



POSGRADOS

Maestría en **PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES**

RPC-SO-41-No.689-2018

Opción de
titulación:

PROPUESTA METODOLÓGICA Y TECNOLOGÍA AVANZADA

T E M A :

**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA
DE GALVANIZADO: PROPUESTA DE UN PLAN DE
MANTENIMIENTO APLICANDO ANÁLISIS MODAL DE FALLOS
Y EFECTOS Y HOUSEKEEPING**

A U T O R :

**GARCIA PEREZ ALEX GUILLERMO
MARTINEZ CARRERA GUILLERMO FABRICIO**

D I R E C T O R :

TANIA CATALINA ROJAS PARRAGA

Guayaquil - Ecuador
2021

Autores:



García Pérez Alex Guillermo
Ingeniero Industrial
Candidato a Magister en Producción
Operaciones industriales
Universidad Politécnica Salesiana
agarciap2@est.ups.edu.ec



Martínez Carrera Guillermo Fabricio
Ingeniero Industrial
Candidato a Magister en Producción
Operaciones industriales
Universidad Politécnica Salesiana
gmartinesc5@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Rojas Párraga Tania Catalina
Ingeniera Industrial
Master en Gestión de la Productividad y la Calidad
Directora Maestría en Producción y Operaciones Industriales
Universidad Politécnica Salesiana
trojas@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

C 2021 Universidad Politécnica Salesiana.

GUAYAQUIL — ECUADOR — SUDAMÉRICA

**GARCÍA PÉREZ ALEX GUILLERMO – MARTÍNEZ CARRERA GUILLERMO
FABRICIO**

“ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE GALVANIZADO. PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO APLICANDO ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMEF) Y HOUSEKEEPING” LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL.

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotros, **GARCÍA PÉREZ ALEX GUILLERMO** y **MARTÍNEZ CARRERA GUILLERMO FABRICIO**, declaramos que somos los únicos autores de este trabajo de titulación titulado “ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE GALVANIZADO. PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO APLICANDO ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMEF) Y HOUSEKEEPING”. Los conceptos aquí desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores.



GARCÍA PÉREZ ALEX GUILLERMO
C.I. 0918123605



MARTÍNEZ CARRERA GUILLERMO FABRICIO
C.I. 0920376795

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Quien suscribe, en calidad de director del trabajo de titulación titulado “**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE GALVANIZADO. PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO APLICANDO ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMEF) Y HOUSEKEEPING**”, desarrollado por los estudiantes **GARCÍA PÉREZ ALEX GUILLERMO** y **MARTÍNEZ CARRERA GUILLERMO FABRICIO**, previo a la obtención del **Título de Magister en Producción y Operaciones Industriales**, por medio de la presente certifico que el documento cumple con los requisitos establecidos en la normativa vigente de la **Universidad Politécnica Salesiana** para el desarrollo de trabajos de titulación de posgrado. En virtud de lo anterior, autorizo su presentación y aceptación como una obra auténtica y de alto valor académico.

Dado en la Ciudad de Guayaquil, a los 18 días del mes de octubre de 2021.



**ING. TANIA ROJAS PARRAGA MSC.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Dedicatoria Ing. Alex García

La presente tesis está dedicada con todo mi amor a mis tres hijas: Daniela, Doménica y Denisse; como un ejemplo de superación y de lucha incansable por conseguir los sueños y objetivos que uno se propone en la vida. Ustedes han sido mi fuerza, motivación e inspiración para seguir adelante y poder cosechar éxitos en mi carrera profesional, por lo cual les estoy eternamente agradecido.

Dedicatoria Ing. Guillermo Martínez

El presente trabajo de titulación se lo dedico a mi familia y a todas las personas que buscan el desarrollo profesional dado que soy un fiel creyente de que todo lo que el ser humano se propone en esta vida lo puede alcanzar con las bendiciones y gracias de Dios y La Mater.

Agradecimientos Ing. Alex García

Agradezco en primer lugar a Dios por darme la sabiduría y los recursos para poder desarrollar mi carrera profesional y bendecirme con este nuevo logro, a mi familia entera por su comprensión y apoyo durante esta etapa, a los docentes, colegas y universidad en general, por sus invaluable aportes compartiendo sus conocimientos y experiencias.

A mi gran amigo, Ing Guillermo Martínez, con quien formamos una gran dupla de trabajo en el desarrollo de esta tesis.

Agradecimientos Ing. Guillermo Martínez

Agradezco a mis padres, Guillermo y Dolores, quienes me educaron de una y mil maneras a enfrentar la vida con sabiduría, templanza y amor.

A mi amada esposa Ana Carolina De La Cruz Ajoy por su motivación y compromiso en todo momento.

A todos los docentes y compañeros maestrantes de la prestigiosa Universidad Politécnica Salesiana, quienes demostraron apertura y discernimiento durante la jornada educativa.

A nuestra tutora la Inga. Tania Rojas por su disciplina en el seguimiento durante el desarrollo del tema.

A mi amigo y compañero de tesis el Ing. Alex García, con quien desarrollamos este trabajo en contra de todos los pronósticos.

Resumen

La presente investigación se desarrolla en la ciudad de Guayaquil en una empresa que está dedicada al proceso de galvanizado por inmersión en caliente, la recopilación de datos e información que sirven como punto de partida es tomada desde enero del 2019 hasta febrero del 2021.

La problemática solucionar serían los paros no programados que se presentan en el área de proceso de galvanizado por inmersión en caliente.

El objetivo de esta investigación es analizar los modos, efectos de fallos y criticidad en las áreas de trabajo dentro del proceso de galvanizado por inmersión en caliente de una empresa para proponer un plan de mantenimiento preventivo.

La metodología que empleamos son las de AMEF y Housekeeping con las que podemos entender que:

Para el análisis de la metodología AMEF se utilizó la Norma Técnica de Prevención 679 de España – Unión Europea, en la cual se presenta la guía a seguir.

Para Housekeeping se realizó un check-list de aproximadamente 14 ítems para cada uno de los criterios que son: Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Disciplina.

Para ambos casos una vez analizada la criticidad de cada una se propone un plan de acción anual en el cual se detalla la propuesta como correctivo para los hallazgos encontrados, esta propuesta está realizada tomando en cuenta que algunas labores tendrán que ser realizadas por personal externo de la compañía y otros por el personal interno. Adicionalmente, en el plan de Housekeeping se resalta la capacitación continua como elemento fundamental que permite crear una cultura de mejora continua para el personal dentro del área y así.

Finalmente, como principal resultado podremos lograr y alcanzar la mejora continua y a su vez un largo funcionamiento en el área de proceso de galvanizado por inmersión en caliente debido a la reducción e incluso desaparición de paradas no programadas.

Abstract

This research is developed in the city of Guayaquil in a company that is dedicated to the hot-dip galvanizing process, the collection of data and information that serve as a starting point is taken from January 2019 to February 2021.

The problem to solve would be the unscheduled shutdowns that occur in the hot-dip galvanizing process area.

The objective of this research is to analyze the modes, effects of failures, and criticality in the work areas within the hot-dip galvanizing process of a company to propose a preventive maintenance plan.

The methodology we use are those of FMEA and Housekeeping with which we can understand that:

For the analysis of the FMEA methodology, the Technical Prevention Standard 679 of Spain - European Union was used, in which the guide to follow is presented.

For Housekeeping, a checklist of approximately 14 items was made for each of the criteria that are: Classify, Order, Clean, Standardize, and Discipline.

For both cases, once the criticality of each one has been analyzed, an annual action plan is proposed in which the proposal is detailed as a corrective for the findings found, this proposal is made taking into account that some tasks will have to be carried out by external personnel from the company and others by internal staff. Additionally, in the Housekeeping plan, continuous training is highlighted as a fundamental element that allows creating a culture of continuous improvement for the personnel within the area and thus.

Finally, as the main result, we will be able to achieve and achieve continuous improvement and, in turn, a long operation in the hot-dip galvanizing process are due to the reduction and even disappearance of unscheduled stops.

Índice General

Dedicatoria.....	V
Agradecimientos.....	VI
Resumen	IX
Abstract.....	X
Introducción.....	1
CAPÍTULO 1	3
1.1. Situación Problemática	3
1.2. Formulación del Problema.....	4
1.3. Justificación teórica	5
1.4. Justificación práctica.....	5
1.5. Objetivos	6
1.6 Delimitación espacial.....	6
CAPÍTULO 2	7
2.1 Antecedentes de investigación.....	7
2.1.2 AMEF	7
2.1.2 Housekeeping.....	9
2.2 Bases teóricas.....	11
2.2.1 Mantenimiento	11
2.2.2 Tipos de mantenimiento.....	11
2.2.3 Mantenimiento preventivo	11
2.2.4 Fases del mantenimiento preventivo.....	12
2.2.5 Ventajas del mantenimiento preventivo.....	12
2.2.6 ¿Qué es el galvanizado por inmersión en caliente?	13
2.2.7 Proceso de galvanizado por inmersión en caliente	13
	XI

2.2.7.1 Desengrasado	13
2.2.7.2 Decapado.....	14
2.2.7.3 Enjuague	14
2.2.7.4 Solución de flujos (Fluxado).....	14
2.2.7.5 Secado.....	14
2.2.7.6 Baño de zinc.....	14
2.2.7.7 Pasivado	15
2.2.8 AMEF	15
2.2.9 Tipos de AMEF.....	15
2.2.10 Beneficios de AMEF.....	15
2.2.11 Procedimiento para realizar un AMEF	16
2.2.12 Técnica AMEF.....	17
2.2.12.1 Modo de falla	17
2.2.12.2 Efecto de falla	17
2.2.12.3 Severidad.....	18
2.2.12.4 Frecuencia.....	18
2.2.12.5 Detectabilidad	19
2.2.12.6 Índice de prioridad de riesgo (IPR).....	20
2.2.13 Housekeeping.....	21
2.2.13.1 Primera S: Seiri (Seleccionar).....	21
2.2.13.2 Segunda S: Seiton (Ordenar)	22
2.2.13.3 Tercera S: Seiso (limpieza e inspección)	23
2.2.13.4 Cuarta S: Seiketsu (estandarizar)	24
2.2.13.5 Quinta S: Shitsuke (disciplina)	25

2.2.14 Diagrama de Ishikawa.....	26
2.2.15 Mapa de proceso	26
2.2.16 Diagrama de flujo	26
2.3 Marco conceptual.....	26
2.4 Marco legal	28
2.5 Marco normativo.....	32
CAPITULO 3	35
Metodología.....	35
3.1 Tipo de investigación.....	35
3.2 Técnicas e instrumentos.....	36
3.3 Lay Out del área del proceso de galvanizado por inmersión en caliente.....	38
3.4 Diagrama de flujo del proceso de galvanizado por inmersión en caliente.	40
3.6 Diagrama de Ishikawa del proceso de galvanizado por inmersión en caliente.....	41
3.7 Diagnostico (situación actual) AMEF	42
3.8 Identificación de puntos críticos	47
3.9 Diagnostico (situación actual) Housekeeping.....	54
3.10 Identificación de puntos críticos por cada S	59
CAPITULO 4	64
4.1 Propuesta AMEF.....	
4.2 Propuesta Housekeeping	81
RECOMENDACIONES	106
Bibliografía.....	107
ANEXOS	113

Índice de Figuras

Figura 1. Proceso de galvanizado por inmersión en caliente.	13
Figura 2. Técnicas de AMEF.....	17
Figura 3. Criterios de matriz de decisión.....	20
Figura 4. 5s	21
Figura 5. Tarjeta roja	22
Figura 6. Circulo de frecuencia de uso.	23
Figura 7. Ciclo PHVA	25
Figura 8. Lay Out.....	38
Figura 9. Diagrama de Flujo.....	40
Figura 11. Diagrama de Ishikawa.....	41

Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación de la severidad del modo de fallo según la repercusión en el cliente/usuario.....	18
Tabla 2. Clasificación de la frecuencia/ probabilidad de ocurrencia del modo de fallo.....	19
Tabla 3. Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo.	19
Tabla 4. Diagnostico proceso de galvanizado por inmersión en caliente.....	43
Tabla 5. Puntos críticos altos.....	47
Tabla 6. Puntos críticos moderados.....	49
Tabla 7. Puntos críticos bajos.	51
Tabla 8. Checklist de diagnóstico Housekeeping.....	54
Tabla 9. % de cumplimiento Housekeeping.....	58
Tabla 10. Identificación de puntos críticos de bajo cumplimiento.	59
Tabla 11. Identificación de puntos críticos de moderado cumplimiento.....	60
Tabla 12. Identificación de puntos críticos de alto cumplimiento.....	62
Tabla 13. Propuesta de presupuesto.....	80

Índice de Gráficos

Grafico 1. % de cumplimiento de Housekeeping	58
--	----

Índice de Cronogramas

Cronograma 1. Cronograma AMEF Puntos Críticos Altos	75
Cronograma 2. Cronograma de AMEF puntos críticos moderados	77
Cronograma 3. Cronograma de AMEF puntos críticos bajos	78
Cronograma 4. Cronograma Housekeeping Puntos Críticos Altos	96
Cronograma 5. Cronograma Housekeeping Puntos Críticos Moderados	99
Cronograma 6. Cronograma Housekeeping Puntos Críticos Bajos.....	102

Introducción

En el presente trabajo de investigación se plantea una propuesta de un plan de mantenimiento anual del área de galvanizado por inmersión en caliente, partiendo del análisis del área desde la perspectiva de AMEF y housekeeping.

Para la metodología de AMEF se utilizó la matriz de Análisis de Modos y Efectos de Fallos ver Tabla 4, en la cual se partió de la identificación de las etapas de los procesos de galvanizado por inmersión en caliente, los modos de fallos, la ponderación de la severidad, ocurrencia y detectabilidad; posteriormente se calculó el índice de prioridad de riesgo. Esto se realizó en base a la normativa técnica de prevención 679 de España – Unión Europea ver Anexo 2.

Una vez obtenido los valores de los índices de prioridad de riesgo (NPR), estos se clasificaron en tres grupos, según su severidad:

- Riesgo alto (representados por el color rojo)
- Riesgo moderado (representados por color el amarillo)
- Riesgo bajo (representando por el color verde)

En base a lo anterior se realizó la propuesta de mejora tomando en cuenta el grado del impacto que este ocasionaría, lo cual se presenta en una propuesta de cronograma de actividades de mantenimiento preventivo del área de galvanizado por inmersión en caliente.

Para el análisis de housekeeping se utilizó un check list ver Tabla 8, dividido en 5 criterios: Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Disciplina.

En total se analizaron 71 ítems dando en promedio 14 ítems por cada criterio. Para cada criterio se evaluó el grado de cumplimiento, luego con estas se obtuvo el promedio de cumplimiento para cada criterio y finalmente se calculó el promedio total de cumplimiento de housekeeping en el área de galvanizado por inmersión en caliente.

Una vez obtenido el porcentaje de no cumplimiento para cada ítem dentro de cada criterio, estos se dividieron en tres categorías:

- Riesgo alto (representados por color rojo)
- Riesgo moderado (representados por color amarillo)
- Riesgo bajo (representando por color verde)

En base a lo anterior se realizó la propuesta de mejora tomando en cuenta el grado del impacto, lo cual se presenta en una propuesta de cronograma de actividades anual.

CAPÍTULO 1

1.1. Situación Problemática

En el área de trabajo del proceso de galvanizado por inmersión en caliente se observan múltiples problemas debido a la falta de organización con relación a las tareas de mantenimiento dentro del área, como se observa en el anexo 1 en el cual se registra el tipo de paradas, las veces que estas ocurren y el tiempo total de las misma.

En el anexo 1 se muestra un resume de las paradas no programadas por un lapso de tiempo de 26 meses que comprende de enero del 2019 a febrero del 2021. La Tabla muestra un total de 151 paradas no programadas debido a múltiples situaciones, lo que ocasiona un total de 3288.6 horas, dando un promedio de 2.1 horas de paradas no programadas por turno de 12 horas.

Es por ello que la presente investigación se enfoca en las acciones de prevención y solución de los problemas de paradas no programadas que se presentan en el área de trabajo del proceso de galvanizado por inmersión en caliente.

Las paradas no programadas suelen deberse a averías o daños en: puente grúa, tinas de: enjuague, decapado, galvanizado, reproceso por ineficiencia de limpieza de los materiales a galvanizar, entre otros. Lo ante expuesto ocasiona un continuo retraso en la producción, dando como resultado que el producto no se entregue a tiempo al cliente o resulte un producto con no conformidad generándose así un re-trabajo.

En la actualidad la empresa aplica mantenimiento correctivo, atacando las fallas en el momento en que se presentan, si bien es cierto, este método no es el adecuado debido a que se genera pérdida de tiempo por paradas no programadas, afecta al subproceso y representa pérdidas económicas.

El sistema de gestión de calidad de la empresa tiene como política la mejora continua, por ello se propone reestructurar los planes de mantenimiento de los subprocesos del área de galvanizado por inmersión en caliente a través de herramientas de mejora como son: la metodología Análisis de modos y efectos de fallos (AMEF) y Housekeeping.

Con la utilización de estas dos herramientas Análisis de modos y efectos de fallos (AMEF) y Housekeeping dentro del área se espera:

- Mejorar la calidad, confiabilidad y planes de control de los productos analizados.
- Identificar características especiales del proceso.
- Almacenar lecciones aprendidas.
- Comprender como AMEF y Housekeeping son una herramienta de aprendizaje continuo.
- Identificar: los problemas, las causas que los originan y el cómo estos influyen en los subprocesos o producto.

Todo lo ante expuesto permitirá identificar cuáles son las mejores medidas a tomar para evitar que estos problemas se vuelvan a presentar, creando una cultura de mejora continua dentro del área de trabajo.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1 Formulación General

¿Cómo la utilización del análisis de modos y efectos de fallas (AMEF) y Housekeeping inciden en la propuesta de un plan de mantenimiento en las áreas de trabajo del proceso de galvanizado por inmersión en caliente?

1.2.2 Formulación específica

¿En qué medida la utilización de la matriz AMEF y Housekeeping facilitan el diagnóstico del nivel actual de las áreas de trabajo dentro del proceso de galvanizado por inmersión en caliente?

¿Cómo la utilización de la matriz AMEF y Housekeeping permiten analizar los puntos crítico de los modos de fallos, efectos y criticidad de las áreas de trabajo dentro del proceso de galvanizado por inmersión de caliente?

¿De qué manera la utilización de la matriz AMEF y Housekeeping facilita la propuesta de un plan de mantenimiento para las áreas de trabajo dentro del proceso de galvanizado por inmersión en caliente?

1.3. Justificación teórica

Se plantean los siguientes motivos teóricos de por qué esta investigación debe realizarse:

- Con la utilización de la metodología AMEF y Housekeeping se busca crear un instrumento que permita identificar y prevenir los modos de fallas que se presentan en el proceso, los cuales se encuentran directamente relacionados con la falta de un plan de mantenimiento; logrando disminuir las paradas no programadas en el área del proceso de galvanizado y mantener la continuidad de la línea de producción.
- Se aplicará conceptos como diagrama de flujo, mapa de procesos y herramientas de mejora continua como: AMEF, Housekeeping, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto.

1.4. Justificación práctica

Se plantean los siguientes motivos prácticos de por qué esta investigación debe realizarse:

- A través de la utilización de la metodología AMEF y Housekeeping se podrá identificar los distintos modos de falla en cada uno de los subprocesos del proceso de galvanizado por inmersión en caliente.
- Se podrá identificar cuál es el impacto de los fallos en los subprocesos de galvanizador por inmersión en caliente.
- Se podrá identificar que causas principales que ocasionan que falle el subproceso.
- Se podrá identificar cuáles son los controles existentes y procedimientos preventivos dentro de los subprocesos.

Todo lo expuesto permitirá plantear la propuesta de un plan de mejora en el área de galvanizado por inmersión en caliente.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Analizar los modos y efecto de fallos y criticidad en las áreas de trabajo dentro del proceso de galvanizado por inmersión en caliente de una empresa para proponer un plan de mantenimiento mediante la utilización de la metodología AMEF y Housekeeping

1.5.2. Objetivos específicos

1. Diagnosticar el nivel actual de las áreas de trabajo dentro del proceso de galvanizado mediante la utilización de la matriz AMEF y Housekeeping
2. Analizar los puntos crítico de los modos de fallos, efectos y criticidad de las áreas de trabajo dentro del proceso de galvanizado mediante la utilización de la matriz AMEF y Housekeeping
3. Proponer un plan de mantenimiento para las áreas de trabajo dentro del proceso de galvanizado mediante la utilización de la matriz AMEF y Housekeeping

1.6 Delimitación espacial

Área: Proceso de Galvanizado por inmersión en caliente

Campo: Ingeniería de Producción y Operaciones Unitarias

Aspecto: Análisis de modo y efecto de falla del área del Proceso de Galvanizado

Tema: “Análisis del sistema de producción de una planta de galvanizado. Propuesta de un plan de mantenimiento aplicando análisis modal de fallos y efectos (AMEF) y Housekeeping”

Problema: ¿Cómo la utilización del análisis de modos y efectos de fallas (AMEF) y Housekeeping en el proceso de galvanizado incide en la mejora continua en una empresa de galvanizado por inmersión en caliente?

Delimitación espacial: Guayaquil

Delimitación temporal: inicia el octubre 2020, termina en mayo 2021

CAPÍTULO 2

2.1 Antecedentes de investigación

2.1.2 AMEF

Según Tirado Luna (2018), en su investigación "Optimización del proceso de impresión de la empresa Ediecuatorial, a través del uso del análisis modal de fallos y efectos (AMEF) como base para la estandarización del proceso".

Esta investigación se concentra específicamente en el proceso de impresión utilizando la metodología mencionada anteriormente, la misma que ordena el Know How de la compañía para asegurar la calidad de sus procesos y sus resultados. Utiliza herramientas de medición de la eficiencia y eficacia de la operación como el Eficiencia del Equipo Total, para determinar el antes y el después de la implementación (Tirado Luna , 2018).

Finalmente demuestra que el nivel de riesgo obtenido en una primera medición del AMEF se reduce con la implementación de buenas prácticas establecidas durante la elaboración de los planes de control. Posteriormente la compañía podrá implementar bajo la misma metodología la estandarización de los otros procesos, sobre todo aplicado a la industria del empaque o impresión de plegadizas (Tirado Luna , 2018).

Según Adriano Condo (2016), en su trabajo denominado "Desarrollo de un modelo de análisis de fallas, jerarquización de activos críticos y riesgos para el mejoramiento de la eficiencia en la gestión del mantenimiento de la estación de bombeo Amazonas de OCP Ecuador", se trata de las dificultades que atraviesa actualmente el sector petrolero a nivel mundial y nacional por los bajos precios del crudo, los cuales han afectado también a Oleoducto de Crudos Pesados (OCP) Ecuador, con recortes presupuestarios, con el propósito de dar respuesta a la problemática, se planteó el objetivo de desarrollar un modelo de análisis de modos de fallas, jerarquización de activos críticos y riesgos para el mejoramiento de la eficiencia en la estación de bombeo Amazonas de OCP Ecuador.

La metodología desarrollada está compuesta por cuatro fases, iniciando con el diagnóstico de la situación actual, identificando y estandarizando los modos de falla, jerarquizando los activos críticos para las operaciones y que estos interactúen con la

administración basada en riesgos y de esta forma la gestión se orienta a los activos que realmente necesitan ser intervenidos conociendo su impacto y sus consecuencias (Adriano Condo, 2016).

Con la aplicación del modelo se mostró un ahorro del 20% en los costos de mantenimiento correctivo en el año 2015 con relación al 2014, con lo que se concluye que el trabajo de investigación si mejoró la eficiencia en la gestión del mantenimiento de la estación de bombeo Amazonas, por lo tanto, se recomienda extender la aplicación del modelo a otras estaciones de bombeo de otros Oleoductos (Adriano Condo, 2016).

Según Oña García (2017), quien realizó la tesis "Análisis de modos de fallas, efectos y criticidad del proceso operativo en el área de impresiones y su incidencia en la productividad de la empresa Leterago del Ecuador S.A.".

Esta investigación con un enfoque mixto de tipo descriptivo y de campo, tuvo como objetivo general: Determinar las fallas, efectos y criticidad que inciden en la productividad del proceso operativo del área de impresiones de la empresa Leterago del Ecuador (Oña Garcia , 2017).

Se realizó un diagnóstico situacional, para determinar las fallas existentes, identificando los niveles de fallo para determinaron los efectos o consecuencias que generan los fallos dentro del área, aplicando la adecuación al proceso para incrementar los valores de la metodología, en el proceso operativo del área de estudio, concluyendo que existe una mala disposición de los equipos lo cual genera tiempo improductivo, existencia de un tiempo muerto (el tiempo de demora), en el proceso de transporte desde la bodega hasta el área de impresión (Oña Garcia , 2017).

Además, los niveles de fallo más frecuentes fueron interrupción por demoras en cruces de ingreso de material, demora generada por proceso ineficiente las cuales mostraron más altas a entrega incorrecta de productos por procesar y entrega incorrecta de productos terminados, en los efectos o consecuencias que generan las fallas del proceso operativo encontrando un sobretiempo que debe pagarse a los trabajadores (Oña Garcia , 2017).

Aplicada la metodología evidenciaron que el rango de la evaluación cualitativa presenta riesgo de falla medio, a nivel cuantitativo, determinando que el proceso cuenta con una baja disponibilidad, ante todo esto se diseñó una propuesta encaminada a minimizar los errores detectados (Oña Garcia , 2017).

Según Nestares Rutti (2017); en su trabajo tuvo como objetivo principal, proponer un análisis de fallas de las excavadoras para medir su rentabilidad de la empresa BRYNAJOM S.R.L, realizaron una investigación básica durante 10 meses, los primeros cuatro meses se observó y recabó información de la disponibilidad de máquina, tipos de fallas de máquina, tiempos de falla y valorizaciones, posteriormente durante los seis meses siguientes se realizó el análisis de modo y fallos (AMEF), y consecuentemente se implementó nuevas estrategias de gestión de mantenimiento.

Con la propuesta de análisis de fallas se logró incrementar la disponibilidad de las excavadoras de 77% hasta un 85%, esto significa una rentabilidad de 33%, basándonos solamente en el incremento de disponibilidad y disminución de parada de máquina (Nestares Rutti, 2017).

La presente tesis concluye que: Mediante la prueba de hipótesis se determinó que el análisis de fallas influye significativamente en la rentabilidad de la empresa BRYNAJOM S.R.L., con un coeficiente negativo de -0.605 lo que indica una correlación inversa moderada, y un valor de t de student calculado igual a -6.118 , que está fuera de los valores críticos (Nestares Rutti, 2017).

2.1.2 Housekeeping

Según Rahman & Tahiduzzaman (2018), en su trabajo titulado “Implementation of 9S Approach in a Jute Industry: A Case Study”.

En esta investigación indica que la mejora de la productividad es una de las principales intenciones de cualquier industria manufacturera. La productividad puede caer debido a diversas actividades sin valor agregado. En este estudio, el "9S" implementado es en realidad una extensión del "5S" básico y convencional (Seleccionar, ordenar, limpiar, Estandarizar y Mantener) sistema que es un sistema japonés para el ajuste organizacional

general y buen mantenimiento de las plazas en una determinada industria del yute (Platinum Jubilee Jute Mill) que se encuentra en Khulna, Bangladesh (Rahman & Tahiduzzaman, 2018).

