

Para que el material se adapte estrechamente al perfil a recubrir, el tubo tiene que ser aspirado desde la parte interior y esto se consigue a través de una bomba de vacío, la cual, en vez de lanzar aire, lo absorbe produciendo así la aspiración. Este aire lo toma de la entrada del torpedo. Esta entrada ha de estar completamente libre y además el cable debe tener una holgura mínima de 2 mm entre el hilo o cuerda del cable y la cavidad interior del torpedo para que la bomba trabaje con toda normalidad.

4.1.2 Generación de desperdicio

En la siguiente tabla se presentan los registros de la producción, los kilómetros totales procesados y los kilómetros que fueron identificados como no conformes, de los cuales se obtiene el porcentaje de desperdicios por material no conformes generados.

Tabla 2. Porcentaje de generación de desperdicios por material no conforme en el área serie 8000.

Maquina	Mes	Prom 2016	Prom 2017	Ene	Feb	Mar
6030	Km	5,726	535	300	486	638
	Km 6030	755	65	84	93	62
	%	13.2%	12.2%	28.0%	19.1%	9.7%
6031	Km	6,203	568	427	497	710
	Km 6031	686	65	122	85	110
	%	11.1%	11.4%	28.6%	17.1%	15.5%
6032	Km	5,106	525	671	609	517
	Km 6032	910	88	153	53	75
	%	17.8%	16.7%	22.8%	8.7%	14.5%
6050	Km	1,040	138	128	167	246
	Km 6050	33	5	4	9	9
	%	3.2%	3.6%	3.3%	5.3%	3.5%
TOTAL	Km	18,075	1,766	1,526	1,759	2,111
	Km 6050	2,384	223	363	239	256
	%	13.2%	12.6%	23.8%	13.6%	12.1%

En el gráfico 2 se muestra el registro del porcentaje promedio de los años 2016 y 2017 y el porcentaje de desperdicios generados en los tres primeros meses del año 2018.

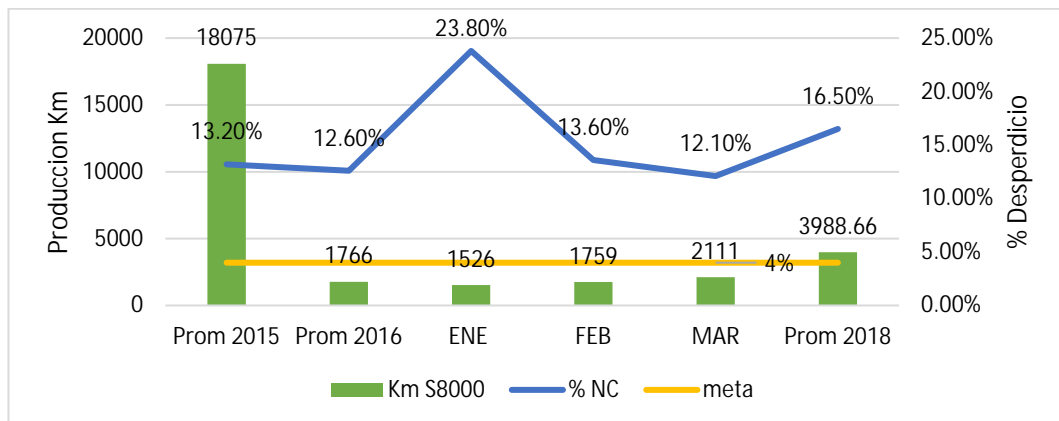


Gráfico 2. Porcentaje de generación de desperdicios por material no conforme en el área serie 8000.

Fuente: Interamericana de cables Venezuela.

Autores: M. Nava, A. Rincón

Como se puede observar estos porcentajes han estado excediendo el límite estándar de pérdidas por producción que está establecido por la empresa, el mismo es del 4%. Es por ello, que surge la necesidad de disminuir los desperdicios.

Tabla 3. Costos por generación de material no conforme.

Mes	Prom mes 2016	Prom mes 2017	Ene	Feb	Mar
Kg MNC	26.368	20.923	18.401	19.341	26.540
Km NC	2.384	223	363	239	256
Costo Total por generación de MNC USD	75.000	59.000	52.000	55.000	75.000

Fuente: Interamericana de Cables, S.A.

Autores: M. Nava, A. Rincón (2018)

La tabla 3 contempla los kilogramos y kilómetros no conformes, además de los costos totales que se generaron por mes.

4.1.3 Debilidades encontradas en la observación realizada

Al realizar la observación y analizar el proceso de extrusión del área serie 8000, se encontraron una serie de debilidades en el proceso que generan material no conforme, los puntos a mencionar provienen de una tormenta de ideas que se realizó en una reunión con operadores, supervisores, técnicos, ingenieros y los gerentes de las áreas involucradas, las ideas fueron las siguientes:

Tabla 4. Debilidades del proceso

Debilidades
Operador no realiza las limpiezas entre procesos.
Falta de experiencia del ayudante
Falta de herramientas para la limpieza.
El silano es difícil de sacar cuando se limpia.
Excesivo calor mientras se limpia el tornillo.
Excesivas rutinas de limpiezas debido a cambios.
Falta de procedimiento de limpieza de cabezal y tornillo.
Múltiples limpiezas debido a reprocesos.
Mala ubicación de herramientas de limpieza.
Falta de seguimiento de los tiempos de limpieza por parte del supervisor.
Falta de motivación del operador en cuanto a las limpiezas.
Falta de comparación de tiempo de limpieza entre operadores.
Falta de revisión de los equipos de trabajos por parte del operador y ayudante de máquinas.
Falta de cuidado al tapar o sellar las cajas de silano.
Contaminación en el recubrimiento del conductor.

Fuente: Interamericana de Cables, S.A.

Autores: M. Nava, A. Rincón (2018)

Estas debilidades antes mencionadas, ocasionaron un porcentaje de

desperdicios por materiales no conformes que representaron en enero 23,8%, febrero 13,6% y marzo 12,1%, lo que trae como consecuencia un aumento en los costos de materia prima, de mano de obra y disminución de la productividad de la empresa ya que el límite estándar de pérdida establecido es 4% de la producción.

Adicionalmente en esta reunión también se generó una lista de las causas que generan desperdicios por material no conforme, las cuales son:

Tabla 5. Causas del Fallas en el Proceso

Causas	
1	Variación en los tipos de resina.
2	Conexiones de las resistencias y termocupas sin identificar.
3	Falta de revisión de resistencias y termocupas por parte de mantenimiento al inicio de producción.
4	Falta de seguimiento a las rutinas definidas en extrusión en cuanto a limpieza por parte de producción.
5	Contaminación de materia prima en proceso, manipulación de materias primas, materias primas destapadas.
6	Falta de revisión de parámetros de proceso antes de arrancar máquina y durante el proceso.
7	Falta de criterio de limpieza en cabezales.
8	Resistencias no estándar para extrusoras.
9	Cambios de perfil de temperatura con el mismo material en extrusora 6032.
19	Confiabilidad en revisiones de resistencias y termocupas.
11	Cambios de material sin limpieza de tornillo y cabezal.
12	Alto % de FR en calibres delgados.
13	Confiabilidad del mantenimiento preventivo.
14	Uso de aceite inadecuado en unidad de enfriamiento.
15	Error en conexiones de unidad de enfriamiento.
16	Desgaste o maltrato de piezas de cabezal, distribuidor, porta matriz, tip, matriz, herramental, etc.
17	Bajas RPM en calibres delgados.
18	Vibración del conductor antes de entrar al cabezal de extrusora.
19	Scorch que se genera no se quema lo suficiente con los mecheros usados.
20	Deficiencia de los mecheros.
21	Varilla de enfriamiento rota o corta genera material reticulado en el tornillo.
22	Estopera dañada genera bote de aceite y reticulación en el tornillo.

23	Descalibración de tolva maguire puede generar exceso de carga de alguno de los componentes.
24	Excesivo tiempo del material en el tornillo genera reticulación en el mismo.
25	Tiempo de trabajo del tornillo sin realizar limpieza.
26	Múltiples cambios de operaciones de calibres gruesos a delgados o viceversa.
27	Materia prima no conforme.
28	Falla del vacío puede arrastrar polvillo de aluminio en plástico.
29	Carretes maltratados o con filos en flange, maltratan conductor y generan partícula en plástico.
30	Pitillo de raya acoplado en cabezal, sin uso de raya.
31	Aro retenedor de matriz muy pequeño para calibres gruesos, se pega material alrededor.
32	Problemas de tensión de acumulador de entrada o capstan de entrada.
33	Se tapan filtros de enfriamiento de zona de alimentación en extrusoras pionner.
34	Carretes tienen en flange envoplast y al finalizar conductor desnudo arrastra este envoplast hasta cabezal de extrusora.
35	Falla de freno de devanadores en calibres delgados como 6, 4 y 2.



Figura 4. Resistencia o termocupla.
Fuente: Nava, Rincón (2018)



Figura 5. Partícula.

Fuente: Nava, Rincón (2018)



Figura 6. Partícula cabezal.

