



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS
PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS
EN LA LÍNEA DE GALVANIZADO DOS EN
LA EMPRESA VICSON, S.A.**

Autor: Hernández, Jesús
C.I. 24.860.657

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 EN LA LÍNEA DE GALVANIZADO DOS EN LA
EMPRESA VICSON S.A.**

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

Autor: Hernández, Jesús
C.I. 24.860.657

Tutor: Ing. Argenis Ceballos

San Diego, Diciembre del 2018



Universidad José Antonio Páez
Facultad de Ingeniería

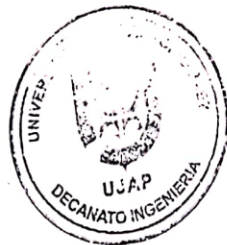
FI-I-SE-006-2018-IICR

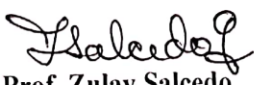
Valencia, 13 de Noviembre de 2018.

Ciudadano:
Jesús Hernández
C.I: 24.860.657
Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2018 de fecha 13-11-2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN LA LÍNEA DE GALVANIZADO DOS EN LA EMPRESA VICSON, S.A.** Presentado por usted(es) como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial .

Se ratifica la designación del Ing. Argenis Ceballos C.I: 16.241.538 y la Ing. Alicia Yáñez, C.I.: 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.



Atentamente,

Prof. Zulay Salcedo
Decana de la Facultad de Ingeniería

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

ZS/fr



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

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. Argenis Ceballos, portador de la cédula de identidad N°16.241.538, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Jesús Andrés Hernández Álvarez portador de la cédula de identidad N° 24.860.657, titulado **“PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN LA LÍNEA DE GALVANIZADOS EN LA EMPRESA VICSON, S. A.”** Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero, 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 catorce días del mes de Diciembre del 2018.

Ing. Argenis Ceballos.
C.I.: V-16.241.538

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 mis padres, Pedro Hernández y Elizabeth Álvarez 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 la Universidad José Antonio Páez, por darnos la oportunidad de una formación profesional.

A mi hermana Andrea Hernández, 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 mi tutor de tesis Profesor Argenis Ceballos, quien fue nuestro motor y guía para llevar a cabo esta tesis.

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 Andrea fuiste y eres incondicional en todo momento, gracias por tus palabras de aliento, por tu apoyo en las buenas y en las malas.

A mi abuelo, hoy no estás aquí conmigo, pero sé muy bien que tu amor fue incondicional, así mismo como tu apoyo y me acompañaste desde el cielo en esta aventura.

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

A mi tutor Argenis Ceballo quien me aportó sus conocimientos, gracias por su enseñanza, consejos, paciencia y por su tiempo.

ÍNDICE

CONTENIDO	Pp.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
RESUMEN.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULOS	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Formulación del problema.....	8
1.3 Objetivos de la investigación.....	9
1.3.1 Objetivo General.....	9
1.3.2 Objetivos Específicos.....	9
1.4 Justificación de la investigación.....	9
1.5 Alcance.....	10
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	11
2.2 Bases teóricas.....	13
2.2.1 Lean Manufacturing.....	13
2.2.2 Sistema TPM.....	15
2.2.3 Mejora continua KAIZEN.....	18
2.2.4 Calidad.....	21
2.2.5 Concepto de desperdicio vs valor añadido.....	23
2.2.6 Productividad.....	28
2.2.7 Diagrama de Pareto	29
2.2.8 Diagrama causa-efecto.....	29
2.2.9 Técnica grupo nominal.....	30
2.3 Definición de Términos Básicos.....	31
III MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Naturaleza de la investigación.....	33
3.2 Diseño de la investigación.....	34
3.3 Nivel de la Investigación.....	34
3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	35
3.4.1 Observación Directa.....	36

3.4.2	Entrevista no estructurada.....	36
3.4.3	Revisión Documental.....	36
3.4.4	Revisión Bibliográfica.....	36
3.5	Población y muestra.....	37
3.5.1	Población.....	37
3.5.2	Muestra.....	37
3.6	Fases Metodológicas.....	37

IV RESULTADOS

4.1	Diagnóstico de la situación actual en la generación de desperdicios en la línea de galvanizado dos (2) en la empresa Vicson, S. A.....	39
4.1.1	Descripción del producto y proceso.....	39
4.1.2	Generación de desperdicio.....	46
4.1.3	Resultado de las entrevistas no estructuradas realizadas durante el estudio.....	49
4.1.4	Cusas obtenidas durante la observación realizada.....	51
4.1.5	Resultados obtenidos mediante la observación directa y la toma de datos de paradas no programadas.....	52
4.1.6	Problemáticas adicionales.....	55
4.2	Análisis de las debilidades encontradas que generan desperdicios en la línea de galvanizado dos (2) en la empresa Vicson, S. A.....	57
4.2.1	Diagrama de Ishikawa Causa-Efecto.....	57
4.2.2	Jerarquización de las causas encontradas a través del diagrama de Pareto.....	59
4.2.3	Metodología 5W+2H y “5 porque”.....	61
4.2.4	Oportunidades de mejora.....	64
4.3	Diseño de un plan de mejoras que conduzcan a la disminución de desperdicios en la línea de galvanizado dos (2) en la empresa Vicson, S. A.....	65
4.3.1	Mejoras en el recubrimiento de zinc.....	65
4.3.2	Propuesta de mejora para los bancos enrolladores y succionadores.....	72
4.3.3	Propuestas de mejoras dirigidas a las problemáticas adicionales.....	77
4.3.4	Check list de puesta a punto para condiciones en la línea.....	80
4.4	Evaluación de la relación costo-beneficio que genera el plan de mejoras diseñado.....	81
4.4.1	Costo de la Propuesta.....	81
4.4.2	Resumen de Costo.....	83
4.4.3	Beneficios.....	84
	CONCLUSIONES.....	85

RECOMENDACIONES.....	88
REFERENCIAS.....	89
APÉNDICES	90
A	91
B	96

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	Pp.
1 Desperdicio en la línea de galvanizado dos (2).....	6
2 Alambrón para la línea de galvanizado dos (2) en la empresa Vicson, S. A.....	41
3 Lingotes de Zinc de 25 kilogramos para el alambre en las líneas de galvanizado en la empresa Vicson, S. A.....	41
4 Tina de zinc de la línea de galvanizado dos (2) de la empresa Vicson, S. A.....	42
5 Banco enrollador de la línea de galvanizado dos (2) en la empresa Vicson, S. A.....	43
6 Sistema Jet Wipe de la línea de galvanizado dos en la empresa Vicson, S. A.....	45
7 Alambre galvanizado de la líneas dos en la empresa Vicson, S. A.	45
8 Diagrama de proceso de la línea de galvanizado dos en la empresa Vicson, S. A.....	46
9 Enredo por falla en el dosificador en el banco enrollador de la línea de galvanizado dos.....	52
10 Segregación incorrecta en tolvas y tambores sin identificación de jerarquía.....	55
11 Situación actual en los succionadores.....	56
12 Diagrama de Ishikawa Causa-efecto de generación de desperdicio en la línea de galvanizado dos.....	57
13 Diagrama de funcionamiento del sistema DDK-502/DDM-500...	66
14 Diferencia entre el calibrado manual y automático del caudal de nitrógeno.....	67
15 Sistema DDK-502/DDM-500 en otras organizaciones.....	67
16 Posiciones que adopta el alambre dentro del nozzle por efecto de un movimiento no lineal.....	68
17 Diagrama propuesto – calmado del alambre.....	69
18 Conjuntos tensores antes de la tina de Zinc en otras organizaciones.....	70
19 Gráficos de control para la medición de concentración en las tinas de HCL.....	71
20 Nozzle.....	72
21 Etiquetas de identificación y visualización para las tolvas y	

	tambores en el área de líneas continuas.....	78
22	Etiquetas de identificación y visualización implementadas.....	78
23	Formato para el reporte de producción y desperdicio.....	79
24	Situación actual por barras de soporte corroídas.....	80

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICAS	Pp.
1 Comportamiento de desperdicios por generación de material no conforme en la línea de galvanizado dos.....	8
2 Porcentaje de generación de desperdicio por material no conforme con respecto a la producción en la línea de galvanizado dos (2).....	47
3 Histograma de las principales paradas no programadas en la línea de galvanizado dos.....	54
4 Diagrama general de Pareto en la línea de galvanizado dos.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS	Pp.
1 Porcentaje de material no conforme en la línea de galvanizado dos (2).....	7
2 Porcentaje de generación de desperdicios por material no conforme en la línea de galvanizado dos.....	47
3 Costos por generación de desperdicio por material no conforme en la línea de galvanizado dos.....	48
4 Causas de fallas en el proceso en la línea de galvanizado número dos.....	51
5 Resumen de defectos y kilogramos perdidos en la línea de galvanizado número dos.....	53
6 Jerarquización de las causas por defectos en la línea de galvanizado número dos.....	59
7 Jerarquización general de las causas en la línea de galvanizado número dos.....	60
8 Costos requeridos para la implementación de las propuestas dirigidas a la mejoras del recubrimiento de Zinc.....	81
9 Costos requeridos para la capacitación y entrenamiento del personal para el sistema TPM en las bobinas y succionadores.....	82
10 Inversión requerida para la implementación de etiquetas y galvanizado de barras de apoyo en banco enrollador.....	83
11 Check list para verificación de estándares y requerimientos de proceso.....	83
12 Resumen del costo de inversión requerida.....	83

ÍNDICE DE CUADROS

CUADROS	Pp.
1 Entrevista no estructurada realizada a los trabajadores de la empresa Vicson, S. A.....	49
2 Matrices de las causas raíz en la línea de galvanizado dos.....	52
3 Rotaciones para la inducción del personal en el TPM.....	74
4 Tarjeta de verificación e inspección en los succionadores en la línea de galvanizado dos (2).....	74
5 Tarjeta de verificación y cambio para la inspección individual de los bancos enrolladores en la línea de galvanizado dos (2).....	75
6 Plan de mantenimiento preventivo en los succionadores de la línea de galvanizado dos.....	76
7 Plan de mantenimiento preventivo genérico para banco enrollador de la línea de galvanizado dos.....	76
8 Partes del nozzle e instrumentos para su limpieza.....	92
9 Instructivo y procedimiento para limpieza de nozzles.....	93
10 Check list para verificación de estándares de proceso en la línea de galvanizado dos.....	97



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 EN LA LÍNEA DE GALVANIZADO DOS EN LA
EMPRESA VICSON S.A.**

Autor: Hernández, Jesús

Tutor Académico: Ing. Argenis Ceballos

Fecha: Noviembre, 2018

RESUMEN

La presente investigación se desarrolla en la empresa Vicson, S. A. la cual se dedica a la fabricación de alambre y sus derivados para el sector industrial, de construcción, agropecuaria y petrolera; 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 la línea de galvanizado dos (2), ya que se registrando pérdidas por material no conforme en el proceso de galvanizado, excediendo claramente los límites establecidos por la empresa en 1,17%. En el último semestre del año 2017 (Julio-Diciembre) se obtuvieron pérdidas globales de 3.41%, generando un total de 85.6 toneladas de material no conforme, valorizado en 77.896 USD, y para el 2018 existe un acumulativo hasta el mes de septiembre de 82.646 USD en un balance aproximado de 90.82 toneladas. Por lo que se realizó un estudio para analizar y diagnosticar la situación actual, donde 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.

Descriptor: Desperdicios, mejoras continua, disminución

INTRODUCCIÓN

En el mundo actual las organizaciones 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 establecidas 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 en las líneas de galvanizado, en la empresa Vicson, S. A.

La empresa Vicson, S. A es el principal fabricante de alambre y sus productos derivados en Venezuela según el Market Share y la encuesta de satisfacción al cliente, con base a estas exigencias, mantiene una Producción estándar en cada una de sus plantas, tanto en Valencia como en San Joaquín, la cual va dirigida a aprovechar las capacidades de cada uno de sus equipos y de esta manera mejorar la eficiencia de los mismos. Para ello, es necesario contar con un proceso de mejora continua, el cual permita lograr la calidad en los procesos, la reducción de los costos y generar productos de calidad lo que impulsa a las empresas de este sector a ser más competitivas en el mercado nacional e internacional.

En el contexto de la problemática se ubica específicamente en la línea de galvanizado dos (2), donde se estará estudiando la generación de desperdicio por

material no conforme, ya que ha aumentado considerablemente en los últimos quince meses (Julio 2017-Septiembre 2018) con respecto a los límites establecidos por las empresa, en crecimiento porcentual del 164.95 %. Con el fin de detectar las causas principales del desperdicio por material no conforme y proponer mejoras para la disminución del mismo, el objetivo planteado, en la presente investigación, se estructura en cuatro capítulos descritos a continuación.

- Capítulo I, el problema: Se basa en el planteamiento del problema encontrado, formulación del mismo, objetivos de la investigación, justificación de la investigación, alcance y por último las limitaciones que circunscriben el desarrollo del problema. Su objetivo es establecer el objeto de estudio de esta investigación.
- Capítulo II, marco teórico: Se señalan investigaciones similares en las cuales se basa el desarrollo de este proyecto y se definen conceptos claves para la realización del mismo. Su objetivo es crear la base teórica que sustenta las técnicas y herramientas a utilizar en el desarrollo de esta investigación.
- Capítulo III, marco metodológico: En este capítulo, se indica el tipo de investigación, así como su diseño metodológico, y nivel de investigación, lo cual señala el procedimiento a realizar en este trabajo, también se mencionan las técnicas e instrumentos de investigación, se describe la población y muestra seleccionada y se establecen las fases metodológicas que permitirá conocer el cómo se obtendrán y analizaran los datos para el logro del objetivo general de la investigación.
- Capítulo IV, recursos: Comprende los recursos utilizados para la investigación como lo son los humanos, institucionales, financieros y materiales.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

Un plan de mejoras se puede interpretar como una serie de soluciones, que comprenden una implementación activa para hacer una actividad de manera correcta, tal conceptualización hacen que las empresas ejecuten técnicas y estrategias por optar por normativas que ayuden a fortalecer su producción y calidad de trabajo.

Aunado a esto, la historia nos ha demostrado que a partir de la revolución industrial, vivimos en presencia de constantes cambios. Esta situación ha obligado a las empresas u organizaciones a emprender y considerar nuevas perspectivas y mejoras del desarrollo de sus procesos a todo nivel. En este sentido la mejora continua es una estrategia que surge como una herramienta de mejora gradual, que busca introducir cambios positivos de forma cíclica en procesos y productos a través de iteraciones. A la mejora continua también se la conoce como Kaizen, y su objetivo es reducir el desperdicio y elevar los niveles de calidad de la empresa, por eso se utiliza por miles de organizaciones de todo el mundo en su búsqueda de oportunidades de ahorro.

En Venezuela un país donde existe una fuerte crisis económica en la cual, la inflación, la escasez de materia prima, la casi inexistente inversión extranjera, la falta de divisas, entre otros factores, que azotan día a día la producción nacional, las empresas manufactureras, se ven en la necesidad de implantar este tipo de herramientas, de tal forma que les permita buscar alternativas para mejorar su producción, y así obtener productos de excelente calidad al menor costo posible sin afectar la utilidad. 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.

Vicson, S. A. Valencia es la principal empresa manufacturera de Venezuela fabricante de alambres y sus derivados según el Market Share y la encuesta de

satisfacción al cliente. Su origen se remonta al año 1950, cuando su fundador Víctor Sasson la ubica como empresa en el occidente del país en la ciudad de Barquisimeto, y hoy en día se encuentra radicada en la ciudad de Valencia y San Joaquín. La planta se inicia con la fabricación de mallas soldadas y clavos dirigidos básicamente a la industria de construcción, mercado parcialmente abastecido para ese entonces por productos importados. En 1962, ingresa a la sociedad, la corporación internacional Bekaert de Bélgica, aportando este nuevo accionista, capital, maquinaria y fundamentalmente apoyo de asistencia técnica, que hasta el día de hoy se mantiene.

Vicson, S. A., se ha caracterizado desde sus inicios por la excelencia de sus productos y servicios, dominando el mercado de alambres en Venezuela y consolidándose como un gran exportador, surtiendo al mercado de Colombia, USA, Centroamérica y El Caribe. En la actualidad la empresa como mayor fabricante de alambres en Venezuela, busca la satisfacción permanente del cliente cumpliendo con sus requerimientos y necesidades presentando una amplia gama de alambre y productos derivados, como lo son el alambre de púas, galvanizado, alambre para mallas hexagonales, clavos de alto y bajo carbón, alambre para mallas ovejeras, cables de ascensores, cables galvanizados, entre otros.

Adicionalmente, como parte de sus actividades de manufactura y agregando valor a la misma, la compañía presta servicios post-venta, los cuales consisten en asesorías, clarificación de especificaciones, así como asesoría técnica previa solicitud por parte de sus clientes.

La **visión** de la empresa es la siguiente: “Ser el aliado comercial preferido de los clientes actuales y potenciales mediante el suministro constante de soluciones innovadoras de alambre, con un equipo de personas motivadas, desarrollada profesionalmente y comprometida con los objetivos y valores organizacionales”.

La empresa Vicson tiene como **misión**: “Satisfacer las necesidades del mercado con soluciones de alambre de valor agregado, a través del compromiso y liderazgo de nuestra gente para garantizar un crecimiento sostenible en un marco de Responsabilidad Social Integral”.

La **política de calidad** de la empresa es: “Satisfacer las necesidades de nuestros clientes y accionistas, suministrando alambres, sus productos derivados y servicios conexos de acuerdo a los requisitos establecidos, mejorando continuamente nuestros procesos, todo ello bajo un sistema eficaz de Gestión de la Calidad”.

El proceso productivo de la empresa Vicson, S. A empieza con la recepción y almacenamiento del alambón. Luego, los rollos de alambón son decapados para luego ser trefilados. El alambre trefilado es recogido en spyder. El alambre trefilado es la materia para las líneas de galvanizado, el cual sigue una serie de procedimientos para finalmente realizarle el recubrimiento con zinc y recolectarlo nuevamente en spyder, lo cual se transforma en otras áreas como materia prima o producto terminado.

La empresa cuenta con un total de seis (6) líneas de galvanizado, las cuales inician operaciones con el alambre previamente trefilado, y consigo una serie de procedimientos, donde primeramente se enhebra el alambre trefilado en la posición o línea en función del tipo de recubrimiento a realizar. Seguidamente el alambre será sumergido en una tina de plomo uno (1) y dos (2) a temperaturas de 550°C y 750°C, respectivamente, para realizar un tratamiento térmico. Al salir el alambre de las tinas de plomo se encontrara con un enfriamiento de agua, para definir la estructura final (tensión y ductilidad) del alambre, cumpliéndose esta serie el alambre estará condiciones óptimas para entrar en una limpieza química con HCl (ácido clorhídrico) para remover residuos del lubricante, suciedad, oxidación y grasas de la superficie.