Los autores han ampliado este sistema básico de 5S incorporando seguridad, espíritu, simplicidad y finalmente habilidad. Crea una dinámica ambiente donde los esfuerzos de mejora en seguridad, calidad, costo, entrega y creatividad son alentados con la participación de todos los empleados. El propósito del estudio es mejorar la productividad mediante la implementación del enfoque 9S de una nueva manera de 5S. Después de la implementación adecuada de 9S en la industria del yute seleccionada, la productividad mejoró de 1477,63 toneladas a 1837,04 toneladas de producto de yute (Rahman & Tahiduzzaman, 2018).

Según Jami Mejía (2013), en su trabajo denominado “El Housekeeping y su efecto en la productividad de la Empresa Láctea Del Cordero de la ciudad de Latacunga”

La investigación presenta la metodología Housekeeping con el fin de determinar si es factible llevar a cabo la mejora de la productividad, comunicación y el diálogo para desarrollar la capacidad de todas las personas para tomar decisiones y asumir responsabilidades (Jami Mejía , 2013).

A través de esta metodología se pretende dar las pautas para entender, implantar y mantener un sistema de orden y limpieza en la empresa, a partir de esta se puede sentar las bases de la mejora continua y de mejores condiciones de calidad, seguridad y medio ambiente para toda la empresa (Jami Mejía , 2013).

Según Jesszon, Grayfiel & Etcuban (2019), en su artículo científico “Housekeeping Standard Practices of Resorts in Bohol, Philippines”.

Se menciona que las practicas estándar de limpieza son de vital importancia para la industria hotelera. se realizó un trabajo en donde evaluaron la satisfacción al huésped con relación a las prácticas de limpieza estándar de los asistentes de habitación (Jesszon, Grayfiel , & Etcuban, 2019).

Los datos obtenidos de esta evaluación indican que hay huésped están satisfechos con el servicio general que recibieron, sin embargo, los huéspedes del resort indican que hubo

algunos problemas en su estadía, por tanto, hay que diagnosticar donde se puede enfocar la mejora del desempeño en las practicas estándar de limpieza (Jesszon, Grayfiel , & Etcuban, 2019).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Mantenimiento

Se define al mantenimiento como un conjunto de acciones oportunas, continuas y permanentes encaminadas a prever y asegurar el funcionamiento normal, la eficiencia y la buena apariencia de instalaciones y equipos. El objetivo del mantenimiento es la conservación del servicio, las máquinas, así garantizar que la función que desempeñan dentro del proceso productivo se cumpla a cabalidad (Lopez Telenchana, 2017).

2.2.2 Tipos de mantenimiento

Existen diversos tipos de mantenimiento como:

- Mantenimiento reparativo
- Mantenimiento de emergencia
- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento periódico
- Mantenimiento progresivo
- Mantenimiento sintomático
- Mantenimiento continuo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento mixto
- Mantenimiento Over-Haul

2.2.3 Mantenimiento preventivo

Según González Guzmán (2016), el mantenimiento preventivo también llamado “mantenimiento periódico” es aquel que tiene lugar antes de que ocurra la falla. Este consiste en programar las intervenciones o de inspección, control, conservación y restauración con el

objetivo de prevenir, detectar o corregir defectos tratando de evitar fallas. El mantenimiento preventivo se realiza periódicamente, al realizar esto se otorga mayor vida útil a cada equipo al que se le aplique un debido seguimiento.

Un programa de mantenimiento preventivo consta de dos actividades que son:

- Inspección periódica de los equipos para descubrir las condiciones que conducen a paras imprevistas en la producción.
- Conservación de la planta para anular dichos aspectos, adaptarlos o repararlos cuando se encuentren en una etapa inicial.

El mantenimiento preventivo es un programa que tiene destinado asegurar el mínimo de tiempos de paradas no previstas y un máximo tiempo de funcionamientos productivos, eficiente y eficaz en equipos, maquinarias y procesos (González Guzmán, 2016).

2.2.4 Fases del mantenimiento preventivo

Según Virgüez Gomez (2019), el mantenimiento preventivo se destaca por la eficacia de su procedimiento y sus fases de desarrollo, debido a que se requiere de un estudio previo de los equipos, así como de sus actividades e historial de sucesos. Las fases del mantenimiento preventivo vienen descritas de manera general en el siguiente orden:

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Procedimientos técnicos, listados de trabajo a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.
- Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar (Virgüez Gómez, 2019).

2.2.5 Ventajas del mantenimiento preventivo

Seguridad. – al aplicar mantenimiento preventivo las obras e instalaciones operan en mejores condiciones de seguridad.

Aplicabilidad. – mientras más complejas sean las instalaciones se requiere de mayor confiabilidad, por lo tanto, la necesidad de un mantenimiento preventivo será mayor.

Inventarios. – al tener un sistema de mantenimiento preventivo existe la posibilidad de reducir costos.

Coste de reparaciones. – al utilizar el mantenimiento preventivo se pueden reducir los costes de reparación.

Vida útil. – una instalación tiene una vida útil mucho mayor que la que tendría con un sistema de mantenimiento correctivo.

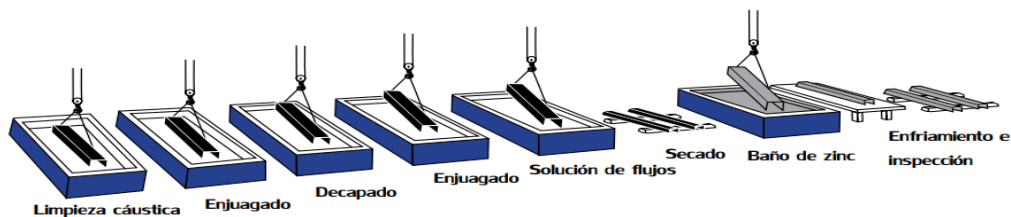
Carga de trabajo. – la carga de trabajo para el personal de mantenimiento preventivo es más uniforme que en un sistema de mantenimiento correctivo (Sierra Alvarez , 2004).

2.2.6 ¿Qué es el galvanizado por inmersión en caliente?

El galvanizado por inmersión en caliente es un procedimiento que se realiza a productos de hierro o acero con el objeto de protegerlos contra la corrosión. Esto se logra a través de la inmersión de los productos en un baño de zinc con una temperatura de 450 grados centígrados, debido que al tener esta temperatura se logran la aleación del zinc con el acero (Instituto de desarrollo Urbano, 2014).

2.2.7 Proceso de galvanizado por inmersión en caliente

Figura 1. Proceso de galvanizado por inmersión en caliente.



Nota: Extraído de:

https://galvanizeit.org/uploads/publications/Galvanizado_Caliente_guia_especificador_small.pdf, por (American Galvanizers Association , 2015).

2.2.7.1 Desengrasado

Esta actividad consiste en realizar un tratamiento de desengrase al material por lo general con sustancias alcalinas. Mediante este tratamiento se eliminan sustancias adherentes y contaminantes como los residuos de aceites, grasas, sales, tierra, etc., que se adhiere a la superficie del metal (Cevallos Erazo & Defaz Vizcaino, 2008).

2.2.7.2 Decapado

Esta actividad consiste en la limpieza del material de los óxidos metálicos presentes en el acero a galvanizar para eliminar las impurezas que impidan la reacción del hierro con el zinc. Para la limpieza de este material, se sumerge el acero en cubas con disolución de ácido clorhídrico (SMT, 2018).

2.2.7.3 Enjuague

En esta actividad se remueven todas las impurezas que se han arrastrado del subproceso anterior generando así una superficie limpia. Esta cuba contiene agua de tercer nivel que permite eliminar de la superficie del material todos aquellos residuos ácidos y grasas provenientes de etapas anteriores (Triviño Garrido, 2020).

2.2.7.4 Solución de flujos (Fluxado)

Esta actividad consiste en preparar la superficie y sumergirla en una solución de cloruro de amoníaco de zinc, cumpliendo así con dos propósitos. Eliminar cualquier óxido restantes y deposita una capa protectora en el acero que impide que se formen más óxidos en la superficie antes de la inmersión en el zinc fundido (American Galvanizers Association , 2015)

2.2.7.5 Secado

En esta actividad los materiales tratados se secan en una temperatura de 120 – 150° C, posterior a esto se sumerge en un baño de zinc en una condición seca. El refinado del decapado por medio del Fluxado, llamado activación, inicia durante el proceso de secado mediante un complejo que contiene zinc y cloro. Durante esa etapa también se forma ácido clorhídrico por las altas temperaturas (Hernandez Betancur , 2018).

2.2.7.6 Baño de zinc

En esta actividad los materiales son sumergidos en un baño de zinc fundido puro, la temperatura del baño se mantiene en aproximadamente 450° C, el material es sumergido el tiempo suficiente para alcanzar la temperatura del baño para posteriormente ser retirados y

el exceso de zinc se saca mediante el estilado por vibración. Los productos son enfriados ya sea en agua o aire frío, inmediatamente después de ser retirados del baño (Cruz Rivero, Tobón Galicia , Zarza Diaz , & Becerril Rosales , 2020).

2.2.7.7 Pasivado

En esta actividad los materiales que han sido ya galvanizados son enfriados por inmersión en una cuba de agua fría que permite acelerar el enfriamiento para una rápida manipulación (Arellano Chillagano , 2019).

2.2.8 AMEF

La metodología Análisis de Modos y Efectos de Fallas potenciales (AMEF) resulta ser un registro sistémico y disciplinario de observaciones y consideraciones orientadas a identificar las fallas potenciales de un proceso o diseño de un producto antes de que estas ocurran, con el fin de eliminar o minimizar los riesgos asociados a las mismas (Montalban Loyola , Arenas Bernal , Tala Vera Ruz , & Magaña Iglesias , 2015).

2.2.9 Tipos de AMEF

Existen 5 tipos de AMEF, mismo que se detallan a continuación

AMEF de Proceso. - este se asocia a los modos de fallas en los procesos de ensamble o manufactura.

AMEF de Diseño. – este se asocia a los modos de fallas en los productos y componentes antes de que estos sean manufacturados.

AMEF de Software. – este se asocia a los modos de fallas con funciones de software

AMEF de Proyecto. – este se asocia a las fallas que pudieran suceder durante un programa principal.

AMEF de Sistema. – este se asocia a los modos de falla para los niveles de función de sistemas y subsistemas (Martinez Lugo , 2004).

2.2.10 Beneficios de AMEF

La aplicación de la metodología AMEF proporciona los siguientes beneficios:

- Determinar la frecuencia y funciones de los mantenimientos preventivos.
- Detectar fallos en productos o servicios.
- Permite proponer acciones que eliminen o minimicen los modos de fallos, sus efectos y causas.
- Jerarquizar los riesgos.
- Aumentar la productividad.
- Establecer un sistema confiable de medición para detectar las fallas.
- Establecer un diagrama de procesos y políticas para evitar incidencias (Lean Manufacturing, 2018), (Arrizabalagauriarte Consulting, 2018).

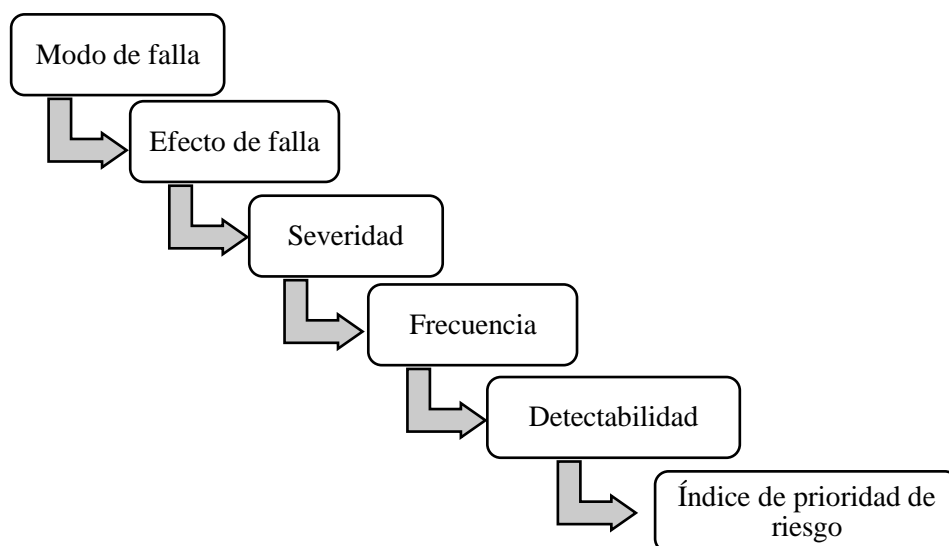
2.2.11 Procedimiento para realizar un AMEF

Según Salazar López (2019), para realizar un AMEF se requiere en primera instancia de un trabajo previo de recolección de información, es decir, se debe de contar con la documentación necesaria sobre los elementos que componen el proceso a analizar. A continuación, se mencionan los pasos para la elaboración de un AMEF:

1. Desarrollo del mapa de procesos, es decir, la representación graficas de las operaciones.
2. Conformar un equipo de trabajo, documentar el proceso, producto, etc.
3. Determinar los pasos críticos del proceso.
4. Determinar las fallas potenciales en cada etapa del proceso, determinar sus efectos y evaluar su nivel de severidad.
5. Indicar las causas de cada falla y evaluar la ocurrencia de las mismas.
6. Indicar los controles que se tienen para detectar fallas y evaluarlas.
7. Obtener el número de prioridad de riesgo en cada falla y tomar decisiones.
8. Ejecutar las acciones preventivas, correctivas o de mejora (Salazar López , 2019).

2.2.12 Técnica AMEF

Figura 2. Técnicas de AMEF



Nota: Diagrama de técnica AMEF, por autores. AMEF (Análisis de Modos Efectos y Fallos)

2.2.12.1 Modo de falla

Un modo de falla puede ser definido como cualquier evento que pueda causar la falla de un activo físico o sistema o procesos. Por esto al identificar los modos de falla se debe trabajar rigurosamente en la causa raíz y no con causas básicas, inmediatas, efectos o indicios, debido a que estos no eliminan el problema. Aquí la atención se centra en la falla y a su modo de falla (Cerra Vergara & Pacheco Teran , 2012).

2.2.12.2 Efecto de falla

El efecto de falla es una breve descripción de las consecuencias no deseadas del fallo que se puede observar o detectar, en la que siempre se deberían de indicar las condiciones de rendimiento o eficiencia del proceso, producto o sistema (Rueda Macay & Tuima Guanotasig , 2020),.

2.2.12.3 Severidad

Según Bestratén Belloví, Orriols Ramos & Mata París (2004), Establece el grado o severidad del efecto del modo de fallo potencial en el proceso, estima la gravedad de las consecuencias, aumentando el valor del índice en función del costo de reparación, insatisfacción de la producción, la disminución de las prestaciones esperadas. Es posible conseguir mejoras en este índice a través de trabajos en el diseño y estos no deben perjudicar los controles originados por la aplicación del AMEF o de revisiones periódicas de calidad. A continuación, se presenta la Tabla de clasificación de modo de fallo.

Tabla 1. Clasificación de la severidad del modo de fallo según la repercusión en el cliente/usuario

Severidad	Criterio	Valor
Muy baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaria un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, esta observara un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. Produce un grado de insatisfacción elevado.	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentaria. Si tales incumplimiento son graves corresponde un 10	9-10

Nota: Extraído de: https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_679.pdf/3f2a81e3-531c-4daa-bfc2-2abd3aaba4ba, por (Bestratén Belloví, Orriols Ramos, & Mata París, 2004). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, España, 2004. NTP (Norma Técnica de Prevención) 679

2.2.12.4 Frecuencia

La frecuencia es la probabilidad de que una causa específica se produzca y de lugar al modo de fallo, en términos de fiabilidad y prevención corresponde a la probabilidad de aparición del fallo. A continuación, se presenta la Tabla de índice de frecuencia con cada una de sus escalas de evaluación (Escoriza Martines, Abreu Ledón, Olivera Cuadra, Macías Abraham, & Borgues Morell, 2010).

Tabla 2. Clasificación de la frecuencia/ probabilidad de ocurrencia del modo de fallo.

Frecuencia	Criterio	Valor
Muy baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-6
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	7-8
Muy alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

Nota: Extraído de: https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_679.pdf/3f2a81e3-531c-4daa-bfc2-2abd3aaba4ba, por (Bestratén Belloví, Orriols Ramos, & Mata París, 2004). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, España, 2004. NTP (Norma Técnica de Prevención) 679

2.2.12.5 Detectabilidad

La detectabilidad permite conocer que tan probable es que no se detecte el fallo a lo largo del proceso, debido a que, mientras más difícil sea detectar un fallo existente, más se tarda en detectar sus consecuencias y estas podrían causar daños mayores al proceso o su detención. A continuación, se muestra la Tabla de jerarquización de detección de fallos (Rojas Lema , 2019).

Tabla 3. Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo.

Detectabilidad	Criterio	Valor
Muy alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posterior.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción.	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final.	9-10

Nota: Extraído de: https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_679.pdf/3f2a81e3-531c-4daa-bfc2-2abd3aaba4ba, por (Bestratén Belloví, Orriols Ramos, & Mata París, 2004). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, España, 2004. NTP (Norma Técnica de Prevención) 679

2.2.12.6 Índice de prioridad de riesgo (IPR)

Según Santillán Sánchez (2012), el índice de prioridad de riesgo resulta del producto de los tres factores que lo determinan, es decir, la severidad, frecuencia y detectabilidad. El orden numérico del IPR ofrece una primera aproximación de su importancia, para así poder tomar decisiones para la acción de mantenimiento ya sean correctoras, preventivas o predictivas.

$$IPR = S * O * D$$

Fórmula para calcular el Índice de prioridad de riesgo

Si el valor del IPR es superior a 100, se debe de intervenir realizando la tarea de mantenimiento respectiva, si el valor del IPR es inferior a 100, no es necesario intervenir, salvo que los cambios sean fáciles de introducir al proceso y mejoren su funcionamiento (Santillan Sanchez , 2012).

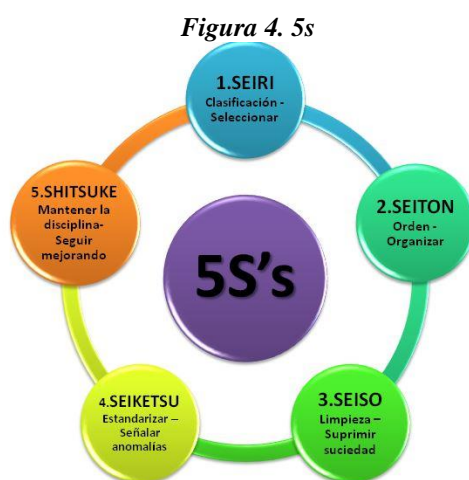
Figura 3. Criterios de matriz de decisión.

		Calidad de los Procesos / Producto	
		Baja	Muy buena
Gravedad / Severidad del Efecto	Alta	NPR > 80 % SEVERIDAD ALTA OCURRENCIA ALTA CALIDAD DEFICIENTE ACCION DE MEJORA Y ACCION DE CONTROL	SEVERIDAD ALTA OCURRENCIA BAJA CALIDAD MUY BUENA ACCION DE CONTROL
	Baja	SEVERIDAD BAJA OCURRENCIA ALTA CALIDAD DEFICIENTE ACCION DE CONTROL	NPR < 20 % SEVERIDAD BAJA OCURRENCIA BAJA CALIDAD MUY BUENA
		Alta	Baja

Nota: Extraído de: <https://www.progressalean.com/amfe-analisis-modal-fallos-efectos/>, por (PROGRESSA LEAN, 2020).

2.2.13 Housekeeping

El Housekeeping del inglés que tiene como traducción “ser amos de casa también en el trabajo” o también llamado 5“S”, es una práctica desarrollada en Japón que hace referencia al Mantenimiento Integral de una empresa. El Housekeeping o 5 “S” son unos de los tres pilares de Gemba Kaizen en el enfoque del sentido común y bajo costo hacia el mejoramiento en cualquier tipo de empresa, ya sea esta de manufactura o servicios y debe comenzar con tres actividades: estandarización, 5“S” y eliminación de la muda (desperdicios) (Nava Martinez , Leon Acevedo , Toledo Herrera , & Kido Miranda , 2017).



Nota: Extraído de: <https://es1421003145.files.wordpress.com/2014/06/5s-s.jpg>, por (Gestión en Prevención, 2006)

2.2.13.1 Primera S: Seiri (Seleccionar)

Según Pérez Sierra & Quintero Beltrán (2017), esta primer S significa eliminar del área de trabajo todos aquellos elementos innecesarios, que no se requieren para el desempeño de la tarea que se realiza. Por lo tanto, consiste en separar lo que se necesita, de lo que no se necesita y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos inútiles que originan despilfarros.

Seiri consiste en:

- Separar del sitio de trabajo las cosas que sirven de las que no sirven.
- Clasificar lo necesarios de lo innecesario para el trabajo diario.
- Mantener lo que se necesita y elimina lo excesivo.

- Eliminar la información innecesaria y que puede conducir a errores de interpretación o de actuación.
- Separar los elementos que se emplean cotidianamente de acuerdo con su uso, naturaleza, seguridad y frecuencia de utilización con el objetivo de facilitar la agilidad en el trabajo (Alvarez Velezmoro & Paucar Poma , 2021).

En la aplicación de Seiri se utiliza una técnica de tarjetas rojas que están unidas a los objetos en cuestión que determina el grado de su usabilidad. Es decir, esta tarjeta se debe colocar a aquellos objetos de los cuales se dude sobre su utilización, para de este modo descubrir si es necesario en el área de trabajo, de no ser así, se debe reubicar o eliminar (Pérez Sierra & Quintero Beltrán , 2017).

Figura 5. Tarjeta roja

ALMACÉN DE REFACCIONES		No.
TARJETA ROJA		
Fecha:	Turno:	
Responsable:		
Material/Artículo:		
Cantidad:		
PLAN DE ACCIÓN		
Buscar código		
Reubicar		
Codificar		
Eliminar		
Otro(especifique):		
Comentario:		
Fecha p/concluir acción:		

Nota: Extraído de:

<http://reaxion.utleon.edu.mx/Art Impr Implementacion de la metodologia 5S en un almacen de refacciones.html> , por (Medrano Lopez , Hinojosa Barrios , Basilio Valdez , & Becerril Rosales , 2019). [Reaxion Año 7, Numero 1.](#)

2.2.13.2 Segunda S: Seiton (Ordenar)

Según Rey Sacristán (2005), la segunda S significa ordenar. En esta se propone en organizar los elementos que han sido clasificados como necesarios, de manera que estos se puedan encontrar con facilidad. De esta manera se definen las ubicaciones y se establecen las identificaciones necesarias para cada objeto. A través de la identificación se mejora la

búsqueda y retorno de los objetos en el área de trabajo, de ese modo cada objetivo tiene su sitio y existe un sitio para cada objeto.

A la hora de aplicar Seiton uno de los mayores inconvenientes que se presentan es la resistencia al cambio y la poca disciplina por parte de los operarios para retornar las cosas a su sitio (Rey Sacristan , 2005).

Para una correcta implantación se debe aplicar los siguientes recursos.

- Delimitar el área de trabajo.
- Evitar duplicidad de herramientas
- Obtener un lugar adecuado de trabajo
- Es indispensable identificar el flujo de herramientas u objetos en el espacio de trabajo y disponerlos en los lugares idóneos según su frecuencia de uso (Rey Sacristan , 2005).

Figura 6. Círculo de frecuencia de uso.



Nota: Extraído de: <https://www.ingenieriadecalidad.com/2018/10/fases-de-implementacion-5s.html>, por (Ingeniería de Calidad, s/f).

2.2.13.3 Tercera S: Seiso (limpieza e inspección)

Según Rodarte & Blanco (2009), la tercera S significa que, después de haber eliminado lo innecesario y clasificado lo que es necesario para realizar las tareas, es necesario realizar una limpieza del área de trabajo de implementación de 5S. De esta forma se identifica

el defecto y se elimina. Seiso también incluye la limpieza diaria del área de trabajo como parte de inspección del puesto de trabajo ante posibles defectos y da importancia al origen de la suciedad y a los defectos encontrados.

Para obtener una correcta evaluación de la limpieza se realizan jornadas de limpieza en los espacios de trabajo, en donde los operarios de planta pueden evaluar la limpieza de una oficina y los de oficina evaluar la limpieza de planta. De esta forma se aumenta la cooperación entre departamentos, la sociabilización de los empleados y aumenta el interés por el orden y la limpieza en el puesto de trabajo (Rodarte & Blanco, 2009).

Al aplicar Seiso se:

- Neutraliza la distinción entre responsables de procedimientos, responsables de limpieza y técnicos de mantenimiento.
- Integra la limpieza como parte del trabajo diario y asumirla como una actividad de mantenimiento autónomo (Rodarte & Blanco, 2009).

2.2.13.4 Cuarta S: Seiketsu (estandarizar)

Según Pérez Sierra & Quintero Beltrán (2017), Medrano López, Hinojosa Barrios, Basilio Valdez & Becerril Rosales (2019), la cuarta S consiste en establecer estándares de limpieza e inspección, para así realizar acciones de autocontrol permanente. Para poder generar esta cultura, se pueden colocar fotografías del sitio de trabajo estando en condiciones óptimas, para que dé esta forma pueda ser visto por todos los empleados y así recordarle el estado en el que debería permanecer el área de trabajo, así mismo, se puede desarrollar normas en donde se especifiquen como debe hacer cada empleado con su área de trabajo.

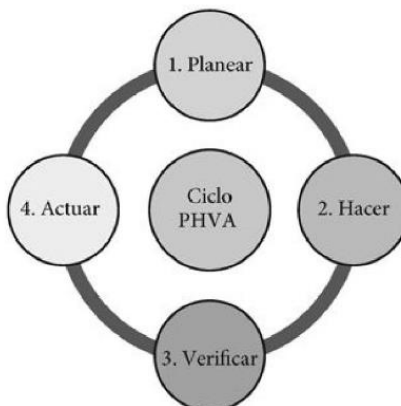
Seiketsu pretende:

- Mantener la limpieza alcanzada con las primeras S'S.
- Verificar el cumplimiento de los estándares.
- Enseñar al personal a realizar el trabajo de limpieza, medidas de seguridad y procedimientos a seguir en caso de identificar algo anormal, esto se debe de hacer con el apoyo de la dirección (Medrano Lopez , Hinojosa Barrios , Basilio Valdez , & Becerril Rosales , 2019).

2.2.13.5 Quinta S: Shitsuke (disciplina)

Según Descalzi Guanilo (2019), la quinta S significa que los involucrados deben de practicar constantemente las 4S anteriores, con el objetivo de aplicar la mejora continua, en esta fase de pretender que los procedimientos se conviertan en hábitos. Shitsuke es el puente entre las 5S y el concepto Kaizen o de mejora continua, ya que los hábitos desarrollados con la práctica del ciclo de Deming PHVA constituyen un buen modelo para lograr que la disciplina sea un valor fundamental en la forma de realizar un trabajo.