Fuente: Nava, Rincón (2018)

4.1.4 Resultados de las entrevistas no estructuradas realizadas durante el estudio.

Durante el desarrollo de éste trabajo especial de grado, se realizó una lluvia de ideas además se hizo unas entrevistas al personal que trabaja en la planta del área serie 8000 con el fin de obtener sus opiniones, en relación a las causas que generan desperdicios por productos no conformes y cuales según su criterio son las más importantes, así como también recomendaciones para mejorar el proceso productivo y disminuir las fallas que se generan por las debilidades del proceso que se presentan actualmente. Las opiniones más comunes se muestran en el cuadro N° 1., anexa a continuación:

Cuadro 1. Entrevista no estructurada realizada a los trabajadores de la planta del área serie 8000, Interamericana de Cables Venezuela S.A.

Cargo que ocupa	¿Por cuales razones considera que se generan los desperdicios por materiales no conformes en el proceso de extrusión del área serie 8000?	¿Qué mejoras propondría para disminuir la generación de estos desperdicios?
Supervisor del Área de Extrusión	<ul style="list-style-type: none"> - Materias primas destapadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener las cajas de materia prima tapadas con la tapa correspondiente o cerrar las bolsas.
Ayudante de Maquinas	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencias no estándar para extrusoras. - Conexiones de las resistencias y termocuplas sin identificar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hablar con los compradores para estudiar la posibilidad de comprar todas las resistencias a un mismo proveedor. - Solicitar al personal de almacén que identifiquen todas las entradas de este material.
Operador de extrusora	<ul style="list-style-type: none"> - Variación en los tipos de resina. 	<ul style="list-style-type: none"> - No mezclar las diferentes resinas, trabajar con una sola a la vez.
Jefe de Producción	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación de materia prima en proceso. - Confiabilidad en revisiones de resistencias y termocuplas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cerrar adecuadamente las cajas de materia prima y hacer la limpieza correcta de toda la maquina cuando se cambia de material. - Elaborar un procedimiento estandarizado para la revisión de las resistencias y termocuplas.
Jefe del Área de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de revisión de parámetros de proceso antes de arrancar máquina y durante el proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar seguimiento de las rutinas establecidas antes y durante el funcionamiento de la máquina.

Técnico	- Manipulación incorrecta de materias primas.	- Jornada de capacitación en piso a los operadores y personal involucrado.
----------------	---	--

Autores: Nava y Rincón (2018)

De acuerdo los resultados obtenidos en las entrevistas realizadas al personal involucrado en el proceso de extrusión del área serie 8000 en la empresa Interamericana de Cables Venezuela S.A, se logró compilar fallas que los mismos consideran causas de la generación de desperdicios por material no conforme en la planta.

4.2 Fase II: Analizar las debilidades encontradas que generan desperdicios por material no conforme en el área serie 8000 de Interamericana de Cables S.A.

Para analizar las causas que generan la problemática encontrada en el proceso de extrusión del área serie 8000, se toman como referencia diversas herramientas teóricas investigativas aprendidas, las cuales contribuyen a conocer la causa raíz del problema evidenciado en el área.

4.2.1 Jerarquización de las causas encontradas a través de técnicas de grupo nominal realizada por el personal que forma parte del proceso de extrusión.

Mediante la técnica de grupo nominal, se pudo consultar con el personal involucrado del área serie 8000, en relación a la priorización de las causas más críticas encontradas durante el estudio, asignando el valor que considerara para la posible causa, siendo 10 la mayor puntuación que indica que esa causa puede tener un gran impacto en la generación de desperdicios. (Ver tabla 6.)

Tabla 6. Lluvias de Ideas

Lluvia de Ideas	Participantes														TOTAL	PRIORIDAD
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
	AG	BJ	OF	OG	CM	CR	DC	KM	KP	AT	JL	OT	GT	JO		
1. Variación en los tipos de resina	10	10	10	10	10	10			4					10	74	2
2. Conexiones de las resistencias y termocuplas sin identificar									2				3		5	
3. Falta de revisión de resistencias y termocuplas por parte de mantenimiento al inicio de producción	8		1		9		6				10				34	7
4. Falta de seguimiento a las rutinas definidas en extrusión en cuanto a limpieza por parte de producción.	4	9	9	3	8				1						34	8
5. Contaminación de materia prima en proceso, manipulación de materias primas, materias primas destapadas.	2			2	1	7				6	9	7	6		40	6
6. Falta de revisión de parámetros de proceso antes de arrancar máquina y durante el proceso	1	4				9						5			19	
7. Falta de criterio de limpieza en cabezales		3	8	4	4							6			25	11
8. Resistencias no estándar para extrusoras						8		1							9	
9. Cambios de perfil de temperatura con el mismo material en extrusora 6032	3													1	4	
10. Confiabilidad en revisiones de resistencias y termocuplas		8		7				10		4	8	4			41	5
11. Cambios de material sin limpieza de tornillo y cabezal	9		6	9	6	6	10		5			9	10	9	79	1
12. Alto % de FR en calibres delgados														2	2	
13. Confiabilidad del mantenimiento preventivo								2	9		7	3			21	
14. Uso de aceite inadecuado en unidad de enfriamiento							7			7	6				20	
15. Error en conexiones de unidad de enfriamiento				1							5				6	
16. Desgaste o maltrato de piezas de cabezal, distribuidor, portamatriz, tip, matriz, herramental, etc			5							8			7		20	
17. Bajas RPM en calibres delgados	6	6		6	5		1	9		1	4	2	5	3	48	4
18. Vibración del conductor antes de entrar al cabezal de extrusora		5			2								1		8	

Lluvia de Ideas	Participantes															TOTAL	PRIORIDAD	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
	AG	BJ	OF	OG	CM	CR	DC	KM	KP	AT	JL	OT	GT	JO	ML			
19. Scorch que se genera no se quema lo suficiente con los mecheros usados						3		8		10		8					29	10
20. Deficiencia de los mecheros						2	3			5	3						13	
21. Varilla de enfriamiento rota o corta genera material reticulado en el tornillo											2		8	4			14	
22. Estopera dañada genera bote de aceite y reticulación en el tornillo						5			10								15	
23. Descalibración de tolva maguire puede generar exceso de carga de alguno de los componentes.						4		7									11	
24. Excesivo tiempo del material en el tornillo genera reticulación en el mismo	7		7				2				1	10		5			32	9
25. Tiempo y temperatura de deshumidificación del FR		2											2	6			10	
26. Tiempo de trabajo del tornillo sin realizar limpieza			3	8	3					2				7			23	
27. Múltiples cambios de OP de calibres gruesos a delgados o viceversa.	5	7	4		7	1	5	5	7	3			9	8			61	3
28. Materia prima no conforme			2														2	
29. Falla del vacío puede arrastrar polvillo de aluminio en plástico.		1							3								4	
30. Carretes maltratados o con filos en flange, maltratan conductor y generan partícula en plástico							9	6	6				1				22	
31. Pitillo de raya acoplado en cabezal, sin uso de raya							8	4									12	
32. Aro retenedor de matriz muy pequeño para calibres gruesos, se pega material alrededor																	0	
33. Problemas de tensión de acumulador de entrada o capstan de entrada													4				4	
34. Se tapan filtros de enfriamiento de zona de alimentación en extrusoras pionner				5													5	
35. Carretes tienen en flange envoplast y al finalizar conductor desnudo arrastra este envoplast hasta cabezal de extrusora																	0	
36. Falla de freno de devanadores en calibres delgados como 6, 4 y 2							4	3	8	9							24	12

Autores: M. Nava, A. Rincon (2018)

Esta herramienta arroja como resultado que las causas con mayor puntuación en la clasificación del estudio son: Cambios de cabezal sin limpieza de tornillos y cabezal, variación en los tipos de resina y múltiples cambios de operaciones de calibres delgados a gruesos y viceversa. (Ver tabla 7.)

Tabla 7. Porcentajes de operaciones

Ítem	Lluvia de Ideas	Puntuación	% Puntuación	% Acumulado
1	11. Cambios de material sin limpieza correcta de tornillo y cabezal	79	15%	15%
2	1. Variación en los tipos de resina	74	14%	29%
3	27. Múltiples cambios de operación de calibres gruesos a delgados o viceversa.	61	12%	41%
4	17. Bajas RPM en calibres delgados.	48	9%	50%
5	10. Poca confiabilidad en revisiones de resistencias y termocuplas.	41	8%	58%
6	5. Contaminación de materia prima en proceso, mala manipulación de materias primas, materia prima destapada.	40	8%	66%

7	3. Falta de revisión de resistencias y termocuplas.	34	7%	73%
8	4. Falta de seguimiento a las rutinas definidas en extrusión en cuanto a la limpieza por parte de producción.	34	7%	79%
9	24. Excesivo tiempo del material en el tornillo genera reticulación en el mismo.	32	6%	85%
10	19. No se quema suficiente el Scorch con los mecheros usados.	29	6%	91%
11	7. Falta de criterio de limpieza en cabezales.	24	5%	95%
12	36. Falla de freno de devanadores en calibres delgados como 6, 4 y 2	24	5%	100%
	Total	520		

Autores: M. Nava, A. Rincon (2018)