Realizado el Decapado (baño en ácido clorhídrico) el alambre se limpiara rápidamente con agua y se recubrirá con Flux necesario para garantizar la adherencia de la capa de zinc mediante una reacción química. Como siguiente paso del proceso el alambre es galvanizado en caliente, ya sea por medio del método estopado o altura con inyección de nitrógeno, donde atraviesa un baño de zinc fundido (450°C). El contacto del acero con zinc fundido, permite que las moléculas exteriores de Fe se alean con las de Zn. Finalmente se recubre con Wax, el cual tiene la función de enfriar el alambre galvanizado y recubrir con una capa de lubricante para disminuir la fricción y el desgaste, y así estar listo para ser enrollado y realizarles las correspondientes pruebas

de calidad para verificar el cumplimiento con las especificaciones de fabricación y exigencias del cliente.

En la línea de galvanizado dos (2), es importante destacar que durante sus operaciones se genera desperdicio por material no conforme, siendo éste el objeto de estudio de esta investigación, debido al aumento que ha experimentado en los últimos quince (15) meses (desde el mes de julio del 2017, hasta el mes de septiembre del 2018). En todo proceso productivo es lógico que la cantidad de materia prima que ingresa al proceso sufra mermas propias de los determinados procedimientos que el proceso requiera; teniendo en cuenta un margen de desperdicios establecido. En el caso de la línea dos (2) de galvanizado, el límite estándar de la empresa es de 1,17%. De esta manera, el control de desperdicio en la empresa Vicson, S. A. resulta indispensable para lograr la meta de producción, sin embargo en los últimos quince (15) meses se está presentando una situación en la cual se está superando los límites establecidos para la planificación de producción, generando pérdidas económicas y de material. Este alambre es rechazado durante el proceso de enrollado y transportado un sector de la planta definido como desperdicio, (Ver figura 1).



Figura 1. Desperdicio por material no conforme en la línea de galvanizado dos (2).
Fuente: Departamento de Producción Vicson, S. A. (2018)

A continuación, se muestra en la tabla 1 y grafico 1, la cantidad porcentual de desperdicio por material no conforme con respecto a la producción, desde julio del 2017, hasta el mes de septiembre del año actual (2018). En el presente año se consiguió el porcentaje histórico de desperdicio más alto en la historia de la organización, con un crecimiento porcentual del 164.95 %. Para el último semestre del 2017 los costos por este fenómeno ascendieron a los 100.373 USD, y para el 2018 existe un acumulativo hasta el mes de Septiembre de 96.570 USD en pérdidas, y siguiendo la tendencia acabaran cerrando el año superando lo conseguido en el año anterior.

Tabla 1. Porcentaje de material no conforme en la línea de galvanizado dos (2).

Histórico	Producción (TON)	Desperdicio (TON)	Meta	Real
Promedio JUL-DIC 2017	2511	85.6	1.17%	3.41%
Enero 2018	290	9.6	1.17%	3.32%
Febrero 2018	121	4.0	1.17%	3.30%
Marzo 2018	545	13.2	1.17%	2.41%
Abril 2018	162	4.9	1.17%	3.00%
Mayo 2018	483	14.8	1.17%	3.06%
Junio 2018	526	15.0	1.17%	2.84%
Julio 2018	533	16.0	1.17%	3.01%
Agosto 2018	253	6.7	1.17%	2.66%
Septiembre 2018	146	6.62	1.17%	4.53%

Fuente: Departamento de Producción Vicson, S. A. (2018)

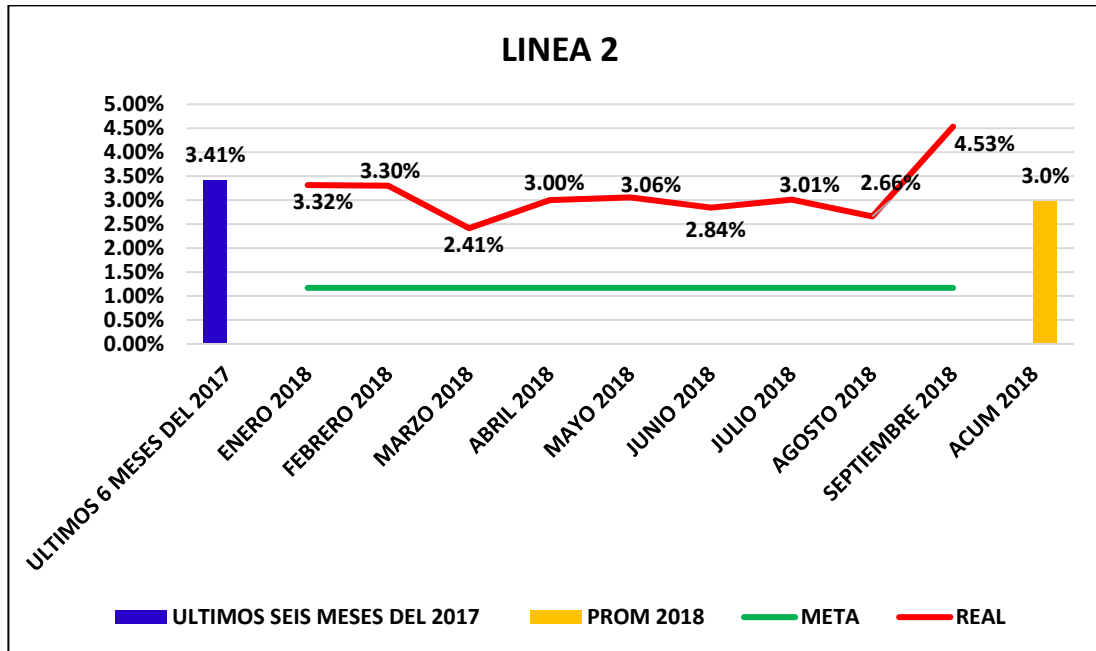


Gráfico 1: Comportamiento de desperdicios por generación de material no conforme en la línea de galvanizado dos (2).

Fuente: Departamento de Producción Vicson, S. A. (2018)

En el gráfico, se demuestra el porcentaje de desperdicios con respecto a la producción, fundamentando todo lo descrito anteriormente, y dejando en 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, 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 los procesos de galvanizado.

1.2 Formulación del Problema

¿De qué manera se puede disminuir los desperdicios que se generan en la línea de galvanizado dos (2) en la empresa Vicson, S. A.?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Proponer un plan de mejoras para la disminución de desperdicios en la línea de galvanizado dos en la empresa Vicson S. A., a través de la implementación de herramientas de ingeniería.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual en las líneas de galvanizado dos y tres en la empresa Vicson, S. A. a través de la observación, revisión documental y análisis operacional del proceso.
- Analizar situación actual de las principales causas en las líneas de galvanizado dos y tres, a través de técnicas como diagramas de Pareto, Ishikawa, 5 por qué y 5W+2H.
- Diseñar un plan de mejoras que conduzcan a la disminución de desperdicios por material no conforme en la línea de galvanizado según el análisis realizado.
- Evaluar económicamente la propuesta a través de la relación beneficio-costos.

1.4 Justificación de la Investigación

Vicson, S.A. es el primer abastecedor de alambres y sus derivados 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, 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 la línea de galvanizado dos la cual supera el límite de pérdidas estándar por producción establecido por la empresa en un 164.95%. Posteriormente de esta manera se diseñaran propuestas que beneficien a la empresa aumentando su productividad, garantizando inicialmente un 30% de disminución los costos

operacionales (47.950\$) y mejorando el aprovechamiento de los recursos.

1.5 Alcance

Este trabajo de investigación estará enfocado en el proceso de galvanizado en el área de líneas continuas de la empresa Vicson, 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

En este capítulo se presentará la recopilación de una serie de aspectos teóricos que servirán de sustento a la presente investigación. En primer lugar, 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 tutores abordan dicho problema. Luego se hizo una revisión teórica que permitió facilitar la recopilación de información, y fortalecer los conocimientos de las herramientas empleadas y por último se presentan las definiciones del conjunto de término usados en este trabajo especial de grado.

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:

Liendo. R (2013), presento un informe de pasantías para optar al título de ingeniería industrial en la Universidad José Antonio Páez, titulado: **“Proponer un plan de mejora para la reducción de pérdida de fosfato en el área de fabricación de crema de Colgate- Palmolive de Venezuela C. A.”** El objeto de esta investigación se basó en un plan de mejoras cuyo fin era disminuir las pérdidas de fosfato en el área de fabricación de crema dental; a través de las herramientas de ingeniería industrial. Este informe se enmarco en una investigación de campo, en el cual se evidencio la perdida de materia prima durante la carga de fosfato, fallas en el control de PLC, falta de calibración en los equipos; entre otros, y de esta manera el autor pudo realizar un plan de mejoras en el proceso, obteniendo como resultado, una notable reducción de costos.

Entre los principales aportes de esta investigación, se encuentra las diferentes alternativas presentadas por el autor para la reducción del desperdicio y la factibilidad de su posible implementación, mediante los diagramas de Ishikawa y Pareto,

encontrando las causas principales del desperdicio y mejorando esta problemática.

Así mismo, Mata Saúl, Silva Eduardo (2014), 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.”** Para optar al título de ingeniero industrial en la universidad José Antonio Páez. Su objetivo era 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.

También, Jorge Silva (2016), presento una investigación titulada: **“Propuesta de un plan de mantenimiento total productivo en las líneas de enderezado de la empresa interamericana Acero Arequipa.”** Para optar al título de ingeniero industrial en la universidad Piura, Perú. Su objetivo era proponer un plan de mejoras para la reducción de los desperdicios, por medio de un sistema de mantenimiento productivo total y otras herramientas de ingeniería industrial, realizaron un estudio que permitió el análisis y diagnóstico de la situación actual que propone mejoras para la reducción de scrap. Dicho estudios se permitieron estandarizar la vida útil de los herramientas utilizados en el área de trabajo, así como una mejora en el orden y limpieza de la zona de trabajo por medio de la metodología 5S. Adicionalmente se obtuvo mayor disponibilidad de las maquinarias y por ende una mayor eficacia del equipo.

Por último, Padrón Sabrina, Peña Marian (2015), 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 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”** Su objetivo era 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 5S 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.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 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 rompe 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:

- Método de las 5S.
- Mantenimiento productivo total (TPM).
- Sistema a prueba de error (POKA-YOKE).
- Mejoramiento continuo (Kaisen).
- Sistema justo a tiempo.
- Pull system o Kanban

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:

1. Trabajar en la planta y comprobar las cosas in situ.
2. Formar líderes de equipos que asuman el sistema y los enseñen a otros.
3. Interiorizar la cultura de “para la línea”.
4. Crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora continua.
5. Desarrollar personas involucradas que sigan la filosofía de la empresa.
6. Respetar la red de suministradores y colaboradores ayudándoles y proponiéndoles retos.
7. Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios.
8. Promover equipos y personas multidisciplinarios.

9. Descentralizar la toma de decisiones.
10. Integrar funciones y sistemas de información.
11. Obtener el compromiso total de la dirección con el modelo lean.

2.2.2 Sistema TPM

Santiago García (2012) establece el TPM como una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. Esto supone:

1. Cero averías.
2. Cero tiempos muertos.
3. Cero defectos achacables a un mal estado del equipo.
4. Sin pérdidas de rendimiento o capacidad productiva debido al equipo.

Principio del sistema TPM: El mantenimiento ha sido visto tradicionalmente con una parte separada y externa al proceso productivo. TPM emergió como una necesidad de integrar el departamento de mantenimiento y el de operación o producción para mejorar la productividad y la disponibilidad. En una empresa en la que TPM se ha implantado toda la organización trabaja en el mantenimiento y en la mejora de los equipos. Se basa en cinco principios fundamentales:

1. Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta.
2. Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias.
3. Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas de tal forma que facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan.
4. Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.

5. Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

Las seis grandes pérdidas consideradas por el TPM: Desde la filosofía del TPM se considera que una máquina parada, averiada, no realizando labores con respecto de su capacidad instalada o que fabrica productos defectuosos está en una situación intolerable que produce pérdidas a la empresa. La máquina debe considerarse improductiva en todos estos casos, y deben tomarse las acciones correspondientes para evitarlos en el futuro. TPM identifica seis fuentes de pérdidas que reducen la efectividad en la producción:

1. Fallos del equipo, que producen pérdidas de tiempo inesperadas.
2. Puesta a punto, ajustes de las máquinas y tiempos muertos.
3. Marchas en vacío, esperas y detenciones menores (averías menores).
4. Velocidad de operación reducida (el equipo no funciona a su capacidad máxima).
5. Defectos en el proceso, que producen pérdidas productivas al tener que rehacer partes de él, reprocesar productos defectuosos o completar actividades no terminadas.
6. Pérdidas de tiempo propias de la puesta en marcha de un proceso nuevo, marcha en vacío y periodo de prueba.

Implementación del sistema TPM: El Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) desarrolló un método en siete pasos cuyo objetivo es lograr el cambio de actitud indispensable para el éxito del programa. Los pasos para desarrollar es cambio de actitud son los siguientes:

1. **Aseo inicial:** En esta fase se busca limpiar la máquina de polvo y suciedad, con el fin de dejar todas sus partes perfectamente visibles. Se implementa además un programa de lubricación, ajuste de componentes y se reparan todos los defectos conocidos.
2. **Medidas para descubrir las causas de suciedad y fallas:** Una vez limpia la máquina es indispensable que no vuelva a en el mismo estado. Se deben evitar

las causas de la suciedad, polvo y funcionamiento irregular, se debe mejorar el acceso a los lugares difíciles de limpiar y de lubricar.

3. **Preparación de procedimientos de limpieza y lubricación:** En esta fase aparecen de nuevo las dos funciones de mantenimiento primario o de primer nivel asignadas al personal de producción. Se preparan en esta fase procedimientos estándar con el objeto que las actividades de limpieza, lubricación y ajustes menores de los componentes se puedan realizar en tiempos cortos.
4. **Inspecciones generales:** Conseguido que el personal se responsabilice de la limpieza, la lubricación y los ajustes menores, se entrena al personal de producción para que pueda inspeccionar y chequear el equipo en busca de fallos menores y fallos en fase de gestación.
5. **Inspecciones autónomas:** En esta quinta fase se preparan las gamas de mantenimiento autónomo, o mantenimiento operativo. Se preparan listas de chequeo (check list) de las máquinas, y se ponen en práctica. Es en esta fase donde se produce la verdadera implantación del mantenimiento preventivo periódico realizado por el personal que opera la máquina.
6. **Orden y Armonía en la distribución:** La estandarización de actividades es una de las esencias de la Gestión de la Calidad Total (Total Quality Management, TQM), es la filosofía que inspira tanto el TPM como el JIT. Se busca crear procedimientos y estándares para la limpieza, la inspección, la lubricación, el mantenimiento de registros en los que se reflejarán todas las actividades de mantenimiento y producción, la gestión de la herramienta y de repuestos.
7. **Optimización y autonomía en la actividad:** La última fase tiene como objetivo desarrollar una cultura hacia la mejora continua en toda la empresa: se registra sistemáticamente el tiempo entre fallos, se analizan éstos y se proponen soluciones. Y todo ello, promovido y liderado por el propio equipo de producción.

2.2.3 Mejora continua KAIZEN:

Mazaaki Imai (2001) define KAIZEN como: “mejoramiento progresivo que involucra a todos, incluyendo tanto a gerentes como a trabajadores, supone que nuestra forma de vida debe ser mejorada constantemente”. La expresión kaizen viene de las palabras japonesas “KAI” y “ZEN” que en conjunto significan la acción del cambio y el mejoramiento continuo, gradual y ordenado. Adoptar el kaizen es asumir la cultura de mejoramiento continuo que se centra en la eliminación de los desperdicios y en los despilfarros de los sistemas productivos. Se trata de un reto continuo para mejorar los estándares, y la frase: un largo camino comienza con un pequeño paso.

En el desarrollo y aplicación del kaizen se ven amalgamados conocimientos y técnicas vinculados con administración de operaciones, ingeniería industrial, comportamiento organizacional, calidad, costos, mantenimiento, productividad, innovación y logística entre otros. Por tal motivo bajo lo que podríamos llamar el paraguas del kaizen se encuentran involucradas e interrelacionadas métodos y herramientas tales como: control total de calidad, círculos de calidad, sistemas de sugerencias, automatización, mantenimiento productivo total, KANBAN, mejoramiento de la calidad, JIT, cero defectos, actividades en grupos pequeños, desarrollo de nuevos productos, mejoramiento en la productividad, cooperación trabajadores- administración y disciplina en el lugar de trabajo, entre otros.

Principios de la metodología KAIZEN: Para la implementación de una filosofía Kaizen o un Proceso de Mejora Continua, deben aplicarse como mínimo cuatro principios fundamentales, estos son:

1. **Optimización de los recursos actuales:** La tendencia de las organizaciones que pretenden alcanzar una mejora es a dotarse de nuevos recursos. Para implementar Kaizen el primer paso consiste en un análisis profundo del grado de utilización de los recursos actuales, del mismo modo que se buscan alternativas para mejorar el uso y el funcionamiento de estos.
2. **Rapidez para la implementación de soluciones:** Sí las soluciones a los problemas que se han identificado se fijan a plazos largos de ejecución, no

estamos practicando Kaizen. Un principio básico del Kaizen es la de minimizar los procesos burocráticos de análisis y autorización de soluciones; en caso de que los problemas sean de sustantiva complejidad, Kaizen propone desgranar el problema en pequeños hitos de sencilla solución.

3. **Criterio de bajo o nulo costo:** El Kaizen es una filosofía de mínima inversión que complementa la innovación, de ninguna manera estimula que un parámetro de gestión se mejore mediante el uso intensivo de capital dejando de lado la mejora continua. Las alternativas de inversión que propone se centran en la creación de mecanismos de participación y estímulo del personal.
4. **Participación activa del operario en todas las etapas:** Es fundamental que el operario se vincule de forma activa en todas las etapas de las mejoras, incluyendo la planificación, el análisis, la ejecución y el seguimiento. El primer mito que desestima el Kaizen es aquel de que "Al operario no se le paga para pensar". Esta filosofía que parece apenas solidaria e incluyente tiene aún más fundamentos, y se sustenta en que es el operario el mejor sabedor de los problemas atinentes a la operación con la que convive.