Figura 7. Ciclo PHVA



Nota: Extraído de:

<https://books.google.com.ec/books?id=FgT2DwAAOBAJ&pg=PT5&dq=ciclo+phva&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi-r5vpndLwAhXwmOAKHV6eAngQ6AEwAHoECAYQA#v=onepage&q=ciclo%20phva&f=false>
Por (Zapata Amparo, 2016), Ciclo de la calidad PHVA. Planear, Hacer, Verificar, Actuar (PHVA)

Shitsuke implica:

- Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización.
- Comprender la importancia del respeto por los demás y las normas.
- Promover el hábito de autocontrol o reflexión sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas.
- Mejora el respeto propio y el de los demás (Descalzi Guanilo, 2019).

2.2.14 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa es una herramienta que permite analizar los problemas y detectar rápidamente las posibles soluciones al mismo. Al aplicar esta metodología se constata de forma rápida las principales causas a un problema en específico y facilita emplear correcciones de manera óptima y eficaz, para dar solución de manera inmediata (Escaida Villalobos , Jara Valdés , & Letzkus Palavecino, 2016).

2.2.15 Mapa de proceso

El mapa de procesos es una representación gráfica de los procesos que se gestionan dentro de una organización, es decir, es el conjunto de actividades y recursos interrelacionados que se transforman en elementos de entrada y salida aportando valor para el usuario. El mapa de procesos permite tener una perspectiva global-local, ubicando cada proceso en el marco de la cadena de valor (Alarcon Parra , Alarcon Parra , & Guadalupe , 2019).

2.2.16 Diagrama de flujo

El diagrama de flujo es un cuadro grafico en el que se presentan de forma secuencial las actividades que conforman un determinado proceso a través del uso de una simbología reconocida universalmente. A través de este cuadro grafico se puede determinar las interrelaciones que existe entre los agentes, los lugares y los medios utilizados en las diferentes etapas de un proceso (Pinto Madroñero , Uris Selles , & Mena Esquivias , 2003).

2.3 Marco conceptual

Criterio. – Regla o norma conforme a la cual se establece un juicio o se toma una determinación.

Evaluación. - Valoración de conocimientos, actitud y rendimiento de una persona o de un servicio.

Kaizen. – Palabra japonesa que designa al concepto de *mejora* comprendida como una acción en curso. Se traduce habitualmente como *mejora continua*, aplicado a los métodos de gestión de procesos.

Metodología. - Conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica, un estudio o una exposición doctrinal.

PHVA. – Es una herramienta de la mejora continua, presentada por Deming a partir del año 1950; se basa en un ciclo de 4 pasos: Planificar (Plan), Hacer (Do), Verificar (Check) y Actuar (Act).

2.4 Marco legal

Ministerio de gobierno

Para efectos del presente trabajo se toma en consideración los aspectos generales y las responsabilidades que por reglamento se deben cumplir para el uso de estas sustancias sujetas a fiscalización.

A través de la Subsecretaría Técnica de Control y Administración de Sustancias Catalogadas Sujetas a Fiscalización regula el uso de sustancias sujetas a fiscalización expide: “El Reglamento para el Control y Administración de Sustancias Catalogadas Sujetas a Fiscalización” mediante el registro oficial 157 (Ministerio de Gobierno, 2020).

Aspectos Generales:

El Reglamento tiene por objeto establecer las normas y procedimientos que el Ministerio de Gobierno, a través de la Subsecretaría Técnica de Control y Administración de Sustancias Catalogadas Sujetas a Fiscalización, aplicará en el ejercicio de su atribución de control de sustancias catalogadas sujetas a fiscalización (en adelante “Sustancias”), con fines de investigación científica no médica, adiestramiento e industrialización no farmacéutica; y, de administración de sustancias catalogadas sujetas a fiscalización recibidas en depósito, el cual rige para las personas naturales y jurídicas nacionales o extranjeras que, amparadas en lo dispuesto en este Reglamento, soliciten calificación o autorización para manejar Sustancias sujetas a mecanismos de vigilancia (Ministerio de Gobierno, 2020)

Artículo 14.- Responsabilidades. - El representante técnico de las personas naturales o jurídicas calificadas en el Ministerio de Gobierno debe ejecutar las siguientes acciones:

- a) Implementar medidas y mecanismos de control interno de su representada para asegurar el uso lícito de sustancias catalogadas sujetas a fiscalización;
- b) Capacitar al recurso humano bajo dependencia laboral de la persona natural o jurídica que representa, sobre manipulación, almacenamiento y transporte de sustancias químicas sujetas a fiscalización y vigilancia, utilizadas en sus lugares de trabajo y medidas adecuadas de prevención que les permitan asegurar el uso lícito de estas

sustancias para evitar su desvío, considerando las normas técnicas establecidas por la autoridad competente;

- c) Sustentar técnicamente en los formatos proporcionados por el Ministerio de Gobierno, la producción, uso, cupos requeridos y metodología de pérdidas y ganancias para cada sustancia durante el proceso de calificación y renovación que incluye entre otras, sistemas de medición, capacidad de bodegaje, proyección anual de adquisición estimada de sustancias catalogadas sujetas a fiscalización, capacidad de producción anual, descripción del proceso productivo, intervención de sustancias en proceso, elaboración de productos, índices de consumo, capacidad instalada para el uso, formulaciones y capacidad de producción; y,
- d) Implementar buenas prácticas de control de sustancias catalogadas sujetas a fiscalización que garanticen el uso lícito de estas sustancias mediante la elaboración y aplicación del Manual de Manejo de Sustancias Catalogadas Sujetas a Fiscalización, que incluya:
 - 1.- Responsabilidades del personal que maneja sustancias catalogadas sujetas a fiscalización (bodeguero, transportista, jefe de producción y otros);
 - 2.- Los procesos administrativos para su manejo;
 - 3.- Los procesos productivos, diagramas de flujo y establecimiento de índices de consumo;
 - 4.- Formato de órdenes de producción y/o registros de consumo;
 - 5.- Listado de equipos utilizados en el proceso productivo con las capacidades de producción, uso y plan de mantenimiento;
 - 6.- Procedimiento para buenas prácticas de almacenamiento, embalaje, distribución y transporte;
 - 7.- Procedimiento de la verificación de los requisitos a los proveedores y/o compradores de estas sustancias, aplicando el procedimiento “conozca a su cliente”;

- 8.- Procedimiento de metrología empleado en la empresa, considerando instrumentos y equipos de medición a ser utilizados que deben ser calibrados según las condiciones de los equipos, por instituciones autorizadas y mantener un registro de los resultados de la calibración y verificación;
 - 9.- Procedimientos para registro de ajuste de inventario;
 - 10.- Procedimiento para la implementación de nuevas formulaciones que contengan sustancias catalogadas sujetas a fiscalización;
 - 11.- Procedimiento para toma de inventario físico;
 - 12.- Procedimiento de archivo de los documentos que soporten técnicamente la utilización de las sustancias catalogadas sujetas a fiscalización, registro de movimientos, acciones correctivas en caso de existir errores involuntarios y comunicaciones recibidas del Ministerio de Gobierno;
 - 13.- Procedimiento para derrames y pérdidas;
 - 14.- Metodología de pérdidas y ganancias; y,
 - 15.- Procedimiento de auditorías internas.
- e) Implementar sistemas de control de ingresos y egresos de sustancias catalogadas sujetas a fiscalización, en los cuales se registre la cantidad exacta de la sustancia utilizada en productos intermedios y productos elaborados, respaldando los movimientos con la documentación que justifique las transacciones lícitas;
 - f) Difundir al personal responsable de actividades relacionadas con sustancias catalogadas sujetas a fiscalización, la información facilitada por el Ministerio de Gobierno;
 - g) Brindar las facilidades necesarias para inspecciones de control y fiscalización, y poner a disposición de los funcionarios del Ministerio de Gobierno, toda la información y documentos relacionados con el manejo de las sustancias catalogadas sujetas a fiscalización;

- h) Revisar si las sustancias catalogadas sujetas a fiscalización utilizadas en sus procesos productivos o de comercialización constan en la calificación otorgada por el Ministerio de Gobierno, así como también la composición de los productos químicos terminados que contengan una o más sustancias catalogadas sujetas a fiscalización en una concentración superior al 85% y las diluciones acuosas de ácidos, bases y oxidantes en concentración superior al 6 N (6 Normal);
- i) Controlar las instalaciones con que cuente la persona calificada en las que se maneje sustancias catalogadas sujetas a fiscalización e implementar en las mismas normas de seguridad industrial;
- j) Informar al Ministerio de Gobierno de las acciones sospechosas o inusuales con sustancias catalogadas sujetas a fiscalización;
- k) Realizar auditorías internas que garanticen el uso adecuado de sustancias catalogadas sujetas a fiscalización, que permitan determinar el estado actual de la empresa en cuanto a los movimientos de estas;
- l) Efectuar la supervisión permanente para el cumplimiento de los aspectos técnicos y legales en el manejo de sustancias catalogadas sujetas a fiscalización, como cupos disponibles para evitar exceso, el acatamiento de las recomendaciones emitidas en las actas de inspección o de fiscalización, entre otros;
- m) Realizar mensualmente inventarios físicos de sustancias catalogados sujetas a fiscalización y compararlo con los inventarios contables;
- n) Verificar que la información reportada al SISALEM corresponda a los datos reales de las transacciones de las sustancias catalogadas sujetas a fiscalización y sea enviada en el plazo establecido; y,
- Conservar por dos años, la documentación técnica y legal del manejo de sustancias catalogadas sujetas a fiscalización (Ministerio de Gobierno, 2020).

2.5 Marco normativo.

ASTM A 143

En esta normativa se encuentran las practicas estándar para la protección contra la fragilización de productos de acero estructural galvanizado en caliente y procedimiento para detectar la fragilidad. Esta práctica cubre los procedimientos que se pueden seguir para proteger contra la posible fragilización del acero galvanizado en caliente después de la fabricación, y describe los procedimientos de prueba para detectar la fragilidad. Las condiciones de fabricación pueden inducir una susceptibilidad a la fragilización en ciertos aceros que puede acelerarse mediante la galvanización (ASTM INTERNATIONAL, 2020).

ASTM A 385

En esta normativa se encuentran las prácticas para entregar revestimientos de Zinc de alta calidad. En esta se indican las precauciones que se deben tomar para obtener revestimientos galvanizados por inmersión en caliente de alta calidad (Ecuador Documents, 2019).

ASTM A 767

En esta normativa se encuentran las especificaciones para galvanizado de barras de acero para hormigón, esta es aplicable exclusivamente al galvanizado en caliente de acero de refuerzo (varillas), es aplicable a todo tipo de varillas, tanto lisas como deformadas. Los requisitos de esta norma están destinados a producir un recubrimiento de zinc de alta calidad para protección contra la corrosión (ASTM INTERNATIONAL, 2020).

ASTM A 780

En esta normativa se encuentran las prácticas estándar para la reparación de áreas dañadas y sin recubrimientos de recubrimientos galvanizados por inmersión en caliente. En

esta práctica se describen los métodos que se pueden emplear para reparar revestimientos por inmersión en caliente dañados por herrajes, formas estructurales o por resultado de soldadura o corte (ASTM INTERNATIONAL, 2020).

ASTM B 6

En esta normativa se encuentran las especificaciones estándar para zinc, aquí se indica cuando el zinc metálico debe ser probado y cumplir con los requisitos de composición química que se prescriben dentro de esta norma. El material debe estar libre de corrosión superficial y materias extrañas adheridas (ASTM INTERNATIONAL, 2018).

ASTM D 6386

En esta normativa se encuentran las prácticas estándar para la preparación de productos de hierro y acero recubierto de zinc galvanizado en caliente y superficies de hardware para pintar. En esta práctica se describen los procedimientos que se pueden utilizar para preparar superficies nuevas y desgastadas revestidas de zinc en productos de acero post-fabricación para pintar, y que pueden mejorar la unión de la pintura a la superficie de zinc (ASTM INTERNATIONAL, 2019).

ASTM E 376

En esta normativa se encuentran las prácticas estándar para medir el espesor del revestimiento mediante métodos de prueba de campo magnético o corrientes de Foucault (electromagnéticas). En esta se cubre el uso de instrumentos medidores de espesor de tipo de corriente magnética y de Foucault para la medición no destructiva del espesor de un recubrimiento sobre un sustrato metálico (ASTM INTERNATIONAL, 2019)

AWS D-19.0

La norma identifica problemas y proporciona soluciones al soldador de acero recubierto en zinc; se ocupa principalmente de los procesos de soldadura por arco y gas que se utilizan comercialmente para unir aceros recubiertos de zinc (American Welding Society, 1972).

ASTM A 653

En esta normativa se encuentran las especificaciones estándar para chapa de acero, recubierta de zinc galvanizada o recubierta de zinc-hierro galvanizada mediante el proceso de inmersión en caliente (ASTM INTERNATIONAL, 2020).

El material de acero ASTM A 653 está disponible en seis designaciones metalúrgicas como el acero comercial, acero conformado, acero de embutición profunda, acero de embutición extra profunda, acero estructural, acero de baja aleación de alta resistencia, acero de baja aleación de alta resistencia con formabilidad mejorada, acero endurecido en solución y endurecible al horno de acero, que son aquellas que le proporcionan grados de conformabilidad y resistencia (ASTM INTERNATIONAL, 2020).

ASTM A 53

En esta normativa se encuentra la especificación estándar para el tubo de acero al carbono utilizado en tuberías sin costura, con soldadura o con costura, y galvanizados con revestimiento en zinc. Existen distintos grados, sin embargo, el grado B es el más utilizado en diversos sectores industriales (Octal, 2018).

CAPITULO 3

METODOLOGÍA

3.1 Tipo de investigación

Aplicada

Debido a que a través de la metodología AMEF y Housekeeping se pretende contribuir con una propuesta a la mejora de la calidad del proceso, al orden y limpieza dentro del área de trabajo.

Explicativa

Debido a que no solo se describe y se relaciona lo que se hace, sino que se identifican las causas del fenómeno de estudio, en este caso, las causas que ocasionan que el proceso no funcione de la manera correcta y el que las herramientas o implementos de trabajo afecten el desempeño del mismo, ocasionando paras y productos no conformes.

No experimental

Debido a que se basa en la observación del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, identificando las causas de los problemas dentro de cada una de sus etapas, para de esta manera posteriormente analizarlos tanto bajo la metodología AMEF como Housekeeping.

Documental

Debido a que la información que sirve como punto de partida o sustento para esta investigación se ha obtenido de artículos científicos, libros, revistas técnicas, etc., de manera que se construyó una metodología de análisis tanto para AMEF como Housekeeping.

Campo

Debido a que el objeto de estudio se realiza a través de la observación in situ.

Longitudinal

Debido a que se establece un periodo de tiempo para evaluar la evolución del proceso de galvanizado tanto en AMEF como en Housekeeping, encontrando los puntos críticos dentro de cada etapa del proceso de galvanizado.

Cualitativa

Debido a que la información recolectada responde al criterio técnico de las personas responsables de cada etapa del proceso, registrándose en una matriz de observaciones, para posteriormente poder analizar esta información y encontrar las posibles soluciones a los problemas hallados.

3.2 Técnicas e instrumentos

Técnica

Observación

Debido a que el responsable de cada una de las etapas del proceso de galvanizado identifica de forma visual los problemas que se presentan y los documenta para su posterior análisis.

Instrumentos

Checklist

Herramienta aplicada para la recolección de información en Housekeeping, planteándose un grupo de preguntas para cada una de las categorías de las S. Dentro de cada uno de estos apartados en promedio se plantaron entre 13 a 15 preguntas que corresponden a las características de cada S, con la finalidad de encontrar las causas que ocasionan los problemas.

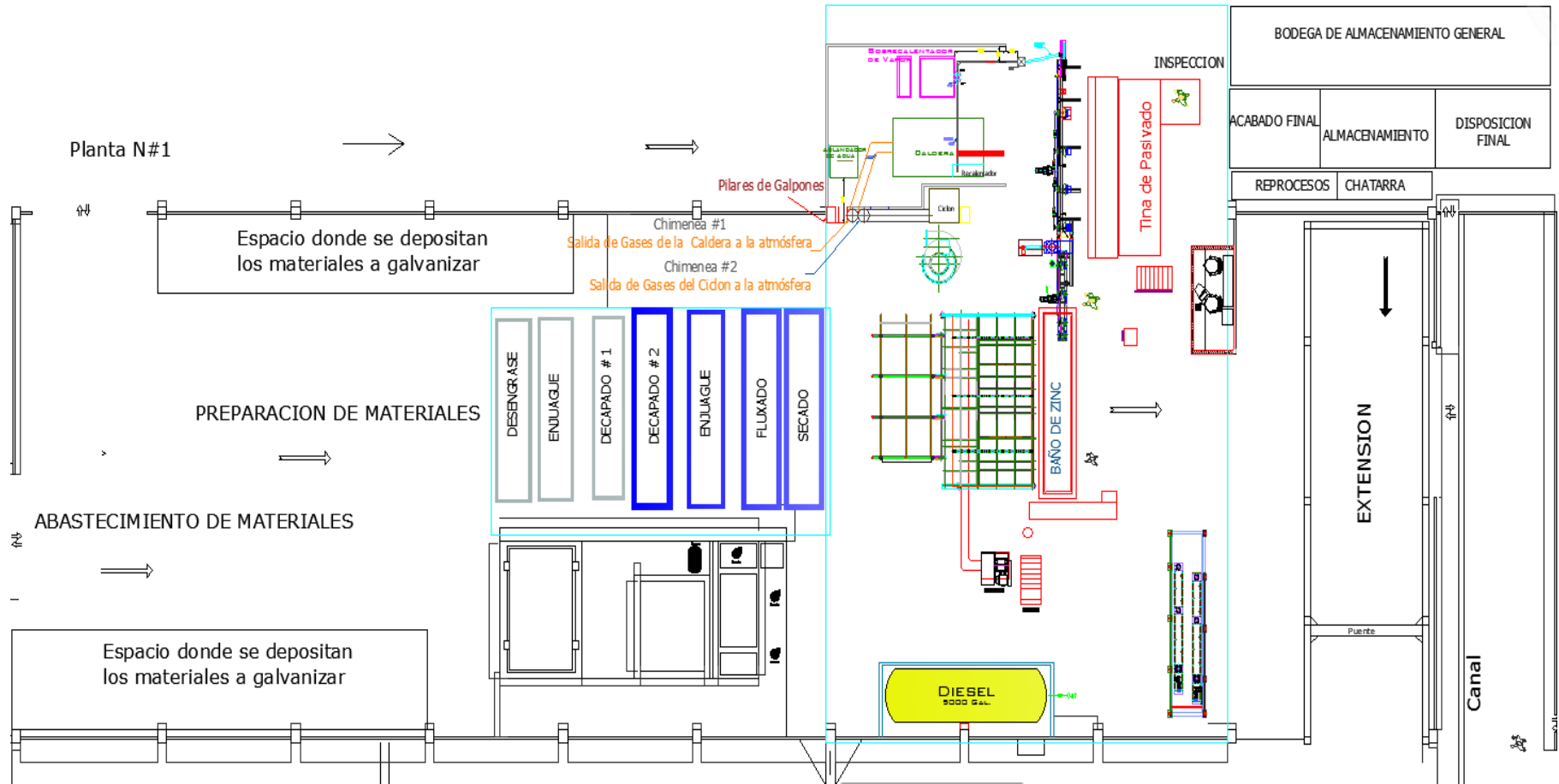
Matriz AMEF

Se emplea como instrumento la matriz AMEF debido a que permite identificar los puntos críticos dentro de cada una de las etapas del proceso de galvanizado por inmersión en

caliente, para determinar las incidencias que existen dentro del proceso y presentar las posibles soluciones al mismo.

3.3 Lay Out del área del proceso de galvanizado por inmersión en caliente.

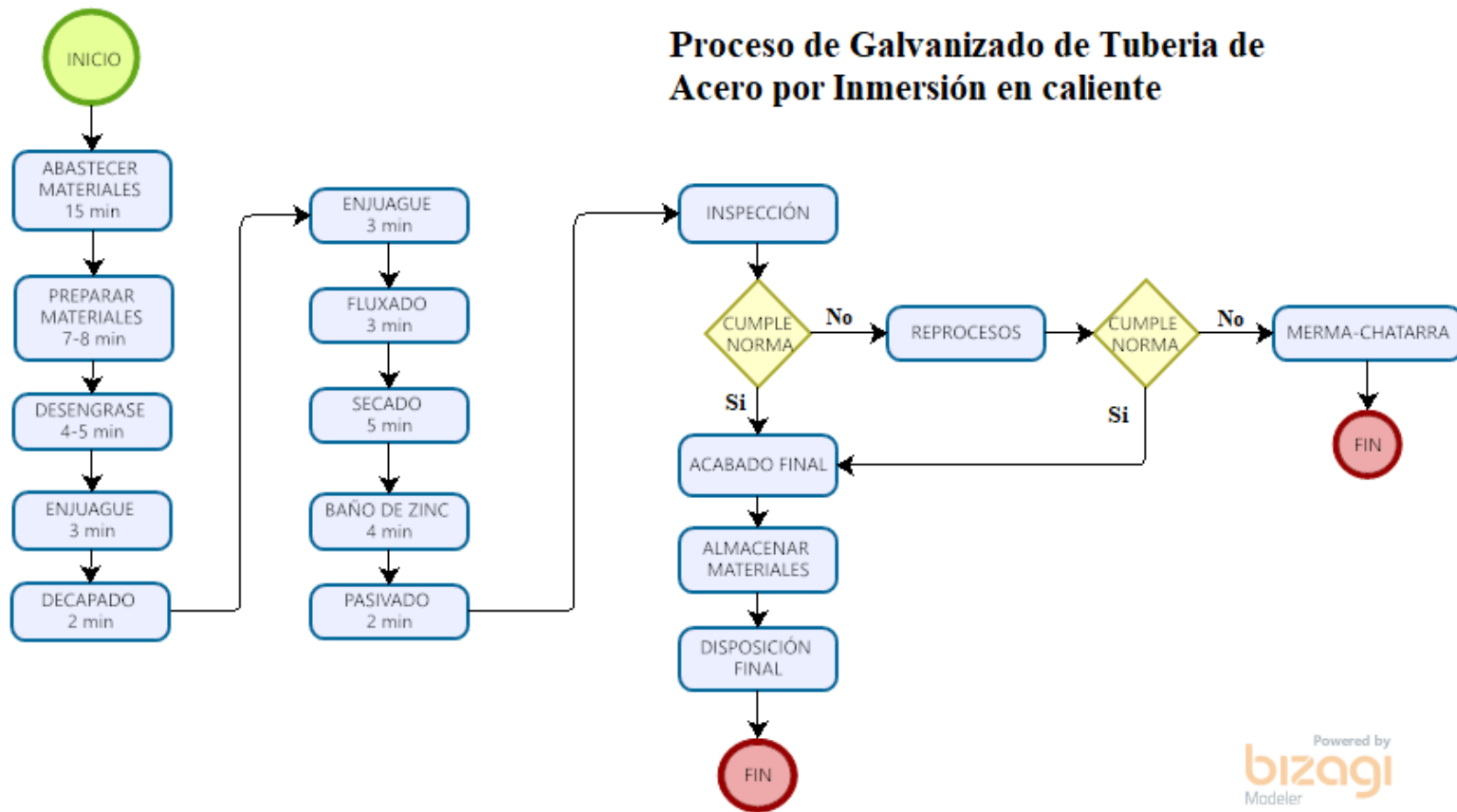
Figura 8. Lay Out



Nota: Distribución de planta del área de galvanizado por inmersión en caliente, por autores.

3.4 Diagrama de flujo del proceso de galvanizado por inmersión en caliente.

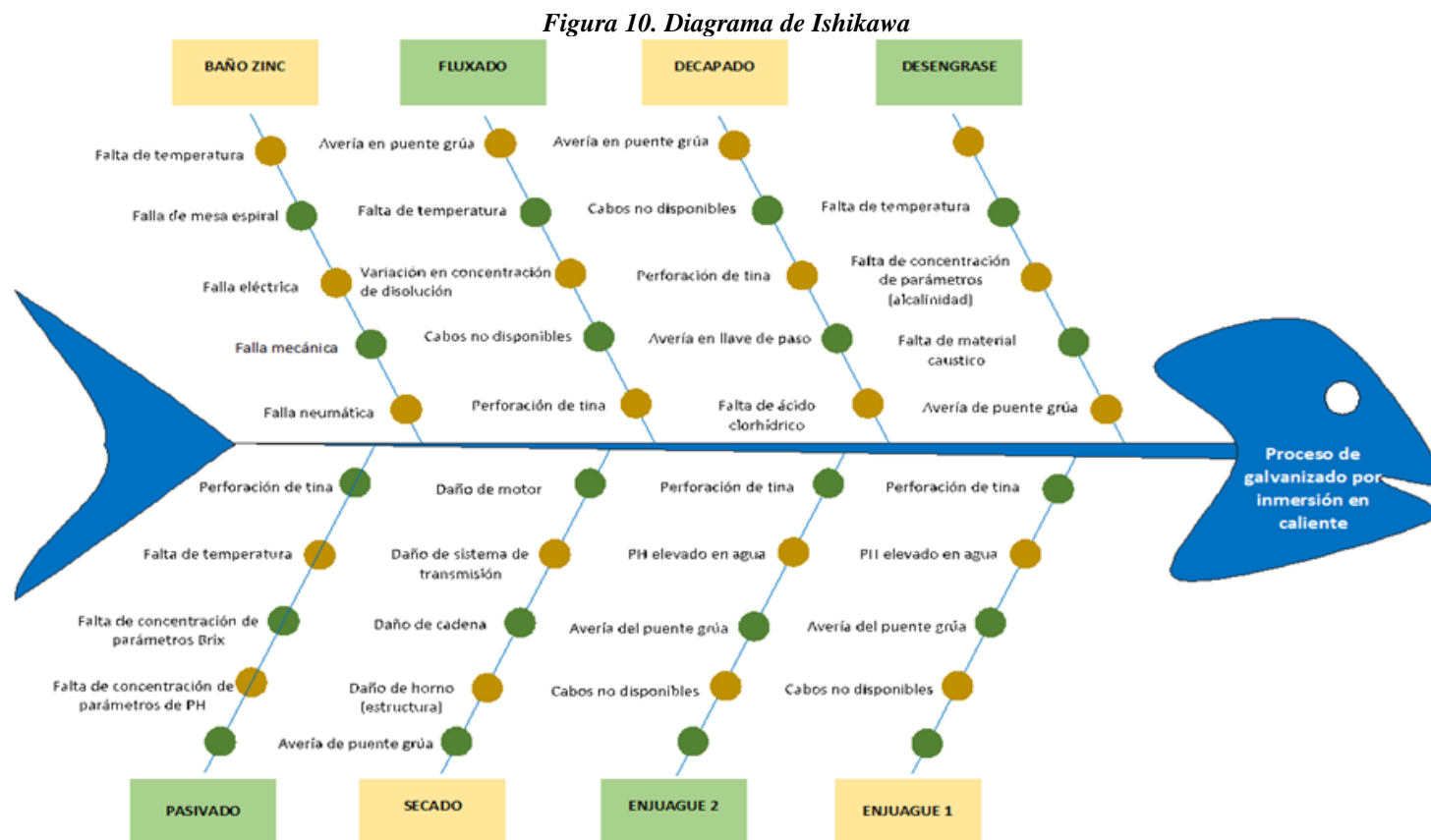
Figura 9. Diagrama de Flujo



Nota: flujograma del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, por autores.