Luego de jerarquizar las causas que generan material no conforme en el área serie 8000, se realizó el diagrama de Pareto con la lluvia de ideas con el fin de encontrar las propuestas para lograr los objetivos. (ver gráfico 3)

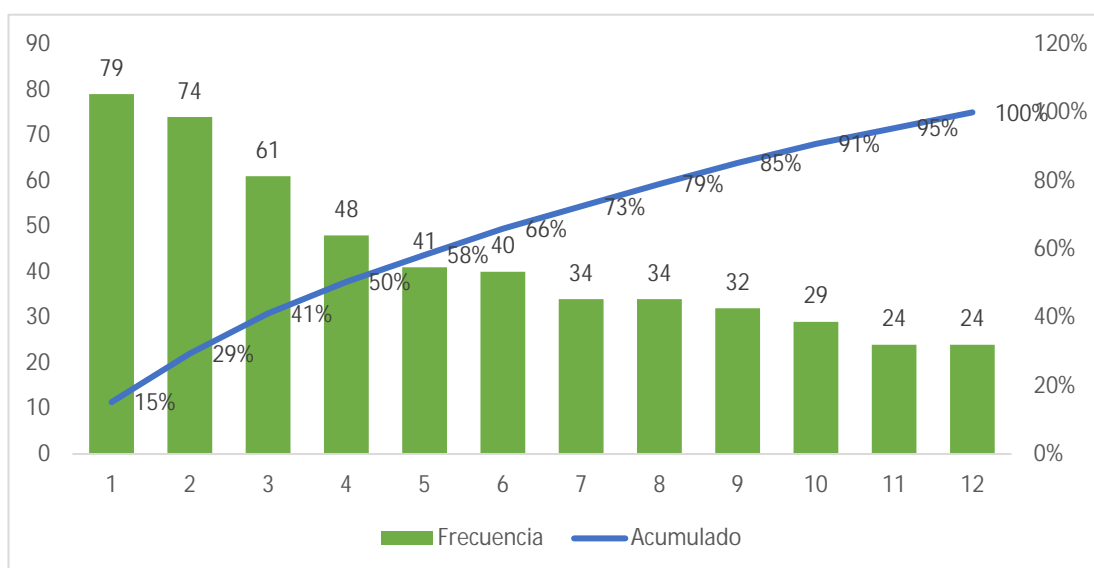


Gráfico 3: Diagrama de Pareto de las causas.

Autores: M. Nava, A. Rincon (2018)

4.2.2 Diagrama Causa-Efecto

Con el fin de determinar las causas que generan material no conforme en el área de extrusión de la serie 8000, se toma en consideración la utilización del diagrama causa-efecto, los cuales se muestran en la figura 7.

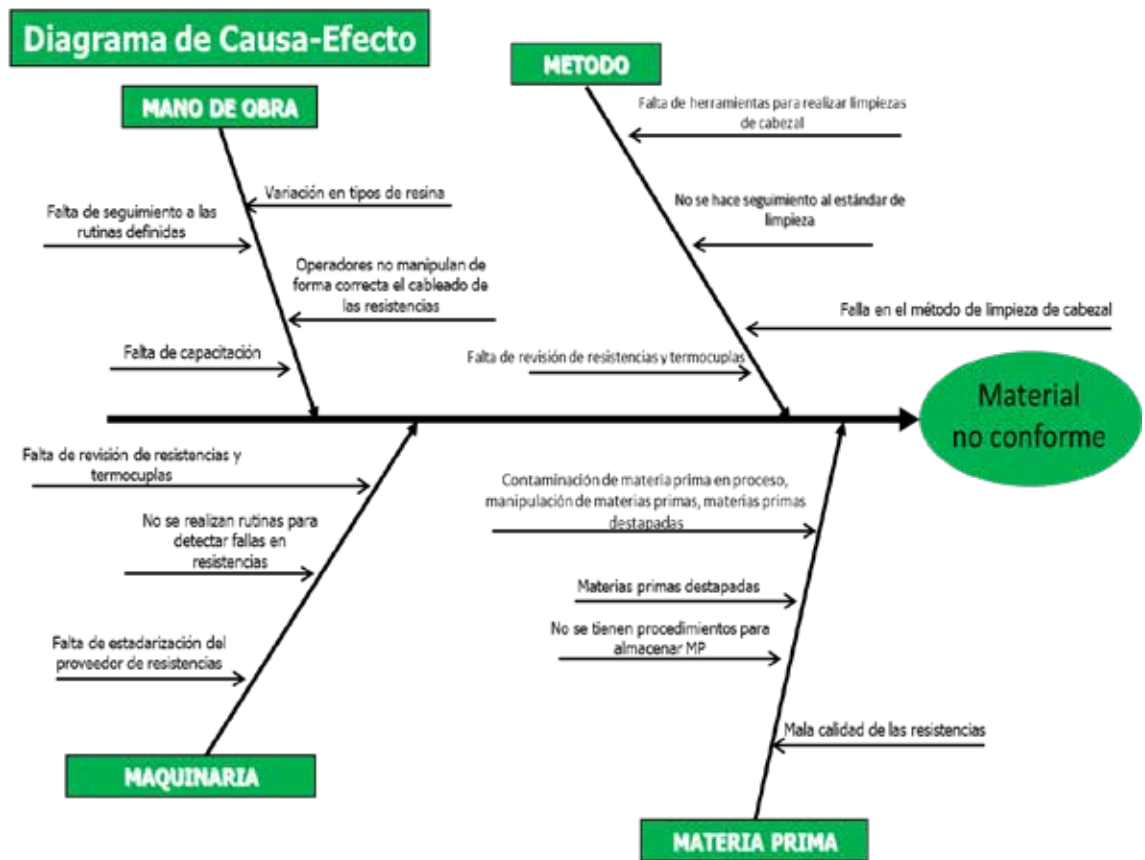


Figura 7. Diagrama causa efecto de la generación de material no conforme
Autores: M. Nava, A. Rincon (2018)

Las causas identificadas en el proceso se detallan a continuación (ver figura 8):

- Mano de Obra:** Falta de orden de cableado y conexiones de resistencias y termocuplas, operadores no manipulan correctamente el cableado de las resistencias lo cual afecta el acabado de recubrimiento del conductor debido a falta de entrenamiento recibidos por el personal, lo cual se evidencia la inadecuada manipulación de los equipos y herramientas para efectuar la actividad. Variación de tipo de resina, no se tienen procedimientos para realizar cambios de tipos de resina. Falta de seguimiento de las rutinas definidas, falta de supervisión y entrenamientos del personal, el personal que labora en el área serie 8000 no está informado para que realicen con éxito un manejo correcto de los materiales.
- Metodos:** Falta de revisión de resistencia y termocuplas, falta de estándar de revisión, no se confía en el método, lo cual no se evidencia procedimientos operativos estándar adecuado a la utilización de las máquinas y métodos a seguir

para la ejecución de estas. Falta de herramientas para realizar limpiezas de cabezal, no se realizan chequeos periódicos de las herramientas de trabajos. Falla en el método de limpieza de cabezal, no existe un procedimiento estandarizado de limpieza de cabezal, falta de seguimiento a las rutinas definidas en cuanto a la limpieza por parte de producción.

- **Maquinaria:** Falta de estandarización del proveedor de resistencia, esto genera que algunas resistencias sean de menor calidad. Falta de revisión de resistencia y termocuplas, no se realizan rutinas para detectar fallas en resistencias
- **Materia prima:** Diferentes proveedores, lo que provoca variación de la calidad de las resinas y por consecuencia conductores fuera de especificación. Contaminación de materia prima en proceso, manipulación de materias primas, materias primas destapadas, no se tiene un procedimiento para almacenar la materia prima, no se mantiene las cajas de materia prima tapadas.

4.2.3 Oportunidades de mejoras encontradas

Luego de haber realizado el estudio de las causas de la generación de material no conforme y de jerarquizarlas, se analizó cada una de las causas con los ingenieros, operadores, para luego aportar oportunidades de mejora y así crear un plan de acción que permita resolver las fallas.

- **Cambio de material sin limpieza correcta de tornillo y cabezal:** Que los supervisores efectúen seguimientos de rutinas de proceso, además establecer el procedimiento de limpieza estandarizado de los mismos.
- **Variación en los tipos de resina:** Cambiar resina en una máquina, cambiar perfil de temperatura y luego no cambiar resina, y mismo perfil de temperatura.
- **Confiablez en revisiones de resistencias y termocuplas:** estandarizar el procedimiento de revisión de resistencias y termocuplas.

4.3 Fase III: Diseño de un plan de mejoras que conduzcan a la disminución de desperdicios por material no conforme en el proceso de extrusión del área serie 8000.

Con la identificación de las causas y una vez se plantean una serie de propuestas de mejora con el objetivo de desarrollar propuestas factibles para reducir

los desperdicios por material no conforme en el proceso de extrusión del área serie 8000.