Metodología del sistema KAIZEN: Para la implementación de este método existe herramientas como el ciclo "DEMING" o como el "MOVE WORKSHOP". El método DEMING O PDCA como el mayormente implementado se define en los siguientes pasos:

1. **Planificar (Plan):** Esta etapa es de selección del objeto de mejora, en ella se explican las razones de dicha elección (situación actual y análisis de datos) y se definen los objetivos claros que se deben alcanzar.
2. **Hacer (Do):** Corresponde al trabajo de campo de la mejora, consiste en propuestas de solución y rápida implementación de las mejoras de mayor prioridad.
3. **Verificar (Check):** Es donde se debe comprobar el objetivo planteado en el plan respecto a la situación inicial que se identificó. Por ende se comprueba que se estén alcanzando los resultados o en caso contrario volver a realizarlos.

4. **Actuar (Action):** es una etapa fundamental en la mejora continua, dado que se asegura de que las mejoras no se deprecien depende del estándar u oficialización de las medidas correctivas. Para proceder a la estandarización se debe haber comprobado que las medidas han alcanzado resultados esperados, además, hay que plantear siempre la posibilidad de seguir mejorando el objeto de análisis.

Ventajas y beneficios del KAIZEN: A la hora de inventariar las ventajas y beneficios en la implementación y puesta en práctica del sistema kaizen cabe apuntar las siguientes:

1. Reducción de inventarios, productos en proceso y terminados.
2. Disminución en la cantidad de accidentes.
3. Reducción en fallas de los equipos y herramientas.
4. Reducción en los tiempos de preparación de maquinarias.
5. Aumento en los niveles de satisfacción de los clientes y consumidores.
6. Incremento en los niveles de rotación de inventarios.
7. Importante caída en los niveles de fallas y errores.
8. Mejoramiento en la autoestima y motivación del personal.
9. Altos incrementos en materia de productividad.
10. Importante reducción en los costes.
11. Mejoramiento en los diseños y funcionamiento de los productos y servicios.
12. Aumento en los beneficios y rentabilidad.
13. Menores niveles de desperdicios y despilfarros. Con su efecto tanto en los costes, como así también en los niveles de polución ambiental, entre otros.
14. Notables reducciones en los ciclos de diseño y operativos.
15. Importantes caídas en los tiempos de respuestas.
16. Mejoramiento en los flujos de efectivo.
17. Menor rotación de clientes y empleados.
18. Mayor y mejor equilibrio económico-financiero. Lo cual trae como consecuencia una mayor solidez económica.

19. Ventaja estratégica en relación a los competidores, al sumar de forma continua mejoras en los procesos, productos y servicios. Mediante la mejora de costos, calidad, diseño, tiempos de respuesta y servicios a los consumidores.
20. Mejora en la actitud y aptitud de directivos y personal para la implementación continua de cambios.
21. Acumulación de conocimientos y experiencias aplicables a los procesos organizacionales.
22. Capacidad para competir en los mercados globalizados.
23. Derribar las barreras o muros interiores, permitiendo con ello un potente y auténtico trabajo en equipo.
24. Capacidad para acomodarse de manera continua a los bruscos cambios en el mercado (generadas por razones sociales, culturales, económicas y políticas, entre otras).

2.2.4 Calidad

Según Joseph M. Juran define la calidad como “Todas aquellas características del producto que se basan en las necesidades del cliente, por eso brindan satisfacción al producto y la libertad después de las deficiencias”.

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 desecharan, 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 **Kaoru Ishikawa (1915-1989)**. Asegura que la calidad se establece por 12 principios:

1. El cliente es lo más importante.
2. Hay que prevenir, no corregir.
3. Reducir costos y desperdicios en general.
4. Resultados a largo plazo. No caminos cortos para alcanzar la calidad.
5. Participación e involucramiento de todos los miembros.
6. Hay que trabajar en equipo.
7. Medir resultados.
8. Dar reconocimientos.
9. Se requiere el compromiso y el apoyo de la alta dirección.
10. Instituir programas de capacitación y desarrollo efectivo e intenso.
11. Crear conciencia de la necesidad.

12. Tener un proceso y herramienta para el mejoramiento permanente.

2.2.5 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:

1. Gran cantidad de stock.
2. Ausencia de plan para eliminación sistemática de problemas de calidad.
3. Equipos sobredimensionados.
4. Tamaño grande de lotes de fabricación.
5. Falta de equilibrio en la producción.
6. Ausencia de plan para eliminación sistemática de problemas de calidad.
7. Equipamiento obsoleto.
8. Necesidad de mucho espacio para almacenaje.

Causas posibles:

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

Acciones Lean para este tipo de despilfarro

1. Flujo pieza a pieza (lote unitario de producción).
2. Implementación del sistema PULL mediante KANBAN.
3. Acciones de reducción de tiempos de preparación SMED.
4. Nivelación de la producción.
5. 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

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

Causas posibles:

1. Layout obsoleto.
2. Gran tamaño de los lotes.

3. Procesos deficientes y poco flexibles.
4. Programas de producción no uniformes.
5. Tiempos de preparación elevados.
6. Excesivos almacenes intermedios.
7. Baja eficiencia de los operarios y las máquinas.
8. Reprocesos frecuentes.

Acciones Lean para este tipo de despilfarro:

1. Layout del equipo basado en células de fabricación flexibles.
2. Cambio gradual a la producción en flujo según tiempo de ciclo fijado.
3. Trabajadores polivalentes o multifuncionales.
4. 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:

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

Características:

1. Métodos de trabajo no estandarizados.
2. Layout deficiente por acumulación o dispersión de procesos.
3. Desequilibrios de capacidad.

4. Falta de maquinaria apropiada.
5. Operaciones retrasadas por omisión de materiales o piezas.
6. Producción en grandes lotes.
7. Baja coordinación entre operarios
8. Tiempos de preparación de máquina /cambios de utillaje elevados.

Acciones Lean para este tipo de despilfarro:

1. Nivelación de la producción. Equilibrado de la línea.
2. Layout específico de producto. Fabricación en células en U.
3. Automatización con un toque humano (JIDOKA).
4. Cambio rápido de técnicas y utillaje (SMED).
5. 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:

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

Causas posibles:

1. Layout obsoleto.
2. Gran tamaño de los lotes.
3. Proceso deficiente y poco flexible.
4. Programas de producción no uniformes.
5. Tiempos de preparación elevados.

6. Excesivos almacenes intermedios.
7. Baja eficiencia de los operarios y las máquinas.
8. Reproceso frecuente.

Acciones Lean para este tipo de despilfarro:

1. Layout del equipo basado en células de fabricación flexibles.
2. Cambio gradual a la producción en flujo según tiempo de ciclo fijado.
3. Trabajadores polivalentes o multifuncionales.
4. 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 retrabajos 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:

1. Pérdida de tiempo, recursos materiales y dinero.
2. Planificación inconsistente.
3. Calidad cuestionable.
4. Flujo de proceso complejo.
5. Recursos humanos adicionales necesarios para inspección y reprocesos.
6. Espacio y técnicas extra para el reproceso.
7. Maquinaria poco fiable.
8. Baja motivación de los operarios.

Causas posibles:

1. Movimientos innecesarios.
2. Proveedores o procesos no capaces.
3. Errores de los operarios.
4. Formación o experiencia de los operarios inadecuada.
5. Técnicas o utillajes inapropiados.
6. Proceso productivo deficiente o mal diseñado.

Acciones Lean para este tipo de despilfarro:

1. Estandarización de las operaciones.
2. Implantación de elementos de aviso o señales de alarma (ANDON).
3. Mecanismos o sistemas anti-error (POKA-YOKE).
4. Incremento de la fiabilidad de las máquinas.
5. Implantación de mantenimiento preventivo.
6. Aseguramiento de la calidad en puesto.
7. Producción en flujo continuo para eliminar manipulación de las piezas de trabajo.
8. Control visual: KANBAN, 5S y ANDON.
9. Mejora del entorno de proceso.

2.2.6 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.

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:

$$PBI = \text{Productividad} * f(\text{capital}, \text{trabajo})$$

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.

2.2.7 Diagrama de Pareto:

Según Maneiro y Mejías (2009), Un histograma de ocurrencias por categoría (en el cual las categorías están ordenadas por el número de ocurrencias) se denomina comúnmente como un gráfico, diagrama o carta de Pareto. Se basa en el principio 80-20; el 20% de las causas representan el 80% de las ocurrencias. Aunque en principio fue representado por el economista Wilfredo Pareto (1848-1923) en términos de distribución de la riqueza, su aplicación en el área de ingeniería y calidad se le atribuye a Joseph Juran (1904-2008).

El diagrama de Pareto es una herramienta de análisis de datos ampliamente utilizada y es por lo tanto útil en la determinación de la causa principal durante un esfuerzo de resolución de problemas. Permite ver cuáles son los problemas más grandes, permitiéndoles a los grupos establecer prioridades. En casos típicos, los pocos (pasos, servicios, ítems, problemas, causas) son responsables por la mayor del impacto negativo sobre la calidad. Si enfocamos nuestra atención en estos pocos vitales, podemos obtener la mayor ganancia potencial de nuestros esfuerzos por mejorar la calidad.

2.2.8 Diagrama de Causa-Efecto. Ishikawa:

El diagrama Causas-Efecto de Ishikawa, así llamado en reconocimiento a Kaoru 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 o diagrama de espina de pescado.

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 relaciones,

comunicarlas y facilitar resolución de problemas.

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.

2.2.9 Técnica del grupo nominal:

Según Carmen Burgos Prat (2000) define la técnica de grupo nominal como “un método estructurado de detección de necesidades y de aportación de sugerencias, para la identificación y resolución de problemas en grupo”. Esta técnica combina aspectos del brainstorming y de otras técnicas de dinámicas de grupos interactivas. Permite sistematizar, evaluar y seleccionar las ideas, dificultades, sugerencias o propuestas en el seno de un grupo no superior a 12 personas.

Son tres los objetivos centrales de esta técnica:

1. Asegurar diferentes procesos en la aplicación de cada fase de la técnica.
2. Equilibrar la participación entre las personas participantes.
3. 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:

1. Definir la tarea
2. Generar ideas
3. Registrar ideas
4. Clarificar ideas
5. Hacer la selección
6. 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.

Ácido clorhídrico: Es una disolución acuosa del gas cloruro de hidrógeno (HCl). Es muy corrosivo y ácido. Se emplea comúnmente como reactivo químico y se trata de un ácido fuerte que se disocia completamente en disolución acuosa.

Alambre: Hilo delgado que se obtiene por estiramiento de los diferentes metales de acuerdo a la propiedad de ductilidad que poseen los mismos.

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.

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.

Flux: El flux es una disolución de cloruro de amonio y cloruro de zinc en una relación óptima de una molécula de cloruro de zinc por cada dos de cloruro de amonio (llamada sal doble), en una concentración aproximada de 500 gramos/litro de dicha sal doble, y

a una temperatura en el entorno de los 60 grados centígrados.

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.

Plomo: Es un metal pesado de densidad relativa o gravedad específica 11,4 a 16°C, de color azulado, que se empaña para adquirir un color gris mate. Es flexible, inelástico y se funde con facilidad. Su fusión se produce a 327,4°C y hierve a 1.725°C. Las valencias químicas normales son 2 y 4. Es relativamente resistente al ataque de ácido sulfúrico y ácido clorhídrico, aunque se disuelve con lentitud en ácido nítrico y ante la presencia de bases nitrogenadas.

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.

Spider: El spider es un dispositivo vertical que se usa para trasladar el alambre enrollado después que ha sido trefilado o galvanizado.

Zinc: Es un metal de color blanco azulado que arde en aire con llama verde azulada. Su fusión se produce a 420°C y hierve a 907°C. El aire seco no le ataca pero en presencia de humedad se forma una capa superficial de óxido o carbonato básico que aísla al metal y lo protege de la corrosión. La principal aplicación del zinc es el galvanizado del acero para protegerle de la corrosión, protección efectiva incluso cuando se agrieta el recubrimiento ya que el zinc actúa como ánodo de sacrificio.

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 Naturaleza de la investigación

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 a la solución o respuesta a tales interrogantes”. (p. 22).

De esta forma, el presente trabajo se inserta dentro el criterio y características de un proyecto factible, pues tiene como objetivo, dar soluciones a un problema real; basado en un problema de campo y documental, como lo es proponer mejoras para la disminución de desperdicio por material no conforme a través de la implementación de las herramientas de ingeniería industrial mediante la información recolectada.

Según el manual de trabajo de grado de especialización y maestría y tesis doctorales, de la Universidad Pedagógica y 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.13).

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).

En relación con las definiciones anteriores, este trabajo es un proyecto del tipo factible debido a que se elaborara un plan de mejoras para reducir el desperdicio por material no conforme en la línea de galvanizado dos (2) en la empresa Vicson, S. A. ubicados en valencia, estado Carabobo con el objeto de aportar soluciones e ideas en pro de solventar el problema ya mencionado.

3.2 Diseño de la investigación

La elaboración de este trabajo se basa en una investigación de campo, con un nivel descriptivo. Debido a que se realizara en el lugar donde se presenta la problemática, complementando con una revisión bibliográfica a través de la cual se analizaron las necesidades y 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 verídica y proviene directamente de la línea de galvanizado dos (2), de esta manera de pueda implementar las herramientas de ingeniería industrial que apliquen mediante la información recolectada.

3.3 Nivel de la investigación

Según Arias F. (2006) 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.20-25).

Dentro de este marco se dice que el presente trabajo es una investigación descriptiva, debido a que, para realizar la propuesta de mejora para la disminución de desperdicio por material no conforme en la línea de galvanizado dos (2), se acudió a la fuente de la problema para observar y describir el fenómeno, y de esta manera fundamentar las conclusiones del estudio en técnicas y herramientas teóricas ya conocidas.

3.4 Técnicas de recolección de información

Arias F. (2006), define los datos como “Cada uno de los elementos de información que se recoge durante el desarrollo de la investigación, y sobre los cuales se puede sintetizar la información, verificar hipótesis o responder las interrogantes. Todo lo correspondiente con el problema, los objetivos y el diseño de la investigación”. (p. 67)

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 utilizaran las siguientes técnicas de recolección de datos:

3.4.1 Observación directa: Arias F. (2006), la define como “Visualizar o captar, en forma sistemática por el investigador, cualquier hecho, fenómeno o situación, que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función a los objetivos establecidos”. (p. 69). Mediante esta técnica se conocerá la forma de trabajar de cada uno de los operadores, así como también, el proceso en las líneas de

galvanizado, 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: “En esta modalidad no se dispone de una guía de preguntas elaboradas previamente. Sin embargo, se orienta por unos objetivos preestablecidos que permiten definir el tema de la entrevista, de allí que el entrevistador deba poseer una gran habilidad para formular las interrogantes sin perder la coherencia.” (p. 73). Las entrevistas serán aplicadas al personal que labora en las líneas de galvanizado, tales como, operadores, técnicos, ayudantes y supervisores, 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 revisaron trabajos de grado con problemáticas similares, así como también libros y páginas web.

3.5 Población y muestra

3.5.1 Población

Arias F. (2006) lo establece la población como “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 del estudio” (p. 81). En relación a lo anteriormente expuesto surge la necesidad de obtener una muestra de la población conformada por el área de trefilado, líneas de galvanizado (L2, L3, IPV y BW) y producto de alambre.

3.5.2 Muestra

Arias F, (2006) define la muestra como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p. 83). De dicha población se tomó como objeto de estudio o muestra, la línea de galvanizado dos (2) .

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 en la línea de galvanizado dos (2) en la empresa Vicson, S. A.

- Se realizará un estudio con el fin de conocer el proceso de galvanizado en la línea dos (2), para poder identificar las fallas y consecuencias del proceso.
- Se realizarán entrevistas no estructuradas al personal que labora en la línea de galvanizado dos (2), 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 último semestre del 2017 (Julio-Diciembre) y los últimos diez meses del 2018 (Enero-Septiembre). Lo que permite hacer una relación porcentual de la pérdida de material en la línea de galvanizado dos (2).
- 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 en la

línea de galvanizado dos (2) en la empresa Vicson, S. A.

- Se realizará una clasificación de las causas que generan las fallas producidas por la línea de galvanizado dos (2), a través del diagrama causa y efecto.
- Se analizará cada causa, basado en el diagrama causa- efecto.
- Se hará una jerarquización de las fallas tomadas en el campo, mediante el un diagrama de Pareto para estudiar opciones de mejora a las más críticas del proceso.
- Se implementara la técnica 5H+2W en combinación con los 5 porqués para hallar la causa raíz del problema.
- Finalmente se establecerá un resumen de oportunidades de mejoras a fin de corregir aquellas fallas que tienen mayor influencia en los desperdicios.

Fase III: Diseño de un plan de mejoras que conduzcan a la disminución de desperdicios en la línea de galvanizado dos (2) en la empresa Vicson, S. A.

Luego de haber identificado las principales fallas del proceso y haber establecidos las oportunidades de mejoras referentes a la disminución de desperdicios producidos durante el proceso de galvanizado, 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 la línea de galvanizado dos (2) en la empresa Vicson, S. A.

4.1 Fase I: Diagnostico de la situación actual en la generación de desperdicios en la línea de galvanizado dos (2) en la empresa Vicson, S. A.

4.1.1 Descripción del producto y proceso.

a. Producto

Entre sus principales productos fabricados, se encuentran categorizados en alambres trefilados y galvanizados. Además, cuenta con alambres recocidos, clavos, cables, mallas hexagonales, entre otros. Los productos que se encuentran en estudio son el alambre galvanizado con triple capa de recubrimiento de zinc, y con recubrimiento normal de zinc mediante el método estopado.

- **Tripe recubrimiento de zinc:** el triple recubrimiento de zinc en el alambre se realiza utilizando el sistema Jet Wipe. Este sistema utiliza boquillas especiales llamadas nozzles, por el cual pasa el alambre luego de haberse sumergido en la tina de zinc, dicha boquilla contiene en su lateral orificios por el cual ingresa nitrógeno de forma continua y sale internamente a presión por unas ranuras transversales, formando una cortina alrededor del alambre que pasa por el zinc, esta capa es escurrida por la cortina de nitrógeno permitiendo regular el zinc. El alambre tiene que estar concéntrico a la boquilla y sin movimientos laterales para evitar variaciones en la capa de zinc. La regulación del suministro de nitrógeno se realiza de forma manual a través de un operario de línea.
- **Recubrimiento normal de zinc:** El recubrimiento normal de zinc en el alambre se realiza utilizando el sistema de estopado, donde ya finalizado el proceso de inmersión el alambre se hace pasar a través de una “estopa”, la cual será la

encargada de escurrir el zinc del alambre garantizando así su uniformidad en el diámetro.