3.6 Diagrama de Ishikawa del proceso de galvanizado por inmersión en caliente.

Se aplicó esta herramienta con la finalidad de identificar mediante una lluvia de ideas los posibles problemas que se encuentran dentro de cada una de las etapas del proceso de galvanizado por inmersión en caliente. Esto se realizó a través de una reunión de trabajo entre los colaboradores y responsables del área.



Nota: Diagrama de Ishikawa del área de galvanizado por inmersión en caliente, por autores.

3.7 Diagnostico (situación actual) AMEF

Análisis de Modo y Efecto de la Falla

En la Tabla N° 4, se presentan los datos obtenidos durante seis meses, se procedió a recopilar los modos de fallos que se encuentran dentro cada una de las etapas del proceso de galvanizado por inmersión en caliente. Identificando los fallos, la frecuencia con la que estos ocurren y el impacto que estos causan dentro del proceso, de esta manera se podrá identificar cuáles son los que tienen una mayor incidencia dentro del proceso, en base a la siguiente secuencia:

1. Una vez identificadas las etapas y los modos de falla se proceden a identificar cual es el efecto potencial de cada una de estos modos potenciales de fallo.
2. Para ello, se procede a ponderar en una escala del 1 al 10 la severidad, donde 1 es riesgo mínimo y 10 riesgo alto.
3. Posterior a esto se determinan las causas potenciales que originan estos fallos y se procede a ponderar en una escala del 1 al 10 la ocurrencia, donde 1 es riesgo mínimo y 10 riesgo alto.
4. Luego se procede a dar la solución que se toma en el momento para posteriormente ponderar la detectabilidad en una escala del 1 al 10, donde 1 es alto y 10 es bajo.
5. Una vez identificado y ponderado lo anteriormente expuesto se calcula el índice de prioridad de riesgo NPR, que corresponde a la multiplicación de la severidad, ocurrencia y detectabilidad, a través de este se identifica el riesgo que representa este modo de fallo dentro del proceso.

Tabla 4. Diagnostico proceso de galvanizado por inmersión en caliente

Nombre de Proceso o Producto:	Proceso de galvanizado por inmersión caliente	Preparado por:	Ing. Alex García	Página:	De
Encargado:	Ing. Guillermo Martínez	FMEA Fecha (Orig):	5/4/2021	Rev.	

Nº E	Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEVERIDAD	Causas Potenciales	OCURRENCIA	Controles de Ocurrencia	DETECTA	NPR	%
Etapa	¿Cuál es el paso del proceso?	¿De qué maneras puede fallar dicho paso del proceso?	¿Cuál es el impacto de las variables de los pasos clave cuando hay un fallo (cliente o requerimientos internos)?	¿Qué tan severo es el efecto para el cliente?	¿Qué causa que el paso clave falle?	¿Qué tan seguido ocurre la causa o Modo de Fallo?	¿Cuáles son los controles existentes y procedimientos preventivos de Causa o Modo de Falla?	¿Qué también pueden detectar la Causa o Modo de Falla?		
E1	Abastecimiento de materiales	Avería de puente	No se recibe material	8	Capacidad de puente menor a la carga	8	Usar otro puente	10	640	100%
		Falta faja	No se recibe material	4	Producto importado	1	Usar cabos	10	40	6%
		Faja muy corta	No se recibe material	4	Producto importado	1	Usar cabos	10	40	6%
		Falta de seguro en gancho	No se recibe material	4	Deterioro forzado	1	Exposición al riesgo	10	40	6%
		Falta de personal	No se recibe material	10	Ausentismo/pandemia	3	No se recibe material	10	300	47%
E2	Preparación de materiales	Falta de tijera	No se puede cortar el zuncho, amarra plástica metálica.	2	Perdida; falta de filo	1	Solicitar una tijera nueva	10	20	3%
		Confusión de material	No se sabe que material es	3	No cuenta con identificación	1	Medir diámetro y espesor longitudinal	10	30	5%
		Avería de puente	No se recibe material	8	Capacidad de puente menor a la carga	8	Usar otro puente	10	640	100%
		Cabos no disponibles	No se puede izar material	4	Desgaste/ no hay stock	1	Reemplazo de cabos	10	40	6%
		Material mal estibado	No se puede izar el material	4	Rotura de maderas	2	Se realiza palanca para poner cabos e izar el material	10	80	13%

E3	Desengrase	Falta de temperatura	Falla en temperatura/sistema neumático	6	Deterioro natural	2	Medir con termocupla	10	120	19%
		Falta de concentración de parámetros (alcalinidad)	Falta de herramienta de medición	6	No hay como medir la concentración	1	Medir con densímetro	10	60	9%
		Falta de material caustico	Falta de herramienta de medición	10	No hay como medir concentración	1	Medir con densímetro	10	100	16%
		Avería de puente	No se recibe material	8	Capacidad de puente menor a la carga	8	Usar otro puente	10	640	100%
E4	Enjuague 1	Perforación de tina	Fuga/derrame de agua	2	Desperdicio de agua	2	Soldar perforación	10	40	6%
		PH elevado en agua	Producto no conforme	2	Falta de control	1	Reemplazo de agua y limpiar la tina	10	20	3%
		Avería del puente grúa	No se recibe material	8	Capacidad de puente menor a la carga	8	Usar otro puente	10	640	100%
		Cabos no disponibles	No se puede izar material	4	Desgaste/no hay stock	1	Reemplazo de cabos	10	40	6%
E5	Decapado	Avería de puente	No se recibe material	8	Capacidad de puente menor a la carga	8	Usar otro puente	10	640	100%
		Cabos no disponibles	No se puede izar el material	4	Desgaste/no hay stock	1	Reemplazo de cabos	10	40	6%
		Perforación de tina	Fuga de acido	10	Deterioro/golpe	1	Reparación de tina	10	100	16%
		Avería en llave de paso	Fuga de acido	10	Deterioro/golpe	2	Reemplazo de llave de paso	10	200	31%
		Falta de ácido clorhídrico	No llega material	10	Sustancia sujeta a fiscalización por el ministerio de gobierno	1	Agregar ácido clorhídrico	10	100	16%
E6	Enjuague 2	Perforación de tina	Fuga/derrame de agua	2	Desperdicio de agua	2	Soldar perforación	10	40	6%
		PH elevado en agua	Producto no conforme	2	Falta de control	1	Reemplazo de agua y limpiar la tina	10	20	3%
		Avería del puente grúa	No se recibe material	8	Capacidad de puente menor a la carga	8	Usar otro puente	10	640	100%

		Cabos no disponibles	No se puede izar material	4	Desgaste/no hay stock	1	Reemplazo de cabos	10	40	6%
E7	Fluxado	Avería en puente	No se recibe material	8	Capacidad de puente menor a la carga	8	Usar otro puente	10	640	100%
		Falta de temperatura	Material no conforme	6	Daño serpentín	4	Reemplazo de serpentín	10	240	38%
		Variación en concentración de disolución	Material no conforme	6	Falta de herramienta de medición	4	Medir con densímetro	10	240	38%
		Cabos no disponibles	No se puede izar material	4	Desgaste/no hay stock	1	Reemplazo de cabos	10	40	6%
		Perforación de tina	Fuga/derrame	10	Desperdicio del producto	1	Corrección de fuga	10	100	16%
E8	Secado	Daño de motor	Producto no se puede trasladar	10	Deterioro forzado (calentamiento)	1	Cambio de motor	10	100	16%
		Daño sistema de transmisión	Producto no se puede trasladar	10	Deterioro forzado (calentamiento)	2	Cambio de transmisión	10	200	31%
		Daño de cadena	Producto no se puede trasladar	10	Deterioro forzado (calentamiento)	2	Cambio de cadena	10	200	31%
		Daño de horno (estructura)	Producto no se puede trasladar	6	Deterioro forzado (calentamiento)	2	Cambio de estructuras	10	120	19%
		Avería de puente	No se recibe material	8	Capacidad de puente menor a la carga	8	Usar otro puente	10	640	100%
E9	Baño de zinc	Falta de temperatura	Material no conforme	6	Daño de quemadores	4	Revisión y limpieza de cañerías de combustión	10	240	38%
		Falla de mesa espiral	Material golpeado	6	Daño de espiral	4	Soldadura	10	240	38%
		Falla eléctrica	No se puede galvanizar material	10	Cable roto/circuito	4	Reemplazo de cable	10	400	63%
		Falla mecánica	No se puede galvanizar material	10	Cadena rota	4	Reemplazo de cadena	10	400	63%
		Perforación de tina	Fuga de zinc	10	Derrame de zinc líquido a alta temperatura (superior a 400° C)	1	Soldar perforación	10	100	16%
		Avería de puente	No se recibe material	8	Capacidad de puente menor a la carga	8	Usar otro puente	10	640	100%

		Falla neumática	No se puede galvanizar material	10	Compresor averiado	4	Encender compresor	10	400	63%
E10	Pasivado	Perforación de tina	Fuga/derrame	6	Desperdicio de material	2	Soldar fuga	10	120	19%
		Falta de temperatura	Muy caliente tuerce el tubo	4	Falla de torre de enfriamiento	4	Reparación de torre de enfriamiento	10	160	25%
		Falta de concentración de parámetros Brix	Falta de herramienta de medición	4	No hay como medir	2	Medir con medidor de grados Brix	10	80	13%
		Avería de puente	No se recibe material	8	Capacidad de puente menor a la carga	8	Usar otro puente	10	640	100%
		Falta de concentración de parámetros PH	Falta de herramienta de medición	6	Falla en sistema de combustión (quemadores, blowers, bombo de diésel, filtros de combustibles.	4	Medir con medidor de PH	10	240	38%

Nota: Matriz AMEF, diagnostico por etapa del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, por autores. Análisis de modos de efectos y fallas (AMEF)

3.8 Identificación de puntos críticos

Análisis de Modo y Efecto de la Falla

En la Tabla N° 5, se muestra el resumen de los puntos críticos altos del proceso de galvanizado por inmersión en caliente

Tabla 5. Puntos críticos altos

Nombre de Proceso o Producto:	Proceso de galvanizado por inmersión caliente
Encargado:	Ing. Guillermo Martínez

Preparado por:	Ing. Alex García	Página:	De
FMEA Fecha (Orig):	5/4/2021	Rev.	

N° E	Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEVERIDAD	Causas Potenciales	OCURRENCIA	Controles de Ocurrencia	DETECTA	NPR	%
Etapa	¿Cuál es el paso del proceso?	¿De qué maneras puede fallar dicho paso del proceso?	¿Cuál es el impacto de las variables de los pasos clave cuando hay un fallo (cliente o requerimientos internos)?	¿Qué tan severo es el efecto para el cliente?	¿Qué causa que el paso clave falle?	¿Qué tan seguido ocurre la causa o Modo de Fallo?	¿Cuáles son los controles existentes y procedimientos preventivos de Causa o Modo de Falla?	¿Qué también pueden detectar la Causa o Modo de Falla?		
E1	Abastecimiento de materiales	Avería del puente grúa	No se recibe material	8	Capacidad de puente menor a la carga	8	Usar otro puente	10	640	100%
E2	Preparación de materiales	Avería del puente grúa	No se recibe material	8	Capacidad de puente menor a la carga	8	Usar otro puente	10	640	100%
E3	Desengrase	Avería del puente grúa	No se recibe material	8	Capacidad de puente menor a la carga	8	Usar otro puente	10	640	100%

E4	Enjuague 1	Avería del puente grúa	No se recibe material	8	Capacidad de puente menor a la carga	8	Usar otro puente	10	640	100%
E5	Decapado	Avería del puente grúa	No se recibe material	8	Capacidad de puente menor a la carga	8	Usar otro puente	10	640	100%
E6	Enjuague 2	Avería del puente grúa	No se recibe material	8	Capacidad de puente menor a la carga	8	Usar otro puente	10	640	100%
E7	Fluxado	Avería del puente grúa	No se recibe material	8	Capacidad de puente menor a la carga	8	Usar otro puente	10	640	100%
E8	Secado	Avería del puente grúa	No se recibe material	8	Capacidad de puente menor a la carga	8	Usar otro puente	10	640	100%
E9	Baño de zinc	Avería del puente grúa	No se recibe material	8	Capacidad de puente menor a la carga	8	Usar otro puente	10	640	100%
		Falla eléctrica	No se puede galvanizar material	10	Cable roto/circuito	4	Reemplazo de cable	10	400	63%
		Falla mecánica	No se puede galvanizar material	10	Cadena rota	4	Reemplazo de cadena	10	400	63%
		Falla neumática	No se puede galvanizar material	10	Compresor averiado	4	Encender compresor	10	400	63%
E10	Pasivado	Avería del puente grúa	No se recibe material	8	Capacidad de puente menor a la carga	8	Usar otro puente	10	640	100%

Nota: Matriz AMEF, Identificación de puntos críticos altos por etapa del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, por autores. Análisis de modos de efectos y fallas (AMEF)

Análisis de Modo y Efecto de la Falla

En la Tabla N° 6, se muestra el resumen de los puntos críticos moderados del proceso de galvanizado por inmersión en caliente

Tabla 6. Puntos críticos moderados

Nombre de Proceso o Producto:	Proceso de galvanizado por inmersión caliente
Encargado:	Ing. Guillermo Martínez

Preparado por:	Ing. Alex García	Página:	de
FMEA Fecha (Orig):	5/4/2021	Rev.	

N° E	Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEVERIDAD	Causas Potenciales	OCURRENCIA	Controles de Ocurrencia	DETECTA	NPR	%
Etapa	¿Cuál es el paso del proceso?	¿De qué maneras puede fallar dicho paso del proceso?	¿Cuál es el impacto de las variables de los pasos clave cuando hay un fallo (cliente o requerimientos internos)?	¿Qué tan severo es el efecto para el cliente?	¿Qué causa que el paso clave falle?	¿Qué tan seguido ocurre la causa o Modo de Fallo?	¿Cuáles son los controles existentes y procedimientos preventivos de Causa o Modo de Falla?	¿Qué también pueden detectar la Causa o Modo de Falla?		
E1	Abastecimiento de materiales	Falta de personal	No se recibe material	10	Ausentismo/ pandemia	3	No se recibe material	10	300	47%
E5	Decapado	Avería en llave de paso	Fuga de ácido	10	Deterioro/ golpe	2	Reemplazo de llave de paso	10	200	31%
E7	Fluxado	Falta de temperatura	Material no conforme	6	Daño serpentín	4	Reemplazo de serpentín	10	240	38%
		Variación en concentración de disolución	Material no conforme	6	Falta de herramienta de medición	4	Medir con densímetro	10	240	38%
E8	Secado	Daño sistema de transmisión	Producto no se puede trasladar	10	Deterioro forzado (calentamiento)	2	Cambio de transmisión	10	200	31%

		Daño de cadena	Producto no se puede trasladar	10	Deterioro forzado (calentamiento)	2	Cambio de cadena	10	200	31%
E9	Baño de zinc	Falta de temperatura	Material no conforme	6	Daño de quemadores	4	Revisión y limpieza de cañerías de combustión	10	240	38%
		Falla de mesa espiral	Material golpeado	6	Daño de espiral	4	Soldadura	10	240	38%
E10	Pasivado	Falta de temperatura	Muy caliente tuerce el tubo	4	Falla de torre de enfriamiento	4	Reparación de torre de enfriamiento	10	160	25%
		Falta de concentración de parámetros PH	Falta de herramienta de medición	6	Falla en sistema de combustión (quemadores, blowers, bombo de diésel, filtros de combustibles.	4	Medir con medidor de PH	10	240	38%

Nota: Matriz AMEF, Identificación de puntos críticos moderados por etapa del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, por autores. Análisis de modos de efectos y fallas (AMEF)

Análisis de Modo y Efecto de la Falla

En la Tabla N° 7, se muestra el resumen de los puntos críticos bajos del proceso de galvanizado por inmersión en caliente

Tabla 7. Puntos críticos bajos.

Nombre de Proceso o Producto:	Proceso de galvanizado por inmersión caliente
Encargado:	Ing. Guillermo Martínez

Preparado por:	Ing. Alex García	Página:	de
FMEA Fecha (Orig):	5/4/2021	Rev.	

N° E	Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEVERIDAD	Causas Potenciales	OCURRENCIA	Controles de Ocurrencia	DETECTA	NPR	%
Etapa	¿Cuál es el paso del proceso?	¿De qué maneras puede fallar dicho paso del proceso?	¿Cuál es el impacto de las variables de los pasos clave cuando hay un fallo (cliente o requerimientos internos)?	¿Qué tan severo es el efecto para el cliente?	¿Qué causa que el paso clave falle?	¿Qué tan seguido ocurre la causa o Modo de Fallo?	¿Cuáles son los controles existentes y procedimientos preventivos de Causa o Modo de Falla?	¿Qué también pueden detectar la Causa o Modo de Falla?		
E1	Abastecimiento de materiales	Falta faja	No se recibe material	4	Producto importado	1	Usar cabos	10	40	6%
		Faja muy corta	No se recibe material	4	Producto importado	1	Usar cabos	10	40	6%
		Falta de seguro en gancho	No se recibe material	4	Deterioro forzado	1	Exposición al riesgo	10	40	6%
E2	Preparación de materiales	Falta de tijera	No se puede cortar el zuncho, amarra plástica metálica.	2	Perdida; falta de filo	1	Solicitar una tijera nueva	10	20	3%
		Confusión de material	No se sabe que material es	3	No cuenta con identificación	1	Medir diámetro y espesor longitudinal	10	30	5%

		Cabos no disponibles	No se puede izar material	4	Desgaste/ no hay stock	1	Reemplazo de cabos	10	40	6%
		Material mal estibado	No se puede izar el material	4	Rotura de maderas	2	Se realiza palanca para poner cabos e izar el material	10	80	13%
E3	Desengrase	Falta de temperatura	Falla en temperatura/sistema neumático	6	Deterioro natural	2	Medir con termocupla	10	120	19%
		Falta de concentración de parámetros (alcalinidad)	Falta de herramienta de medición	6	No hay como medir la concentración	1	Medir con densímetro	10	60	9%
		Falta de material caustico	Falta de herramienta de medición	10	No hay como medir concentración	1	Medir con densímetro	10	100	16%
E4	Enjuague 1	Perforación de tina	Fuga/derrame de agua	2	Desperdicio de agua	2	Soldar perforación	10	40	6%
		PH elevado en agua	Producto no conforme	2	Falta de control	1	Reemplazo de agua y limpiar la tina	10	20	3%
		Cabos no disponibles	No se puede izar material	4	Desgaste/no hay stock	1	Reemplazo de cabos	10	40	6%
E5	Decapado	Cabos no disponibles	No se puede izar el material	4	Desgaste/no hay stock	1	Reemplazo de cabos	10	40	6%
		Perforación de tina	Fuga de acido	10	Deterioro/golpe	1	Reparación de tina	10	100	16%
		Falta de ácido clorhídrico	No llega material	10	Sustancia sujeta a fiscalización por el ministerio de gobierno	1	Agregar ácido clorhídrico	10	100	16%
E6	Enjuague 2	Perforación de tina	Fuga/derrame de agua	2	Desperdicio de agua	2	Soldar perforación	10	40	6%

		PH elevado en agua	Producto no conforme	2	Falta de control	1	Reemplazo de agua y limpiar la tina	10	20	3%
		Cabos no disponibles	No se puede izar material	4	Desgaste/no hay stock	1	Reemplazo de cabos	10	40	6%
E7	Fluxado	Cabos no disponibles	No se puede izar material	4	Desgaste/no hay stock	1	Reemplazo de cabos	10	40	6%
		Perforación de tina	Fuga/derrame	10	Desperdicio del producto	1	Corrección de fuga	10	100	16%
E8	Secado	Daño de motor	Producto no se puede trasladar	10	Deterioro forzado (calentamiento)	1	Cambio de motor	10	100	16%
		Daño de horno (estructura)	Producto no se puede trasladar	6	Deterioro forzado (calentamiento)	2	Cambio de estructuras	10	120	19%
E9	Baño de zinc	Perforación de tina	Fuga de zinc	10	Derrame de zinc líquido a alta temperatura (superior a 400° C)	1	Soldar perforación	10	100	16%
E10	Pasivado	Perforación de tina	Fuga/derrame	6	Desperdicio de material	2	Soldar fuga	10	120	19%
		Falta de concentración de parámetros Brix	Falta de herramienta de medición	4	No hay como medir	2	Medir con medidor de grados Brix	10	80	13%

Nota: Matriz AMEF, Identificación de puntos bajos por etapa del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, por autores. Análisis de modos de efectos y fallas (AMEF)

3.9 Diagnostico (situación actual) Housekeeping

En la Tabla N° 8, se presentan los datos obtenidos durante seis meses, se procedió a recopilar la información de cumplimiento para cada uno de los criterios dentro de casa S.

1. Se obtuvo el porcentaje de cumplimiento de cada uno de los ítems en base a las observaciones realizadas en los 6 meses mediante el check list.
2. Luego se procedió a clasificar los porcentajes de cumplimiento en base a tres categorías:
 - a. Cumplimiento alto: agrupa a todos los porcentajes mayores a 70%, y se identifica con color verde.
 - b. Cumplimiento moderado: agrupa a todos los porcentajes menor o igual a 70% y mayor igual a 30%, se identifica con color amarillo.
 - c. Cumplimiento bajo: agrupa a todos los porcentajes menor a 30%, se identifica con color rojo.

Tabla 8. Checklist de diagnóstico Housekeeping

N°	1ª s : Clasificación : Separar y eliminar innecesarios	% Cumplimiento
1	¿El lugar de trabajo está libre de cosas inútiles que pueden molestar en el entorno?	30
2	¿El área de trabajo está libre de materias primas, semi elaborados o residuos?	80
3	¿El área cuenta con solo lo necesario para trabajar?	70
4	¿el área de trabajo está libre de algún tipo de herramienta, tornillero, pieza de repuesto?	50
5	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenados, en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	10
6	¿Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	10
7	¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos de limpieza en su ubicación y correctamente identificados?	10
8	¿Está todo el mobiliario: mesa, sillas, armarios ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo?	10
9	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?	20
10	¿En el área existen elementos inutilizados: herramientas, útiles o similares en el entorno de trabajo?	30
11	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?	10
12	¿Los elementos como: equipos, paneles eléctricos o demás que puedan producir riesgos están debidamente etiquetados y/o rotulados?	40
13	¿Existe un espacio designado para el almacenamiento de químicos, organizado y con su ficha actualizada?	80

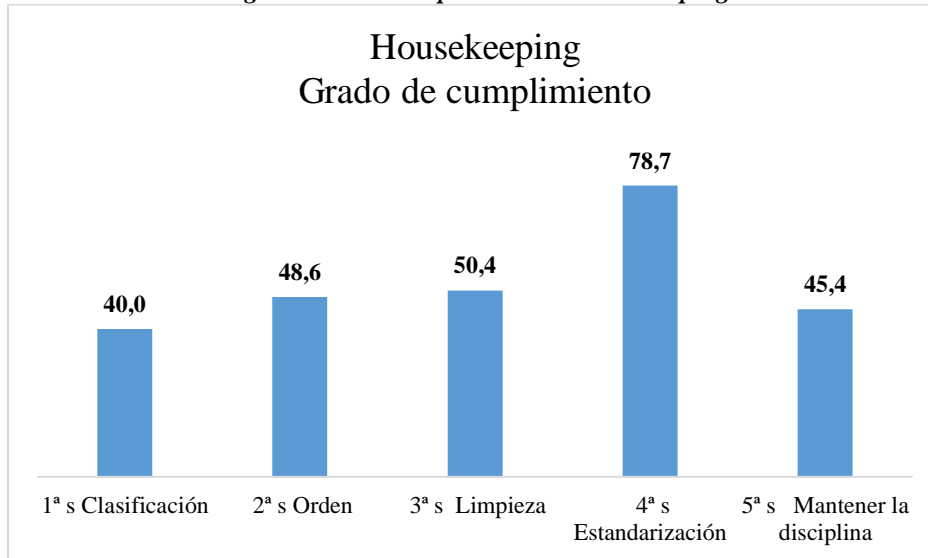
14	¿Existe un sitio específico, debidamente demarcado y con avisos orientadores para descartar la basura reciclable y no reciclable?	50
15	¿Los Interruptores y "breakers" se encuentran en lugares visibles y de fácil acceso en caso de emergencia?	100
Nº	2ª s : Orden : Situar e identificar necesarios	% Cumplimiento
1	¿Los lugares de trabajo están claramente definidos?	70
2	¿Son necesarias todas las herramientas que se tienen disponibles y están fácilmente identificables?	10
3	¿ Los materiales o semielaborados del producto final Están identificados y se pueden diferenciar fácilmente?	10
4	¿Están todos los materiales, pallets o contenedores almacenados de forma correcta?	10
5	¿El elemento de extinción de incendios más cercano se encuentra libre de obstáculos y de fácil acceso?	100
6	¿Está el suelo en buenas condiciones, no presenta algún tipo de desperfecto: grietas, sobresalto, etc.?	70
7	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?	60
8	¿Los estantes tienen letreros de identificación para conocer que materiales van depositados en ellos?	30
9	¿ En un formato de almacenamiento están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles?	10
10	¿Existen líneas amarillas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?	30
11	¿El área de trabajo se encuentra libre de combustibles o materiales que podrían convertirse en un peligro a la salud o de incendio?	70
12	¿Las mangueras para incendios y extintores se encuentran en su lugar correspondiente y son de fácil acceso?	100
13	¿El área cuenta con un lugar designado para EPP de terceros o visitantes?	10
14	¿Los baños están equipados con todos los accesorios requeridos?	100
Nº	3ª s : Limpieza : Suprimir la suciedad	% Cumplimiento
1	¿Las paredes, ventanas, suelos y techos están limpios y libres de objetos sueltos o rotos?	30
2	¿Se han revisado y eliminado las fuentes de suciedad de la zona de trabajo: archivos, almacén, etc.?	40
3	¿Existen útiles de limpieza en lugares accesibles?	30
4	¿Se cumplen los planes de limpieza establecidos para las área de trabajo?	45
5	¿Los baños se encuentran aseados?	100
6	¿Los trabajadores tienen acceso al agua potable?	100
7	¿Existen herramientas o partes de las máquinas libre de suciedad? Sin manchas de aceite, polvo o residuos?	70
8	¿Está la tubería tanto de ventilación como eléctrica en buenas condiciones; libre de suciedad o deteriorada?	50
9	¿la iluminación está en buenas condiciones (libre de defectos total o parcialmente)?	100

10	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza en conjunto con el mantenimiento del taller?	40
11	¿Existe una persona o equipo de personas responsables de supervisar las operaciones de limpieza?	10
12	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?	10
13	¿Se realiza recolección selectiva de basura?	30
Nº	4ª s : Estandarización : Señalizar	% Cumplimiento
1	¿La ventilación de las salas es adecuada?	100
2	¿Los uniformes usados por los empleados están limpios y en condiciones adecuadas?	100
3	¿Existen riesgos ambientales (ruido extremo, contaminación de aire, productos químicos no almacenados adecuadamente, etc.?)	30
4	¿Existen actividades para prevenir LER (Lesiones por esfuerzos repetitivos)?	40
5	¿La presentación del personal es buena?	100
6	¿La distribución de las luminarias existentes es adecuada?	80
7	¿Se respeta los lugares donde está prohibido fumar?	100
8	¿Existe estandarización de los procesos críticos (flujos del trabajo)?	100
9	¿Existe un repaso sistemático de la información y actualización de las técnicas de trabajo (reuniones periódicas, taller del día)?	80
10	¿Existen zonas de descanso, comida habilitadas para los colaboradores?	100
11	¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de trabajo de la empresa?	100
12	¿Existen estándares y procedimientos escritos, los cuales se utilizan activamente?	80
13	¿Se consideran futuras normas como planes de mejoras de las zonas de trabajo?	10
14	¿Se mantienen las 3 primeras S (eliminar innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos, limpieza)?	60
15	¿Existe una relación de cordial entre las personas del área?	100
Nº	5ª s : Mantener la disciplina : Sostener y respetar	% Cumplimiento
1	¿Existe una búsqueda sistemática de la mejora continua?	100
2	¿En la pizarra de anuncios existe un área reservada para la calidad?	10
3	Al atender el teléfono, ¿El nombre de la sección o el nombre de la persona están siendo mencionados?	10
4	¿Las puertas de armarios y de cajones se mantienen cerradas?	40
5	¿Existe autoevaluación del área de trabajo cada día?	10
6	¿La recolección selectiva de la basura se está practicando de forma correcta?	30
7	¿Todos los trabajadores están involucrados en el proceso 5S?	40
8	¿Existe el trabajo en equipo entre los colaboradores del área?	45
9	En caso de que exista basura en el piso, ¿se recoge la misma de manera espontánea?	60
10	¿El área de trabajo se encuentra limpio después de haber culminado la jornada laboral?	40

11	¿Los colaboradores utilizan el uniforme reglamentario, así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?	100
12	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándares definidos?	70
13	¿Existen planes de limpieza y éstos son seguidos?	40
14	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?	40

Nota: Checklist Housekeeping, diagnóstico de puntos críticos por cada S del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, por autores.