4.3.1 Instructivo de limpieza estandarizado del tornillo y cabezal de la extrusora.

Como primera causa con más impacto sobre los desperdicios por material no conforme demostrado en el diagrama de Pareto son los cambios de material sin limpieza correcta de tornillo y cabezal. Por lo que se propone realizar un instructivo de la extrusora que describirá el proceso a realizar al momento de hacer la limpieza del tornillo y cabezal, estará dirigido al personal que trabaja directamente con las maquinas extrusoras y sus supervisores. Las instrucciones estarán de forma ordenada de manera que los pasos a seguir sean realizados en una secuencia específica, para evitar fallas en la limpieza del tornillo y cabezal. (Ver anexo A)

4.3.2 Técnica de 5s para el área de extrusión en la s-800 (ver anexo B)

La 1°S: SEIRI (Clasificación y descarte)


Con la ayuda de los operadores y de los jefes del área de extrusión de la serie 8000, se debe realizar una inspección de los materiales físicos, aplicando un check list del área semanalmente, se deben clasificar los materiales necesarios para el proceso de extrusión; que deben estar correctamente identificados y los materiales innecesarios deben llevarse a su área correspondiente o desecharlo. A continuación, en el cuadro 2, se muestra el check list que se aplicara para clasificar o desechar los materiales. Este check list se le sugirió a la empresa y ellos aceptaron implementarlo.

La 2°S: SEITON (Orden)

La segunda S consiste en organizar los elementos, de manera que se encuentren con facilidad, definir su lugar de ubicación identificándolo para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición inicial, evitando así evitar la pérdida de tiempo.

Con el fin de mejorar el orden y la eficiencia, se plantea colocar en una zona que debe estar identificada los materiales conforme y en otra zona los materiales no conforme, colocar un sistema de segregación en los cuales se pueden clasificar

Cuadro 2 Check list – 1°S

		Check list - 1°S			Fecha:
Elementos indispensables en el área de extrusión					
	Items	Yes	No	N/A	
1	Conductor (Aluminio o cobre)				
2	Caja de Herramientas				
3	Resinas para el recubrimiento				
4	Repuestos de la maquina				
5	Guantes				
6	Hojas de control				
7	Carretes				
8	Material PVC				
Elementos innecesarios					
¿Se encuentran elementos innecesarios?	¿Qué elementos innecesarios se encontró?	Acción tomada			

Autores: M Nava, A Rincón (2018)

los desechos según su tipo, que pueden ser: plástico, cartón, guantes.

Colocar las herramientas que se utilicen en cajas, identificar los repuestos de cada máquina extrusora según su marca y colocarlos en una vitrina cerca de la máquina correspondiente, ya que la ubicación del almacén de repuestos es muy lejana, por lo que resulta innecesario realizar un diagrama de recorridos ni de tiempo. Además, en el primer y segundo turno se encargan de buscar los repuestos que se requieran los almacenistas, sin embargo, en el tercer turno no hay un almacenista por lo que es el supervisor quien se encarga de buscar el repuesto y muchas veces se encuentra ocupado por lo que se genera más pérdida de tiempo. Todos estos planteamientos ayudaran al personal a visualizar y localizar mejor los elementos que requiera durante el proceso.

En la figura 10, se muestra la situación actual de la ubicación de elementos en la empresa.

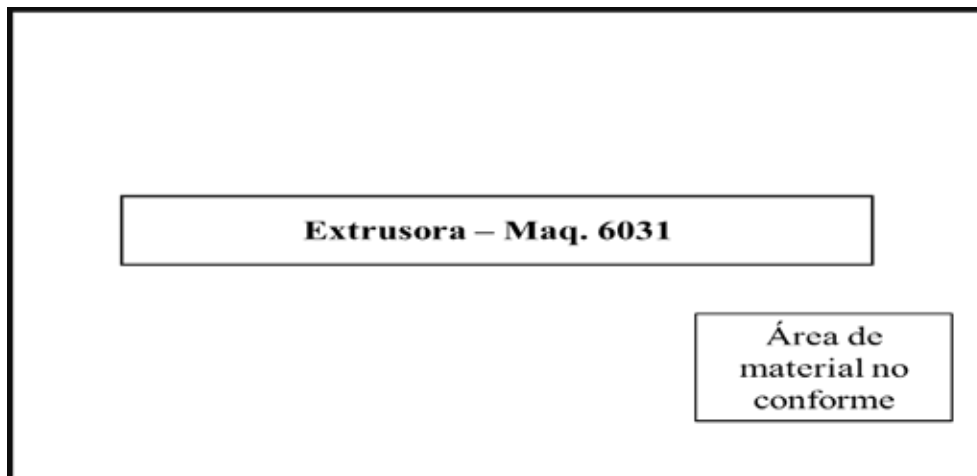


Figura 8. Situación actual de la ubicación de elementos.
Autores: Nava, Rincón (2018)

En la figura 11, se muestra una propuesta de redistribución para de los elementos.

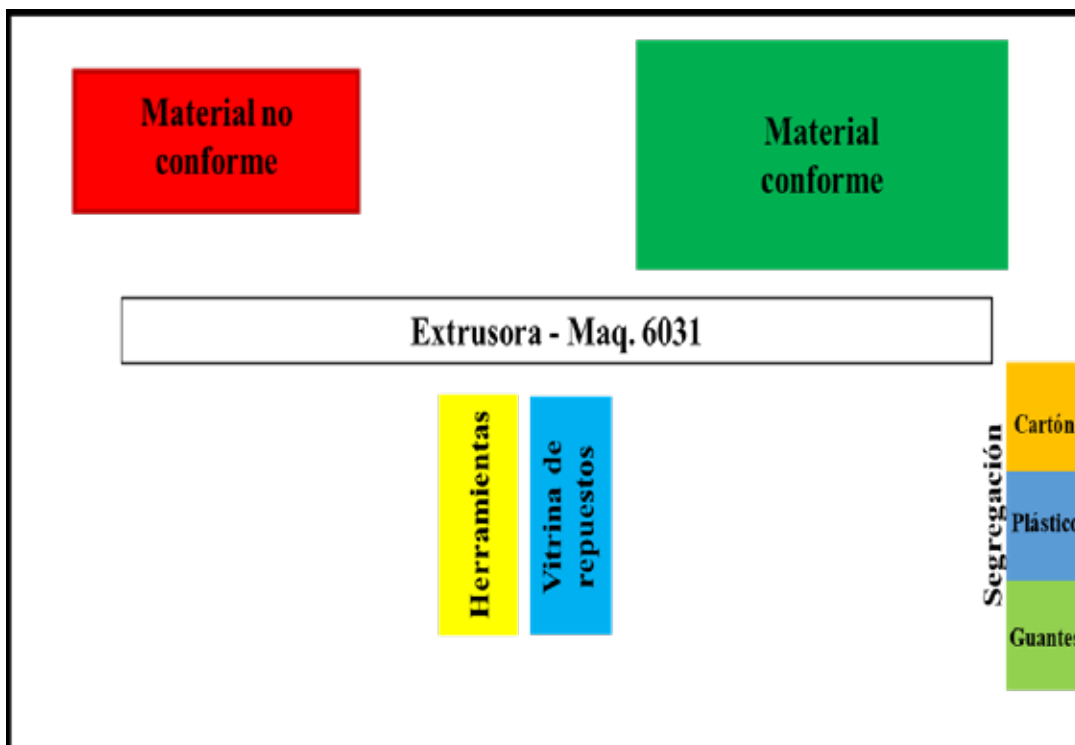


Figura 9. Propuesta para la redistribución elementos.
Autores: Nava, Rincón (2018)

La 3°S: SEISO (Limpieza)

La causa que tiene más impacto en los análisis realizados son los cambios de

material por no realizar la limpieza correcta del tornillo y el cabezal, nuestra primera propuesta fue elaborar un instructivo de limpieza estandarizado para su corregirlo.

Además, proponemos una rutina de limpieza para las maquinas 6030 - 6031 - 6032 y para la maquina 3040 (ver apéndice B) en la cual se indica la frecuencia, las actividades a realizar y el tiempo en el que deberían realizarse. Estas rutinas deben ser monitoreadas por los supervisores y así evitar accidentes, averías y generación de material no conforme.

Se debe realizar semanalmente una rutina de limpieza en cada área, en la que participará el personal de limpieza, esto será controlado por el supervisor de cada área. En cada área se colocará un cartel con las rutinas de limpiezas que se deben realizar. (ver figura 12).

ORDEN Y LIMPIEZA	
Pisos y pasillos	3 veces al día (Mañana, Tarde, Noche)
Recipientes de segregación	Diariamente
Ventiladores	Semanal
Filtros	Semanal




Figura 10. Orden y Limpieza
Autores: Nava, Rincón (2018)

La 4° S: SIKETSU (estandarizar)

Se debe tener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, medidas de seguridad en el área. Los supervisores deben auditar el área vez a la semana en el check list (ver cuadro 3.) para verificar el cumplimiento de los pasos anteriores, para mantener el control de los hallazgos encontrados durante las auditorias. Este check list se le sugirió a la empresa y está en periodo de prueba.