En la línea de galvanizado dos produce una gran variedad de alambres galvanizados dependiendo de las necesidades del cliente. La línea tiene la capacidad de producir alambre con triple capa de zinc y recubrimiento normal por medio del estopado. En la línea podemos encontrar frecuentemente la producción de los siguientes alambres:

- SEMI-PROD.GALV. ALTURA Diámetro 3.40 mm.
- SEMI-PROD.GALV. ALTURA Diámetro 2.51 mm.
- SEMI-PROD.GALV. ALTURA Diámetro 1.83 mm.
- SEMI-PROD.GALV. ALTURA Diámetro 1.60 mm.
- SEMI-PROD.GALV. ALTURA Diámetro 1.54 mm.
- SEMI-PROD.GALV. ALTURA Diámetro 1.44 mm.
- SEMI-PROD.GALV. COMUN Diámetro 3.76 mm.
- SEMI-PROD.GALV. COMUN Diámetro 2.77 mm.
- SEMI-PROD.GALV. FINO Diámetro 1.27 mm.
- ALM. GALV. ALTURA P/PUAS Diámetro 1.60 mm.
- ALM. GALV. FINO Diámetro 1.19 mm.
- ALM. GALV. GRUESO Diámetro 2.90 mm.

b. Materiales

La materia prima para producir el alambre galvanizado, es el alambre trefilado en Spyder de aproximadamente 600 kg. Adicionalmente a ello, el insumo de mayor importancia es el zinc en lingotes de 25 kg para el recubrimiento del alambre.



Figura 2. Alambrón para la línea de galvanizado dos (2) en la empresa Vicson, S. A.
Fuente: Departamento de Producción Vicson, S. A. (2018)



Figura 3. Lingotes de Zinc de 25 kilogramos para el alambre en las líneas de galvanizado en la empresa Vicson, S. A.
Fuente: Departamento de Producción Vicson, S. A. (2018)

c. Equipos y herramientas

La línea de galvanizado dos, consiste en una serie de equipos que permiten conjuntamente el galvanizado, los cuales se describen a continuación:

- **Banco devanador:** El área del banco devanador consiste en una serie de puestos, los cuales son cargados con spyderys, con el fin de alimentar la línea de

producción. El banco devanador de la línea 2 cuenta con 40 puestos. El banco devanador es manejado por dos operarios encargados del inicio del proceso, efectuando la carga según la programación de producción, realizándose el resto del proceso de devanado de forma automática.

- **Tinas de plomo:** Es un baño de plomo líquido por donde se sumergen los alambres.
- **Tina de enfrió:** Es un tanque con agua para el enfriamiento de los alambres.
- **Tinas de ácido clorhídrico:** Es un baño con HCL donde se sumergen los alambres para decaparlos.
- **Tina de enjuague:** Es una serie de tanques de agua, la cual tiene como función lavar el ácido residual del alambre decapado.
- **Tina de FLUX:** es un baño de cloruro de amonio, que se usa para corroer un poco el alambre, garantizando así una adherencia eficaz del zinc.
- **Tina de Zinc:** El alambre atraviesa un baño de zinc fundido a 450°C para ser galvanizado. La línea dos trabaja con galvanizado en altura (Jet Wipe y al carbón) y con galvanizado común. Estos sistemas mencionados son los que garantizaran el diámetro y recubrimiento.



Figura 4. Tina de zinc de la línea de galvanizado tres (2) de la empresa Vicson, S. A.
Fuente: Departamento de Producción Vicson, S. A. (2018)

- **Recubrimiento con WAX:** Al alambre recién galvanizado se recubre con wax, el cual tiene como función enfriar el alambre y lubricar la capa de zinc para disminuir la fricción y desgastes.
- **Banco enrollador:** Cuenta con la misma cantidad de puestos en el banco enrollador con respecto a los que posee en el banco devanador (40 puestos). Estos bancos permiten enrollar nuevamente el alambre en spyders. Dicha actividad es realizada por tres operadores conformados por el guía de línea y dos operarios.



Figura 5. Banco enrollador de la línea de galvanizado dos (2) en la empresa Vicson, S. A.

Fuente: Departamento de Producción Vicson, S. A. (2018)

d. Descripción del proceso

El proceso del alambre galvanizado radica en la inmersión del alambre trefilado en una tina de Zinc con el objetivo de alargar la vida útil, protegiéndolo de la corrosión. El material a procesar es recibido del departamento de trefilado, con el diámetro, resistencia y el porcentaje de carbono exigidos por el departamento de programación. El alambre debe pasar primero por una serie de procedimientos, los cuales se describen brevemente:

- Inmersión del alambre en las tinas de plomo, en el cual es sumergido a temperaturas de 550°C y 750°C en la tina uno y tina dos, respectivamente, para realizarle un tratamiento térmico, y así, aliviar las tensiones contraídas del trefilado.
- Luego, es sumergido en agua para enfriar el alambre, definir su tensión y ductilidad, y su vez evitar una rápida evaporación del HCL.
- Realizado el lavado, el alambre pasa por una tina de decapado (HCL) para remover cualquier residuo de lubricante, suciedad, oxidación o grasa.
- Al salir del decapado, pasa por una serie de tinas de enjuague, la cual tiene como función lavar los residuos de ácido clorhídrico y evitar que este penetre el alambre.
- Luego entra al baño de zinc, para el recubrimiento del alambre.
- Previo a salir el alambre sumergido en la tina de zinc, se encuentran unas estopas dentro de la misma, las cuales realizan el escurrimiento del zinc y garantizando así el diámetro y recubrimiento requerido.
- En el caso del sistema Jet Wipe, consiste en el escurrimiento del zinc, el cual se lleva a cabo mediante la inyección de nitrógeno a través de boquillas. El alambre siempre está ubicado en la posición central de la boquilla; el ajuste del flujo de nitrógeno se realiza de manera manual, y según la capa de zinc reportada por calidad, es decir si la capa es baja se aumentan el flujo del nitrógeno y si la capa es alta el flujo de nitrógeno se disminuye.



Figura 6. Sistema Jet Wipe de la línea de galvanizado dos en la empresa Vicson, S. A.
Fuente: Departamento de Producción Vicson, S. A. (2018)

- Posterior a al recubrimiento de zinc, el alambre pasa por una tina de wax para enfriarlo y lubricarlo.
- Como último paso, el alambre llega al banco enrollador donde se enrolla el alambre en spyder para su traslado, una vez chequeado por el departamento de calidad, se identifica con su respectiva etiqueta y se envía el rollo de alambre galvanizado al destino programado.



Figura 7. Alambre galvanizado de la líneas dos en la empresa Vicson, S. A.
Fuente: Departamento de Producción Vicson, S. A. (2018)

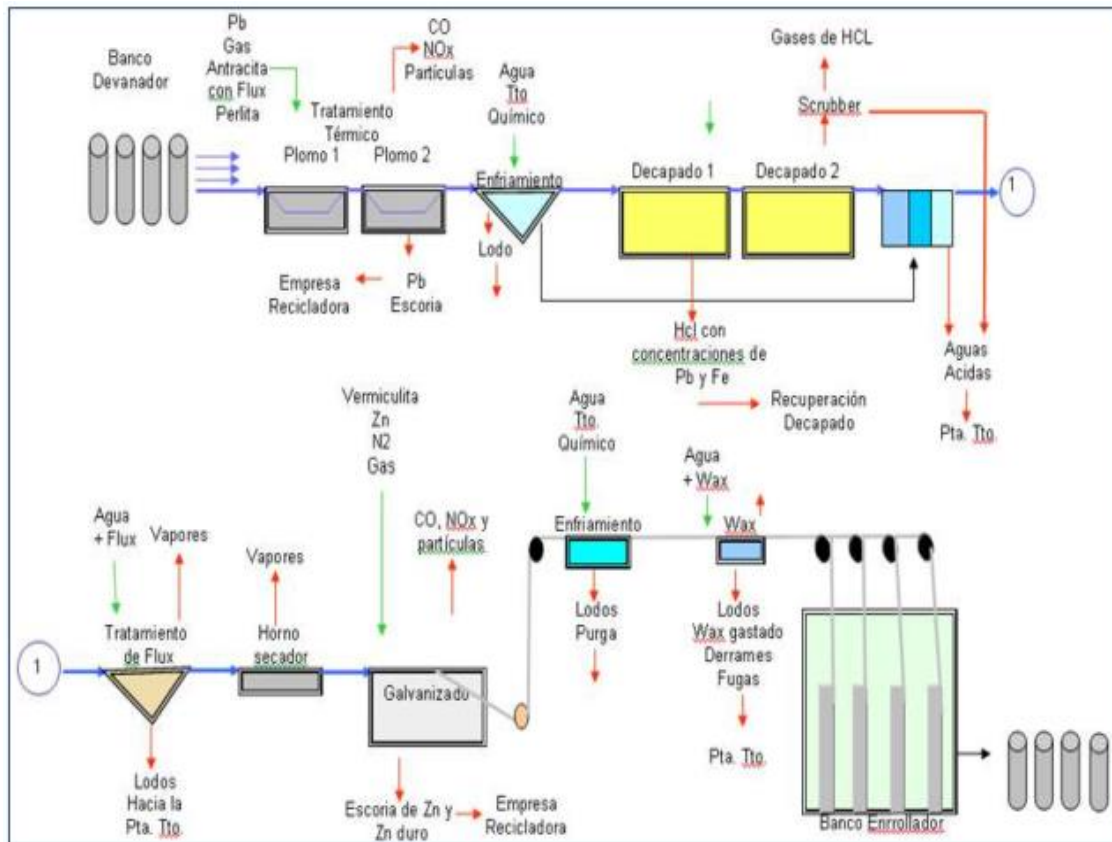


Figura 8. Diagrama de proceso de la línea de galvanizados en la empresa Vicson, S. A.

Fuente: Departamento de Producción Vicson, S. A. (2018)

4.1.2 Generación de desperdicio

En las siguientes tablas y gráficos se presentan los registros de producción (las toneladas totales procesadas) y las toneladas que fueron identificados como no conformes, de las cuales se obtienen el porcentaje de desperdicio por material no conforme producido. Así como también el comportamiento del desperdicio con respecto a la producción y los costos operacionales generados por el mismo.

Tabla 2 Porcentaje de generación de desperdicios por material no conforme en la línea de galvanizado dos.

LINEA DE GALVANIZADO DOS	Histórico	Producción (TON)	Desperdicio (TON)	% NC
	Promedio JUL-DIC 2017	2511	85.6	3.41%
	Enero 2018	290	9.6	3.32%
	Febrero 2018	121	4	3.30%
	Marzo 2018	545	13.2	2.41%
	Abril 2018	162	4.9	3.00%
	Mayo 2018	483	14.8	3.06%
	Junio 2018	526	15	2.84%
	Julio 2018	533	16	3.01%
	Agosto 2018	253	6.7	2.66%
	Septiembre 2018	146	6.62	4.53%
	TOTAL	5570	176.42	3.0%

Fuente: Departamento de Producción Vicson, S. A. (2018)

Autor: J, Hernández

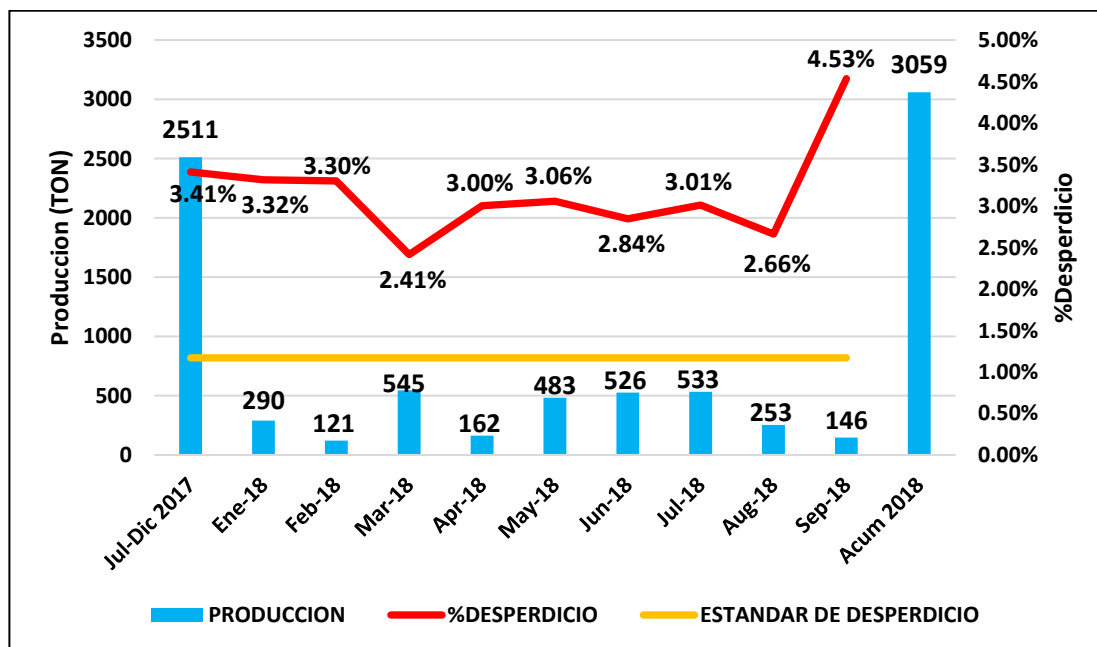


Gráfico 2: Porcentaje de generación de desperdicio por material no conforme con respecto a la producción en la línea de galvanizado dos (2).

Fuente: Departamento de Producción Vicson, S. A. (2018)

Autor: J, Hernández

En todo proceso productivo es lógico que la cantidad de materia prima que ingresa al proceso sufra mermas propias de los determinados procedimientos que el proceso requiera; teniendo en cuenta un margen de desperdicios establecido. En las gráficas tres y cuatro se puede evidenciar como en el último semestre (Jul-Dic.) del 2017 y los primeros nueve meses (Ene-Sep.) del 2018, la generación de desperdicio ha estado muy por encima de los límites establecidos por la organización, marcados en 1.17% para la línea dos, respectivamente.

Tabla 3. Costos por generación de desperdicio por material no conforme en la línea de galvanizado dos.

Histórico	Unidad USD/Kg	Desperdicio (TON)	Costos USD
Promedio JUL-DIC 2017	0.91	85.6	\$ 77.896
Enero 2018	0.91	9.6	\$ 8.736
Febrero 2018	0.91	4	\$ 3.640
Marzo 2018	0.91	13.2	\$ 12.012
Abril 2018	0.91	4.9	\$ 4.459
Mayo 2018	0.91	14.8	\$ 13.468
Junio 2018	0.91	15	\$ 13.650
Julio 2018	0.91	16	\$ 14.560
Agosto 2018	0.91	6.7	\$ 6.097
Septiembre 2018	0.91	6.62	\$ 6.024
TOTAL	0.91	176,42	\$ 160.542

Fuente: Departamento de Producción Vicson, S. A. (2018)

Autor: J, Hernández

Como se puede evidenciar en la tabla número 3, desde julio del 2017 hasta septiembre del 2018 existe un acumulativo de 160.542 USD. Este desperdicio por material no conforme, se representa como un crecimiento porcentual del 164.95 % para la línea de galvanizado dos (2).

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

Durante el desarrollo de este trabajo especial de grado, se realizó una serie de entrevistas al personal que labora en la planta específicamente en las líneas de galvanizado (operadores, ayudantes mecánicos, ingenieros de procesos y gerentes), con el fin de obtener su opiniones, en relación a las causas que generan el desperdicio por productos no conformes y cuales según su criterio son las más importantes, así como también las 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 número 1, anexado a continuación:

Cuadro 1. Entrevista no estructurada realizada a los trabajadores de la empresa Vicson, S. A.

Cargo ocupacional	¿Cuáles son las principales causas por las que cree que se genera el desperdicio?	¿Qué mejoras propondrías para la disminución del desperdicio?
<ul style="list-style-type: none"> - Rafael García - Gerente de producción 	<ul style="list-style-type: none"> - Enredo - Grumo - Nozzle tapados - Falta de seguimiento - Impulsores dañados - Mal calmado 	<ul style="list-style-type: none"> - Garantizar limpieza en los nozzles. - Mantenimiento a todos los conjuntos. - Colocar sistema OPK - Colocar rodillos enderezadores en las tinas de zinc. - Mayor seguimiento
<ul style="list-style-type: none"> -Jesus Fuenmayor -Operador de línea -Ficha: 12655 	<ul style="list-style-type: none"> -Mal calmado de trefila -Falta de mantenimiento de rodillos impulsores -Falta de limpieza en las tinas de zinc 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisar calmado en trefila -Mantenimiento

<p>-Edgar Vargas -Operador de línea</p>	<p>-Falla de suministro de agua -Falta de concentración en las tinas de HCL -Correas dañadas -Succionadores dañados -Baja temperatura en las tinas de plomo</p>	<p>-Alarma que funcione cuando baje la temperatura de las tinas -Revisar tanque de enfrió -Mantenimiento preventivo -Observar datos del proceso</p>
<p>-José Bastidas -Operador de línea Ficha: 1621</p>	<p>-Mal calmado de trefila -Alambre mal conformado -Alambre ondulado y rayado</p>	<p>-Atacar principalmente el control de producción en trefila</p>
<p>-Jorge Guevara -Mantenimiento -Ficha: 1405</p>	<p>-Enredo del alambre -Mala soldadura -Alambre mal conformado -Peines en mal estado -movimiento del Jet</p>	<p>-Mejorar calmado -Mejorar soldadura -Ajustar Jet y Skit -Mantenimiento -Reemplazo de mangueras de nitrógeno</p>
<p>-Naudy Veloz -Operador de línea -Ficha: 1811</p>	<p>-Cepillos en los devanadores dañados -Alambre ondulado -Fallas con el FLUX -Fallas con el plomo -Concentración del HCL</p>	<p>--Cambiar correas del banco devanador -Mantenimiento -Mejorar el calmado de trefila -Mantenimiento en el FLUX</p>

Fuente: Vicson, S. A. (2018)

Autor: J, Hernández

4.1.4 Causas obtenidas en la observación realizada

Al realizar la observación y analizar el proceso en las líneas de galvanizado dos y tres, en conjunto con las entrevistas no estructuradas, se encontraron una serie de causas en el proceso que pudiesen estar generando el material no conforme, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 4. Causas de fallas en el proceso en la línea de galvanizado número dos.