Figura 1. % de cumplimiento de Housekeeping



Nota: Grafica del % de cumplimiento por cada S del área del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, por autores.

La figura N° 1, muestra el resumen de los porcentajes obtenidos para cada uno de los criterios, como se observa el ítem de estandarización presenta el mayor grado de cumplimiento con un 78.7%, mientras que los criterios clasificación, orden, limpieza y mantener la disciplina presentan un grado de cumplimiento entre el 40% y 50%, esto muestra que en el área de galvanizado por inmersión en caliente se debe de trabajar en la implementación de una cultura de calidad utilizando la metodología housekeeping, de manera que esta permita lograr que el colaborador se involucre en el proceso de mejora continua del área.

Porcentaje de cumplimiento por categoría

Tabla 9. % de cumplimiento Housekeeping.

S	% Cumplimiento
1ª s Clasificación	40,0
2ª s Orden	48,6
3ª s Limpieza	50,4
4ª s Estandarización	78,7
5ª s Mantener la disciplina	45,4

Nota: % de cumplimiento por cada S del área del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, por autores.

3.10 Identificación de puntos críticos por cada S

En la Tabla N° 10, se muestran los puntos críticos bajos de cumplimiento para cada uno de los criterios de la metodología housekeeping.

Tabla 10. Identificación de puntos críticos de bajo cumplimiento.

N°	1ª s : Clasificación : Separar y eliminar innecesarios	% Cumplimiento
9	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?	20
5	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenados, en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	10
6	¿Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	10
7	¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos de limpieza en su ubicación y correctamente identificados?	10
8	¿Está todo el mobiliario: mesa, sillas, armarios, ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo?	10
11	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?	10
N°	2ª s : Orden : Situar e identificar necesarios	% Cumplimiento
2	¿Son necesarias todas las herramientas que se tiene disponibles y están fácilmente identificables?	10
3	¿Los materiales o semielaborados del producto final están identificados y se pueden diferenciar fácilmente?	10
4	¿Están todos los materiales, pallets o contenedores almacenados de forma correcta?	10
9	¿En un formato de almacenamiento están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles?	10
13	¿El área cuenta con un lugar designado para EPP de terceros o visitantes?	10
N°	3ª s : Limpieza : Suprimir la suciedad	% Cumplimiento
11	¿Existe una persona o equipo de personas responsables de supervisar las operaciones de limpieza?	10
12	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?	10
N°	4ª s : Estandarización : Señalizar	% Cumplimiento
13	¿Se consideran futuras normas como planes de mejoras en las zonas de trabajo?	10
N°	5ª s : Mantener la disciplina : Sostener y respetar	% Cumplimiento
2	¿En la pizarra de anuncios existe un área reservada para la calidad?	10
3	Al atender el teléfono, ¿El nombre de la sección o el nombre de la persona están siendo mencionadas?	10

5	¿Existe autoevaluación del área de trabajo cada día?	10
---	--	----

Nota: Checklist Housekeeping, Identificación de puntos críticos de bajo cumplimiento por cada S del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, por autores.

En la Tabla N° 11, se muestran los puntos críticos moderados de cumplimiento para cada uno de los criterios de la metodología housekeeping.

Tabla 11. Identificación de puntos críticos de moderado cumplimiento.

N°	1ª s : Clasificación : Separar y eliminar innecesarios	% Cumplimiento
3	¿El área cuenta con solo lo necesario para trabajar?	70
4	¿El área de trabajo está libre de algún tipo de herramienta, tornillero, pieza de repuesto?	50
14	¿Existe un sitio específico, debidamente demarcado y con avisos orientadores para descartar la basura reciclable y no reciclable?	50
12	¿Los elementos como: equipos, paneles eléctricos o demás que puedan producir riesgos están debidamente etiquetados y/o rotulados?	40
1	¿El lugar de trabajo está libre de cosas inútiles que pueden molestar en el entorno?	30
10	¿En el área existen elementos inutilizados: herramientas, útiles o similares en el entorno de trabajo?	30
N°	2ª s : Orden : Situar e identificar necesarios	% Cumplimiento
1	¿Los lugares de trabajo están claramente definidos?	70
6	¿ Está el suelo en buenas condiciones, no presenta algún tipo de desperfecto: grietas, sobresalto, etc.?	70
11	¿El área de trabajo se encuentra libre de combustibles o materiales que podrían convertirse en un peligro a la salud o de incendio?	70
7	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?	60
8	¿Los estantes tienen letreros de identificación para conocer que materiales van depositados en ellos?	30
10	¿Existen líneas amarillas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?	30
N°	3ª s : Limpieza : Suprimir la suciedad	% Cumplimiento
7	¿Existen herramientas o partes de las máquinas libre de suciedad? ¿Sin manchas de aceite, polvo o residuos?	70
8	¿Está la tubería tanto de ventilación como eléctrica en buenas condiciones; libre de suciedad o deteriorada?	50
4	Se cumplen los planes de limpieza establecidos para las área de trabajo	45
2	Se han revisado y eliminado las fuentes de suciedad de la zona: archivos, almacén, etc.	40
10	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza en conjunto con el mantenimiento del taller?	40

1	¿Las paredes, ventanas, suelos y techos están limpios y libres de objetos sueltos o rotos?	30
3	Existen útiles de limpieza en lugares accesibles.	30
13	¿Se realiza recolección selectiva de basura?	30
Nº	4ª s : Estandarización : Señalizar	% Cumplimiento
14	¿Se mantienen las 3 primeras S (eliminar innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos, limpieza)?	60
4	¿Existen actividades para prevenir LER (Lesiones por esfuerzos repetitivos)?	40
3	¿Existen riesgos ambientales (ruido extremo, contaminación de aire, productos químicos no almacenados adecuadamente, etc.?)	30
Nº	5ª s : Mantener la disciplina : Sostener y respetar	% Cumplimiento
12	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándares definidos?	70
9	En caso de que exista basura en el piso, ¿se recoge la misma de manera espontánea?	60
8	¿Existe el trabajo en equipo entre los colaboradores del área?	45
4	¿Las puertas de armarios y de cajones se mantienen cerradas?	40
7	¿Todos los trabajadores están involucrados en el proceso 5S?	40
10	¿El área de trabajo se encuentra limpio después de haber culminado la jornada laboral?	40
13	¿Existen planes de limpieza y éstos son seguidos?	40
14	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?	40
6	¿La recolección selectiva de la basura se está practicando de forma correcta?	30

Nota: Checklist Housekeeping, Identificación de puntos críticos de moderado cumplimiento por cada S del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, por autores.

En la Tabla N° 12, se muestran los puntos críticos altos de cumplimiento para cada uno de los criterios de la metodología housekeeping.

Tabla 12. Identificación de puntos críticos de alto cumplimiento.

N°	1ª s : Clasificación : Separar y eliminar innecesarios	% Cumplimiento
15	¿Los Interruptores y "breakers" se encuentran en lugares visibles y de fácil acceso en caso de emergencia?	100
2	¿El área de trabajo está libre de materias primas, semi elaborados o residuos?	80
13	¿Existe un espacio designado para el almacenamiento de químicos, organizado y con su ficha actualizada?	80
N°	2ª s : Orden : Situar e identificar necesarios	% Cumplimiento
5	¿El elemento de extinción de incendios más cercano se encuentra libre de obstáculos y de fácil acceso?	100
12	¿Las mangueras para incendios y extintores se encuentran en su lugar correspondiente el cual es de fácil acceso y son de fácil acceso?	100
14	¿Los baños están equipados con todos los accesorios requeridos?	100
N°	3ª s : Limpieza : Suprimir la suciedad	% Cumplimiento
5	¿Los baños se encuentran aseados?	100
6	¿Los trabajadores tienen acceso al agua potable?	100
9	¿la iluminación está en buenas condiciones (libre de defectos total o parcialmente)?	100
N°	4ª s : Estandarización : Señalizar	% Cumplimiento
1	¿La ventilación de las salas es adecuada?	100
2	¿Los uniformes usados por los empleados están limpios y en condiciones adecuadas?	100
5	¿La presentación del personal es buena?	100
7	¿se respeta los lugares donde está prohibido fumar?	100
8	¿Existe estandarización de los procesos críticos (flujos del trabajo)?	100
10	¿Existen zonas de descanso, comida habilitadas para los colaboradores?	100
11	¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de trabajo de la empresa?	100
15	¿Existe una relación cordial entre las personas del área?	100
6	¿La distribución de las luminarias existentes es adecuada?	80
9	¿Existe un repaso sistemático de la información y actualización de las técnicas de trabajo (reuniones periódicas, taller del día)?	80

12	¿Existen estándares y procedimientos escritos, los cuales se utilizan activamente?	80
Nº	5ª s : Mantener la disciplina : Sostener y respetar	% Cumplimiento
1	¿Existe una búsqueda sistemática de la mejora continua?	100
11	¿Los colaboradores utilizan el uniforme reglamentario, así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?	100

Nota: Checklist Housekeeping, Identificación de puntos críticos de alto cumplimiento por cada S del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, por autores.

CAPITULO 4

4.1 PROPUESTA AMEF

Etapa 1 - Abastecimiento de materiales

La propuesta para esta área se divide en tres categorías: crítica, moderada y baja.

Crítica. - en esta se observó problemas de avería en el puente grúa, esto ocasiona que no se pueda recibir de manera normal el material dado que la capacidad del puente en la actualidad resulta ser menor a la capacidad de carga. Para lo cual se propone como solución definitiva el reemplazo del puente grúa por uno de mayor capacidad; para esto se requiere un estudio de factibilidad y análisis de costo.

El puente grúa es crítico dentro del proceso, su para ocasionaría que todo el proceso se detenga, se recomienda el mantenimiento preventivo y reemplazo de partes obsoletas, de manera que, esto permita alargar su vida útil hasta la renovación de un nuevo puente.

Moderada. – en esta área se observó el problema de falta de personal, por lo que, se sugiere como solución a este problema generar un reemplazo de personal o entrenar a personal de otra área para cubrir esta tarea en momentos críticos.

Bajo. - en esta área se observaron varios problemas que presentan esta condición, a continuación, se mencionan.

1. **Falta de faja y faja muy corta.** - en esta área se observa el problema de falta de faja o faja muy corta, dado que algunas han cumplido con su ciclo de vida, por lo que se han dañado y la empresa no las ha renovado, por ello, la solución resultante es la compra de nuevas fajas en base a su capacidad y longitud de acuerdo a las especificaciones técnicas dadas a los proveedores.
2. **Falta de seguro en enganche.** – en esta área se observó el problema de mal enganche o sujeción del material a izar con las fajas o eslingas, esto puede llegar a ocasionar que las tuberías golpeen las tinas de galvanizado, por lo que, como solución al problema se debe de realizar un plan de capacitación al personal y realizar un instructivo del correcto manejo e izaje de carga.

Etapa 2 – Preparación del material

La propuesta para esta área se divide en tres categorías: crítica, moderada y baja.

Crítica. - en esta se observó problemas de avería en el puente grúa, esto ocasiona que no se pueda recibir de manera normal el material dado que la capacidad del puente en la actualidad resulta ser menor a la capacidad de carga. Para lo cual se propone como solución definitiva el reemplazo del puente grúa por uno de mayor capacidad; para esto se requiere un estudio de factibilidad y análisis de costo.

El puente grúa es crítico dentro del proceso, su para ocasionaría que todo el proceso se detenga, se recomienda el mantenimiento preventivo y reemplazo de partes obsoletas, de manera que, esto permita alargar su vida útil hasta la renovación de un nuevo puente.

Baja. - en esta área se observaron varios problemas que presentan esta condición, a continuación, se mencionan.

- 1. Falta de tijera y cabos no disponibles.** – en esta área se observó el problema de que no se puede cortar el zuncho o amarras metálicas, esto se debe a la pérdida de tijeras o la falta de filo en ellas. Por esto, se considera que se debe de gestionar con el departamento de compras la adquisición de esta herramienta en cantidad suficiente, además, en el área se debe de implementar un lugar en específico para esta herramienta, de manera que esté al alcance del trabajador cuando sea necesario y una vez que se dejen de utilizar se coloque en su respectivo lugar.
- 2. Cabos no disponibles.** – en esta área se observó el problema de que no se puede izar el material debido al desgaste de los cabos o a la falta de stock. Por esto, se considera que se debe de gestionar con el departamento de compras la adquisición de este material en cantidad suficiente, además, en el área se debe de implementar un lugar en específico para este material, de manera que esté al alcance del trabajador cuando sea necesario y una vez que se dejen de utilizar se coloquen en su respectivo lugar.
- 3. Confusión de material.** – en esta área se observó el problema de que no se identifica cual es el material que ingreso al área debido a que no se cuenta con una identificación del mismo. Por lo que, se debe de implementar un sistema de etiquetado y rotulado para cada uno de los materiales a galvanizar, este rotulado y etiquetado debe de

realizarse antes de que el material ingrese al área de producción, de manera que, el producto tenga una trazabilidad dentro del proceso. Se sugiere la codificación de los materiales utilizando punzón metálico para estampar en alto relieve.

- 4. Material mal estibado.** – en esta área se observó el problema de que no se puede izar de forma correcta el material debido a la rotura de la madera utilizada en el proceso. Para esto, se debe de gestionar con el departamento de compras la adquisición de pallets de madera de alta resistencia, de manera que al ser estrobada e izada esta no se fisure, cuartee o rompa.

Etapa 3 – Desengrase

La propuesta para esta área se divide en tres categorías: crítica, moderada y baja.

Crítica. - en esta se observó problemas de avería en el puente grúa, esto ocasiona que no se pueda recibir de manera normal el material dado que la capacidad del puente en la actualidad resulta ser menor a la capacidad de carga. Para lo cual se propone como solución definitiva el reemplazo del puente grúa por uno de mayor capacidad; para esto se requiere un estudio de factibilidad y análisis de costo.

El puente grúa es crítico dentro del proceso, su para ocasionaría que todo el proceso se detenga, se recomienda el mantenimiento preventivo y reemplazo de partes obsoletas, de manera que, esto permita alargar su vida útil hasta la renovación de un nuevo puente.

Baja. - en esta área se observaron varios problemas que presentan esta condición, a continuación, se mencionan

- 1. Falta de temperatura.** – en esta área se observó el problema de falla de temperatura en el sistema neumático debido al deterior natural. Por esto, se propone el reemplazo de termocupla y un plan de mantenimiento periódico mensual, este es un equipo crítico dado que si falla no se puede medir correctamente la temperatura y como resultado se tiene que el material sale defectuoso.
- 2. Falta de concentración en parámetros de alcalinidad.** – en esta área se observó el problema de que falta una herramienta de medición de alcalinidad, por tanto, esto

ocasiona que no se pueda medir la concentración. Por esto, se sugiere la instalación de un densímetro digital automático.

- 3. Falta de material caustico.** – en esta área se observó el problema de que falta una herramienta de medición del material caustico, por tanto, esto ocasiona que no se pueda medir la cantidad a utilizar. Por esto, se sugiere crear y mantener un stock mínimo de seguridad.

Etapa 4 – Enjuague 1

La propuesta para esta área se divide en tres categorías: crítica, moderada y baja.

Crítica. - en esta se observó problemas de avería en el puente grúa, esto ocasiona que no se pueda recibir de manera normal el material dado que la capacidad del puente en la actualidad resulta ser menor a la capacidad de carga. Para lo cual se propone como solución definitiva el reemplazo del puente grúa por uno de mayor capacidad; para esto se requiere un estudio de factibilidad y análisis de costo.

El puente grúa es crítico dentro del proceso, su para ocasionaría que todo el proceso se detenga, se recomienda el mantenimiento preventivo y reemplazo de partes obsoletas, de manera que, esto permita alargar su vida útil hasta la renovación de un nuevo puente.

Baja. - en esta área se observaron varios problemas que presentan esta condición, a continuación, se mencionan

- 1. Perforación de tina.** – en esta área se observó el problema de fuga o derrame de agua, lo que ocasiona haya un desperdicio. Por esto, se sugiere realizar un plan de revisión y mantenimiento periódico trimestral de la tina.
- 2. PH elevado en agua.** – en esta área se observó el problema de producto no conforme debido a la falta de control del PH en el agua. Por esto, se sugiere implementar un cronograma de limpieza mensual en la tina.
- 3. Cabos no disponibles.** – en esta área se observó el problema de que no se puede izar el material debido al desgaste de los cabos o a la falta de stock. Por esto, se considera que se debe de gestionar con el departamento de compras la adquisición de este material en cantidad suficiente, además, en el área se debe de implementar un lugar

en específico para este material, de manera que esté al alcance del trabajador cuando sea necesario y una vez que se dejen de utilizar se coloquen en su respectivo lugar.

Etapa 5 – Decapado

La propuesta para esta área se divide en tres categorías: crítica, moderada y baja.

Crítica. - en esta se observó problemas de avería en el puente grúa, esto ocasiona que no se pueda recibir de manera normal el material dado que la capacidad del puente en la actualidad resulta ser menor a la capacidad de carga. Para lo cual se propone como solución definitiva el reemplazo del puente grúa por uno de mayor capacidad; para esto se requiere un estudio de factibilidad y análisis de costo.

El puente grúa es crítico dentro del proceso, su para ocasionaría que todo el proceso se detenga, se recomienda el mantenimiento preventivo y reemplazo de partes obsoletas, de manera que, esto permita alargar su vida útil hasta la renovación de un nuevo puente.

Moderado. – en esta se observó el problema de avería en la llave de paso, lo que ocasiona una fuga de ácido debido al deterioro de esta o ya sea porque se ha golpeado. Por esto, se sugiere un programa de mantenimiento manual de las llaves.

Baja. - en esta área se observaron varios problemas que presentan esta condición, a continuación, se mencionan

- 1. Cabos no disponibles.** – en esta área se observó el problema de que no se puede izar el material debido al desgaste de los cabos o a la falta de stock. Por esto, se considera que se debe de gestionar con el departamento de compras la adquisición de este material en cantidad suficiente, además, en el área se debe de implementar un lugar en específico para este material, de manera que esté al alcance del trabajador cuando sea necesario y una vez que se dejen de utilizar se coloquen en su respectivo lugar.
- 2. Perforación de tina.** – en esta área se observó el problema de fuga de ácido, debido al deterioro o golpe de la tina. Por esto, se sugiere realizar un plan de revisión y mantenimiento periódico trimestral de la tina.
- 3. Falta de ácido clorhídrico.** – en esta área se observó el problema de que no llega a tiempo el material, debido a que esta es una sustancia sujeta a fiscalización por el

Ministerio de Gobierno del Ecuador. Por esto, se sugiere realizar una correcta gestión del departamento de compras, tomando en consideración los tiempos de permiso y entrega de esta sustancia.

Etapa 6 – Enjuague 2

La propuesta para esta área se divide en tres categorías: crítica, moderada y baja.

Crítica. - en esta se observó problemas de avería en el puente grúa, esto ocasiona que no se pueda recibir de manera normal el material dado que la capacidad del puente en la actualidad resulta ser menor a la capacidad de carga. Para lo cual se propone como solución definitiva el reemplazo del puente grúa por uno de mayor capacidad; para esto se requiere un estudio de factibilidad y análisis de costo.

El puente grúa es crítico dentro del proceso, su para ocasionaría que todo el proceso se detenga, se recomienda el mantenimiento preventivo y reemplazo de partes obsoletas, de manera que, esto permita alargar su vida útil hasta la renovación de un nuevo puente.

Baja. - en esta área se observaron varios problemas que presentan esta condición, a continuación, se mencionan

- 1. Perforación de tina.** – en esta área se observó el problema de fuga o derrame de agua, lo que ocasiona haya un desperdicio. Por esto, se sugiere realizar un plan de revisión y mantenimiento periódico trimestral de la tina.
- 2. PH elevado en agua.** – en esta área se observó el problema de producto no conforme debido a la falta de control del PH en el agua. Por esto, se sugiere implementar un cronograma de limpieza mensual en la tina.
- 3. Cabos no disponibles.** – en esta área se observó el problema de que no se puede izar el material debido al desgaste de los cabos o a la falta de stock. Por esto, se considera que se debe de gestionar con el departamento de compras la adquisición de este material en cantidad suficiente, además, en el área se debe de implementar un lugar en específico para este material, de manera que esté al alcance del trabajador cuando sea necesario y una vez que se dejen de utilizar se coloquen en su respectivo lugar.

Etapa 7 – Fluxado

La propuesta para esta área se divide en tres categorías: crítica, moderada y baja.

Crítica. - en esta se observó problemas de avería en el puente grúa, esto ocasiona que no se pueda recibir de manera normal el material dado que la capacidad del puente en la actualidad resulta ser menor a la capacidad de carga. Para lo cual se propone como solución definitiva el reemplazo del puente grúa por uno de mayor capacidad; para esto se requiere un estudio de factibilidad y análisis de costo.

El puente grúa es crítico dentro del proceso, su para ocasionaría que todo el proceso se detenga, se recomienda el mantenimiento preventivo y reemplazo de partes obsoletas, de manera que, esto permita alargar su vida útil hasta la renovación de un nuevo puente.

Moderado. - en esta área se observaron varios problemas que presentan esta condición, a continuación, se mencionan:

- 1. Falta de temperatura.** – en esta área se observó el problema material no conforme debido al daño del serpentín. Por esto, se propone un plan de mantenimiento periódico mensual del serpentín.
- 2. Variación de concentración de disolución.** - en esta área se observó el problema material no conforme debido a la falta de herramienta para la medición. Por esto, se propone la instalación de un densímetro digital automático.

Baja. - en esta área se observaron varios problemas que presentan esta condición, a continuación, se mencionan

- 1. Perforación de tina.** – en esta área se observó el problema de fuga o derrame del líquido, lo que ocasiona haya un desperdicio del mismo. Por esto, se sugiere realizar un plan de revisión y mantenimiento periódico mensual de la tina.
- 2. Cabos no disponibles.** - en esta área se observó el problema de que no se puede izar el material debido al desgaste de los cabos o a la falta de stock. Por esto, se considera que se debe de gestionar con el departamento de compras la adquisición de este material en cantidad suficiente, además, en el área se debe de implementar un lugar

en específico para este material, de manera que esté al alcance del trabajador cuando sea necesario y una vez que se dejen de utilizar se coloquen en su respectivo lugar.

Etapa 8 - Secado

La propuesta para esta área se divide en tres categorías: crítica, moderada y baja.

Crítica. - en esta se observó problemas de avería en el puente grúa, esto ocasiona que no se pueda recibir de manera normal el material dado que la capacidad del puente en la actualidad resulta ser menor a la capacidad de carga. Para lo cual se propone como solución definitiva el reemplazo del puente grúa por uno de mayor capacidad; para esto se requiere un estudio de factibilidad y análisis de costo.

El puente grúa es crítico dentro del proceso, su para ocasionaría que todo el proceso se detenga, se recomienda el mantenimiento preventivo y reemplazo de partes obsoletas, de manera que, esto permita alargar su vida útil hasta la renovación de un nuevo puente.

Moderado. - en esta área se observaron varios problemas que presentan esta condición, a continuación, se mencionan:

- 1. Daño de sistema de transmisión.** – en esta área se observó el problema de que no se puede trasladar el producto debido al deterioro forzado del sistema de transmisión. Por esto, se sugiere un plan de mantenimiento periódico mensual.
- 2. Daño de cadena.** - en esta área se observó el problema de que no se puede trasladar el producto debido al deterioro forzado de la cadena. Por esto, se sugiere un plan de mantenimiento periódico mensual.

Baja. - en esta área se observaron varios problemas que presentan esta condición, a continuación, se mencionan

- 1. Daño de motor.** – en esta área se observó el problema de que no se puede trasladar el producto debido al deterioro forzado del motor. Por esto, se sugiere un plan de mantenimiento periódico mensual.

- 2. Daño de horno (estructura).** – en esta área se observó el problema de que no se puede trasladar el producto debido al deterioro forzado del horno. Por esto, se sugiere un plan de mantenimiento periódico mensual.

Etapa 9 - Baño de Zinc

La propuesta para esta área se divide en tres categorías: crítica, moderada y baja.

Crítica. – en esta área se observaron varios problemas que presentan esta condición, a continuación, se mencionan:

- 1. Avería en puente grúa.** - en esta se observó problema de avería en el puente grúa, esto ocasiona que no se pueda recibir de manera normal el material dado que la capacidad del puente en la actualidad resulta ser menor a la capacidad de carga. Para lo cual se propone como solución definitiva el reemplazo del puente grúa por uno de mayor capacidad; para esto se requiere un estudio de factibilidad y análisis de costo. El puente grúa es crítico dentro del proceso, su para ocasionaría que todo el proceso se detenga, se recomienda el mantenimiento preventivo y reemplazo de partes obsoletas, de manera que, esto permita alargar su vida útil hasta la renovación de un nuevo puente.
- 2. Falla eléctrica.** – en esta se observó problema de que no se puede galvanizar correctamente el material debido a que existe averías en los circuitos. Por eso, se sugiere realizar un plan de mantenimiento anual, para lo que se sugiere la externalización del mismo por medio de la contratación de servicios.
- 3. Falla mecánica.** - en esta se observó problema de que no se puede galvanizar correctamente el material debido a que existe daño en la cadena. Por eso, se sugiere realizar un plan de mantenimiento anual, para lo que, se sugiere la externalización del mismo por medio de la contratación de servicios.