Cuadro 3. Check list – Auditoria de seguimiento



Auditoria

Fecha	
Área	
Auditor	

	Item	YES	NO	N/A	Comentario	Requerimientos
1	Verificación del correcto funcionamiento de las seguridades de las máquinas					Se debe verificar con los operadores que se estén realizando los chequeos a las seguridades de los equipos y que estos estén funcionando correctamente.
2	Condiciones de Tableros Eléctricos					Verificar condiciones de los tableros electricos, tapa, identificación, que no estén siendo obtaculizados.
3	Verificación del correcto funcionamiento de las seguridades de las máquinas					Se debe verificar con los operadores que se estén realizando los chequeos a las seguridades de los equipos y que estos estén funcionando correctamente.
4	Condiciones de Tableros Eléctricos					Verificar condiciones de los tableros electricos, tapa, identificación, que no estén siendo obtaculizados.
5	Condiciones de los Recipientes de Segregación de Desperdicios					Verificar que en el Área haya disponible recipientes identificados y buenas condiciones para la correcta segregación de los desperdicios.
6	Cumplimiento del Sistema de Segregación de Desperdicios					Verifique que se este cumpliendo con el Sistema de Segregación por tipo Papel y carton, Plástico, Guantes .
7	Conocimiento del Sistema de Segregación					Entrevistar a un operador si conoce el correcto uso de los recipientes de segregación y donde están ubicados.
8	Condiciones del Área de Trabajo					¿La estación de trabajo es segura, esta limpia y ordenada? (todo debe estar en su lugar por estándares de organización del sitio de trabajo, 5S)
9	Herramientas de Trabajo					Verificar si las herramientas de trabajo están disponibles y en buenas condiciones para su uso.
10	Cumple con el Sistema 5S					Verificar si en el área se implementó un proyecto de 5S, se mantiene el estandar de Orden y Limpieza. Se realizan verificaciones de las condiciones de Orden y Limpieza, bajo los estandares de 5S.
11	Demarcación e Identificación de las Áreas					Verificar si las áreas están demarcadas, condiciones de las demarcaciones (si están visibles o no).
12	Áreas de Producto No Conforme					Verifique que las áreas de producto no conforme correctamente identificadas y las piezas no conformes estan dentro de estas áreas.
TOTAL		0	0	0		
		0%	0%	0%		

Autores: M. Nava, A. Rincon (2018)

La 5°S: SHITSUKE (Compromiso y disciplina)

Es importante formar al personal de los beneficios que trae las 5S en el área de trabajo, si el personal es más productivo no necesitara extender su horario, hacer la limpieza con frecuencia disminuye su tiempo de limpieza al final del día y se disminuyen los desperdicios por material no conforme, es por eso que se puede considerar reuniones periódicas, en la tabla 8, se anexa el contenido programático de la capacitación requerida para el personal.

Tabla 8. Cronograma de actividades para la formación del personal del área serie 8000.

Actividad	Número de personas	Numero de Hora / Persona	Responsable	Semana							
				1	2	3	4	5	6	7	
Cumplimiento de los procedimientos establecidos.	15	3	C. Martínez								

Verificación del puesto de trabajo al iniciar y al finalizar.	15	3	C. Martínez									
Herramientas de 5s	15	8	O. Mendoza									

Autores: M. Nava, A. Rincón (2018)

Cumpliendo el cronograma de actividades para la formación del personal de la tabla 8. los empleados podrán aumentar sus competencias que son un factor fundamental para el desempeño de sus funciones dentro del proceso de extrusión del área serie 8000 y de toda la organización.

4.3.3 Etiquetas de identificación y ayuda visual para el uso de los tipos de resina.

Como segunda causa con mayor relevancia es la variación de tipo de resina, por lo cual al usar un mismo material y se debe utilizar un solo perfil de temperaturas. (ver figura 12) Se propone identificar cada caja de resina para garantizar calidad al producto. Es necesario que cada resina está bien identificada para que los operarios a la hora de utilizar las resinas no mezclen unas con otras.

Materia Prima

Numero de registro: _____

Nombre del producto: _____

Proveedor: _____

Cantidad: _____

Lote: _____

Fecha de recepción: _____

Fecha de Producción: _____

Fecha de caducidad: _____

Figura 11: Etiquetas de materia prima

Autores: M Nava, A Rincón (2018)

Además, se propone colocar una ayuda visual de las diferentes marcas de las resinas con sus respectivos perfiles de temperatura según el producto que se esté

utilizando en el proceso productivo. (ver tabla 9)

Tabla 9. Ayuda visual de perfiles de temperatura

PROVEEDOR	SICE ICV (Menor) + FR + SR		SICE ICV (Mayor) + FR + SR		SICE ICV + SR (Menor y mayor)		SICE ICV + SR (Menor y mayor)		SICE ICV + SR (Menor y mayor)	
MEZCLA	CODIGO	CANTIDAD (%)	CODIGO	CANTIDAD (%)	CODIGO	CANTIDAD (%)	CODIGO	CANTIDAD (%)	CODIGO	CANTIDAD (%)
RESINA NATURAL	Sice 1.4. Resina 11E1-8262	75,5	Sice 1.4 Resina 8400	75,5	Sice 1.0 Resina 11E1 - 8262	95,5	Sice 1.0 Resina P50	95,5	Sice 1.4. Resina 7540	75,5
	Depende del calibre	73,5	Depende del calibre		73,5				Depende del calibre	70,5
	ICV	20	ICV		20				ICV	20
FR	Depende del calibre	22	Depende del calibre	20	NA	NA	NA	NA	NA	22
	25	25	25							
	SR	4,5	SR		4,5		SR		4,5	
COLORANTE	Incluido en FR (FR+QI)		Incluido en FR (FR+QI)		NA		NA		Incluido en FR (FR+QI)	
DESLIZANTE	45		45		45		45		45	
RPM TORNILLO (MAX)	40/20/40 MESH		40/20/40 MESH		40/20/40 MESH		40/20/40 MESH		40/20/40 MESH	
MALLAS	TUBULAR		TUBULAR		TUBULAR		TUBULAR		TUBULAR	
USO QUEMADORES EN LA SALIDA DE LA MATRIZ (DADO)	SI		SI		SI		SI		SI	
TEMPERATURAS (°C) *										
EXTRUSORA 120	1	160	160	160	160	160	160	160	170	
	2	165	165	165	165	165	165	165	180	
	3	170	175	170	170	170	170	170	190	
	4	180	185	180	180	180	180	180	200	
	5	185	190	185	185	185	185	185	205	
	6	190	195	190	190	190	190	190	215	
CUELLO	200		205		200		200		215	
CABEZA	205		210		205		205		220	
DADO	215		220		215		215		230	
UNIDAD DE ENFRIAMIENTO	40 - 45		40 - 45		40 - 45		40 - 45		40 - 45	
SECADOR CATALIZADORES / FR	60		60		60		60		60	
CANAL ENFRIAMIENTO 1	50 - 60		50 - 60		50 - 60		50 - 60		50 - 60	
EXTRUSORA 60 (RAYAS)										
MEZCLA	CODIGO	CANTIDAD (%)	CODIGO	CANTIDAD (%)	CODIGO	CANTIDAD (%)	CODIGO	CANTIDAD (%)	CODIGO	CANTIDAD (%)
RESINA NATURAL	11E1-8262	97	8400	97	11E1-8262	96	P50	96	7540	96
FR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COLORANTE	Ver tabla códigos	4	Ver tabla códigos	4	Ver tabla códigos	4	Ver tabla códigos	4	Ver tabla códigos	4
TEMPERATURAS (°C) *										
EXTRUSORA 60	1	175	175	175	175	175	175	175	175	
	2	180	180	180	180	180	180	180	190	
	3	185	185	185	185	185	185	185	205	
	transfer.	190	190	190	190	190	190	190	205	
	cuello	200	200	200	200	200	200	200	210	
	cabeza	200	200	200	200	200	200	200	215	
	dado	205	205	205	205	205	205	205	220	

Fuente: Interamericana de cables

Autores: M Nava, A Rincón (2018)

4.3.4 Check list de puesta a punto para revisión de resistencias y termocuplas.

Para la revisión de resistencias y termocuplas se propone realizar un check list que debe ser realizada todos los lunes antes de arrancar las máquinas extrusoras, según se muestra en el cuadro 4.

4.3.5 Capacitación del personal.

La capacitación es un componente fundamental para que el trabajador desempeñe

de la mejor manera las actividades correspondientes a su puesto de trabajo, esto es un factor que contribuye a elevar la productividad, la eficiencia y el

Cuadro 4. Check list de puesta a punto de termocuplas y resistencias de las maquinas extrusoras

CHECK LIST PARA LA REVISION DE LAS MAQUINAS EXTRUSORAS					
A.- REVISION DEL BARRIL Y CABEZAL					MAQUINA: _____
1.- REVISAR Y MEDIR LOS OHMIOS Y AMPERIOS DELAS RESISTENCIAS					
	OHM	AMPERIOS	OK	AJUSTE	CAMBIO
ZONA No.1					
ZONA No.2					
ZONA No.3					
ZONA No.4					
ZONA No.5					
FLANCHE (BARRIL)					
CUELLO					
FLANCHE (CABEZAL)					
CABEZA					
DADO					
2.- REVISAR TERMINALES Y CABLEADO DELAS RESISTENCIAS					
Observaciones: _____					
3.- REVISAR LAS TERMO CUPLAS					
	OK	AJUSTE	CAMBIO	CALIBRAC.	
ZONA No.1					
ZONA No.2					
ZONA No.3					
ZONA No.4					
ZONA No.5					
CUELLO					
CABEZA					
DADO					
4.- OBSERVACIONES GENERALES _____					
TECNICO: _____					
SUPERVISOR: _____					
					FECHA: _____

Autores: M. Nava, A. Rincon (2018)

rendimiento de la empresa, que a su vez mejora la rentabilidad de la misma. Para lograr los objetivos en la mejora de formación del personal es necesario revisar las rutinas y el manual propuesto de mantenimiento y limpieza de los componentes de las extrusoras, para que los supervisores y jefes de cada área las compartan con los trabajadores a su cargo, específicamente en cuanto a la limpieza del tornillo y cabezal de la extrusora y la importancia de la seguridad laboral en las áreas.