Causas en Línea 2	
1	Falta de concentración en la tina de HCL
2	Mala concentración en el Flux
3	Mala concentración en el Wax
4	Baja temperatura en la tina de plomo
5	Falta de mantenimiento en los rodillos impulsores
6	Mal calmado en el área de trefila
7	Falta de limpieza en las tinas de Zinc
8	Nozzle sucios
9	Dosificadores en mal estado
10	Falta de mantenimiento en los peines de PB, HCL, WAX y FLUX
11	Movimiento en el Jet
12	Movimiento en el Skit
13	Mangueras de nitrógeno dañadas
14	Material Fragilizado
15	Falla en el suministro de agua
16	Poleas dañadas en el banco devanador
17	Falta de repuestos efectivos
18	Cortes eléctricos
19	Vibraciones del alambre.
20	Mal calibrado de nitrógeno
21	Falta de inspecciones
22	Fallas de maquinarias
23	Lengüetas torcidas
24	Orbits

Fuente: Vicson, S. A. (2018)

Autor: J, Hernández

Estas causas antes mencionadas, estarían ocasionando el desperdicio por material no conforme en los últimos seis meses del 2017 (Jul-Dic.) y los primeros 9 meses del 2018 (Ene-Sep.). Representado en un crecimiento porcentual de 164.95 % ya anteriormente mencionado para la línea de galvanizado dos (2). Este crecimiento trae como consecuencia un aumento en los costos operacionales y disminuyendo claramente la productividad de la empresa ya que el limite estándar de pérdidas se ha establecido en 1.17%.



Figura 9. Enredo por falla en el dosificador en el banco enrollador de la línea de galvanizado dos.

Fuente: Hernández J (2018)

4.1.5 Resultados obtenidos mediante la observación directa y la toma de datos de paradas no programadas.

En el desarrollo del trabajo especial de grado se procedió a realizar la observación directa y la recolección de datos con el fin de realizar un estudio más preciso, donde se tomó en consideración el defecto que contrae el alambre, causas, numero de incidencia, peso y tiempo promedio con cada parada no programada. Entre las características del alambre considerado como desperdicio figura el grumo, enredo, bajo diámetro, mal recubrimiento y opacado. Adicional a ello, también se tomó en consideración las mermas propias del proceso (Arranque), y hechos aislados (Cortes

eléctricos y fallas mecánicas). Cabe desatacar que la empresa hasta los momentos no cuenta con un registro histórico sobre las paradas no programadas y las causas originarias de los defectos en el alambre. Aunado a esto, se presentó la limitante de solo poder estar presente en el primer turno de productivo para la toma de datos.

Tabla 5. Resumen de defectos y kilogramos perdidos en la línea de galvanizado número dos.

Defecto	Causa	N° Veces	Peso (Kg)	Tiempo promedio. (min/PNG)
Grumo	Nozzle	56	669	5
Grumo	Movimiento en el JET	1	404	24
Grumo	Vibraciones - Alambre rebelde	36	369	N/A
Grumo	Movimiento de rodillos de enfrió	2	60	10
Grumo	Movimiento en el Skid	1	39	60
Grumo	Falta de operador	1	21	N/A
Enredo	Dosificador	88	960	4
Enredo	Perdida del calmado	36	219	5
Enredo	Rodillos impulsores	18	135	10
Enredo	Bajo nivel en el plomo	13	89	N/A
Enredo	Conjunto enderezador	3	85	3
Enredo	Orbit	4	57	N/A
Enredo	Lengüeta y nariz	1	26	5
Recubrimiento inadecuado	Mal decapado	1	141	N/A
Proceso	Arranque	44	497	20
Proceso	Corte eléctrico	5	376	20
Proceso	Falla mecánica	5	93	15
Proceso	Caída de cascada	1	92	180
Bajo diámetro	Mal calibrado inyección de nitrógeno	1	9	N/A
Fragilizado	Mala conformación del material	1	5	10
Opacado	Sistema de enfrió – falla en el suministro de agua	1	19	N/A
TOTAL		318	4365	

Fuente: Vicson, S. A. (2018)

Autor: J, Hernández

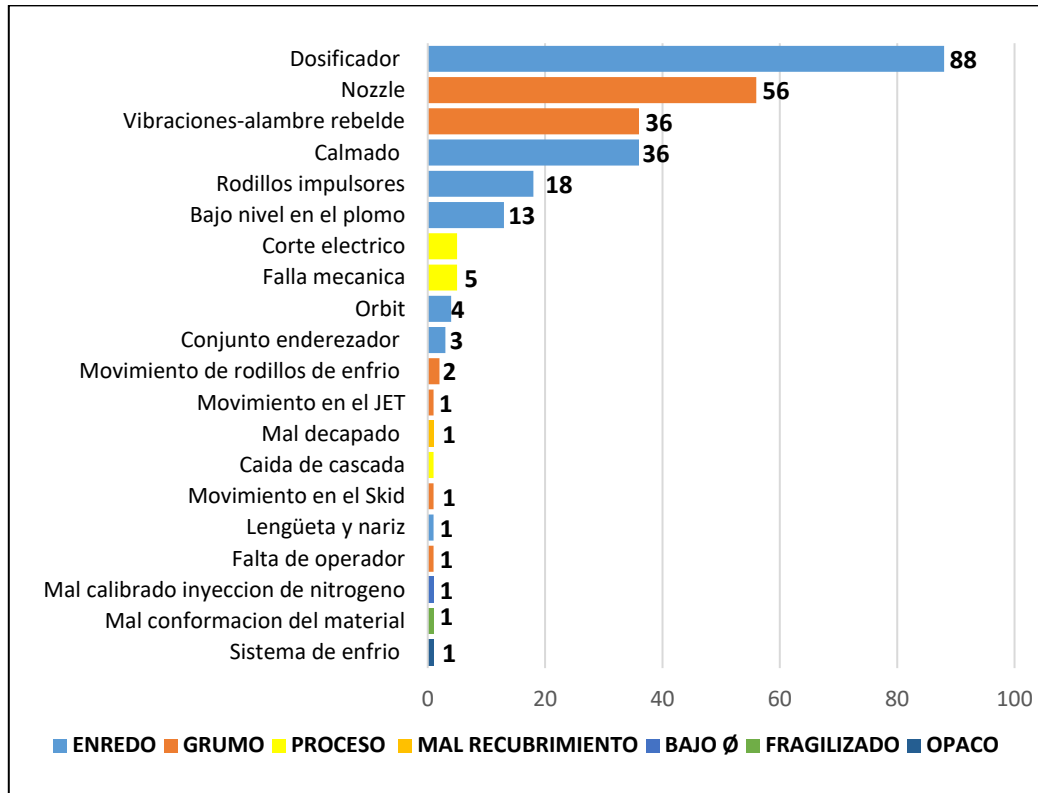


Grafico 3: Histograma de las principales paradas no programadas en la línea de galvanizado dos.

Fuente: Vicson, S. A. (2018)

Autor: J, Hernández

Como se observa en la tabla N° 5 y en el grafico N° 3 para la línea de galvanizado dos, se representa las paradas no planificadas durante el proceso, donde se realizaron 319 observaciones repartidas en 30 turnos laborales, siendo así, los dosificadores la parada de mayor relevancia con un total de 88 detenciones en el proceso. Los arranques de nuevos procesos, no se contabilizaron como paradas no programadas, pero si entran en la contabilización de las observaciones realizadas para conocer los kilogramos perdidos.

4.1.6 Problemáticas adicionales

Durante las observaciones se encontraron adicionalmente otras problemáticas que no influyen directamente en la generación de desperdicio por material no conforme, pero si evidencia malas prácticas en la organización, las cuales se describen a continuación:

- **Incorrecta segregación del desperdicio:** El desperdicio generado en las líneas se enrolla y coloca en un spider, el mismo es retirado al final del turno para ser pesado y depositarse en un área exclusiva para el desperdicio de este tipo. Cuando el mismo no puede ser enrollado se carga en tambores, los cuales son depositados seguidamente en tolvas. Actualmente las tolvas y tambores se encuentra sin identificación, lo que trae como consecuencia que el desperdicio sea reportado en centro de costos incorrectos, incluso en centros que hoy en día no se encuentran operativos.



Figura 10. Segregación incorrecta en tolvas y tambores sin identificación de jerarquía
Fuente: Hernández J (2018)

- **Succionadores el mal estados:** Los succionadores son un sistema compuesto por un cajón de succión, una turbina de succión y el sistema de tuberías; los cuales se encuentran seguidamente de las tinas de HCL, Flux y Wax. La función

de estos es extraer los residuos que contrae el alambre al pasar por sus respectivas tinas. En el caso del flux si los succionadores se encuentran en mal estado, el alambre ingresara húmedo a la tina de zinc, creando escoria por el choque térmico entre el zinc, la vermiculita y el flux. La dificultad se presenta porque los cajones de succión se obstruyen con lodo y resto de partículas que traen los alambres, por lo tanto dejan de funcionar.



Figura 11. Situación actual en los succionadores

Fuente: Hernández J (2018)

- **Soportes guía con oxido:** Los orbit cuentan con cuatro soportes en la parte trasera que son los encargados de retener el alambre cuando este llega a cierta cantidad para que el mismo no se deforme en el spider. El orbit por otro lado realiza un movimiento de rotación constante para garantizar la homogeneidad del alambre cuando llegue al spider. Las barras de soporte actualmente se encuentran sumamente corroídas por lo que tiende a manchar el alambre, evidentemente no causa ningún deterioro en el material, pero si ha generado crítica e inconformidad por parte de cliente ya que recibe su producto manchado.

4.2 Fase II: Análisis de las debilidades encontradas que generan desperdicios en la línea de galvanizado dos (2) en la empresa Vicson, S. A.

4.2.1 Diagrama de Ishikawa Causa-Efecto

Con el fin de tener un enfoque más objetivo se procedió a clasificar las causas por las que se genera desperdicio por material no conforme en la línea de galvanizado dos de la empresa Vicson, S. A. para ello se tomó en consideración la utilización la utilización del diagrama causa-efecto de Ishikawa.

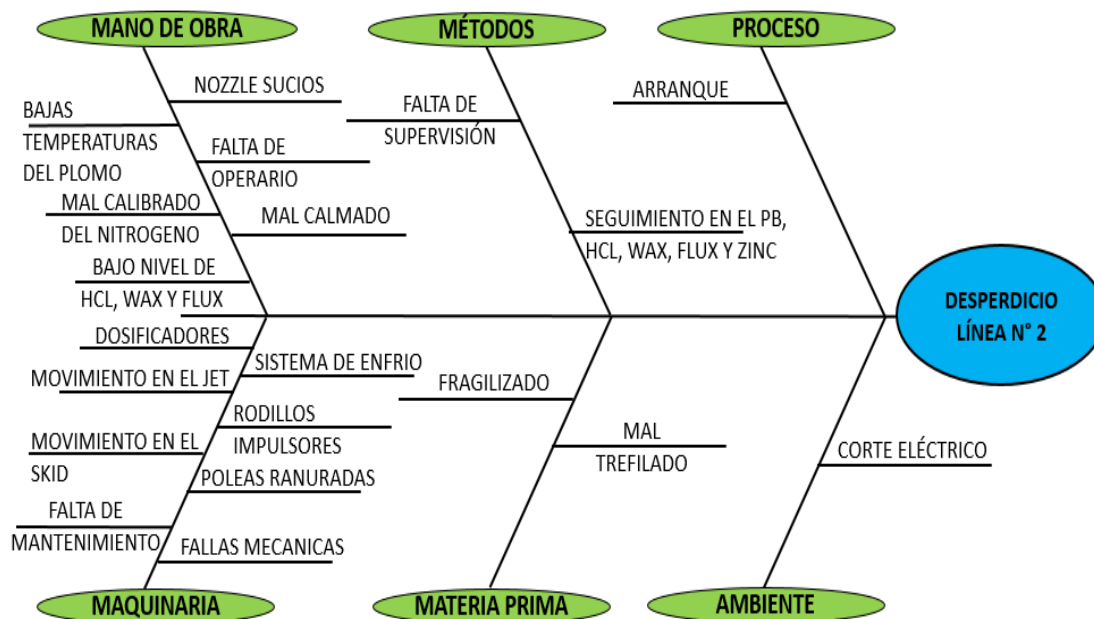


Figura 12. Diagrama de Ishikawa Causa-efecto de generación de desperdicio en la línea de galvanizado dos.

Fuente: Hernández J (2018)

- a. **Maquinaria:** Durante las operaciones llevadas a cabo en la línea de galvanizado dos, se presentan múltiples eventos o causas que provoca que no se realicen las funciones en las cuales la línea fue dispuesta, las faltas fueron registradas en distintas estaciones, generando paradas no planificadas y por ende desperdicio. Cabe destacar dosificadores y orbits torcidos, rodillos impulsores en mal estados, bobinas rayadas, succionadores dañados, entre

otros. Adicional a ello se apreció movimiento en el skid y jet, así como también, caída de la casaca de enfrió sobre el zinc y rejillas de protección de las bobinas sobre el alambre.

- b. Materia prima:** Se ha logrado catalogar en múltiples momentos tanto por la opinión del personal que labora en las líneas como en la recolección de datos, donde el material llega con un calmado inadecuado del área de trefila, lo cual dificulta severamente su procesamiento, causando vibraciones en el jet, y así, grumo en el alambre. Adicionalmente el alambrón adquirido por la organización se presenta con una mala conformación interna, ocasionando la rotura de la hebra durante el proceso.
- c. Ambiente:** La ausencia en el suministro eléctrico y agua son factores que han atacado de manera poco fortuita a la organización. Con la caída del sistema eléctrico se pierde todo el material en proceso y los ajustes que dicho alambre requiere para su procesamiento, como el calmado, temperatura en las tinas, entre otros. Por otro lado la falta de suministro de agua, trae como consecuencia alambre opacado, consumo acelerado en las tinas de zinc, y en ciertas ocasiones la alta temperatura hace que se pegue en las bobinas del banco enrollador, rayándolas y dañando conjunto enderezador.
- d. Mano de obra:** Ciertamente la falta de mantenimiento es un factor que influye en gran medida en el desperdicio que ha estado reportando la línea, pero el factor humano también lo es. El bajo nivel de concentración en las tinas de HCL, bajas temperaturas en las tinas de zinc y plomo, mala calibración en el suministro de nitrógeno, mal calmado en las bobinas, nozzles sucios, y concentración inadecuada del Wax y Flux, son factores que repercuten en el acabado final del alambre, por ende una falla de estos puede generar desperdicio, y todos dependen de la mano de obra.
- e. Métodos:** La falta de seguimiento en las líneas como una actividad del día a día. No existe un seguimiento estandarizado de las condiciones en las que se

debe encontrar la línea para realizar su desempeño de la manera más eficaz y eficiente posible.

- f. Proceso:** Como ya se mencionó anteriormente en todo proceso productivo existen mermas propias de los procedimientos que dicho material dicho material requiere para su acabo final. En la línea de galvanizado dos se cuantifico gran cantidad de desperdicio con cada nuevo proceso por condiciones inadecuadas en los diversos procedimientos de la línea.

4.2.2 Jerarquización de las causas encontradas a través del diagrama de Pareto.

Para la jerarquización de las causas en la línea, se realizó un diagrama de Pareto para cada defecto por sus respectivas causas, y en función de ello se procedió a crear un diagrama general, garantizando el 80% en cada uno de los defectos avistados en la recolección de datos. Dichas tablas y gráfico se muestras a continuación:

Tabla 6. Jerarquización de las causas por defectos en la línea de galvanizado número dos.

Causa	Peso (Kg)	%	∧∨
ENREDO			
Dosificador	960	61%	61%
Calmado	219	14%	75%
Rodillos impulsores	135	9%	84%
Bajo nivel en el plomo	89	6%	89%
Conjunto enderezador	85	5%	95%
Orbit	57	4%	98%
Lengüeta y nariz	26	2%	100%
TOTAL	1571	100%	100%
GRUMO			
Nozzle	669	43%	43%
Movimiento en el JET	404	26%	69%
Vibraciones - Alambre rebelde	369	24%	92%
Movimiento de rodillos de enfrió	60	4%	96%

Movimiento en el Skid	39	2%	99%
Falta de operador	21	1%	100%
TOTAL	1562	100%	100%
PROCESO			
Arranque	497	47%	47%
Corte eléctrico	376	36%	83%
Falla mecánica	93	9%	91%
Caída de cascada	92	9%	100%
TOTAL	1058	100%	100%
MAL RECUBRIMIENTO DE ZINC			
Mal decapado	141	100%	100%
BAJO DIAMETRO			
Mal calibrado inyección de nitrógeno	9	100%	100%
FRAGILIZADO			
Mal conformación del material	5	100%	100%
OPACADO			
Sistema de enfrió	19	100%	100%

Autor: J, Hernández

Tabla 7. Jerarquización general de las causas en la línea de galvanizado número dos.

Causas	KG	% Desperdicio	∧v
Dosificador	960	25%	25%
Nozzle	669	18%	43%
Arranque	497	13%	56%
Movimiento en el JET	404	11%	67%
Corte eléctrico	376	10%	76%
Vibraciones - Alambre rebelde	369	10%	86%
Calmado	219	6%	92%
Mal decapado	141	4%	96%
Rodillos impulsores	135	4%	99%
Sistema de enfrió	19	0%	100%
Mal calibrado inyección de nitrógeno	9	0%	100%
Mal conformación del material	5	0%	100%
TOTAL	3803	100%	100%

Autor: J, Hernández

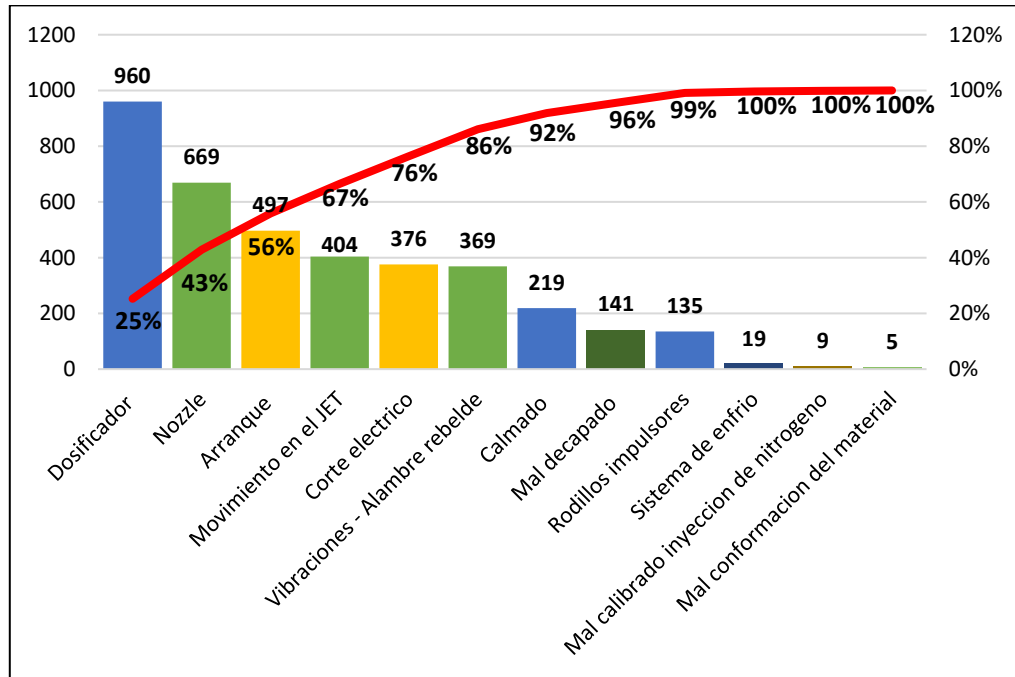


Grafico 4. Diagrama general de Pareto en la línea de galvanizado dos.