Moderado. - en esta área se observaron varios problemas que presentan esta condición, a continuación, se mencionan:

- 1. Falta de temperatura.** – en esta área se observó el problema de material no conforme debido al daño en los quemadores. Por eso, se sugiere realizar un plan de

mantenimiento anual, el cual deberá ser externalizado por medio de la contratación de servicios.

2. **Falla de mesa espiral.** - en esta área se observó el problema de material resulta golpeado debido al daño en el espiral. Por eso, se sugiere realizar un plan de mantenimiento anual, para lo que se sugiere la externalización del mismo por medio de la contratación de servicios.

Baja. - en esta área se observaron varios problemas que presentan esta condición, a continuación, se mencionan

1. **Perforación de tina.** – en esta área se observó el problema de fuga de zinc, lo que ocasiona un derrame de zinc líquido a alta temperatura (400° C). Por esto, se sugiere realizar un plan de revisión y mantenimiento semestral de la tina.

Etapa 10 - Pasivado

La propuesta para esta área se divide en tres categorías: crítica, moderada y baja.

Crítica. - en esta se observó problemas de avería en el puente grúa, esto ocasiona que no se pueda recibir de manera normal el material dado que la capacidad del puente en la actualidad resulta ser menor a la capacidad de carga. Para lo cual se propone como solución definitiva el reemplazo del puente grúa por uno de mayor capacidad; para esto se requiere un estudio de factibilidad y análisis de costo.

El puente grúa es crítico dentro del proceso, su para ocasionaría que todo el proceso se detenga, se recomienda el mantenimiento preventivo y reemplazo de partes obsoletas, de manera que, esto permita alargar su vida útil hasta la renovación de un nuevo puente.

Moderado. - en esta área se observaron varios problemas que presentan esta condición, a continuación, se mencionan:

1. **Falla control de temperatura.** – en esta área se observó el problema que el material se tuerce debido a un exceso de temperatura, esta falla se da por la falta de control en la torre de enfriamiento. Por esto, se sugiere realizar un plan de mantenimiento anual a la torre de enfriamiento.

- 2. Falta de concentración en parámetro PH.** - en esta área se observó el problema que no existe una herramienta de medición del PH, esto ocasiona que exista una falla en el sistema de combustión (quemadores, blowers, bombo de diésel, filtros de combustión). Por eso, se sugiere la instalación de instrumentos de mediciones digitales automáticos.

Baja. - en esta área se observaron varios problemas que presentan esta condición, a continuación, se mencionan

- 1. Perforación de tina.** – en esta área se observó el problema de fuga o derrame del líquido, lo que ocasiona haya un desperdicio del mismo. Por esto, se sugiere realizar un plan de revisión y mantenimiento periódico mensual de la tina.
- 2. Falta de concentración de parámetro Brix.** - en esta área se observó el problema que no existe una herramienta de medición de parámetro Brix. Por eso, se sugiere la instalación de instrumentos de mediciones digitales automáticos.

Cronograma AMEF Puntos Críticos Altos

En el cronograma N° 1, se muestran las etapas criticas altas del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, para esto se establece un periodo determinado de tiempo para solucionar estas incidencias que ocasionan las paradas no programadas dentro del proceso.

Cronograma 1. Cronograma AMEF Puntos Críticos Altos

			MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9				MES 10				MES 11				MES 12			
			S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
E1	Abastecimiento de materiales	Avería del puente grúa																																																
E2	Preparación de materiales	Avería del puente grúa																																																
E3	Desengrase	Avería del puente grúa																																																
E4	Enjuague 1	Avería del puente grúa																																																
E5	Decapado	Avería del puente grúa																																																
E6	Enjuague 2	Avería del puente grúa																																																
E7	Fluxado	Avería del puente grúa																																																
E8	Secado	Avería del puente grúa																																																
E9	Baño de zinc	Avería del puente grúa																																																
		Falla eléctrica																																																
		Falla mecánica																																																
E10	Pasivado	Avería del puente grúa																																																

Nota: Cronograma AMEF de puntos críticos altos por etapa del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, por autores. Análisis de modos de efectos y fallas (AMEF)

Cronograma AMEF Puntos Críticos Moderados

En el cronograma N° 2, se muestran las etapas criticas moderadas del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, para esto se establece un periodo determinado de tiempo para solucionar estas incidencias que ocasionan las paradas no programadas dentro del proceso.

Cronograma 2. Cronograma de AMEF puntos críticos moderados

		MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9				MES 10				MES 11				MES 12					
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4						
E1	Abastecimiento de materiales	Falta de personal																																																	
E5	Decapado	Avería en llave de paso																																																	
E7	Fluxado	Falta de temperatura																																																	
		Variación en concentración de disolución																																																	
E8	Secado	Daño sistema de transmisión																																																	
		Daño de cadena																																																	
E9	Baño de zinc	Falta de temperatura																																																	
		Falla de mesa espiral																																																	
E10	Pasivado	Falta de temperatura																																																	
		Falta de concentración de parámetros PH																																																	

Nota: Cronograma AMEF de puntos críticos moderados por etapa del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, por autores. Análisis de modos de efectos y fallas (AMEF)

Cronograma AMEF Puntos Críticos Bajos

En el cronograma N° 3, se muestran las etapas críticas bajas del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, para esto se establece un periodo determinado de tiempo para solucionar estas incidencias que ocasionan las paradas no programadas dentro del proceso.

Cronograma 3. Cronograma de AMEF puntos críticos bajos

			MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9				MES 10				MES 11				MES 12			
			S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S				
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
E1	Abastecimiento de materiales	Falta faja																																																
		Faja muy corta																																																
		Falta de seguro en gancho																																																
E2	Preparación de materiales	Falta de tijera																																																
		Confusión de material																																																
		Cabos no disponibles																																																
E3	Desengrase	Material mal estibado																																																
		Falta de temperatura																																																
		Falta de concentración de parámetros (alcalinidad)																																																
		Falta de material caustico																																																
E4	Enjuague 1	Perforación de tina																																																
		PH elevado en agua																																																

		Cabos no disponibles																																																			
E5	Decapado	Cabos no disponibles																																																			
		Perforación de tina																																																			
		Falta de ácido clorhídrico																																																			
		Perforación de tina																																																			
E6	Enjuague 2	PH elevado en agua																																																			
		Cabos no disponibles																																																			
		Perforación de tina																																																			
E7	Fluxado	Cabos no disponibles																																																			
		Perforación de tina																																																			
E8	Secado	Daño de motor																																																			
		Daño de horno (estructura)																																																			
E9	Baño de zinc	Perforación de tina																																																			
E10	Pasivado	Perforación de tina																																																			
		Falta de concentración de parámetros Brix																																																			

Nota: Cronograma AMEF de puntos críticos bajos por etapa del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, por autores. Análisis de modos de efectos y fallas (AMEF)

Tabla13. Propuesta de presupuesto

PROPUESTA DE PRESUPUESTO					
CLASIFICACION	DESCRIPCION	PROVEDOR	PERIODO	COSTO	
Abastecimiento de Material	Avería en el Puente Grúa N°8	Extranjero	Anual	\$ 1.500,00	
Preparación del material	Avería en el Puente Grúa N°5	Extranjero	Anual	\$ 1.500,00	
Desengrase					
Enjuague 1					
Decapado	Avería en el Puente Grúa N°14	Extranjero	Anual	\$ 1.500,00	
Enjuague 2					
Fluxado	Avería en el Puente Grúa N°26	Extranjero	Anual	\$ 1.500,00	
Secado					
Baño de Zinc					
Pasivado					
Baño de Zinc	Falla eléctrica	Nacional	Anual	\$ 1.775,00	
Baño de Zinc	Falla mecánica	Nacional	Anual	\$ 5.325,00	
Baño de Zinc	Falla neumática	Nacional	Anual	\$ 798,75	
				COSTO DIRECTO	\$ 13.898,75
				TOTAL	\$ 13.898,75

Nota: Propuesta de Presupuesto de Mantenimiento Anual de los subprocesos críticos basados en el Análisis de modos de efectos y fallas (AMEF)

4.2 Propuesta Housekeeping

1er S: clasificación.

La propuesta para esta área se divide en tres categorías: crítica, moderada y baja.

Crítica

1. Están todos los objetos de uso frecuente ordenados, en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral

Se evidencio que no existe una correcta ubicación, ordenamiento e identificación de los objetos que se usan frecuentemente en las áreas de trabajo, por lo que, esto causa que exista un gran desorden. Se recomienda identificar y rotular cada uno de los objetos de uso frecuente en las áreas, para mantener un correcto uso y orden de los mismos.

2. Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral

Se evidencio que los equipos de medición se encuentran regados en el escritorio del supervisor y en algunas áreas de trabajo, lo que puede causar que estos instrumentos se descalibren debido a su sensibilidad. Por esto, se recomienda implementar un armario de equipo de medición.

3. Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos de limpieza en su ubicación y correctamente identificados

Se evidencio que los elementos de limpieza se encuentran regados por distintos lugares de las áreas de trabajo, lo que produce un desorden, mal higiene y limpieza del lugar y puede ocasionar peligros de potenciales accidentes a los colaboradores de dichas áreas. Por lo que, se recomienda implementar una estantería para los utensilios de limpieza, que sea de fácil acceso a los trabajadores.

4. Está todo el mobiliario: mesa, sillas, armarios, ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo

Se evidencio que los mobiliarios no se encuentran en lugares fijos y definidos, por lo que, esto crea un riesgo en la movilización de los colaboradores, presentando

accidentes leves a los colaboradores. Por lo que, se recomienda crear puntos fijos y áreas determinadas para los mobiliarios.

5. Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo

Se evidencio que existen maquinarias fuera de servicio como por ejemplo el caldero y/o roladora, que entorpece la fácil movilidad en el área, además del polvo que se acumula en estos lugares. Por lo que, se recomienda vender o reubicar estas maquinarias en un área donde no entorpezca el libre acceso.

6. Están los elementos innecesarios identificados como tal

Existen muchos elementos innecesarios regados por las distintas áreas de trabajo que no han sido identificados o rotulados, esto causa un gran problema al momento de manejo de inventario. Se recomienda, la rotulación e identificación de los elementos innecesarios de manera que, se pueda realizar un levantamiento de información, para poder dar de baja a aquellos elementos que realmente no sean necesarios.

Moderada

1. El lugar de trabajo está libre de cosas inútiles que pueden molestar en el entorno.

Se evidencio que en el área existen restos de desechos en el piso; por lo que, se recomienda la implementación de un programa de aseo y clasificación desechos, creando así un buen ambiente y cultura de trabajo.

2. El área cuenta con solo lo necesario para trabajar

Se evidencio que en algunas áreas existen herramientas regadas después de haber sido utilizadas por lo que, se recomienda colocar un armario para guardar estas herramientas y de esa manera las áreas de trabajo estarán limpias y se podrá llevar un mejor control del inventario de las mismas.

3. El área de trabajo está libre de algún tipo de herramienta, tornillero, pieza de repuesto

Se evidencio que en algunas áreas existen tornillos, piezas de repuesto, herramientas menores, etc., regadas después de haber sido utilizadas, por lo que, se recomienda colocar un armario para guardar estas herramientas y de esa manera las áreas de trabajo estarán limpias y se podrá llevar un mejor control del inventario de las mismas.

4. En el área existen elementos inutilizados: herramientas, útiles o similares en el entorno de trabajo

Se evidencia que en algunas áreas existen materiales sobrantes del proceso o subprocesos, los cuales no son colocados en un lugar específico por lo que dificultan el trabajo y la movilización. Por lo tanto, se sugiere identificar estos materiales, clasificarlos y almacenarlos de forma correcta.

5. Los elementos como: equipos, paneles eléctricos o demás que puedan producir riesgos están debidamente etiquetados y/o rotulados.

Se evidencia que en algunas áreas existen algunos paneles, equipos que no han sido identificados, rotulados o señalizados, esto dificulta un plan de mantenimiento debido a que no se lleva un correcto control y planificación. Por lo que, se sugiere la identificación y rotulación de los mismos para llevar un correcto inventario y secuencia de mantenimiento.

6. Existe un sitio específico, debidamente demarcado y con avisos orientadores para descartar la basura reciclable y no reciclable

Se evidencia que existe un lugar para la disposición de los desechos, pero este no está debidamente señalizado y no permite la colocación de los residuos según su tipo. Por lo que, se sugiere señalar el lugar y colocar elementos (tachos, tanques, etc.) que permitan la correcta clasificación de los desechos de acuerdo a su tipología.

Baja

1. El área de trabajo está libre de materias primas, semi elaborados o residuos

En el área se observó que en algunas zonas de trabajo existen tarros de pintura que han sido utilizados y no han sido desechados, por lo tanto, se recomienda realizar un plan de clasificación de desechos según su tipología, para así, mantener libre el entorno de trabajo.

2. Existe un espacio designado para el almacenamiento de químicos, organizado y con su ficha actualizada

En el área se observó que la bodega no se encuentra bien organizada, dado que, se encontraron químicos en distintos lugares y estos no contenían ficha de actualización. Por lo tanto, se recomienda rediseñar la distribución de la bodega de manera que se

puedan encontrar e identificar fácilmente, para esto se sugiere aplicar metodologías como: FIFO, LIFO, ABC. Adicional a esto, se sugiere la actualización de las fichas de manejo, almacenamiento y uso de los productos químicos.

Con esto se debe llevar la hoja de MSDS de los productos químicos.

3. Los Interruptores y "breakers" se encuentran en lugares visibles y de fácil acceso en caso de emergencia

En este ítem no se encuentran observaciones, dado que, se cumple en su cabalidad.

2da S: Ordenar

Critica

1. Son necesarias todas las herramientas que se tienen disponibles y están fácilmente identificables

En el área se observó que ninguna de las herramientas está rotuladas e identificadas, por lo cual, resulta en que no se lleva un correcto control e inventario de las mismas ocasionando retraso en la operación, puesta en marcha y mantenimientos de las **maquinas** y/o equipos. Por lo que se sugiere identificar y rotular las herramientas.

2. Los materiales o semielaborados del producto final están identificados y se pueden diferenciar fácilmente

En el área se observó que casi todos los materiales o semielaborados del producto final se encuentran sin rotular e identificar, esto ocasiona problemas en la fácil ubicación del producto y despacho del mismo. Por lo tanto, se sugiere identificar y rotular los materiales o semielaborados.

3. Están todos los materiales, pallets o contenedores almacenados de forma correcta.

En esta área se observó que los materiales, pallets o contenedores no están almacenados y/o apilados correctamente de manera que esto permita su fácil ubicación y/o uso. Por lo que, se sugiere designar un área definida y rotulada para almacenamiento de los materiales, pallets o contenedores.

4. En un formato de almacenamiento están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles.

En esta área se observó que las cantidad máximas y mínimas de almacenamiento no existen y no se encuentran señaladas, ocasionando que no se lleve un correcto control y stock del mismo dificultando el arranque de la producción. Por lo que, se sugiere identificar la capacidad máxima y mínima de almacenamiento para cada producto, rotular, señalizar e implementar un formato de control de productos, de manera que el departamento de bodega y compras puedan realizar un trabajo en conjunto y así exista un stock mínimo de productos, de manera que, el área de producción no se vea afectada.

5. El área cuenta con un lugar designado para EPP de terceros o visitantes

En esta área se observó que no existe un lugar definido para colocar los EEP de los visitante o terceros, esto ocasiona que no se lleve un correcto control de los mismo, causando falta de estos o que sean usados por los colaboradores, y en situaciones que sean necesarios no se cuente con suficientes EPP o que los existentes se encuentren sucios o en mal estado. Por lo tanto, se sugiere habilitar un área donde se puedan colocar los EPP de los visitantes, para que así se lleve un correcto control del uso de los mismo y del estado que se encuentran.

Moderada

1. Los lugares de trabajo están claramente definidos.

En esta área se observó que los lugares de trabajo no están claramente definidos, esto ocasiona que no exista espacios de seguridad alrededor de las maquinas, mal almacenamiento de producto, etc. Por lo tanto, se sugiere delimitar el área de trabajo alrededor de las maquinas y/o equipos siguiendo las normativas existentes.

2. Esta el suelo en buenas condiciones, no presenta algún tipo de desperfecto: grietas, sobresalto, etc.

En esta área se observó que el suelo presenta muchas fisuras e imperfecciones, lo que ocasiona dificultad para la movilización de ciertos productos, materiales. Adicionalmente ocasiona pequeñas vibraciones debido a ciertos equipos en áreas adyacentes. Por lo que, se sugiere corregir el suelo

3. Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas

En esta área se observó que existen estanterías que no se encuentran en el lugar correspondiente y en su gran mayoría estas no están rotulada e identificadas correctamente. Por lo que, se sugiere realizar un análisis de la ubicación optima, identificación y señalizados de las mismas, de manera que, sean de fácil acceso y ubicación para los colaboradores del área.

4. Los estantes tienen letreros de identificación para conocer que materiales van depositados en ellos

En esta área se observó que la mayoría de las estanterías no tienen identificados que tipos de materiales deben de ser ubicados en estas, lo que ocasiona desorden y pérdida de tiempo de trabajo al momento que el operador requiera de los mismos. Por lo tanto, se sugiere realizar un análisis de optimización de la ubicación de los materiales y la debida rotulación, para que sea de fácil acceso a los operadores y se reduzca el tiempo de búsqueda de los mismo.

5. Existen líneas amarillas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento

En esta área se observó que existen muchos lugares que no están identificados sus pasillos y áreas de almacenamiento, esto ocasiona que los colaboradores y visitantes transiten por áreas que no deben circular, adicionalmente, se almacena productos en lugares que no corresponden, lo que complica aún más la circulación en el área. Por lo tanto, se sugiere demarcar las áreas de circulación y de almacenamiento para prevenir potenciales accidentes.

6. El área de trabajo se encuentra libre de combustibles o materiales que podrían convertirse en un peligro a la salud o de incendio

En esta área se observó que existen ciertos lugares en los cuales no se encuentra señalado el almacenamiento temporal de productos inflamables, lo que conlleva un riesgo potencial de inflamación. Por lo que, se sugiere colocar señalización dentro de esta área, de manera que el colaborador identifique las zonas de potenciales riesgos y realice sus actividades con mayor cuidado.

Baja

- 1. El elemento de extinción de incendios más cercano se encuentra libre de obstáculos y de fácil acceso.**

En este ítem no se encuentran observaciones, dado que, se cumple en su cabalidad.

- 2. Las mangueras para incendios y extintores se encuentran en su lugar correspondiente y son de fácil acceso.**

En este ítem no se encuentran observaciones, dado que, se cumple en su cabalidad.

- 3. Los baños están equipados con todos los accesorios requeridos**

En este ítem no se encuentran observaciones, dado que, se cumple en su cabalidad.

3era S: Limpieza

Critica

- 1. Existe una persona o equipo de personas responsables de supervisar las operaciones de limpieza**

En esta área se observó que no existe persona o grupo de personas que sean responsables por la limpieza del área de galvanizado, esto ocasiona que haya lugares sucios. Por lo tanto, se sugiere la creación de responsables de la limpieza, adicionalmente, se debe de capacitar a los colaboradores en la importancia del aseo y correcto desecho de los desperdicios.

- 2. Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho**

En esta área se observó que los equipos y las áreas se encuentran sucias, con desperdicios y acumulación de polvo debido a que no se asea de forma correcta y periódicamente el área. Por lo que, se sugiere un programa de limpieza periódica, creando así, una cultura de limpieza.

Moderada

1. Las paredes, ventanas, suelos y techos están limpios y libres de objetos sueltos o rotos

En esta se observó que existen muchas paredes sucias, en mal estado. Se sugiere realizar una limpieza de las paredes y posteriormente pintarlas de color uniforme y claro, de manera que permita una mejor visibilidad.

2. Se han revisado y eliminado las fuentes de suciedad de la zona de trabajo: archivos, almacén, etc.

En esta área se observó que existen algunos archivadores y anaqueles que deben de ser reubicados. Por lo que, se sugiere buscar un lugar idóneo para su nueva ubicación y revisar la documentación que contienen, dado que, puede ser que exista documentación importante para los procesos.

3. Existen útiles de limpieza en lugares accesibles.

En esta área se observó que no existen útiles de limpieza en lugares accesibles. Por lo que, se sugiere la identificación de un lugar apropiado y accesible para colocar los útiles de limpieza necesarios según el área de trabajo.

4. Se cumplen los planes de limpieza establecidos para las áreas de trabajo

En esta área se observó que existen estándares para la ejecución de los trabajos de limpieza, sin embargo, estos no son seguidos por los colaboradores. Por lo que, se sugiere una capacitación – concienciación de la importancia de dar seguimiento y registro de las limpiezas periódicas que se realizan.

5. Existen herramientas o partes de las máquinas libre de suciedad. Sin manchas de aceite, polvo o residuos

En esta área se observó que existen algunas herramientas que están sucias y no se encuentran en su lugar. Por lo que, se sugiere implementar la limpieza de las herramientas antes de finalizar la jornada de trabajo y la colocación de las mismas en su lugar, de manera que se pueda controlar la falta de herramientas y llevar un mejor inventario de las mismas para su respectiva renovación.

6. Está la tubería tanto de ventilación como eléctrica en buenas condiciones; libre de suciedad o deteriorada

En esta área se observó que las tuberías eléctricas se encuentran sucias y un poco deteriorada y necesitan decodificación. Por lo que, se sugiere realizar limpieza de las áreas por donde circula la tubería de cableado eléctrico, retirar objetos que se encuentren sobre las mismas y realizar la respectiva codificación.

7. Se realizan periódicamente tareas de limpieza en conjunto con el mantenimiento del taller

En esta área se observó que al final de la semana laboral se encuentran muchas áreas sucias con desperdicios de materiales del proceso de trabajo. Por lo que, se sugiere la implementación de la limpieza al final de la jornada de trabajo, como también pequeñas paras para retirar materiales innecesarios de las áreas para evitar la acumulación de los mismo, logrando así crear una cultura de limpieza continua.

8. Se realiza recolección selectiva de basura

En esta área se observó que no existe la cultura de clasificar y recolectar la basura, lo que ocasiona la mezcla de desperdicios, produciendo la presencia de pequeños roedores. Por lo que, se sugiere la implementación de un programa de capacitación para concienciar a los colaboradores la importancia de la clasificación y recolección de desechos, además, la implementación de tachos distintivos para cada tipo de desecho.

Baja

1. Los baños se encuentran aseados

En este ítem no se encuentran observaciones, dado que, se cumple en su cabalidad.

2. Los trabajadores tienen acceso al agua potable

En este ítem no se encuentran observaciones, dado que, se cumple en su cabalidad.

3. la iluminación está en buenas condiciones (libre de defectos total o parcialmente)

En este ítem no se encuentran observaciones, dado que, se cumple en su cabalidad.

4ta S: Estandarización

Critica

1. Se consideran futuras normas como planes de mejoras en las zonas de trabajo.

En esta área se observó que no existe futuros planes de mejora del área de galvanizado por inmersión en caliente, esto dificulta el proceso de mejora continua. Por lo que, se sugiere la identificación de puntos críticos de mejora, y con estos generar planes de mejoras, los cuales deberán ser redactados con los líderes de las áreas y socializados con todo el personal.

Moderada

1. Existen riesgos ambientales (ruido extremo, contaminación de aire, productos químicos no almacenados adecuadamente, etc.)

En esta área se observó que existe un alto nivel de ruido en la sección de soplado de tubería, lo que ocasiona la pérdida auditiva, estrés laboral, etc. Por lo que, se sugiere la implementación de campañas de prevención de ruido, dotación de EPP adecuada para los colaboradores, analizar la propuesta de un diseño que permita aislar el equipo.

2. Existen actividades para prevenir LER (Lesiones por esfuerzos repetitivos)

En esta área se observó que los colaboradores debido al cansancio y estrés realizan una pequeña pausa en sus actividades. Por lo que, se sugiere crear pausas activas determinadas en un rango de periodo, de manera que se convierta en un estándar de trabajo.

3. Se mantienen las 3 primeras S (eliminar innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos, limpieza)

En esta área se observó que no se mantienen las 3 primeras S, dado que, no existe una cultura de mejora continua entre los colaboradores. Por lo que, se sugiere campañas periódicas de manera que se refuerce en el personal la importancia de las 5S como herramienta básica de mejora.

Baja

1. La ventilación de las salas es adecuada

En este ítem no se encuentran observaciones, dado que, se cumple en su cabalidad.

2. Los uniformes usados por los empleados están limpios y en condiciones adecuadas

En este ítem no se encuentran observaciones, dado que, se cumple en su cabalidad.

3. La presentación del personal es buena

En este ítem no se encuentran observaciones, dado que, se cumple en su cabalidad.

4. La distribución de las luminarias existentes es adecuada

En esta área se observó que ciertas luminarias no se encuentran en óptimas condiciones, lo que ocasiona que existan lugares oscuros o con poca iluminación. Por lo tanto, se sugiere la reparación de las luminarias que no se encuentran en óptimas condiciones.

5. Se respeta los lugares donde está prohibido fumar

En este ítem no se encuentran observaciones, dado que, se cumple en su cabalidad.

6. Existe estandarización de los procesos críticos (flujos del trabajo)

En este ítem no se encuentran observaciones, dado que, se cumple en su cabalidad.

7. Existe un repaso sistemático de la información y actualización de las técnicas de trabajo (reuniones periódicas, taller del día)

En esta área se observó que existen reuniones semanales en las cuales se analiza el proceso de avance, pero no se realiza una evaluación al final del mes. Por lo que, se sugiere la implementación de una reunión al final del mes con el objetivo de poder evaluar los avances semanales, para así poder identificar los problemas y las mejoras implementadas, para proveer futuros problemas.

8. Existen zonas de descanso, comida habilitadas para los colaboradores.

En este ítem no se encuentran observaciones, dado que, se cumple en su cabalidad.

9. Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de trabajo de la empresa.

En este ítem no se encuentran observaciones, dado que, se cumple en su cabalidad.

10. Existen estándares y procedimientos escritos, los cuales se utilizan activamente.

En esta área se observó que si existen estándares y procedimientos estrictos que son utilizados continuamente, pero los colaboradores desconocen de los mismos. Por lo que, se sugiere difundir los estándares y procedimientos correspondientes a los colaboradores, para esto se propone la realización de una inducción del uso de los mismos.

11. Existe una relación cordial entre las personas del área

En este ítem no se encuentran observaciones, dado que, se cumple en su cabalidad.

5ta S: Disciplina

Critica

1. En la pizarra de anuncios existe un área reservada para la calidad

En esta área se evidencio que no existe una pizarra o tablero que permita la colocación de anuncios, reglamentos, disposiciones referentes a la calidad o cualquier actividad del área. Por lo que, se sugiere la implementación de este tipo de tableros que facilitan la comunicación entre la empresa y sus colaboradores.

2. Al atender el teléfono, El nombre de la sección o el nombre de la persona están siendo mencionados

En esta área se evidencio que no existe una cultura al momento de los colaboradores contestar las llamadas telefónicas, lo que ocasiona malestar por parte de los clientes que realizan las llamadas. Por lo que, se sugiere crear una campaña de capacitación sobre cómo atender las llamadas recibidas por los clientes.