De acuerdo con esto, se recomienda definir los objetivos de la formación en cuanto a: la definición, clasificación y revisión de los procedimientos de mantenimiento de la maquina extrusora y sus partes que se deben cumplir en la empresa utilizando como recurso la exposición del contenido de las normas, procedimientos de rutina y el nuevo manual estandarizado para la limpieza del tornillo y cabezal de la extrusora, reforzando la comprensión a través de dinámicas para el desarrollo de la acción.

Es relevante mencionar que, para medir la capacitación del personal, la misma debe ser evaluada periódicamente para reforzar las debilidades existentes en el área y de igual forma para monitorear el desempeño del personal del área (ver Cuadro 5).

Cuadro 5. Plan de formación del personal del área serie 8000.

Plan de formación del Personal del Área Serie 8000	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> a) Adiestrar al personal para garantizar el cumplimiento de las rutinas de limpieza y la aplicación del manual de limpieza estandarizado propuesto. b) Reforzar los conocimientos de la importancia de la seguridad laboral.
Contenido	<p>Buenas prácticas de mantenimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> · Definición y objetivos. · Políticas de limpieza y mantenimiento de la empresa. · Funciones de los supervisores y operadores en el área de producción. · Problemas por falta de limpieza. · Herramientas de calidad del proceso productivo.
Personal a Capacitar	<p>Se recomienda la participación del personal involucrado en las actividades de la serie 8000:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jefe del Área Serie 8000.

	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisores - Operadores 	
Duración del Programa	4 horas continuas.	
Elaborado por: Nava, M. Rincón, A. Fecha: Junio, 2018	Revisado por: Fecha:	Aprobado por: Fecha:

Autores: Nava y Rincón (2018)

4.4 Fase IV: Evaluación de la relación costo-beneficio que genera el plan de mejoras diseñado.

Una vez descritas las actividades de las propuestas de mejoras planteadas, en esta fase se realizará una evaluación económica de las propuestas realizadas en la fase anterior, valorándose los costos que se requiere para tal inversión y si esto puede justificarse con los beneficios que generaran a la empresa Interamericana de Cables Venezuela, C.A. al ser implementadas, así como también los objetivos que el presente proyecto se propone alcanzar. En este sentido, es preciso el ahorro económico que se estima generar con las propuestas en relación a los costos de implementación del plan presentado.

4.4.1 Costos de la propuesta

En relación a los costos asociados a las propuestas de mejoras, a continuación se pronostican los siguientes gastos a incurrir en la implementación de la propuesta:

- **Propuesta de manual de limpieza estandarizado del tornillo y cabezal de la extrusora y por implementación de check list para estandarización de revisión de resistencias y termocuplas.**

Para la implementación del manual de limpieza estandarizado se requiere que todos los operadores, supervisores y el jefe de la planta serie 8000 cuenten con uno impreso para su análisis y aprendizaje. Además, para la implementación de los formatos de check list, los operadores necesitan uno para cada ciclo de producción. (ver tabla 10).

Tabla 10. Costos del manual y check list estandarizados

Descripción	Cant.	Costos		
		Bs. F unidad	Bs. F Total	USD Total (tasa Dicom 96.000Bsf)
Hoja	12	24.000,00	288.000,00	3
Impresión	12	120.000,00	1.440.000,00	15
Carpeta plástica transparente	4	560.000,00	2.240.000,00	23,33
Total			3.968.000,00	41,33

Fuente: Nava y Rincón (Julio 2018)

- **Propuesta de técnicas 5s para el área de extrusión en la Serie 8000**

La herramienta de 5S será implementada en la planta de la serie 8000 y se incurren en los siguientes costos: (ver tabla 11)

2S: Costos de señalización de áreas de materiales, vitrinas de repuesto por maquina extrusora, cajas de herramientas y segregación: se propone el uso de una vitrina por extrusora donde se guarden los repuestos de la maquina según su tipo, uso de cajas de herramientas, contenedores de desecho identificados según el tipo de desecho y la señalización del área para materiales no conformes y conformes.

Tabla 11. Costos de Orden 2s.

Descripción	Cant.	Costos		
		Bs. F unidad	Bs. F Total	USD Total (tasa Dicom 96.000Bsf)
Pintura verde	1	130.000.000,00	130.000.000,00	1.354,17
Pintura roja	1	130.000.000,00	130.000.000,00	1.354,17
Caja de herramientas	4	10.200.000,00	40.800.000,00	425,00
Vitrina	4	15.000.000,00	60.000.000,00	625,00
Contenedores de desechos	9	12.000.000,00	108.000.000,00	1.125,00
Total			468.800.000,00	4.883,33

Fuente: Nava y Rincón (Julio 2018)

- 5S: Costos de actividades del cronograma para la formación del personal del área serie 8000: Se realizará un taller de Manejo correcto de la materia prima y una inducción de las herramientas de 5s. (ver tabla 12)

Tabla 12. Costo de actividades programadas de formación del personal del área serie 8000 5s.

Estrategia	Costo estimado
<ul style="list-style-type: none"> Taller de manejo correcto de la materia prima e inducción de herramientas 5s. Según cronograma de actividades (ver tabla N° 3)	150.000.000 Bs. F 1562,5 USD (tasa Dicom 96.000Bsf)

Fuente: Nava y Rincón (Julio 2018)

Las impresiones para la aplicación de las propuestas para 1s y 4s, se pueden imprimir en el mismo departamento de la serie 8000, por lo que no se requiere de una inversión adicional.

3S: Costo por propuesta de etiquetas de identificación y ayuda visual para el uso de los tipos de resina. Para esta propuesta se quiere implementar el uso de etiquetas para la identificación correcta de la materia prima a utilizar, además de una ayuda visual de las temperaturas a utilizar en el proceso. (ver tabla 13)

Tabla 13. Costos por control visual y etiquetas 3s.

Descripción	Cant.	Costos		
		Bs. F unidad	Bs. F Total	USD Total (tasa Dicom 96.000Bsf)
Pendón control visual de perfiles de temperatura (0.75x1.20m)	5	19.250.000,00	96.250.000,00	1.002,60
Etiquetas de identificación de resina (mensual)	150	2.500.000,00	375.000.000,00	3.906,25
Total			471.250.000,00	4.908,85

Fuente: Nava y Rincón (Julio 2018)

· **Costo por capacitación del recurso humano.**

Con el fin de cumplir con la propuesta de mejora para la capacitación del personal en relación a la mejora de sus conocimientos en base a la importancia del cumplimiento de las políticas de mantenimiento y rutinas de limpieza establecidas

por la empresa, las funciones correspondientes a cada puesto de trabajo y que problemas se generan por la falta de cumplimiento de los mismos. (ver tabla 14)

Tabla 14. Costo por Capacitación del Recurso Humano

Estrategia	Costo estimado
<p>· Capacitación del recurso humano</p> <p>Según propuesta de actividades (ver cuadro N° 5)</p>	<p>125.000.000 Bs. F</p> <p>1302,08 USD (Tasa Dicom 96.000Bsf)</p>

Fuente: Nava y Rincón (Julio 2018)

4.4.2 Resumen de costos

En la tabla N° 15. Se presenta el resumen del costo de inversión requerido para poder implementar las propuestas planteadas.

Tabla 15. Resumen del costo de inversión requerido.

Descripción	Costos	
	Bs. F Total	USD Total (tasa Dicom 96.000Bsf)
Manual y check list estandarizados	3.968.000,00	41,33
Orden 2S	468.800.000,00	4.883,33
Actividades programadas de formación del personal del área serie 8000 5s	150.000.000,00	1.562,50
Control visual y etiquetas	471.250.000,00	4.908,85
Capacitación del Recurso humano	125.000.000,00	1.302,08
Total	1.219.018.000,00	12.698,09

Fuente: Nava y Rincón (Julio 2018)

4.4.3 Beneficios

Para el cálculo del ahorro, se tomó en cuenta la cantidad de material no conforme generado. Actualmente se pierde en promedio 16,5% por desperdicios por material no conforme y se espera reducir al 8% que él es mejor valor registrado, siendo el promedio del porcentaje de desperdicios del año 2014, Por lo que beneficios están representados por el ahorro esperado mínimo del 48% del promedio de pérdidas obtenidas por material no conforme. El promedio mensual de kilogramos de material no conforme en el 2018 es de 21.427,3 que equivalen a 60.600 USD y en Bs 5.817.600.000.

$$60.600 \times 48\% = 29.088 \text{ USD}$$

$$\mathbf{Beneficio/Costo} = \frac{29.088}{12.698,09} \text{ USD} = 2.29 \text{ USD}$$

Por cada USD invertido, la empresa obtendrá un beneficio de 2.29 USD que equivalen a 219.840 Bs. Por lo tanto, la inversión se triplica de manera inmediata.