Fuente: Hernández J (2018)

4.2.3 Metodología 5W+2H y “5 por que”

Realizado la jerarquización a través del diagrama de Pareto, garantizando el 80% de las causas del desperdicio con respecto a los defectos avistados, se procedió a emplear la combinación de las metodologías “5W+2H” y “Cinco ¿por qué?”, para hallar la causa raíz de la problemática del desperdicio por material no conforme, donde se puede identificar cual es el problema, quien es el responsable, cuando ocurre, lugar, la manera en que se suscita, cuanto desperdicio se cuantifico y evidentemente el porqué de todos estos eventos. A continuación en el cuadro numero dos se presenta las matrices de causa raíz.

Cuadro 2. Matrices de las causas raíz en la línea de galvanizado dos.

ENREDO	WHY 1	WHY 2	WHY 3	WHY 4	WHY 5
WHAT Dosificadores en mal estado	Dosificadores en mal estado	No se hacen remplazos de dosificadores	No hay repuestos efectivos de las maquinas	No se manejan niveles de stock o de estándares de vida útil del mismo	
WHERE Bobinas del banco enrollador					
WHEN Cada 163 min					
WHO Organización					
HOW El dosificador es el encargado de retener el alambre mientras la bobina realiza la totalidad del giro para que el mismo salga del dosificador. Cuando el alambre sale antes del giro, se dispara y se enreda hasta que el operario detenga el puesto.					
HOW MUCH 10,9 Kilogramos promedios por parada.					
NOZZLES	WHY 1	WHY 2	WHY 3	WHY 4	WHY 5
WHAT Nozzles sucios	Los nozzles se encontraban sucios	no se realiza rutinas estándares de limpieza	No existe repuestos inmediatos	Falta de inspeccion antes de iniciar operaciones	
WHERE Sistema JET WIPE - Tina de ZINC					
WHEN Cada 257 min					
WHO Operarios					
HOW Es fundamental que los nozzles estén totalmente limpios para que estos garanticen la superficie circular del alambre. Si una de las boquillas se encuentra obstruida por residuos de zinc solidificados, causara irregularidades en la superficie, donde claramente el alambre pasara a ser rechazado como material no conforme.					
HOW MUCH 11.95 Kilogramos promedios por parada.					

ARRANQUE	WHY 1	WHY 2	WHY 3	WHY 4	WHY 5
WHAT	Retiro de alambre en proceso	Mal calmado en conjuntos enderezadores	Diámetro incorrecto del alambre	Mal calibrado de nitrógeno	Método anticuado para el calibrado
Desperdicio					
WHERE					
Línea 2					
WHEN					
Con el inicio de nuevos procesos					
WHO					
Operarios - Organización					
HOW Con el inicio de nuevos proceso se pierde mucho, sobre todo definiendo las capas de zinc las cuales como ya se explicó anteriormente es necesario calibrar el nitrógeno de forma manual. Adicionalmente existen otros elementos como la toma del calmado en los conjuntos de la bobina, retirar el material que haya quedado en proceso, etc...					
HOW MUCH 11.3 Kilogramos promedios por arranque.					
MOVIMIENTO EN EL JET	WHY 1	WHY 2	WHY 3	WHY 4	WHY 5
WHAT	Vibraciones del alambre por movimiento en el JET	Soportes de la estructura flojos	No se mantuvo el alambre concéntrico en el Nozzle	Irregularidades en la superficie del alambre	
Movimiento de la estructura					
WHERE					
Sistema JET WIPE - Tina de ZINC					
WHEN					
Una vez en 14.400 min					
WHO					
Operarios – Organización					
HOW Los soportes del sistema JET WIPE se encontraban flojos, lo que produjo movimiento en las hebras, perdiendo estas su superficie, y así todo el material en proceso					
HOW MUCH 404 kilogramos					

Mal trefilado-Vibraciones	WHY 1	WHY 2	WHY 3	WHY 4	WHY 5
WHAT	Devanado muy forzado	Alambre mal calmado del departamento de trefila	Vibraciones del alambre por el devanado forzado	No se mantuvo el alambre concéntrico en el Nozzle	Irregularidades en la superficie del alambre
Alambre rebelde					
WHERE					
Proceso					
WHEN					
Cada 400 min					
WHO					
Trefila					
HOW Cuando el alambre viene con un mal calmado del departamento de trefila, el devanado se hace sumamente forzado, creando así que el alambre presente vibraciones durante la mayoría de los procedimientos de la línea.					
HOW MUCH 369 kilogramos					

Fuente: Vicson, S. A. (2018)

Autor: J, Hernández

4.2.4 Oportunidades de mejora

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

- Implantar modificaciones en la maquinaria para mejorar el recubrimiento de zinc, y así reducir perdidas en el arranque, vibraciones y bajo diámetro.
- Plan de mantenimiento en los bancos enrolladores y succionadores.
- Proponer soluciones prácticas y efectivas para la solución de problemas externos
- Check list para estándares de procesos e información.

4.3 Fase III: Diseño de un plan de mejoras que conduzcan a la disminución de desperdicios en la línea de galvanizado dos (2) en la empresa Vicson, S. A.

Luego de haber identificado las principales causas y establecido las mejoras referentes a la reducción del desperdicio generado durante el proceso operativo de la línea de galvanizado dos (2) en la empresa Vicson, S. A. se procede a plantear las distintas propuestas para cada una de ellas, mediante la aplicación de técnicas de ingeniería industrial.

4.3.1 Mejoras en el recubrimiento de la capa de Zinc.

Como ya se ha mencionado, mucho del desperdicio registrado desemboca en grumo o un bajo diámetro, el mismo se interpreta como un recubrimiento de zinc inadecuado. En la recolección de datos se evidenció que el grumo podía surgir por nozzle sucios, vibraciones del alambre como consecuencia de un devanado forzado (mal calmado en trefila), movimiento en la estructura del JET, así como también irregularidades en su recubrimiento por un mal decapado y por ultimo una calibración anticuada del caudal de nitrógeno con nuevos arranques. Esta primera serie de propuestas irán dirigidas a la modificación de la maquinaria con el fin de reducir este tipo de pérdidas, las cuales se anexan a continuación:

4.3.1.1 Mejora en la calibración del caudal de nitrógeno. Sistema DDK/DDM

Como se demostró en la fase dos una de las grandes problemáticas surge con el inicio de nuevos procesos, donde se pierde gran cantidad de material hasta lograr la calibración precisa del caudal de nitrógeno, ya que el mismo se realiza de forma manual, generando irregularidades en la superficie y bajos diámetros en el alambre. Mediante la metodología de benchmarking se presenta el sistema DDK-502/DDM-500.

El sistema DDK-502/DDM-500, es un sistema automático que se encarga de mantener uniforme el espesor de capa del alambre en tiempo real, tomando mediciones y haciendo ajustes en periodos de 20 segundos, además es una excelente herramienta automática de control de proceso, el cual funcionara de la siguiente manera:

- El alambre se va enhebrar a través de un dispositivo llamado DDK-502, el cual va a realizar la medición del espesor de la capa de zinc mediante un cilindro de medición.
- Una vez que el alambre este corriendo por el DDK-502 y el mismo haya obtenido la medición, el dispositivo DDM-500 tomara la información, el cual va a procesarla, para enviarla a un MODEM de graficado, y al mismo tiempo la envía al PLC para hacer la comparación entre el estándar, los mínimos y máximos definidos previamente en el panelview y dependiendo de las diferencias, el sistema realizara el ajuste de la inyección de nitrógeno en las electroválvulas, con el fin de mantener un espesor de capa según lo establecido.

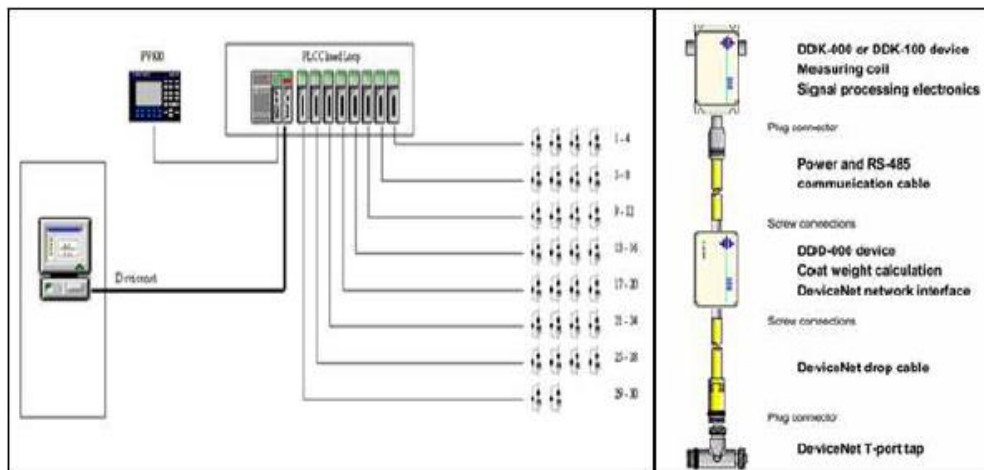


Figura 13. Diagrama de funcionamiento del sistema DDK-502/DDM-500

Fuente: Hernández J (2018)

Con la implantación del sistema DDK/DDM en la línea de galvanizado se estaría garantizando:

- Aumento en la eficiencia de los arranques y con ello disminución de costos operacionales.
- Cero paradas no programadas por bajo recubrimiento en las capas de Zinc.
- Se garantiza homogeneidad en el recubrimiento de zinc y mayor control del mismo.

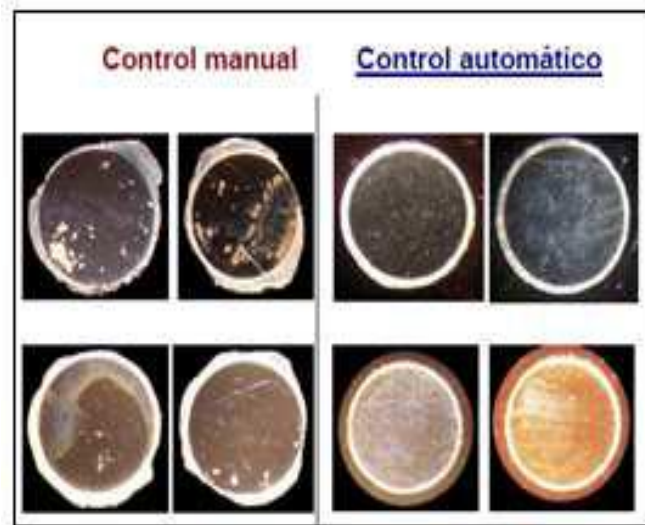


Figura 14. Diferencia entre el calibrado manual y automático del caudal de nitrógeno.
Fuente: Hernández J (2018)

Es importante mencionar que con la implantación de este sistema, habría que adaptar una serie de conjuntos enderezadores, ya que si el alambre se encontrase con vibraciones pudiese afectar la medición del mismo. Evidentemente resulta beneficioso el acople de estos conjuntos ya que garantizaría un mayor centrado en los nozzle.



Figura 15. Sistema DDK-502/DDM-500 en otras organizaciones.
Fuente: Hernández J (2018)

4.3.1.2 Conjuntos tensores y diagrama de calmado

En el diagrama de Pareto podemos encontrar vibraciones del alambres, esto se debe a un mal calmado en trefila. El calmado del alambre posee un diámetro característico en el spyder del banco devanador, y de ahí cuando este no se encuentra bien calmado (el diámetro puede ser menor o mayor), sé que genera un efecto de movimiento no lineal durante su devanado, siendo así muy forzado y manteniéndose con vibraciones a lo largo de la línea.

Como ya se menciona es fundamental que el alambre al salir de la tina de zinc, y este pase por el nozzle, se encuentre concéntrico, ya que es el elemento que va escurrir el exceso de zinc a través del flujo de aire o nitrógeno. Si el alambre produce el efecto de movimiento no lineal, se moverá internamente dentro del nozzle y no va a permitir un acabado uniforme, y durante ese movimiento los valores de desviación estándar van a variar constantemente.

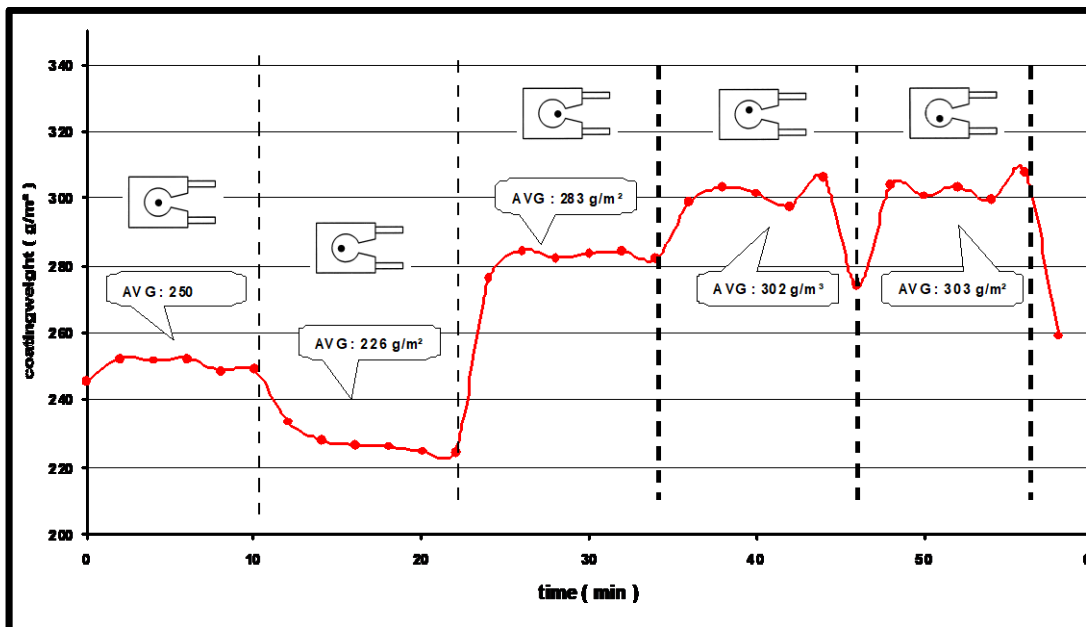


Figura 16. Posiciones que adopta el alambre dentro del nozzle por efecto de un movimiento no lineal.

Fuente: Vicson, S. A. (2018)

Con el fin de garantizar de que los spyder que llegan a la línea mantengan sus

especificaciones con respecto a los diámetro de apertura, se propone implementar un diagrama de Poka-Yoke, la cual es una técnica para evitar los simples errores humanos en el proceso, la idea de esta herramienta es no permitir defectos en el material que entra en la línea y alcanzar cero defectos.

El Poka-Yoke, a implementar es un diagrama del calmado, el cual debe estar en los banco devanadores de la línea número dos, la función sería comparar el diámetro de apertura con respecto a las especificaciones del proceso. Para ello, se debe cortar aproximadamente la vuelta del alambre y comparar con el diagrama. Si la apertura del alambre se encuentra en la zona blanca, nos indica que el calmado se realizó de forma correcta, mientras que el azul (cerrado) o rojo (abierto) nos indica que el calmado es incorrecto.

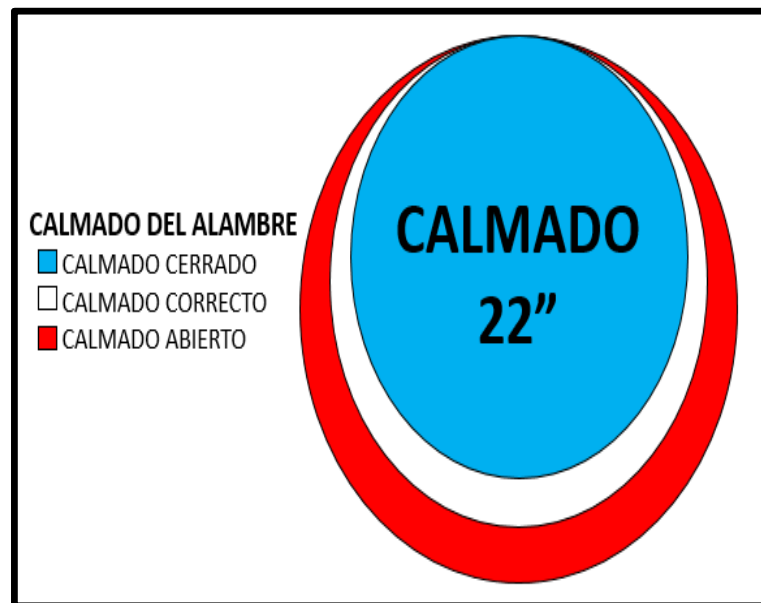


Figura 17. Diagrama propuesto – calmado del alambre.

Fuente: Hernández J (2018)

Adicionalmente, esta propuesta propone montar un conjunto de rodillos tensores antes de la tina de zinc, con el fin de reducir el efecto que genera el alambre cuando no cumple con el calmado esperado y a su vez minimizar la vibración que se pueda generar producto de la distancia que el mismo recorre.



Figura 18. Conjuntos tensores antes de la tina de Zinc en otras organizaciones.