3. Existe autoevaluación del área de trabajo cada día

En esta área se evidencio que al final de la jornada laboral no se realiza un levantamiento de las actividades que se han cumplido, esto ocasiona dificultad al momento de llevar un control de lo que se realiza cada día, dado que no se conoce la causa raíz del problema. Por lo que, se sugiere la implementación de una reunión al culminar la jornada de trabajo con la finalidad de que los supervisores informen las novedades encontradas de manera que se pueda preparar un plan de acción.

Moderada

1. Las puertas de armarios y de cajones se mantienen cerradas

En esta área se evidencio que las puertas de los armarios no se mantienen cerradas, lo que ocasiona que algunas herramientas, piezas, etc. Se pierdan, dado que distintos colaboradores tienen acceso a estas y no se lleva un control de las mismas. Por lo que, se sugiere la colocación de elementos de seguridad y que el custodio sea el supervisor del área, con la finalidad de llevar un control de que colaborador hace uso de estas herramientas, de manera que se lleve un inventario diario de si estos fueron devueltos.

2. La recolección selectiva de la basura se está practicando de forma correcta

En esta área se evidencio que no existe una cultura de aseo del lugar del trabajo por parte de los colaboradores. Por lo que, se sugiere un plan de capacitación periódica de manera que se refuerce la importancia de mantener el área de trabajo limpia y libre de desechos.

3. Todos los trabajadores están involucrados en el proceso 5S

En esta área se evidencio que existen algunos colaboradores que desconocen el proceso de 5S, esto conlleva a que se dificulte la cultura de mejora continua, dado que desconocen la importancia de la misma y los beneficios que aportan al área. Por lo que, se sugiere la implementación de charlas periódicas al personal del área en temas referentes a 5S, calidad total, etc., de manera que estos comprendan la importancia de la implementación de los mismo en la empresa.

4. Existe el trabajo en equipo entre los colaboradores del área.

En esta área se evidencio que existe poca cultura de trabajo en equipo, lo que ocasiona que al área se le dificulte el proceso de mejora continua, dado que para que esta funcione es importante el trabajo en equipo de los colaboradores. Por lo que, se sugiere crear capacitación continua sobre los beneficios que aporta el trabajo en equipo en los procesos de mejora continua.

5. En caso de que exista basura en el piso, ¿se recoge la misma de manera espontánea?

En esta área se evidencio que existe poco compromiso de los colaboradores, eso se refleja en el momento en que el colaborador ve desperdicios dentro del área, pasa sobre ella y no los recoge, esto genera una cultura de poca importancia, la cual se

evidencia en los estándares de calidad del área. Por lo que, se sugiere crear una cultura de involucramiento del personal, dado que el aseo es el punto de partida de todo proceso de mejora continua.

6. El área de trabajo se encuentra limpio después de haber culminado la jornada laboral

En esta área se evidencio que al finalizar la jornada laboral los colaboradores no realizan de manera correcta la limpieza del área de trabajo, esto ocasiona que esta se llene de polvo y basura, adicionalmente al ingresar el siguiente turno de trabajo encontrara un lugar sucio lo cual desmotivara al colaborador. Por lo que, se sugiere que el trabajador pare su jornada 10 minutos antes, para que en este tiempo realice correctamente la limpieza de su puesto de trabajo, para que el siguiente turno encuentre un lugar listo para laborar.

7. Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos y estándares definidos

En esta área se evidencio que existen colaboradores que no están debidamente capacitados, esto ocasiona que no comprendan la importancia de los procesos y procedimiento, lo que dificulta el proceso de mejora continua dentro del área. Por lo que, se sugiere la capacitación continua al personal con la finalidad de mantenerlos capacitados e involucrados en el proceso de mejora continua del área.

8. Existen planes de limpieza y éstos son seguidos

En esta área se evidencio el poco cumplimiento de los planes de limpieza, dado que estos no son difundidos de manera continua en el personal, esto ocasiona que ellos no se involucren en el proceso de limpieza periódica del área. Por lo que, se sugiere la difusión de estos planes, para esto se pueden utilizar las carteleras informativas, además de, reuniones periódicas del jefe del área con los colaboradores.

9. Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente

En esta área se evidencio que los colaboradores al finalizar la jornada laboral no colocan en un lugar determinado las piezas y herramientas, por lo que estas se pierden, esto ocasiona que no se lleve un correcto inventario de las mismas y dificulta el posterior trabajo. Por lo que, se sugiere la capacitación en la importancia del

correcto control y almacenamiento de las herramientas y los beneficios que esto conlleva en el desarrollo del trabajo.

Baja

1. Existe una búsqueda sistemática de la mejora continua

En este ítem no se encuentran observaciones, dado que, se cumple en su cabalidad.

2. Los colaboradores utilizan el uniforme reglamentario, así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo.

En este ítem no se encuentran observaciones, dado que, se cumple en su cabalidad

Cronograma Housekeeping Puntos Críticos Altos

En el cronograma N° 4, se muestran las etapas criticas altas del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, para esto se establece un periodo determinado de tiempo para solucionar estas incidencias que ocasionan las paradas no programadas dentro del proceso.

Cronograma 4. Cronograma Housekeeping Puntos Críticos Altos

		MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9				MES 10				MES 11				MES 12			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1ª s : Clasificación : Separar y eliminar innecesarios	9	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?																																															
	5	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenados, en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?																																															
	6	¿Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?																																															
	7	¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos de limpieza en su ubicación y correctamente identificados?																																															
	8	¿Está todo el mobiliario: mesa, sillas, armarios, ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo?																																															
	11	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?																																															
2ª s : Orden : Situare identificar necesarios	2	¿Son necesarias todas las herramientas que se tiene disponibles y están fácilmente identificables?																																															

	3	¿Los materiales o semielaborados del producto final están identificados y se pueden diferenciar fácilmente?																																							
	4	¿Están todos los materiales, pallets o contenedores almacenados de forma correcta?																																							
	9	¿En un formato de almacenamiento están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles?																																							
	13	¿El área cuenta con un lugar designado para EPP de terceros o visitantes?																																							
3ª s : Limpieza : Suprimir la suciedad	11	¿Existe una persona o equipo de personas responsables de supervisar las operaciones de limpieza?																																							
	12	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?																																							
4ª s : Estandarización : Señalizar	13	¿Se consideran futuras normas como planes de mejoras en las zonas de trabajo?																																							
5ª s : Mantener la disciplina : Sostener y respetar	2	¿En la pizarra de anuncios existe un área reservada para la calidad?																																							
	3	Al atender el teléfono, ¿El nombre de la sección o el nombre de la persona están siendo mencionadas?																																							
	5	¿Existe autoevaluación del área de trabajo cada día?																																							

Nota: Cronograma Housekeeping de puntos críticos altos por etapa del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, por autores.

Cronograma Housekeeping Puntos Críticos Moderados

En el cronograma N° 5, se muestran las etapas críticas altas del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, para esto se establece un periodo determinado de tiempo para solucionar estas incidencias que ocasionan las paradas no programadas dentro del proceso.

Cronograma 5. Cronograma Housekeeping Puntos Críticos Moderados

			MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6		MES 7		MES 8		MES 9		MES 10		MES 11		MES 12						
			S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
1ª s : Clasificación : Separar y eliminar innecesarios	3	¿El área cuenta con solo lo necesario para trabajar?																													
	4	¿El área de trabajo está libre de algún tipo de herramienta, tornillo, pieza de repuesto?																													
	14	¿Existe un sitio específico, debidamente demarcado y con avisos orientadores para descartar la basura reciclable y no reciclable?																													
	12	¿Los elementos como: equipos, paneles eléctricos o demás que puedan producir riesgos están debidamente etiquetados y/o rotulados?																													
	1	¿El lugar de trabajo está libre de cosas inútiles que pueden molestar en el entorno?																													
	10	¿En el área existen elementos inutilizados: herramientas, útiles o similares en el entorno de trabajo?																													
2ª s : Orden : Situar e identificar necesarios	1	¿Los lugares de trabajo están claramente definidos?																													
	6	¿ Está el suelo en buenas condiciones, no presenta algún tipo de desperfecto: grietas, sobresalto, etc.?																													
	11	¿El área de trabajo se encuentra libre de combustibles o materiales que podrían convertirse en un peligro a la salud o de incendio?																													
	7	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar																													

		adecuado y debidamente identificadas?																														
	8	¿Los estantes tienen letreros de identificación para conocer que materiales van depositados en ellos?																														
	10	¿Existen líneas amarillas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?																														
3ª s : Limpieza : Suprimir la suciedad	7	¿Existen herramientas o partes de las máquinas libre de suciedad? ¿Sin manchas de aceite, polvo o residuos?																														
	8	¿Está la tubería tanto de ventilación como eléctrica en buenas condiciones; libre de suciedad o deteriorada?																														
	4	Se cumplen los planes de limpieza establecidos para las área de trabajo																														
	2	Se han revisado y eliminado las fuentes de suciedad de la zona: archivos, almacén, etc.																														
	10	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza en conjunto con el mantenimiento del taller?																														
	1	¿Las paredes, ventanas, suelos y techos están limpios y libres de objetos sueltos o rotos?																														
	3	Existen útiles de limpieza en lugares accesibles.																														
	13	¿Se realiza recolección selectiva de basura?																														
4ª s : Estandarización : Señalar	14	¿Se mantienen las 3 primeras S (eliminar innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos, limpieza)?																														
	4	¿Existen actividades para prevenir LER (Lesiones por esfuerzos repetitivos)?																														
	3	¿Existen riesgos ambientales (ruido extremo, contaminación de aire, productos químicos no almacenados adecuadamente, etc.?)																														
5ª s : Mantener la disciplina : Sostener y respetar	12	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándares definidos?																														

9	En caso de que exista basura en el piso, ¿se recoge la misma de manera espontánea?	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		
	8	¿Existe el trabajo en equipo entre los colaboradores del área?	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	
	4	¿Las puertas de armarios y de cajones se mantienen cerradas?	■	■	■																																	
	7	¿Todos los trabajadores están involucrados en el proceso 5S?		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		
	10	¿El área de trabajo se encuentra limpio después de haber culminado la jornada laboral?	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	13	¿Existen planes de limpieza y éstos son seguidos?			■				■				■				■				■				■				■				■				■	
	14	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?				■			■				■				■				■				■				■				■				■	
	6	¿La recolección selectiva de la basura se está practicando de forma correcta?		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■

Nota: Cronograma Housekeeping de puntos críticos moderados por etapa del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, por autores.

Cronograma Housekeeping Puntos Críticos Bajos

En el cronograma N° 6, se muestran las etapas criticas altas del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, para esto se establece un periodo determinado de tiempo para solucionar estas incidencias que ocasionan las paradas no programadas dentro del proceso.

Cronograma 6. Cronograma Housekeeping Puntos Críticos Bajos

		MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9				MES 10				MES 11				MES 12							
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4				
1ª S: Clasificación: Separar y eliminar innecesarios	2	█	█	█	█																																																
	13					█	█	█	█																																												
	5	█	█	█	█	█	█	█	█																																												
2ª S: Orden: Situar e identificar necesarios	12			█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█					
	14	█	█	█	█	█	█	█	█																																												

Nota: Cronograma Housekeeping de puntos críticos bajos por etapa del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, por autores.

CONCLUSIONES

- En base al análisis de criticidad utilizando la metodología AMEF se obtuvo que los puntos críticos o de mayor incidencia en el proceso de galvanizado por inmersión en caliente son: avería en el puente grúa con un NPR de 640, falla eléctrica con un NPR 400, falla mecánica con un NPR de 400 y falla neumática con un NPR de 400, los cuales deben ser tratado de manera urgente; dado que estos al ocurrir producen las paradas no programadas de mayor incidencia dentro del producto productivo. Para ello, se presentó un cronograma de mantenimiento; como el puente grúa tiene incidencia directa en todas las etapas del proceso se sugiere que a este se le realice un programa de mantenimiento preventivo mensual hasta que se instale el nuevo puente grúa, y posteriormente este quede como back up.

Así mismo para la criticidad moderada (Tabla N°6) y baja (Tabla N°7) utilizando la metodología AMEF se identificaron puntos de control los cuales se muestran en los cronogramas N° 2 y 3 del plan de mantenimiento anual para cada una de ellas. Este programa anual se diseñó teniendo en cuenta la no afectación a la producción y que el mismo pueda ser realizado por los colaboradores del área.

- En base al análisis de criticidad utilizando la metodología Housekeeping se obtuvieron los puntos críticos para cada uno de los criterios evaluados. Para esto se presenta un plan anual de mejora para el área, en el que se sugiere a la empresa que sea implementado, dado que con esto la empresa lograra alcanzar un ambiente laboral eficiente, seguro y confortable.
- Como se evidencia en los cronogramas de propuesta de Housekeeping una tarea que se debe de realizar todos los meses de manera periódica es la capacitación, inducción, charlas del personal de las distintas áreas, dado que, se espera poder cambiar la cultura del personal y lograr la mejora continua.
- Finalmente, la empresa realizara cada cuatro meses realice una evaluación de la matriz AMEF con la finalidad de poder comparar los índices de prioridad de riesgo de un periodo a otro, y determinar si estos disminuyeron o no, dado que, la metodología AMEF es un proceso de mejora continua el cual responde al ciclo PHVA.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que:

- La alta gerencia se comprometa con la implementación de la propuesta de la metodología AMEF y Housekeeping, ya que esto incentiva el compromiso de los colaboradores, con el involucramiento de la alta gerencia se espera lograr que esto se convierta en un objetivo estratégico de la compañía el cual marcara un rumbo el cual todos deben de seguir.
- Cada cuatro meses realizar una auditoria interna para cada de las metodologías propuesta, de manera que se pueda evaluar los avances de los programas, permitiendo realizar las acciones correctivas y preventivas que sean necesarias para conseguir la mejora continua.
- El departamento de producción en conjunto con el departamento de recursos humanos deberá planificar la propuesta de capacitación mensual con charlas cortas y activas en los distintos temas que se consideren necesarios, de manera que éste sirva como refuerzo y motivación para el personal del área.
- Al acoger la propuesta de Housekeeping la empresa podrá mejorar los tiempos de respuesta, reducir los tiempos improductivos, mejor la proyección visual de orden, aseo y aumentar el nivel de seguridad en el área de trabajo, además le permitirá definir los espacios de trabajo de manera correcta y mejorar el entorno de trabajo

BIBLIOGRAFIA

- Adriano Condo, C. H. (2016). *Desarrollo de un modelo de análisis de fallas, jerarquización de activos críticos y riesgos para el mejoramiento de la eficiencia en la gestión del mantenimiento de la estación de bombeo amazonas de OCP Ecuador*. Riobamba: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Recuperado el 23 de 04 de 2021, de <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/4594/1/20T00673.pdf>
- Alarcon Parra , G. J., Alarcon Parra , P., & Guadalupe , S. (2019). La elaboración del mapa de procesos para una universidad ecuatoriana. *Revista Espacios*, 40(19). Recuperado el 23 de 04 de 2021, de https://www.researchgate.net/publication/340634958_La_elaboracion_del_mapa_de_procesos_para_una_universidad_ecuatoriana_The_elaboration_of_the_process_map_for_an_Ecuadorian_university
- Alvarez Velezmore, M. A., & Paucar Poma , P. R. (2021). *Desarrollo e implementación de la metodología de mejora continua en una mype metalmecánica para mejorar la productividad*. Lima: Universidad Politecnica. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/337910/Tesis%20Alvarez%20-%20P%3a1ucar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- American Galvanizers Association . (2015). *Galvanizado en caliente para proteccion contra la corrosion* . Recuperado el 22 de 04 de 2021, de Guia del especificador : https://galvanizeit.org/uploads/publications/Galvanizado_Caliente_guia_especificador_small.pdf
- American Wlding Society. (1972). *AWS D-19.0*. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de aceros con revestimiento de zinc para soldadura WZC (D19.0): <https://pubs.aws.org/p/315/wzc-welding-zinc-coated-steels-d190>
- Arellano Chillagano , E. (2019). *Seis sigma para el proceso de galvanizado por inmersión en caliente en la empresa fadhelec CIA. LTDA*. Quito: Universidad Tecnologica Indioamérica. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de <http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/1215/1/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACI%3%93N%20ARELLANO%20CHILLAGANO%20GABRIELA%20ELIZABETH.pdf>
- Arrizabalagauriarte Consulting. (14 de 03 de 2018). *Arrizabalagauriarte Consulting*. Recuperado el 21 de 04 de 2021, de ¿Que es AMEF (FMEA en ingles)? y ¿Que nos aporta como organizacion?: <https://arrizabalagauriarte.com/que-es-amfe-fmea-en-ingles-y-que-nos-aporta-como-organizacion/>
- ASTM international. (2018). *ASTM B6 - 18*. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de Especificación estándar para zinc: <https://www.astm.org/Standards/B6.htm>
- ASTM international. (2019). *ASTM D6386 - 16a*. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de Práctica estándar para la preparación de productos de hierro y acero recubiertos de zinc (galvanizado en caliente) y superficies de hardware para pintar: <https://www.astm.org/Standards/D6386.htm>
- ASTM international. (2019). *ASTM E376 - 19*. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de Práctica estándar para medir el espesor del revestimiento mediante métodos de prueba de campo magnético o corrientes de Foucault (electromagnéticas): <https://www.astm.org/Standards/E376.htm>

- ASTM international. (2020). *ASTM A143 / A143M - 07 (2020)*. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de Práctica estándar para la protección contra la fragilización de productos de acero estructural galvanizado en caliente y procedimiento para detectar la fragilidad: <https://www.astm.org/Standards/A143.htm>
- ASTM international. (2020). *ASTM A653 / A653M - 20*. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de Especificación estándar para láminas de acero, recubiertas de zinc (galvanizadas) o recubiertas de aleación de zinc-hierro (galvanizadas) mediante el proceso de inmersión en caliente: <https://www.astm.org/Standards/A653>
- ASTM international. (2020). *ASTM A767/A767M-16*. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de Especificación normalizada para Barras de acero cincadas (galvanizadas) para refuerzo de concreto: <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/A767A767M-16-SP.htm>
- ASTM international. (2020). *ASTM A780 / A780M - 20*. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de Práctica estándar para la reparación de áreas dañadas y sin recubrimiento de recubrimientos galvanizados por inmersión en caliente: <https://www.astm.org/Standards/A780.htm>
- Bestratén Belloví, M., Orriols Ramos, R., & Mata París, C. (2004). *NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos*. AMFE. España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_679.pdf/3f2a81e3-531c-4daa-bfc2-2abd3aaba4ba
- Cerra Vergara , M. A., & Pacheco Teran , L. D. (2012). *Mantenimiento centrado en confiabilidad basado en tecnicas predictivas: vibracion, termofragia y medicion de parametros electronicos; para las maquinas e instalaciones electricas presentes en los activos y servicios de COTECMAR*. Cartagena de Indias: Universidad Tecnologia de Bolvar. Recuperado el 07 de 04 de 2021, de <https://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/839/0063116.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cevallos Erazo, M. B., & Defaz Vizcaino, A. L. (2008). *Rediseño del proceso de cincado de la empresa Metalquimica Galvano*. Quito: Escuela Politecnica Nacional. Recuperado el 09 de 04 de 2021, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1404/1/CD-2141.pdf>
- Cruz Rivero, L., Tobón Galicia , L. G., Zarza Diaz , R., & Becerril Rosales , I. (2020). *Innovacion productiva para la competitividad de los procesos*. Xalapa: Red Iberoamericana de Academias de Investigacion A.C. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de <http://redibai-myid.org/portal/wp-content/uploads/2021/01/607-8617-83-8.pdf#page=8>
- Descalzi Guanilo, M. F. (2019). *Aplicacion de las 5's para mejorar la productividad del área de almacén de la empresa Emepar S.R.L, Puente Piedra, 2019"*. Lima: Universidad Cesar Vallejo. Recuperado el 23 de 04 de 2021, de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/49783/Descalzi_GMF-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ecuador Documents. (03 de 01 de 2019). *ASTM A385 ESPAÑOL*. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de Practica de la norma para entregar revestimientos de zinc de alta calidad : <https://fdocuments.ec/document/astm-a385-espanol.html>
- Escada Villalobos , I., Jara Valdés , P., & Letzkus Palavecino, M. (2016). Mejora de procesos productivos mediante lean manufacturing. *Trilogia UTEM*, 31.

- Recuperado el 21 de 04 de 2021, de
<http://repositorio.utem.cl/handle/30081993/992>
- Escoriza Martines , T., Abreu Ledón , R., Olivera Cuadra , D., Macías Abraham , C., & Borgues Morell, E. (2010). Aplicación del análisis modal de fallos y efectos en el proceso de donación de sangre total. *Revista cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia*, 331. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de
<http://scielo.sld.cu/pdf/hih/v26n4/hih08410.pdf>
- García Palencia, O. (2006). *El Mantenimiento General Administración de Empresas*. Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Recuperado el 23 de 04 de 2021, de
<https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1297/1/RED-70.pdf>
- Gonzalez Guzman, J. L. (2016). *Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa latercer S.A.C*. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Recuperado el 23 de 04 de 2021, de
<https://core.ac.uk/download/pdf/94867568.pdf>
- Hernandez Betancur , J. D. (2018). *Deteccion de los puntos criticos del proceso de galvanizado por inmersión en caliente: un enfoque hacia la sostenibilidad y el desarrollo sostenible*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/63201/1152440025.2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Instituto de desarrollo Urbano. (2014). *Guía práctica de galvanizado por inmersión en caliente*. Bogotá: ANDI Cámara Fedemetal. Recuperado el 09 de 04 de 2021, de
[https://www.idu.gov.co/web/content/7423/guia_galvanizado_24nov14+\(1\).pdf](https://www.idu.gov.co/web/content/7423/guia_galvanizado_24nov14+(1).pdf)
- Jami Mejía , V. G. (2013). *El Housekeeping y su efecto en la productividad de la Empresa Láctea Del Cordero de la Ciudad de Latacunga*". Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Recuperado el 23 de 04 de 2021, de
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3232/1/12%20MKT.pdf>
- Jesszon, B., Grayfiel , T., & Etcuban, J. (2019). Housekeeping Standard Practices of Resorts in Bohol, Philippines. *International Journal of Business and Social Science*, 10(4). Recuperado el 23 de 04 de 2021, de
http://ijbssnet.com/journals/Vol_10_No_4_April_2019/17.pdf
- Lean Manufacturing. (2018). *AMEF o Análisis del Modo y Efecto de Fallas*. Recuperado el 21 de 04 de 2021, de Herramientas Lean Manufacturing:
<https://leanmanufacturing10.com/amef-analisis-del-modo-efecto-fallas>
- Lopez Telenchana, L. S. (2017). *Gestión de mantenimiento diseño de modelos integrales*. Babahoyo: CIDEPRO. Recuperado el 23 de 04 de 2021, de
<http://www.cidepro.org/images/pdfs/mantenimiento.pdf>
- Martinez Lugo , C. A. (2004). *Implementación de un análisis de modo y efecto de falla en una línea de manufactura para juguetes*. Ciudad Universitaria: Universidad Autónoma de Nuevo León. Recuperado el 01 de 04 de 2021, de
<http://eprints.uanl.mx/1522/1/1020150046.PDF>
- Medrano Lopez , F., Hinojosa Barrios , V., Basilio Valdez , B., & Becerril Rosales , I. (2019). Implementación de la metodología 5S en un almacén de refacciones. *Reaxion Ciencia y Tecnología Universitaria*. Recuperado el 23 de 04 de 2021, de

- http://reaxion.utleon.edu.mx/Art_Impr_Implementacion_de_la_metodologia_5S_en_un_almacen_de_refacciones.html
- Ministerio de Gobierno. (2020). *Acuerdo 0197 Expídese: el reglamento para el control y administración de sustancias catalogadas sujetas a fiscalización*. Quito: Ministerio de Gobierno. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de <https://www.oficial.ec/acuerdo-0197-expidese-reglamento-control-administraciondesustanciascatalogadas-sujetas-fiscalizacion>
- Montalban Loyola , E., Arenas Bernal , E. J., Tala Vera Ruz , M., & Magaña Iglesias , R. E. (2015). Herramienta de mejora AMEF (Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial) como documento vivo en un área operativa. Experiencia de aplicación en empresa proveedora para Industria Automotriz. *Revista de Aplicaciones de la Ingeniería*, 231. Recuperado el 01 de 04 de 2021, de https://ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones_de_la_Ingenieria/vol2num5/Revista%20Aplicaciones%20de%20la%20Ingenieria%20V2%20N5_2.pdf
- Nava Martinez , I., Leon Acevedo , M. A., Toledo Herrera , I., & Kido Miranda , J. C. (2017). Metodología de la Aplicación 5'S. *Revista de Investigaciones Sociales*, 31. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de https://ecorfan.org/republicofnicaragua/researchjournal/investigacionessociales/journal/vol3num8/Revista_de_Investigaciones_Sociales_V3_N8_3.pdf
- Nestares Rutti, H. O. (2017). *Propuesta de análisis de fallas de las excavadoras para medir su rentabilidad en la empresa brynajom S.R.L*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro de Perú. Recuperado el 23 de 04 de 2021, de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3673/Nestares%20Rutti.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Octal. (2018). *ASTM A53 Especificación de Tubería*. Recuperado el 22 de 02 de 2021, de Norma o Especificación Estándar ASTM A53: <https://www.octalacero.com/astm-a53>
- Oña García , O. V. (2017). *Análisis de modos de fallas, efectos y criticidad del proceso operativo en el área de impresiones y su incidencia en la productividad de la empresa leterago del ECUADOR S.A*. Quito: Universidad Tecnológica Indoamerica. Recuperado el 23 de 04 de 2021, de <http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/678/1/TESIS%20O%20GARC%c3%8dA%20OSCAR%20VINICIO.pdf>
- Pérez Sierra , V., & Quintero Beltrán , L. C. (2017). Metodología dinámica para la implementación de 5's en el área de producción de las organizaciones. *Revista Ciencias Estratégicas*, 414. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/1513/151354939009.pdf>
- Pinto Madroñero , C., Uris Selles , J., & Mena Esquivias , L. (2003). El diagrama de flujo, herramienta para la gestión de procesos en una Unidad de Admisión hospitalaria*. *Papeles Medicos*, 12(3), 122. Recuperado el 23 de 04 de 2021, de <https://www.sedom.es/wp-content/themes/sedom/pdf/4cbc747cda70apm-12-3-005.pdf>
- PROGRESSA LEAN. (13 de Febrero de 2020). *PROGRESSA LEAN*. Obtenido de Análisis modal de fallos y efectos: <https://www.progressalean.com/amfe-analisis-modal-fallos-efectos/>
- Rahman , S., & Tahiduzzaman. (2018). Implementation of 9S Approach in a Jute Industry: A Case Study. *International Conference on Mechanical, Industrial and*

- Energy Engineering*. Recuperado el 23 de 04 de 2021, de https://www.researchgate.net/publication/330337920_Implementation_of_9S_Approach_in_a_Jute_Industry_A_Case_Study
- Rey Sacristan , F. (2005). *Las 5S ORDEN Y LIMPIEZA EN EL PUESTO DE TRABAJO*. España: Fundacion Confemetal. Recuperado el 23 de 04 de 2021, de <https://books.google.es/books?id=NJtWepnesqAC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Rodarte , A., & Blanco, M. (2009). (5S as a tool for improving operational performance: A study in the automotive supply chain companies in Nuevo Leon). *Innovaciones de Negocios*, 199. Recuperado el 23 de 04 de 2021, de <http://eprints.uanl.mx/12519/1/A3.pdf>
- Rojas Lema , S. (2019). Implementación de análisis modal de fallos y efectos (AMFE). *3C Tecnología. Glosas de innovacion aplicadas a la pyme*, 72-73. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2019/03/ART.-4-TECNO-Ed.-29_Vol.-8_n%C2%BA-1-1.pdf
- Rueda Macay , D. A., & Tuima Guanotasig , B. (2020). *Sistematizacion de la gestion de mantenimiento para la region sierra de la maquinaria cortadora vertical y enchapadora con la aplicacion del software ERP JD para la empresa DURINI INDUSTRIA DE LA MADERA C.A. EDIMCA*. Quito: Universidad Politecnica Salesiana. Recuperado el 07 de 04 de 2021, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18413/1/UPS%20-%20ST004441.pdf>
- Salazar López , B. (01 de 11 de 2019). *Ingenieria Industrial Online*. Recuperado el 03 de 04 de 2021, de Análisis del modo y efecto de fallas (AMEF): <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>
- Santillan Sanchez , A. (2012). *Evaluación de riesgo en los elementos sensibles del sistema de operaciones terrestres de la seguridad industrial en el terminal marítimo de balao*. Quito: Universidad San Francisco de Quito / Universidad de Huelva España. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1379/1/104174.pdf>
- Sierra Alvarez , G. A. (2004). *Programa de mantenimiento preventivo para la empresa Metalmeccanica Industrias AVM S.A.* Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Recuperado el 23 de 04 de 2021, de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2004/112490.pdf>
- SMT. (2018). *Proceso de galvanizacion en caliente*. Recuperado el 22 de 04 de 2021, de Proceso de galvanizado: <https://galvanizadossmt.es/proceso-galvanizacion-en-caliente/#>
- Tirado Luna , J. C. (2018). *Un primer trabajo corresponde a Tirado Luna (2018); con su investigación "Optimización del proceso de impresión de la empresa Ediecuatorial, a través del uso del análisis modal de fallos y efectos (AMEF) como base para la estandarización del proceso"*. Guayaquil: UDLA. Recuperado el 23 de 04 de 2021, de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/9327/1/UDLA-EC-TMDOP-2018-03.pdf>
- Triviño Garrido, J. S. (2020). *Propuesta para un sistema de tratamiento de aguas residuales provinientes del proceso de galvanizado por inmersión en caliente*

para Garcia Vega S.A.S. Bogota: Fundacion Universidad de America.