4.4.4 Tiempo de recuperación de la inversión

Permite conocer el tiempo requerido para recuperar la inversión inicial en base a los beneficios generados de las propuestas, se procede a calcular el tiempo de recuperación de la inversión:

$$\mathbf{Recuperación de capital} = \frac{\text{Costo total de la propuesta}}{A}$$

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de este trabajo especial de grado, se logró, mediante las herramientas de ingeniería diseñar un plan de mejoras para la disminución de desperdicios por material no conforme en el proceso de extrusión del área serie 8000 en la empresa Interamericana de Cables Venezuela, con el objetivo de realizar sus actividades con una mejora en la productividad y eficiencia, mejorando sus procesos, además generando un mejor ambiente de trabajo y disminuyendo los costos adicionales por generación de desperdicios por material no conforme. Es por ello que se realizó un diagnóstico de la situación del proceso, se analizaron las debilidades encontradas y de este modo se logró diseñar un plan para mejorar las condiciones actuales.

En la fase I, se hizo el diagnóstico de la situación actual en la generación de desperdicios por material no conforme en el proceso de extrusión del área serie 8000 en la empresa Interamericana de Cables Venezuela, mediante la recolección de datos; como la observación directa y la revisión, lo que nos permitió encontrar las principales debilidades en el proceso, tales como la falta de revisión de resistencias y termocuplas al inicio de la producción, el operador no realiza las limpiezas entre procesos, contaminación en el recubrimiento del conductor, mala ubicación de herramientas de limpieza, falta de procedimiento de limpieza de cabezal y tornillo, falta de motivación del operador en cuanto a las limpiezas, falta de cuidado al tapar o sellar las cajas de silano, entre otras; esto genera pérdidas de material y además disminuyen la productividad en el proceso.

La fase II tuvo como finalidad el análisis de las debilidades encontradas en la fase anterior que generan los desperdicios por material no conforme en el proceso, mediante el diagrama de Pareto, se lograron detectar que las principales fallas en el proceso, posteriormente se analizaron mediante el diagrama de causa-efecto y luego una jerarquización de estas causas a través de técnicas de grupo nominal con el fin de determinar las posibles causas que producen esas fallas, como lo son los cambios de material sin limpieza en el tornillo y el cabezal de la extrusora, la variación en los tipos de resina, entre otras que producen este tipo de fallas en el producto. De

esta manera se pudo encontrar oportunidades de mejoras en el proceso.

En relación a la fase III, luego de realizar un análisis de las principales causas en las fallas del proceso, se logró diseñar un plan de mejoras que conduzca a la disminución de desperdicios por material no conforme en el proceso de extrusión del área de la serie 8000, basado en el análisis realizado. Las propuestas son la siguientes:

- Implementar un instructivo de limpieza del tornillo y cabezal de la extrusora, con la finalidad de estandarizar el procedimiento de limpieza de los mismos, lo que ayudara al personal a realizar la actividad de manera eficiente y evitando las fallas por la limpieza incorrecta.
- Además se propone implementar las herramientas 5S en el área de extrusión de la serie 8000, con el propósito de tener áreas ordenadas, organizadas y limpias para tener control de los materiales disponibles, además se propone un cronograma de actividades para la formación de personal en relación al cumplimiento de los procedimientos establecidos, verificación del puesto de trabajo antes y después de iniciar el proceso y una inducción de las herramientas 5s, lo cual mejorara el desempeño de los trabajadores y ayudara a disminuir los desperdicios.
- También la elaboración de etiquetas de identificación y ayuda visual para el uso de los tipos de resina, con el propósito de identificar correctamente la materia prima y no mezclar las diferentes marcas, además la ayuda visual va a contener el perfil de temperaturas adecuado que se debe utilizar según el tipo de resina.
- Así mismo proponemos la implementación de un check list para la puesta a punto de resistencias y termocuplas de las maquinas extrusoras, que se debe aplicar todos los lunes antes de iniciar el proceso productivo, de esta manera aumenta la confiabilidad de la revisión de las mismas.
- Por último, se propone un plan de formación al personal que mejorara el rendimiento del personal y mejorara sus competencias.

En la fase IV, se realizó el análisis beneficio-costos de las mejoras establecidas en el plan elaborado, cada propuesta planteada presenta costos correspondientes al estudio, se obtuvo un costo de 12.698,09 USD para un retorno

de la inversión aproximadamente en catorce días de producción una vez implementada.

Por consiguiente, posterior al estudio, diagnóstico y análisis de las diversas fallas encontradas durante el proceso productivo del área serie 8000, se logró obtener la respuesta a la formulación del problema sobre diversas soluciones para implementar mejoras con el objeto de disminuir los desperdicios por material no conforme, estimando una disminución del 48%.

RECOMENDACIONES

Finalmente, 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 con previa revisión, análisis y aprobación de parte de la gerencia.
- Mantener el orden y la limpieza del área serie 8000 con el fin de evitar las fallas y accidentes.
- Realizar seguimiento al cumplimiento de la estandarización de las normas y procedimientos para el desarrollo de las actividades, a fin de minimizar todas las fallas.
- Comprar una sola marca de Resistencias.
- Realizar talleres de capacitación y adiestramientos que permitan mejorar la capacitación de los trabajadores del área.
- Mantener al personal involucrado en los logros obtenidos, escuchar sus propuestas e ideas de mejora con el fin de que se sientan parte del proceso y trabajen más eficientemente.
- Estar atento de las condiciones de trabajo y los métodos de trabajo usados en planta, a fin de garantizar la calidad de los productos, buen clima organizacional y condiciones seguras de trabajo.

REFERENCIAS

- Alvarado, E. (2011), **Propuesta metodológica para la reducción de desperdicios de la empresa US Technologies**, tesis grado de maestría en Ingeniería Industrial. Instituto Politécnico Nacional del DF. México
- Arias (2006), **El Proyecto de Investigación**. Editorial Episteme. 5° Edición. Caracas. Venezuela.
- Baute Y, Hernández M. (2014), **Propuesta de mejoras para la reducción de scrap, en la línea dos, del área de llenado de cuidado bucal, en la empresa Colgate Palmolive Venezuela**. Tesis de grado, UJAP
- Colunga Dávila (1995), **Administración para la calidad**. Panorama editorial. México.
- Deming, W. Edward (1989). **Calidad, Productividad y Competitividad**. La Salida de la Crisis. Ed. Díaz de Santos. México.
- Galindo Mariana y Viridiana Ríos (2015). **México ¿cómo vamos?** Serie de Estudios Económicos, Vol. 1. México.
- Gálvez A. (2002), **Revisión bibliográfica: usos y utilidades**. (Consulta: 21 de febrero). <http://www.federacion-matronas.org/revista/matronas-profesion/sumarios/i/7384/173/revision-bibliografica-usos-y-utilidades>.
- González Correa, F (2007). **Manufactura esbelta (Lean manufacturing). Principales Herramientas**. [Revista en línea]
- Hernández, Fernández y Baptista (2006), **Metodología de la investigación**. Editorial McGraw Hill. México.
- Hernández, J. (2013). **Lean manufacturing, conceptos, técnicas e implantación**. Ediciones EOI. España.
- Hernández, J. (2013). **Metodología 5S**. Ediciones EOI. España.
- Maldonado Villalva G (2008). **Herramientas y Técnicas Lean Manufacturing en Sistemas de Producción y Calidad**. Tesis de grado, Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.
- Mata Saúl, Silva Eduardo (2014), **Propuesta de mejoras para la reducción de desperdicio por medio de la metodología Lean manufacturing en la cortadora de tejido textil Banner de la empresa Pirelli de**

Venezuela C.A. Tesis de grado, UJAP

Martínez Tochez Claudia Lorena (2017), Programa **de mejora continua en manufactura basado en metodología 5'S, Kaizen y Smed para disminuir costos y tiempos en el proceso de aluminio aislado en empresas de cables**, tesis de grado UNITEC.

Padrón Sabrina, Peña Marian (2015), **Propuesta de mejoras para la disminución del scrap en la línea de fabricación de bolsas plásticas del área de extrusión de la empresa Faemprint C.A, Ubicada en Guacara Estado Carabobo**, tesis de grado, UJAP.

Reyes Andrés, Carvajal Julio Cesar. (2014), **Plan de mejora para la reducción de desperdicio adicional en el proceso de impresión de plegadizas en una industria de artes gráficas Cali-Colombia** tesis de grado, Universidad de San Buenaventura, Cali Colombia.

Sabino C. (2002), **El Proceso de Investigación**. El Cid Editor. Caracas. Venezuela

Tamayo (2007), **El Proceso de la Investigación Científica**. Limusa Noriega Editores. 4ta Edición. México.

UNIT (2009), **Herramientas para la mejora de la calidad. Diagrama de Pareto, diagrama de causa – efecto**.