Fuente: Hernández J (2018)

Es importante mencionar que el flux como cloruro de amonio pudiese causar corrosión en las poleas, por ello es fundamental que se realice seguimiento en cada turno de los succionadores, así como también a los conjuntos y garantizar que no hay arrastre de flux.

4.3.1.3 Gráfico de control para la concentración del HCL

El decapado en las tinas de HCL es uno de los procedimientos fundamentales en la fabricación del alambre galvanizado, el cual debe cumplir con un rango adecuado de concentración, para mantener el proceso estable, y una productividad continua. Si la concentración del HCL se encuentra por debajo del rango permitido, realizara una remoción inadecuada en la suciedad, corrosión o lubricación que contraiga el alambre. Un decapado deficiente trae como consecuencia que el zinc no se adhiera de manera correcta en la superficie del hierro, y así una superficie irregular como resultado final.

En la recolección de datos de avisto en una oportunidad una gran cantidad de desperdicio por un decapado incorrecto, motivo a una baja concentración en las tinas

de HCL. Esta clase de desperdicio es claramente por un factor humano, por ello se propone implementar un formato de control y seguimiento de las concentraciones por turno de operación, y de esta manera sea posible atender cualquier variación que se presente cuando las concentraciones estén por debajo de los límites establecidos por la organización. Aunado a esto los operarios no están en la capacidad de realizar dichas mediciones, ya que las mismas se hacen en los laboratorios de calidad, por lo que resulta conveniente que los mismos tomen las muestras y las lleven a los laboratorios. Cabe destacar que en la respectiva observación realizada, el grado de responsabilidad se pronuncia en mayor grado en el departamento de calidad, ya que el mismo posee los reactivos para dicha medición, así como también la ocupación actualmente asignada.

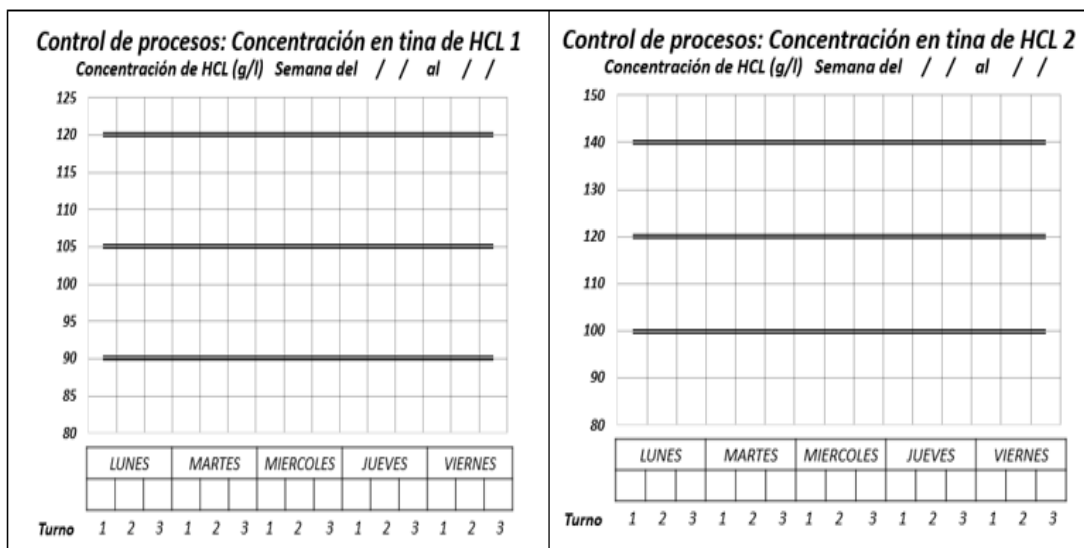


Figura 19. Gráficos de control para la medición de concentración en las tinis de HCL.
Fuente: Hernández J (2018)

El formato está diseñado para el control y monitoreo de las concentraciones en las tinis de HCL por turnos, las mismas tienen que ser tomadas por el operario guía de línea y reportada al departamento de calidad para que haga las respectivas evaluaciones.

4.3.1.4 Instructivo de limpieza estandarizado de los Nozzles

Finalmente en esta serie de propuestas dirigidas al recubrimiento de las capas de Zinc encontramos la que pretende solucionar la segunda causa con mayor número de incidencia en el histograma y la segunda con material defectuoso reportado, comprendido en un total de 669 kilogramos. Por ello se propone realizar un instructivo de los nozzles, que describirá el proceso de limpieza, el cual estará dirigido al personal que labora directamente en la línea de galvanizado dos. 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 de los nozzles. (Ver anexo A)

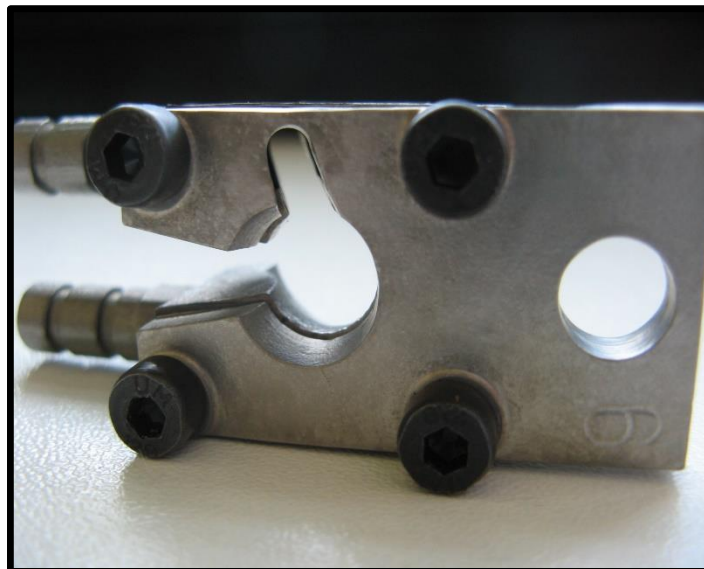


Figura 20. Nozzle

Fuente: Hernández J (2018)

4.3.2 Propuesta de mejora para los bancos enrolladores y succionadores.

El enredo del alambre radica en los bancos enrolladores, durante la recolección de datos se logró cuantificar aproximadamente 1.6 toneladas de desperdicio con estas características. El banco enrollador está compuesto por su bobina y el orbit.

La bobina es la encargada de enrollar el alambre y darle su calmado característico, la cual comprende como piezas fundamentales la camisa, los rodillos impulsores, conjunto enderezador, dispensador y la lengüeta, mientras que el orbit es el encargado de contener el spider en conjunto con cuatro barras de apoyo, permitiendo

que con la caída del alambre conserve su homogeneidad a lo largo del spider.

El dosificador fue el que más incidencia tuvo con un total de 88 paradas no programadas, así como también el que más desperdicio reporto con un total de 960 kilogramos. La dificultad se presenta en que los sistemas no son constantes, debido al mal estado en que se encuentran los mismos, como camisas rayadas, conjuntos enderezadores y rodillos desgastados, dispensadores torcidos, entre otros.

Aunado a estos los succionadores son un sistema compuesto por un cajón de succión, una turbina de succión y el sistema de tuberías; los cuales se encuentran seguidamente de las tinas de HCL, Flux y Wax. La función de estos es extraer los residuos que contrae el alambre al pasar por sus respectivas tinas. La dificultad se presenta porque los cajones de succión se obstruyen con lodo y resto de partículas que traen los alambres, por lo tanto dejan de funcionar.

Para solventar estas deficiencias en las bobinas y succionadores se propone implementar herramientas del TPM (mantenimiento productivo total). El TPM es un enfoque innovador que optimiza la efectividad de los equipos y promueve el mantenimiento autónomo por los operarios. La meta del TPM es obtener cero averías y cero defectos. Al eliminar estas, los rendimientos de los equipos mejoran, los costos se reducen y la eficiencia del personal aumenta. Esta propuesta promueve:

- a. Adiestramiento de personal:** Se plantea dar instrucciones para realizar mantenimientos autónomos de los equipos, así como el entrenamiento completo en TPM para aumentar las capacidades y destrezas del operador en las distintas actividades que labora. Este adiestramiento se ejecutaría a través de un curso formal y programado con gestión humana, enfocado hacia las mejoras de su puesto de trabajo.

Cuadro 3. Rotaciones para la inducción del personal en el TPM

Programa de inducción del personal en TPM						
Personal	Febrero 2019 Bobinas			Marzo 2019 Succionadores		
	Semana del 4 al 8	Semana del 11 al 15	Semana del 18 al 22	Semana del 4 al 8	Semana del 11 al 15	Semana del 18 al 22
Mecánico Grupo A	X			X		
Operarios Grupo A	X			X		
Guía de línea Grupo A	X			X		
Mecánico Grupo B		X			X	
Operarios Grupo B		X			X	
Guía de línea Grupo B		X			X	
Mecánico Grupo C			X			X
Operarios Grupo C			X			X
Guía de línea Grupo C			X			X

Autor: J, Hernández

- b. Mantenimiento autónomo:** En este punto se pretende la identificación del operario con el equipo operativo para alargar la vida útil del mismo, y se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipo, donde se van a establecer algunas actividades rutinarias de inspección propias que se debe hacer en las bobinas y los succionadores, y si es necesario se realice el remplazo inmediato.

Cuadro 4. Tarjeta de verificación e inspección en los succionadores en la línea de galvanizado dos (2)

<u>Succionadores</u>	Día	Mes	Año
	Auditor:	Turno:	Ficha:
Coordinador:	Succionador:		
Actividad	Observación		Cambio
Inspección del funcionamiento del sistema.			N/A

Inspección de los valles de succión.		
Verificación que las correas en las turbinas funcionen.		
Verificar sistema de tuberías (Fugas).		
Verificar abrazaderas en las tuberías.		
Limpiar cajones de succión con presión de aire.		

Autor: J, Hernández

Cuadro 5. Tarjeta de verificación y cambio para la inspección individual de los bancos enrolladores en la línea de galvanizado dos (2).

<u>Banco enrollador</u>	Día	Mes	Año
	Auditor:	Turno:	Ficha:
Coordinador:	# Banco:		
Actividad	Observación	Cambio	
Inspección de rodillos impulsores (3).			
Inspección de conjuntos enderezadores.			
Verificación de integridad en la camisa.			
Verificación de integridad en el dosificador.			
Verificar ajustes en los tornillos de la lengüeta y dosificador.			
Verificar barras de soporte (grado de suciedad).		N/A	
Guardas se seguridad en posición.		N/A	

Autor: J, Hernández

Es importante destacar que dichas inspecciones son para verificar que las condiciones están dadas para un proceso sin paradas no planificadas, ya sea por el banco enrollador y los succionadores. Así mismo con el sistema TPM se pretende que en dichas inspecciones se presenta la necesidad del cambio en alguno de los elementos, el operador se encuentre en capacidad para realizar dichos cambios.

- c. Mantenimiento preventivo:** En conjunto con el mantenimiento autónomo, se presenta un programa de mantenimiento preventivo un poco más profundo, donde se define una serie de actividades programadas de mejoras, prevención y predicción, con el fin de obtener cero paros en el sistema, ya sea por la bobinas o el sistema de succión, este plan lo debería ejecutar el personal de

mantenimiento, operarios de líneas y electricistas, donde se define las actividades de la siguiente manera.

Cuadro 6. Plan de mantenimiento preventivo en los succionadores de la línea de galvanizado dos.

Plan de mantenimiento preventivo en los succionadores			
Componente	Actividad	frecuencia	responsable
Turbina de succión	Limpeza de carcasa de turbina	Mensual	Mecánico
	Inspeccionar que las correas no deslicen	Bimestral	Operario
	Cambio de correas	Bimestral	Mecánico
	Chequear el aislamiento del motor	Bimestral	Eléctrico
	Cambio de rodamientos	Semestral	Mecánico
	Verificar estado del impeler	Semestral	Mecánico
	Verificar nivel de vibración	Semestral	Mecánico
Sistema de tuberías de succión y Desagüe	Verificar que no existen fugas	Semanal	Operario
	Verificar estado de abrazaderas	Semanal	Mecánico
	Chequear que la tubería de desagüe esté limpia	Mensual	Mecánico
	Verificar fijación de tuberías	Mensual	Mecánico
Cajón de succión	Limpiar piedras de succión, valles destapados	Darío	Operario
	Limpiar cajón de succión	Semanal	Operario

Autor: J, Hernández

Cuadro 7. Plan de mantenimiento preventivo genérico para banco enrollador de la línea de galvanizado dos.

Plan de mantenimiento preventivo Bco. Enrollador			
Componente	Actividad	Frecuencia	Responsable
Bobina	Metalizado de rodillos impulsores	Bimestral	Mecánico
	Metalizado de camisa	Bimestral	Mecánico
	Metalizado de conjunto enderezadores	Bimestral	Mecánico
	Metalizado de poleas	Bimestral	Mecánico
	Rectificado de dosificador	Bimestral	Mecánico

	Ajuste de tornillos en lengüeta y dosificador	Semanal	Operario
	Verificar nivel de vibración	Darío	Operario
Caja reductora	Mantenimiento preventivo	Anual	Mecánico
	Lubricación y limpieza superficial	Semestral	Mecánico
Motor del Bco. Enrollador	Mantenimiento preventivo	Anual	Mecánico
	Cambio de correas (2)	Anual	Mecánico
Barras de soporte	Limpieza y lubricación	Semanal	Operario

Autor: J, Hernández

4.3.3 Propuesta de mejoras dirigidas a problemáticas adicionales.

4.3.3.1 Etiquetas de identificación y ayuda visual

Como principal causa de las problemáticas adicionales, encontramos que existe una incorrecta segregación, lo que trae como consecuencia que el desperdicio sea reportado en centro de costos incorrectos, incluso en centros que hoy en día no se encuentran operativos. Por ello se propone identificar las tolvas y tambores con etiquetas que describan su jerarquización, adicional a ello un formato dirigido a los montacargas mediante el cual se haga el registro del desperdicio diario y sea presentado a programación.

Por la simplicidad de su solución, fue posible implementar el sistema para una mejor segregación del desperdicio y así garantizar un mejor control del mismo. En el caso del formato se dejó abierta la posibilidad para su implementación.



Figura 21. Etiquetas de identificación y visualización para las tolvas y tambores en el área de líneas continuas.

Autor: Hernández J (2018)



Figura 22. Etiquetas de identificación y visualización implementadas.

Autor: Hernández J (2018)

4.3.3.2 Barras soporte galvanizadas

Por ultimo una problemática leve, pero no menos importante como son las barras de soporte corroídas, las cuales son las encargadas de retener el alambre, permitiendo que cuando este llega a cierta cantidad el mismo no se deforme en el spider. Como ya se mencionó anteriormente estas al estar corroídas, no afectan el material de forma directa, pero lo mancha debido a su corrosión, lo que ha traído como consecuencia inconformidad y reclamos por parte de sus clientes. Por ello se considera prudente el galvanizado de dichas barras, ya que es una conjetura lógica debido a que el producto expuesto es alambre galvanizado. El galvanizado como proceso electroquímico funciona como agente de protección a la corrosión, así evitando la oxidación de las mismas, y por ende depuraría las manchas en el alambre. Actualmente la empresa opto por el pintarlos, pero resulto contraproducente ya que el roce con el alambre tibio la desprendió de las barras.



Figura 24. Situación actual por barras de soporte corroídas.

Fuente: Hernández J (2018)

4.3.4 Check list de puesta a punto para condiciones en la línea

Con el fin de garantizar que la línea esté en condiciones óptimas para su corrida, se propone un check list que estandarice los parámetros más importantes para su inicio de operaciones. (Ver anexo B)

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

Una vez descritas las propuestas de mejoras planteadas, en esta fase se realizará una evaluación económica de las mismas, valorándose los costos que se requiere para tal inversión y si esto puede justificarse con los beneficios que generaran a la empresa Vicson, S. 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 con los costos asociados a las propuestas de mejora, a continuación se pronostican los siguientes gastos a incurrir en la implementación de la propuesta:

- **Propuestas en la mejora del recubrimiento de Zinc**

Tabla 8. Costos requeridos para la implementación de las propuestas dirigidas a la mejoras del recubrimiento de Zinc.

Costos en requerimientos			Inversión (\$)
Propuesta	Componente	Cantidad	Total
Caudal de nitrógeno. Sistema DDK-502/DDM-500	Dispositivo DDK-502	40	\$ 15,240.00
	Dispositivo DDM-500	40	\$ 30,480.00
	Montaje y puesta a punto	40	\$ 9,500.00
Rodillos tensores	Tensionadores y montaje	40	\$ 22,800.00
Diagrama de calmado	Fabricación y montaje	4	\$ 1,140.00
Gráficos de control HCL	Hojas e impresiones	10	\$ 1.00
Instructivo estandarizado para limpieza de Nozzles	Hojas e impresiones	57	\$ 4.75

Fuente: Hernández J (2018)

En el caso de los gráficos de control se toma en consideración la implantación de una prueba piloto de 5 semanas. Así mismo el instructivo de limpieza estandarizado para los nozzle, será necesario la impresión de un manual (3 hojas) para cada operador (5/turno), así como también los coordinadores y gerente de planta.

- **Propuesta de mejora para los succionadores y bancos enrolladores.**

Tabla 9. Costos requeridos para la capacitación y entrenamiento del personal para el sistema TPM en las bobinas y succionadores.

Costos en requerimientos			Inversión (\$)
Propuesta	Componente	Cantidad	Total
TPM en bobinas	Capacitación y entrenamiento	19	\$ 1,200.00
	Tarjetas de verificación y notificación de cambio	40	\$ 4.00
	Formato de mantenimiento preventivo	19	\$ 1.50
TPM en Succionadores	Capacitación y entrenamiento	19	\$ 450.00
	Tarjetas de verificación y notificación de cambio	12	\$ 1.00
	Formato de mantenimiento preventivo	19	\$ 1.50

Fuente: Hernández J (2018)

La capacitación y entrenamiento en las bobinas se basará en un curso de 40 horas por turno, ya que es necesario que dicho entrenamiento se realice de forma segmentada al personal, para garantizar la continuidad productiva de la línea. Así mismo el de los succionadores solo constaría en 15 horas por turno, por la simplicidad del mismo. Aunado a ello se presentan las tarjetas de verificación y cambio las cuales estarán repartidas individualmente por número de bobina o tipo de succionador, mientras que los formatos de mantenimiento serán repartidos al personal para su estudio de tiempo, en cuanto los cambios preventivos correspondientes.