Universidad José Antonio Páez (2007). **Normas para la elaboración y presentación de los Anteproyectos, Proyectos y Trabajo de Grado**. Valencia. Estado Carabobo. Venezuela.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador UPEL (2006) **Manual de trabajos de grado de maestría y tesis doctorales**. Fedupel. Reimpresión de tercera edición. Caracas. Venezuela.

Méndez Rosey (2013), **Calidad, concepto y filosofías: Deming, Juran, Ishikawa y Crosby**. (Consulta: 26 de Febrero) <https://www.gestiopolis.com/calidad-concepto-y-filosofias-deming-juran-ishikawa-y-crosby/>

APÉNDICES

APÉNDICE A

Manual de limpieza estandarizado del tornillo y cabezal de la extrusora.

Instructivo y Procedimiento de Limpieza de Tornillo y Cabezal

1. Objetivo

Estandarizar la limpieza de máquinas extrusoras con el fin de optimizar tiempos y disminuir desperdicio por esta causa.

2. Alcance



Este instructivo aplica a las máquinas que necesiten realizar limpieza de tornillo que trabajan con material Silano.







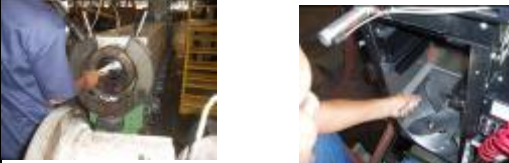
3. Características





- El tiempo total de limpieza debe ser de 5 horas máximo, las actividades deben ser compartidas entre operador y ayudante.
- El supervisor debe tener listo todo lo relativo a la logística de suministros e insumos: carretes de alimentación, carretes de salida y cc.
- Se debe aprovechar el tiempo de limpieza de tornillo para quemar piezas de cabezal.
- Para limpieza no se requiere utilizar resina natural, luego de trabajar con silano use PVC inmediatamente. Optimice tiempo y evite desperdicio.
- Debe considerar el consumo de material para no desperdiciar excesivo silano en parada. ver tabla de longitudes vs conductor.

4. Desarrollo

La secuencia para limpieza de la máquina extrusora que trabaja con material Silano es la siguiente:

	
<p>1. Antes de parar la extrusora aproveche la capacidad del tornillo, incluyendo el material que se encuentra en tolva McGuire. No se debe dejar material en tolva maguire porque agarra humedad, este material no se debe utilizar.</p>	<p>2. Disminuir temperatura a las zonas, cuello, cabeza y dado.</p> <p>Z1: 130°C; Z2: 140°C; Z3: 145°C Z4: 145°C; Z5: 150°C; Z6: 160°C TRANSF: 160°C CUELLO: 165°C</p>

<p>NO APLIQUE RESINA NATURAL, VA A USAR DIRECTAMENTE PVC.</p>	<p>CABEZA: 170°C DADO: 170°C</p>
	
<p>3. Cargue la tolva con PVC blanco (alta densidad, 105°C). Adicione un tobo. Este desperdicio inherente es de 30 Kg de PVC (90801-90802). Para garantizar la limpieza del tornillo se aplica un plástico duro para arrastrar la mayor cantidad de partículas adheridas.</p>	<p>4. Se debe purgar con cabeza cerrada, hasta que el PVC salga completamente limpio.</p>
	 
<p>5. Cuando observe que sale limpio el PVC abra cabezal y baje todas las piezas del cabezal (distribuidor, montaje, porta filtro, etc.) para que sean enviadas a quemar al horno.</p>	<p>6. Abra cabezal y purgue con cabezal abierto a 140°C hasta que el pellet del PVC salga casi entero. El PVC debe arrastrar con todas las impurezas y residuos dejados por el Silano.</p>
	
<p>7. Termine de purgar el PVC que queda en el tornillo. Mientras purga el PVC</p>	<p>8. Agregue parafina o aceite S32 en la tolva a fin de lubricar el tornillo, de</p>

<p>debe proceder a limpiar las piezas del cabezal y cuellos. Debe aprovechar que las piezas están calientes para limpiar más fácilmente. Solo use cepillo de bronce a fin de no rayar la pieza.</p>	<p>esta forma será más fácil la limpieza de tornillo y camisa. Limpie la punta del tornillo y parte externa de la máquina.</p>
	
<p>9. Antes de sacar el tornillo debe desinstalar la varilla de lubricación. Hágalo con cuidado, evite hacer regueros. Asegure que la bomba de recirculación esté apagada.</p>	<p>10. Sople la tolva con aire. Deben quedar libres de cualquier material, de lo contrario se contamina.</p>
	
<p>11. Saque el tornillo, inmediatamente debe limpiar aprovechando que aún está caliente. Use cepillos de bronce. Verifique que el tornillo ha quedado bien limpio.</p>	<p>12. Luego de limpiar tornillo proceda a limpiar camisa. Limpie la camisa con una barra envuelta en trapo y cobre para que no raye la camisa. Verifique que quedo bien limpio alumbrando con una linterna desde la parte de atrás.</p>

	
<p>13. Ingrese el tornillo limpio, coloque la varilla de refrigeración y ajuste las temperaturas de acuerdo a las establecidas para el material a trabajar. No debe forzar el tornillo a entrar, si esto pasa es porque todavía no está bien limpia la camisa y bordes del tornillo. Luego monte porta filtro con la malla de acuerdo al material con que va a trabajar, para esto debe chequear hoja de proceso.</p>	<p>14. Verifique que las piezas del cabezal se encuentran bien limpias. Que no contengan ningún tipo de residuo y que se encuentren en buenas condiciones. Proceda a montar cabeza, distribuidor, montaje (tip y matriz) de acuerdo al instructivo de operación y lo que defina el CC. Recuerde que las piezas no deben entrar NI A GOLPES NI CON FUERZA.</p>

Cuadro N° 15: Instructivo y Procedimiento de Limpieza de Tornillo y Cabezal

Fuente: Interamericana de cables Venezuela

Autor: Nava M., Rincón A.

APÉNDICE B

RUTINA DE LIMPIEZ EXTRUSORA

RUTINA DE LIMPIEZA EXTRUSORA 6030 - 6031 – 6032

ITEM	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO	OBSERVACIONES
1	Limpieza de cabezal y cambio de filtro (Cod. 61)	Diario - 1er turno	1h 30 Min	TODOS LOS DIAS EN 1ER TURNO efectuar estas actividades, se debe parar máquina para estas actividades
2	Limpieza/Sopletear tolva mc guire, Filtros de maquina	Diario	5 Min	
3	Limpieza de conexión y generador de vacio	Diario En los 3 turnos	2 Min	CADA TURNO debe efectuar esta limpieza y hacer cambio de esponja y trapo en CAMBIOS DE ALIMENTACION
4	Limpieza/Lubricación de secuencial	Diario En los 3 turnos	5 Min	
5	Cambio de esponja y trapo antes de cabezal – Alimentación	Diario En los 3 turnos	2 Min	
6	Limpieza/Sopletear tolva de pre secado, Filtros de maquina	Semanal	5 Min	Inicio de semana TODOS LOS LUNES o en una preparación se incluyen estas actividades.
7	Limpieza de tornillo Revisión de supervisor de limpieza- aprobación	Semanal	8 Horas	Según CC (colores), según incidencias, según trabajo de máquina.

- Nota:** * La rutina de limpieza se debe aplicar según frecuencia establecida, sin embargo si presenta alguna falla de procesos o novedad aplique inmediatamente rutina de limpieza
- * Es necesario tener como habito las rutinas de limpieza, siempre aprovechar paradas de maquina como AVERIAS para efectuarlas o inicio de semana, en caso de no tener paradas efectuarla limpiezas en un cambio de proceso

RUTINA DE LIMPIEZA EXTRUSORA 3040

ITEM	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO	OBSERVACIONES
1	Limpieza de cabezal y cambio de filtro (Cod. 61)	Diario - 1er turno	1h 30 Min	TODOS LOS DIAS EN 1ER TURNO efectuar estas actividades, se debe parar máquina para estas actividades
2	Limpieza/Sopletear tolva mc guire, Filtros de maquina	Diario	5 Min	
3	Limpieza de conexión y generador de vacia.	Diario En los 3 turnos	2 Min	CADA TURNO debe efectuar esta limpieza y hacer cambio o limpieza del trapo en conductor
4	Limpieza/Lubricación de secuencial	Diario En los 3 turnos	5 Min	
5	Cambio de esponja y trapo antes de cabezal - Alimentación	Diario En los 3 turnos	2 Min	
6	Limpieza/Sopletear tolva de pre secado, Filtros de maquina	Semanal	5 Min	Inicio de semana TODOS LOS LUNES o en una preparación se incluyen estas actividades.
7	Limpieza de tornillo Revisión de supervisor de limpieza-aprobación	Semanal	8 Horas	Según CC (colores), según incidencias, según trabajo de máquina.

- Nota:**
- * La rutina de limpieza se debe aplicar según frecuencia establecida, sin embargo si presenta alguna falla de procesos o novedad aplique inmediatamente rutina de limpieza
 - * Es necesario tener como habito las rutinas de limpieza, siempre aprovechar paradas de maquina como AVERIAS para efectuarlas o inicio de semana, en caso de no tener paradas efectuarla limpiezas en un cambio de proceso