- **Propuesta de mejoras a problemáticas adicionales.**

Las propuestas para solucionar problemáticas adicionales como las etiquetas de ayuda visual para la identificación y visualización de las tolvas y tambores, así como las barras de soporte galvanizadas, no estarán contempladas en los en la relación costo/beneficio, ya que las mismas son factores externos, las cuales no afectan directamente al desperdicio generado en la línea. Dichas propuestas surgen como una alternativa para depurar inconformidades internas de la planta, así como también las expresadas por los clientes por alambre manchado.

Tabla 10. Inversión requerida para la implementación de etiquetas y galvanizado de barras de apoyo en banco enrollador.

Costos en requerimientos			Inversión (\$)
Propuesta	Componente	Cantidad	Total
Etiquetas de ayuda y visualización	Impresiones y hojas	20	\$ 1.50
	Plastificado	20	\$ 6.25
	Silicón para superficies porosa	1	\$ 3.50
Galvanizado de barras	Galvanizado y acople	160	\$ 1,066.00

Fuente: Hernández J (2018)

- **Check list para puesta a punto.**

Finalmente se plantea la implementación de un check list para el inicio de cada proceso, mediante el cual se garantice los estándares y requerimientos para el inicio o continuidad de la línea.

Tabla 11. Check list para verificación de estándares y requerimientos de proceso.

Costos en requerimientos			Inversión (\$)
Propuesta	Componente	Cantidad	Total
Check list	Impresiones y hojas.	15	\$ 1.25
	Carpetas transparentes para control.	5	\$ 2.50

Fuente: Hernández J (2018)

4.4.2 Resumen de costos

Tabla 12. Resumen del costo de inversión requerida

Resumen de costos	
Propuesta	Inversión (\$)
Propuestas dirigidas a la dirigidas a le mejora del recubrimiento de Zinc	\$ 79,165.75
Implementación del TPM en bobinas y succionadores	\$ 1,658.00
Propuestas dirigidas a la solución de problemáticas externas	\$ 1,077.25
Check list para verificación de condiciones en la línea de galvanizado	\$ 3.75
TOTAL	\$ 81,904.75

Fuente: Hernández J (2018)

4.4.3 Beneficios

Para el cálculo del ahorro, se tomó en cuenta la cantidad de material no conforme generado durante la toma de datos, así como también el aproximado de su producción como factor de referencia. Actualmente se pierde en promedio 3.1% de material por desperdicio. Se espera reducir al menos un 75% del 3.1% del desperdicio registrado, es decir llevar el desperdicio a un 1.15% con respecto a su producción, pudiéndose interpretar también como una reducción del 169.5% con respecto al crecimiento porcentual registrado inicialmente de 164.95%, logrando incluso reducir un 0.02% del límite estándar. Este factor surge a raíz de las propuestas planteadas las cuales atacan directamente a los 4.365 kilogramos avistados establecidos en el diagrama de Pareto, dichas propuestas estarían depurando 3.294 kilogramos aproximadamente. Evidentemente hay hechos aislados que se pudiesen considerar propios del estándar establecido por la organización en un 1.17%, como cortes eléctricos, calibración del caudal de nitrógeno por muy automatizado que este pueda ser, fragilizado del alambre, mal calmado, entre otros...

El promedio de pérdidas registrada por la empresa desde julio del 2017 hasta septiembre 2018 ha sido de 11.8 toneladas, y como factor de cálculo tenemos que por cada tonelada de alambre galvanizado, este tiene un costo operacional de 910 USD, pudiéndose interpretar como:

$$11.7 \text{ TON} \times 75\% = 8.8 \text{ TON} \text{ (Toneladas esperadas a reducir)}$$
$$8,8 \text{ TON} \times 910 \text{ USD/TON} = 8.027 \text{ USD/mes (Ahorro promedio)}$$

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{8.027}{80.827,5} \text{ USD} * 100 = 10\%/mes$$

Con dicha propuesta se estaría amortizando aproximadamente 10% mensualmente. Es decir que con la implementación el capital se recuperaría en 10.1 meses.

$$\text{Recuperación de capital} = \frac{80.827,5 \text{ USD}}{8.027 \text{ USD}} = 10.1 \text{ mes}$$

CONCLUSIÓN

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 la línea de galvanizado dos (2) de la empresa Vicson, S. A. 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. 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 la línea de galvanizado dos de la empresa Vicson, S. A. mediante la recolección de datos en campo, la observación directa, entrevista no estructuradas y la revisión documental, lo que nos permitió encontrar las principales debilidades en el proceso, encontrando a los dosificadores como el principal generador de desperdicio, y seguido de los nozzles por una limpieza inadecuada. Así mismo se le unen otros factores como vibraciones del alambre, rodillos impulsores en mal estados, mala calibración del caudal de nitrógeno, hechos aislados como cortes eléctricos, movimientos en el skid, etc... Esto genera pérdidas en el material y además disminuye la productividad de la empresa.

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 Ishikawa, se logró organizar todas las problemáticas obtenidas en campo, y así obtener un punto de vista más objetivo de la problemática. Seguidamente se ejecutó la aplicación del diagrama de Pareto para cada defecto por su respectiva causa, y de la misma manera se realizó un Pareto general agrupando las causas correspondiente a cada defecto para una jerarquización balanceada de los defectos avistadas en la recolección de datos y al mismo tiempo detectar el 80% de las principales fallas en el proceso. Finalmente se implementó las metodologías 5H+2W en

combinación con los “5 POR QUE” para el análisis y así permitimos hallar la causa raíz de cada una de las problemáticas. 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 en la línea de galvanizado dos en la empresa Vicson, S. A. basado en el análisis realizado. Las propuestas son las siguientes:

- Implementar un serie de propuestas únicamente dirigidas a un mejor recubrimiento de Zinc, para reducir grumos, mediante la implementación de los sistemas DDK-502/DDM-500, un instructivo de limpieza estandarizado para los nozzles, rodillos tensores para depurar vibraciones durante el galvanizado, diagramas de calmado en los bancos devanadores para prevenir movimiento no lineales del mismo y gráficos de control para la toma y análisis de datos del HCL.
- Además un programa TPM para mejorar las habilidades del trabajador, y de la misma manera evitar paradas no programadas en el banco devanador, ya que el mismo fue el que mayor nivel de desperdicio genero a través de los dosificadores, seguidamente de los rodillos impulsores. Aunado a ello el programa TPM se extendería adicionalmente a los succionadores de enjuague, HCL, Flux y Wax.
- Se implementó etiquetas de visualización e identificación en las tolvas y tambores para una mejor segregación del desperdicio, adicionalmente se propone la galvanización de las barras de soporte para los spider, ya que las mismas presenta un alto nivel de corrosión.
- Así mismo, se propone la implementación de un check list que contemple los estándares y requerimientos de la línea de galvanizado dos para la realización de sus actividades de forma efectiva.

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 81.904,75 USD, sin embargo el costo de las propuestas que atacarían directamente al desperdicio representan 80.827,5 para un retorno de la inversión aproximadamente en 10.1 meses de producción una vez implementada. Por consiguiente, posterior al estudio, diagnóstico y análisis de las diversas fallas encontradas durante el proceso productivo, 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 75%.

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.
- 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.
- Realizar metalizados de calidad en los componentes del banco enrollador, así como en las poleas de los bancos devanadores.
- 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.
- Mejorar el sistema de gestión por departamentos, gestionar en función del proceso productivo, y no de manera funcional.
- Realizar el mismo estudio en la línea de galvanizado número tres (3), ya que la misma presenta un índice de desperdicio aun mayor que el establecido por la empresa, con un crecimiento porcentual que supera el 400%, pero en nivel másico es mayor en la línea dos, ya que en la línea tres se maneja diámetros mucho menores.

REFERENCIAS

- Arias (2006), **El Proyecto de Investigación**. Editorial Episteme. 5º Edición. Caracas. Venezuela.
- 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.
- Jorge Silva (2015), **Propuesta de un plan de mantenimiento total productivo en las líneas de enderezado de la empresa interamericana Acero Arequipa** Tesis de grado, PIURA, Perú.
- Hernández, J. (2013). **Lean manufacturing, conceptos, técnicas e implantación**. Ediciones EOI. España.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador UPEL (2006) **Manual de trabajos de grado de maestría y tesis doctorales**. Fedupel. Reimpresión de tercera edición. Caracas. Venezuela.
- MAZAAKI Imai (2001). **Kaizen, la clave de la ventaja competitiva japonesa**. Editorial continental. Décima tercera edición. México.
- Universidad José Antonio Páez (2007). **Normas para la elaboración y presentación de los Anteproyectos, Proyectos y Trabajo de Grado**. Valencia. Estado Carabobo. Venezuela.
- Méndez Rosey (2013), **Calidad, concepto y filosofías: Deming, Juran, Ishikawa y Crosby**. <https://www.gestiopolis.com/calidad-concepto-y-filosofias-deming-juran-ishikawa-y-crosby/>
- Santiago García (2012), **TPM, concepto, principios, seis grandes pérdidas e implementación**. <http://www.mantenimientopetroquimica.com/tpm.html>

APÉNDICES

APÉNDICE A

Manual de limpieza estandarizado de los nozzles.

Instructivo y procedimiento para limpieza de Nozzles

1. Objetivo

Estandarizar la limpieza de los nozzles utilizados para la línea de galvanizado dos, con el fin de optimizar tiempos y reducir los desperdicios generados por el mismo.

2. Alcance

El instructivo aplica a procesos de jet wipe, en el caso de la empresa Vicson, S. A. Solo aplica en la línea de galvanizado dos.

3. Partes del nozzle e instrumentos de limpieza

Cuadro 8. Partes del nozzle e instrumentos para su limpieza.



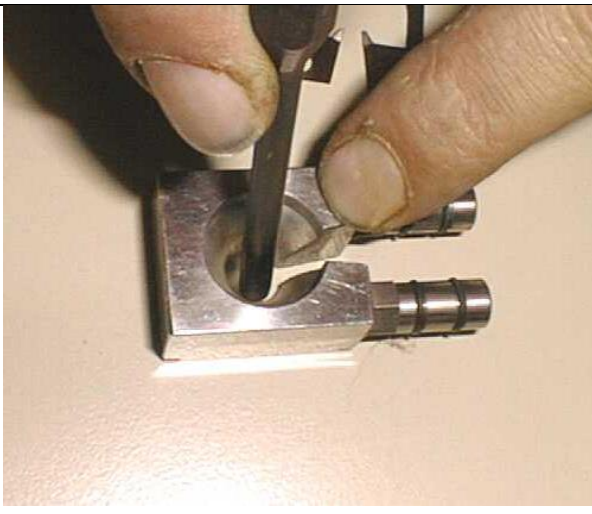
<ul style="list-style-type: none">-Cortador (1)-Estropajo de acero (2)-Perforadora (3)-Cepillo de alambre (4)-Llave hexagonal Allen (5)	
<ul style="list-style-type: none">-Cámara de presión (1)-Cubierta (2)-Placa de espesor (3)-O-ring (4)-Tornillos (5)-Soporte de cadena (6)	


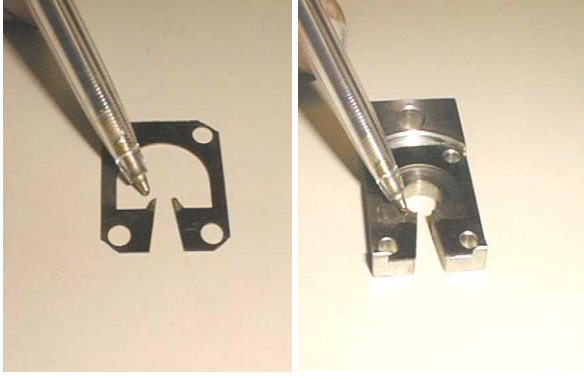

Fuente: Vicson, S. A. (2018)

Autor: J, Hernández

4. Desarrollo

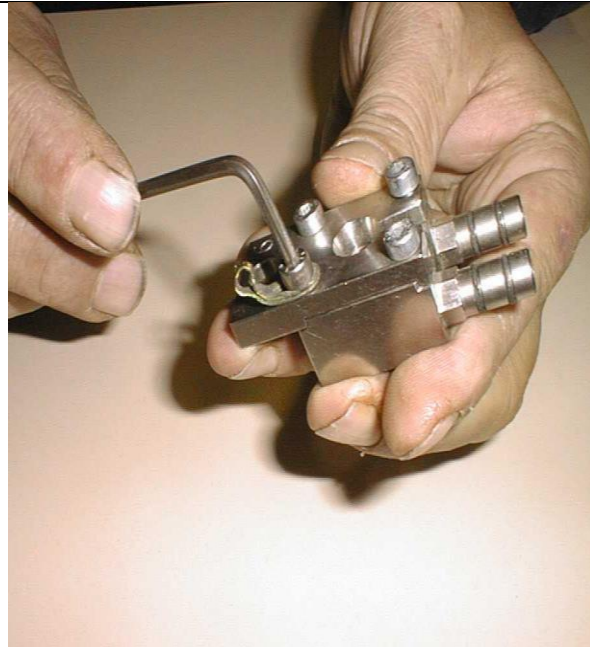
Cuadro 9. Instructivo y procedimiento para limpieza de nozzles.

<p>Primeramente tomar el nozzle al cual se le va a realizar la limpieza y hacer pasar el cepillo de alambre entre el, para remover restos de zinc.</p> <p>NOTA: Realizar con cautela para no dañar la salida del nozzle.</p>	 A close-up photograph showing a person's hands using a wire brush to clean a metal nozzle. The brush is being inserted into the nozzle's opening to scrub away any residue.
<p>Destornillar el nozzle con llave hexagonal Allen y tubos conectores con cortadora.</p> <p>NOTA: Desechar los O-ring</p>	 A close-up photograph showing a person's hands using an Allen key to unscrew a nozzle. The key is inserted into a hexagonal hole on the side of the nozzle.
<p>Una vez desarmado proceder a remover restos de zinc en la cámara de presión con el perforador.</p> <p>NOTA: Realizar con cautela para no dañar la salida del nozzle.</p>	 A close-up photograph showing a person's hands using a drill bit to clean the pressure chamber of a nozzle. The drill bit is being inserted into a circular hole in the nozzle's body.

<p>Remover restos de zinc en la cubierta y placa separadora con el perforador.</p> <p>NOTA: Realizar con cautela para no dañar la salida del nozzle.</p>	
<p>Una vez realizado la limpieza mecaniza, verificar que todos los restos de zinc fueron removidos.</p>	
<p>Si no es posible remover todo el zinc en el interior del nozzle, realizar un decapado en solución de ácido clorhídrico con inhibidor (50% ácido y 30 % agua del volumen del recipiente, siempre se debe asegurar que la solución tenga inhibidor). Seguidamente del decapado, lavar con abundante agua para evitar cualquier residuo de ácido y secarlo con una toalla.</p>	
<p>Realizado la remoción mecánica del zinc o en su defecto optar por el decapado, proceder a realizarle los acabados finales con el estropajo de acero.</p> <p>NOTA: Realizar con cautela para no dañar la salida del nozzle.</p>	

Ya finalizando, realizar el armado del nozzle colocando sus partes en su respectivo lugar (la placa separadora entre la cámara de presión y cubierta) y atornillar.

NOTA: Agregar grasa en los tornillos para facilitar el próximo desarmado y si alguno presenta alguno defecto hay que sustituirlo.



Para finalizar se instala conectores con cortadora y colocar nuevos O-ring.

NOTA: Rociar nozzle con lubricante, especialmente en la salida de nitrógeno.



Fuente: Vicson, S. A. (2018)

Autor: J, Hernández

APÉNDICE B

Check list para verificación de estándares en línea de galvanizado dos

Check list para verificación de estándares en línea

1. Objetivo

Realizar un check list donde se pueda contemplar, y de la misma manera evaluar los estándares de proceso antes del inicio de cada turno laboral.

2. Alcance

El check list en el caso de la empresa Vicson, S. A. Solo aplica en la línea de galvanizado dos.

Cuadro 10. Check list para verificación de estándares de proceso en la línea de galvanizado dos.

<u>PARÁMETROS DE PROCESO</u>	Día	Mes	Año
	Auditor:	Turno:	Ficha:
Coordinador:	Tiempo de evaluación		
Maquina:	Inicio:	Fin:	
Actividad	Estándar	Observación	
Banco Devanador- Identificación, diámetro y conformado	-		
PB - Con recubrimiento de Antracita	3-5 cm		
PB - Con recubrimiento de Perlita	2-4 cm		
PB1 - Cumple con temperatura especifica	440-460 °C		
PB2 - Cumple con temperatura especifica	720-730 °C		
ENFRIO - Hebras dentro del agua	-		
ENFRIO - Hebras en contacto con barra escurridora	-		
ENFRIO - Funcionado	-		
ENFRIO - Flujo de alimentación	40 l/h		
SUCCIONADOR DE PRE-ENJUAGUE - Funcionando	-		
SUCCIONADOR DE PRE-ENJUAGUE - Orificios limpios	-		
HCL - Tapas cerradas	-		
HCL - Temperaturas especificas	45-60 °C		
HCL1 - Cumple con concentración especifica	90-120 g/l		
HCL2 - Cumple con concentración especifica	100-140 g/l		
SUCCIONADOR DE HCL - Funcionando	-		
SUCCIONADOR DE HCL - Orificios limpios	-		

SCRUBBERS - Correas completas	3	
SCRUBBERS - Flujo de alimentación	60 l/h	
SCRUBBERS - Presión A	20-21 mmH ₂ O	
SCRUBBERS - Presión B-C	50-80 mmH ₂ O	
ENJUAGUE DE HCL - Flujo de alimentación	1000 l/h	
FLUX - Con la Tapa cerrada	-	
FLUX - Cumple con concentración específica	9-14 °Brix	
FLUX - Cumple con Temperatura específica	65-80 °C	
SUCCIONADOR DE FLUX - Funcionando	-	
SUCCIONADOR DE FLUX - Orificios limpios	-	
ZINC - Temperatura especificada	445-455 °C	
ZINC - Con recubrimiento Vermiculita	3-4 cm	
ZINC - Hebras centradas en Nozzle	-	
ENFRIO después del Rodillo de Altura - Hebras sumergidas	-	
WAX - Cumple con concentración específica	3-5 °Brix	
WAX - Cumple con temperatura específica	60-85 °C	
SUCCIONADOR DE FLUX - Funcionando	-	
SUCCIONADOR DE FLUX - Orificios limpios	-	
Banco enrollador - Identificación, diámetro y conformado	-	

Fuente: Vicson, S. A. (2018)

Autor: J, Hernández