Recuperado el 22 de 04 de 2021, de

<https://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/8135>

Virgüez Gómez, A. (2019). *Diseño e implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la sección de mezclado de planta de caucho de la empresa eterna s.a. a partir de técnicas de mantenimiento predictivo.* Bogota: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas. Recuperado el 23 de 04 de 2021, de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/24767/DISE%20E%20IMPLEMENTACI%20N%20DE%20UN%20PROGRAMA%20DE%20MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20EN%20LA%20SECCI%20N%20DE%20MEZCLADO%20DE%20PLANTA%20DE%20CAUCHO%20DE%20LA%20EMPR ESA%20ETERN>

ANEXOS

Anexo 1.- Resumen de paradas no programadas en el área de galvanizado por inmersión en caliente, correspondiente a los años 2019, 2020, febrero 2021.

Suma de tiempo de Parada	Causa de Parada	Suma de mantenimiento
132.0	Armado y montaje de sistema de soplado, y limpieza de tinas de dicromato	11
132.0	Mantenimiento de planta, limpieza de tinas	11
132.0	Mantenimiento de proceso de decapado	11
132.0	Montaje de horno de secado y mantenimiento	11
132.0	Montaje de tubos de horno de secado y rodillos en zona de extractor, mantenimiento de cadena y de tinas	11
132.0	Montaje de zona de estructura y cambio de rodamiento a rodillos electromagnéticos	11
132.0	Trabajo en tinas de zinc, recuperación de lingotes en tina	11
128.0	Mantenimiento de tina de ácido	16
120.0	Montaje de cadenas de horno de secado, engrasado y lubricado	10
96.0	Desmontaje de bandeja de salida de la tina de enfriamiento	12
96.0	Montaje de la chimenea de la cuba de zinc	8
96.0	preparación de tina para procesos y de parrilla para extractores	8
92.0	Mejoramiento en tinas de proceso	10
64.0	fabricación de bases de cadenas de salida de tina de enfriamiento	8
64.0	Se fabrica base para cadena de salida de tina de enfriamiento	8
64.0	Mantenimiento de la tina de zinc	8
60.0	Montaje de tinas de proceso y preparación de planta	5
48.0	Mantenimiento de planta, montaje de cardanes de horno	6
40.0	Desmontaje de ventiladores y fabricación de base nueva para sistema de enfriamiento	4
40.0	fabricación de guardas de seguridad para ventiladores de tina de enfriamiento	4
40.0	Mantenimiento: limpieza y mantenimiento en zona de maquina estructurado	5
40.0	Mantenimiento: mesa de entrada del horno de secado	5
40.0	Mantenimiento: pintado y limpieza de tina de ácido y de pasillos	5
40.0	Mantenimiento: desmontaje de líneas de aire de automatización de quemadores	5
40.0	Mantenimiento: limpieza en zona de extracción, desmontaje de stop de salida de extractores	5
40.0	Mantenimiento: limpieza y mantenimiento en quemadores, pintado en turbina de ciclón	5
36.0	Mantenimiento de tinas de desengrasante y en general	4
36.0	Mantenimiento de tinas en general	4
34.0	Se realiza la puesta de paredes para sostener paneles	3
32.0	Desmontaje de mesa de salida de la tina de enfriamiento	4
32.0	Enfriado de tina de zinc y montaje de techo de aire para oficina	4
32.0	Limpieza de cardón y desmontaje de cadenas de salida de tina de enfriamiento	4
32.0	Mantenimiento en área de galvanizado	4
32.0	Mantenimiento: desmontaje caja de zinc, limpieza ducto de polvo y engrasado de rodillo electromagnético	4
32.0	Mantenimiento: desmontaje de mesa de salida de tina de enfriamiento	4
32.0	Mantenimiento: desmontaje y cambio de quemador N°3 y montaje de motor de incubación del quemador N°3	4
32.0	Mantenimiento: engrasado mesa de espirales, lubricado de cadenas, trabajos en torre de enfriamiento y limpieza de retenedores de calor	4
32.0	Mantenimiento: pintado de mesa de espirales y engrasado de chumaceras	4
32.0	Mantenimiento: pintado de mesa de espirales, de montaje y limpieza de ductos de ciclón	4
32.0	Montaje de piñones y ejes con bandeja de tina de enfriamiento	4

32.0	Montaje y enfibrado de planchas para bandeja de tina de enfriamiento	4
24.0	Controlador de temperatura	2
24.0	Desmontaje y montaje de filtros de sistema de absorción de polvo	2
24.0	reparación de tinas, parchando, lijando y pintando	3
24.0	Se hace mejora en la caja de soplado	2
20.0	Se hacen parrillas para galvanizar estructuras	2
20.0	Se pone estructura para el techo de bandeja de coplas	2
16.0	Arreglando fajas en puente grúa	2
12.0	Se cambian rodamientos de mesa de espirales, se engrasa la cadena y se cambian pernos de cardan	1
12.0	Se desmonta y destruye bodega de químicos y se chatarrita	1
12.0	Se fabrica cadena de mesa de espirales y del horno de secado	1
12.0	Se hace bandeja para prensa de flux y se la instala	1
12.0	Se hacen bases para paneles de control del área de galvanizado y maquina PMC reproceso	1
12.0	Se hacen pasillos para galvanizado estructuras	1
12.0	Se hacen barandas para la tina de proceso galvanizado	1
12.0	Se pone tina de termofusión	1
12.0	Se realiza construcción de casillero para herramientas	1
12.0	Se realiza tina de termofusión para el agua de la tina 7	1
10.0	Acerado en tuberías y roscas, se arma parrilla para el vapor en la tina de flux	1
10.0	Montaje de tubos cuadrados parados	1
10.0	Puente 14 dañado	2
10.0	Realizar huecos a placas y poner pernos de anclaje	1
10.0	Sacando medida para codo y cortando y soldando	1
10.0	Se bajan parrillas para galvanizar estructuras	1
10.0	Se cambia parrilla para tapa para la tina de flux, se repara mesa de embalado en el área de reproceso	1
10.0	Se cambia rodamiento y retenedores de bomba de planta de tratamiento y se hace base nueva para la bomba	1
10.0	Se cambian todas las lámpara de la oficina de producción	1
10.0	Se colocan barandas en tinas de proceso y se suelda espiral partida	1
10.0	Se desarma la caja de zinc por atascamiento de polvo, se la lubrica y se vuelve a instalar	1
10.0	Se desarman ductos de extractores de polvo y se lubrican las tuberías y se las limpian	1
10.0	Se desbarata base de la planta de tratamiento para una reparación total de la junta y se la instala	1
10.0	Se instalan barandas alrededor de las tinas de proceso y se hacen pasarelas	1
10.0	Se pinta la oficina del área de galvanizado	1
10.0	Se pone línea de agua de termofusión para lavado de manos	1
10.0	Se realiza inventario de tapas de todas las medidas	1
10.0	Se realiza inventario de tapas de todas las medidas y se baja flux	1
10.0	Se realiza trabajo en la caja de soplado de zinc para reducir el ruido	1
8.0	Planchando tinas y puliendo el oxido	1
8.0	Puliendo y poniendo fibra	1
8.0	Se hacen bancadas para poner alrededor de las tinas de proceso de galvanizado	1
8.0	Se realiza construcción de parrilla para galvanizar estructuras	1
7.0	Puente 5 dañado	1
6.0	Montaje de base de soporte para tina de flux y fabricación de ductos para sensores de mesa de espirales hacia sistema de absorción de soplado	1
6.0	Se retira grasa de la tina soluble	2
5.9	Falla eléctrica en puente 14	2
5.8	Falla en puente 14	2
5.4	preparación base principal de soporte de tina de flux	1
5.0	Área de almacenamiento llena, sin espacio para almacenar	2

4.8	Se preparan parrillas	3
4.8	Se limpia mesa de polvo de ducto de ciclón, se prepara acido nuevo para producción	1
4.5	Falla en cadena de horno de secado	2
3.2	Se recibe material y se prepara parrilla	2
2.9	Falla en el cilindro de brazo de tubería	2
2.8	Se retira tapas del ciclón	1
2.7	Falla en el puente 14 y 26	1
2.7	Falla en el sensor de mordaza	1
2.5	Se retira filtros dañados	1
2.5	Cambio de motor de izaje del puente 11	1
2.5	Falla en cadena de arrastre de tina de enfriamiento	1
2.3	Modificación de la caja de zinc	1
2.3	Falla en el puente 14	1
2.2	Instalación de rodillos para evitar gotear	1
2.2	Falla en sistema de caja de zinc	1
2.0	Falla eléctrica en la mordaza	1
2.0	Material no decapado oxidado	2
2.0	Falla en el sensor de mordazas	1
2.0	Falla en rodillos electromagnéticos	1
1.8	Temperatura baja, Falla en los quemadores	1
1.7	Falla en el sensor de stop de la cadena de horno de secado	1
1.5	Falla en cadena de horno	1
1.5	Falla en el sensor de la boquilla de soplado interior	1
1.5	Falla en la mesa de espirales	1
1.5	Se procede a preparar acido	1
1.5	Falla en el horno de secado	1
1.5	Se prepara acido nuevo	1
1.2	Falla en automático de mesa de extractores	1
1.1	Falla en espiral de inmersión	1
1.1	Falla en la caja de zinc, soldadura	1
1.0	Falla en torre de enfriamiento, eléctrico	1
1.0	Falla mecánica en rodillos electromagnéticos	1
1.0	Falla en el sensor de magnetismo	1
1.0	Problema con boquilla de soplado	1
1.0	Se prepara parrilla	1
0.9	Desmontaje del cilindro de brazo tubería	1
0.9	Cilindro del brazo de tubería se cambia	1
0.9	Falla en el extractor de polvo	1
0.9	Falla en magnetismo	1
0.8	Prueba modificación de caja de zinc	1
0.8	Baja temperatura, falla en los quemadores	1
0.8	Temperatura baja, falla en quemadores	1
0.7	Falla de cadena de salida de tina de enfriamiento	1
0.7	Falla en micro de mordaza	1
0.7	Montaje de caja reductora en la caja de zinc	1
0.7	Parada por falla del brazo de tubería	1
0.7	Se limpia tina 5	1
0.7	Falla en la estrella de la tina de enfriamiento	1
0.7	Falla en la maquina separadora	1
0.7	Falla en el motor del extractor de polvo	1
0.7	Se arregla guía de entrada de stop de espirales	1
0.6	Falla de manguera de vapor	1
0.6	Falla en espiral de inmersión	1
0.5	Falla eléctrica en el panel principal	1
0.5	Falla en boquilla de soplado interior	1

0.5	Falla en gancho de espirales	1
0.5	Falla en los quemadores	1
0.5	Falla en cadenas de rodillos magnéticos	1
0.5	Falla en la cadena del horno de secado	1
0.5	Falla en mesa de espirales	1
0.4	Cambio de rodillos levantadores N°1	1
0.3	Falla en freno de motor de estrella tina de enfriamiento	1
0.3	Falla en el rodillo levantador de caja de zinc	1
3288.6	Total general	872



NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE

Analyse des modes de défauts et effets. AMDE
Failure Mode and Effect Analysis. FMEA

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactores:

Manuel Bestratén Bellovi
Ingeniero Industrial

Rosa M^a Orriols Ramos
Licenciada en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO

Carles Mata París
Ingeniero Técnico

SEAT, S.A.

La presente NTP tiene por objeto exponer el método de análisis modal de fallos y efectos de elementos clave de procesos o productos. Esta herramienta es una de las tradicionales empleadas en el ámbito de la Calidad para la identificación y análisis de potenciales desviaciones de funcionamiento o fallos, preferentemente en la fase de diseño. Se trata de un método cualitativo que por sus características, resulta de utilidad para la prevención integral de riesgos, incluidos los laborales.

1. INTRODUCCIÓN

El AMFE fue aplicado por vez primera por la industria aeronáutica en la década de los 60, e incluso recibió una especificación en la norma militar americana MIL-STD-16291 titulada "Procedimientos para la realización de análisis de modo de fallo, efectos y criticidad". En la década de los 70 lo empezó a utilizar Ford, extendiéndose más tarde al resto de fabricantes de automóviles. En la actualidad es un método básico de análisis en el sector del automóvil que se ha extrapolado satisfactoriamente a otros sectores. Este método también puede recogerse con la denominación de AMFEC (Análisis Modal de Fallos, Efectos y su Criticidad), al introducir de manera más precisa la especial gravedad de las consecuencias de los fallos.

Aunque la técnica se aplica fundamentalmente para analizar un producto o proceso en su fase de diseño, este método es válido para cualquier tipo de proceso o situación, entendiendo que los procesos se encuentran en todos los ámbitos de la empresa, desde el diseño y montaje hasta la fabricación, comercialización y la propia organización en todas las áreas funcionales de la empresa. Evidentemente, este método a pesar de su enorme sencillez es usualmente aplicado a elementos o procesos clave en donde los fallos que pueden acontecer, por sus consecuencias puedan tener repercusiones importantes en los resultados esperados. El principal interés del AMFE es el de resaltar los puntos críticos con el fin de eliminarlos o establecer un sistema preventivo (medidas correctoras) para evitar su aparición o minimizar sus consecuencias, con lo que se puede contar con un riguroso procedimiento de detección de efectos potenciales, si se aplica de manera sistemática.

La aplicación del AMFE por los grupos de trabajo implicados en las instalaciones o procesos productivos de los que son en parte conductores o en parte usuarios en sus diferentes aspectos, aporta un mayor conocimiento de los mismos y sobre todo de sus aspectos más débiles, con las consiguientes medidas preventivas a aplicar para su necesario control. Con ello se está facilitando la integración de la cultura preventiva en la empresa, descubriéndose que mediante el trabajo en equipo es posible profundizar de manera ágil en el conocimiento y mejoramiento de la calidad de productos y procesos reduciendo costes.

En la medida que el propósito del AMFE consiste en sistematizar el estudio de un proceso/producto, identificar los puntos de fallo potenciales, y elaborar planes de acción para combatir los riesgos, el procedimiento, como se verá, es asimilable a otros métodos simplificados empleados en prevención de riesgos laborales. Este método emplea criterios de clasificación que también son propios de la Seguridad en el Trabajo, como la posibilidad de acontecimiento de los fallos o hechos indeseados y la severidad o gravedad de sus consecuencias. Ahora bien, el AMFE introduce un factor de especial interés no utilizado normalmente en las evaluaciones simplificadas de riesgos de accidente, que es la capacidad de detección del fallo producido por el destinatario o usuario del equipo o proceso analizado, al que el método originario denomina cliente. Evidentemente tal cliente o usuario podrá ser un trabajador o equipo de personas que receptionan en un momento determinado un producto o parte del mismo en un proceso productivo, para intervenir en él, o bien en último término, el usuario final de tal producto cuando haya de utilizarlo en su lugar de aplicación. Es sabido que los fallos materiales suelen estar mayoritariamente asociados en su origen a la fase de diseño y cuanto más se tarde en detectarlos más costosa será su solución. De ahí la importancia de realizar el análisis de potenciales problemas en instalaciones, equipos y procesos desde el inicio de su concepción y pensando siempre en las diferentes fases de su funcionamiento previsto. A continuación se aportan una serie de definiciones sobre los conceptos asumidos por este método.

Este método no considera los errores humanos directamente, sino su correspondencia inmediata de mala operación en la situación de un componente o sistema. En definitiva, el AMFE es un método cualitativo que permite relacionar de manera sistemática una relación de fallos posibles, con sus consiguientes efectos, resultando de fácil aplicación para analizar cambios en el diseño o modificaciones en el proceso.

2. DEFINICIONES DE TÉRMINOS FUNDAMENTALES DEL AMFE

Como paso previo a la descripción del método y su aplicación es necesario sentar los términos y conceptos fundamentales, que a continuación se describen.

Cliente o usuario

Solemos asociar la palabra cliente al usuario final del producto fabricado o el destinatario-usuario del resultado del proceso o parte del mismo que ha sido analizado. Por lo tanto, en el AMFE, el cliente dependerá de la fase del proceso o del ciclo de vida del producto en el que apliquemos el método. La situación más crítica se produce cuando un fallo generado en un proceso productivo que repercute decisivamente en la calidad de un producto no es controlado a tiempo y llega en tales condiciones al último destinatario o cliente.

Si uno de los aspectos determinantes del método es asegurar la satisfacción de las necesidades de los usuarios, evitando los fallos que generan problemas e insatisfacciones, para conocerlas es necesario tener herramientas que nos permitan registrarlas. Para ello disponemos, entre otras, de dos herramientas: los cuestionarios de satisfacción de necesidades de clientes o usuarios y la doble matriz de información para comprobar como los resultados esperados de productos/procesos responden a las expectativas de sus usuarios.

El propósito del diseño, o sea lo que se espera se consiga o no del mismo, debe estar acorde con las necesidades y requisitos que pide el usuario; con lo que al realizar el AMFE y aplicarlo en la fase de diseño siempre hay que pensar en el cliente-usuario, ese "quien", es el que nos marca el objetivo final.

Es por eso que las funciones prioritarias al realizar el AMFE son las denominadas "funciones de servicio", este tipo de funciones nos permitirán conocer el susodicho grado de satisfacción del cliente tanto de uso del producto como de estimación (complacencia). Las "funciones de servicio" son necesidades directas de los sistemas analizados y no dependen solo de la tecnología, es por eso que para determinarlas hay que analizar, como se ha dicho, dos aspectos: las necesidades que se tienen que satisfacer y el impacto que tienen sobre el cliente dichas necesidades. Esto nos permitirá determinar y priorizar las funciones de servicio y a partir de ahí realizar el AMFE.

Producto

El producto puede ser una pieza, un conjunto de piezas, el producto final obtenido de un proceso o incluso el mismo proceso. Lo importante es poner el límite a lo que se pretende analizar y definir la función esencial a realizar, lo que se denomina identificación del elemento y determinar de que subconjuntos / subproductos está compuesto el producto.

Por ejemplo: podemos analizar un vehículo motorizado en su conjunto o el sistema de carburación del mismo. Evidentemente, según el objetivo del AMFE, podrá ser suficiente revisar las funciones esenciales de un producto o profundizar en alguna de sus partes críticas para analizar en detalle sus modos de fallo.

Seguridad de funcionamiento

Hablamos de seguridad de funcionamiento como concepto integrador, ya que además de la fiabilidad de respuesta a sus funciones básicas se incluye la conservación, la disponibilidad y la seguridad ante posibles riesgos de daños tanto en condiciones normales en el régimen de funcionamiento como ocasionales. Al analizar tal seguridad de funcionamiento de un producto/proceso, a parte de los mismos, se habrán de detectar los diferentes modos o maneras de producirse los fallos previsible con su detectabilidad (facilidad de detección), su frecuencia y gravedad o severidad, y que a continuación se definen.

Detectabilidad

Este concepto es esencial en el AMFE, aunque como se ha dicho es novedoso en los sistemas simplificados de evaluación de riesgos de accidente.

Si durante el proceso se produce un fallo o cualquier "output" defectuoso, se trata de averiguar cuan probable es que no lo "detectemos", pasando a etapas posteriores, generando los consiguientes problemas y llegando en último término a afectar al cliente – usuario final.

Cuanto más difícil sea detectar el fallo existente y más se tarde en detectarlo más importantes pueden ser las consecuencias del mismo.

Frecuencia

Mide la repetitividad potencial u ocurrencia de un determinado fallo, es lo que en términos de fiabilidad o de prevención llamamos la probabilidad de aparición del fallo.

Gravedad

Mide el daño normalmente esperado que provoca el fallo en cuestión, según la percepción del cliente - usuario. También cabe considerar el daño máximo esperado, el cual iría asociado también a su probabilidad de generación.

Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Tal índice está basado en los mismos fundamentos que el método histórico de evaluación matemática de riesgos de FINE, William T., si bien el índice de prioridad del AMFE incorpora el factor detectabilidad. Por tanto, tal índice es el producto de la frecuencia por la gravedad y por la detectabilidad, siendo tales factores traducibles a un código numérico adimensional que permite priorizar la urgencia de la intervención, así como el orden de las acciones correctoras. Por tanto debe ser calculado para todas las causas de fallo.

$$IPR = D.G.F$$

Es de suma importancia determinar de buen inicio cuales son los puntos críticos del producto/proceso a analizar. Para ello hay que recurrir a la observación directa que se realiza por el propio grupo de trabajo, y a la aplicación de técnicas generales de análisis desde el "brainstorming" a los diagramas causa-efecto de Isikawa, entre otros, que por su sencillez son de conveniente utilización. La aplicación de dichas técnicas y el grado de profundización en el análisis depende de la composición del propio grupo de trabajo y de su cualificación, del tipo de producto a analizar y como no, del tiempo hábil disponible.

3. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

A continuación se indican de manera ordenada y esquemática los pasos necesarios con los correspondientes informaciones a cumplimentar en la hoja de análisis para la aplicación del método AMFE de forma genérica. El esquema de presentación de la información que se muestra en esta NTP tiene un valor meramente orientativo, pudiendo adaptarse a las características e intereses de cada organización. No obstante, el orden de cumplimentación sigue el mismo en el que los datos deberían ser recabados. Al final se adjunta una sencilla aplicación práctica, a modo de ejemplo. En primer lugar habría que definir si el AMFE a realizar es de proyecto o de producto/proceso. Cuando el AMFE se aplica a un proceso de-

terminado, hay que seleccionar los elementos clave del mismo asociados al resultado esperado. Por ejemplo, supongamos que se trata de un proceso de intercambio térmico para enfriar un reactor químico, los elementos clave a aplicar entonces en el AMFE podrían ser el propio intercambiador y la bomba de suministro de fluido refrigerante. En todo caso, hablemos de producto o proceso, en el AMFE nos centraremos en el análisis de elementos materiales con unas características determinadas y con unos modos de fallo que se trata de conocer y valorar.

Denominación del componente e identificación

Debe identificarse el PRODUCTO o parte del PROCESO incluyendo todos los subconjuntos y los componentes que forman parte del producto/proceso que se vaya a analizar, bien sea desde el punto de vista de diseño del producto/proyecto o del proceso propiamente dicho. Es útil complementar tal identificación con códigos numéricos que eviten posibles confusiones al definir los componentes.

Parte del componente. Operación o función

Se completa con distinta información dependiendo de si se está realizando un AMFE de diseño o de proceso.

Para el AMFE de diseño se incluyen las partes del componente en que puede subdividirse y las funciones que realiza cada una de ellas, teniendo en cuenta las interconexiones existentes. Para el AMFE de proceso se describirán todas las operaciones que se realizan a lo largo del proceso o parte del proceso productivo considerado, incluyendo las operaciones de aprovisionamiento, de producción, de embalaje, de almacenado y de transporte.

Fallo o Modo de fallo

El "Modo de Fallo Potencial" se define como la forma en la que una pieza o conjunto pudiera fallar potencialmente a la hora de satisfacer el propósito de diseño/proceso, los requisitos de rendimiento y/o las expectativas del cliente.

Los modos de fallo potencial se deben describir en términos "físicos" o técnicos, no como síntoma detectable por el cliente. El error humano de acción u omisión en principio no es un modo de fallo del componente analizado. Es recomendable numerarlos correlativamente.

Un fallo puede no ser detectable inmediatamente, ello como se ha dicho es un aspecto importante a considerar y por tanto no debería nunca pasarse por alto.

Efecto/s del fallo

Normalmente es el síntoma detectado por el cliente/usuario del modo de fallo, es decir si ocurre el fallo potencial como lo percibe el cliente, pero también como repercute en el sistema. Se trata de describir las consecuencias no deseadas del fallo que se puede observar o detectar, y siempre deberían indicarse en términos de rendimiento o eficacia del producto/proceso. Es decir, hay que describir los síntomas tal como lo haría el propio usuario.

Cuando se analiza solo una parte se tendrá en cuenta la repercusión negativa en el conjunto del sistema, para así poder ofrecer una descripción más clara del efecto.

Si un modo de fallo potencial tiene muchos efectos, a la hora de evaluar, se elegirán los más graves.

Causas del modo de fallo

La causa o causas potenciales del modo de fallo están en el origen del mismo y constituyen el indicio de una debilidad del diseño cuya consecuencia es el propio modo de fallo.

Es necesario relacionar con la mayor amplitud posible todas las causas de fallo concebibles que pueda asignarse a cada modo de fallo. Las causas deberán relacionarse de la forma más concisa y completa posible para que los esfuerzos de corrección puedan dirigirse adecuadamente. Normalmente un modo de fallo puede ser provocado por dos o más causas encadenadas.

Ejemplo de AMFE de diseño:

Supongamos que estamos analizando el tubo de escape de gases de un automóvil en su proceso de fabricación.

- Modo de fallo: Agrietado del tubo de escape
- Efecto: Ruido no habitual
- Causa: Vibración – Fatiga

Ejemplo AMFE de proceso:

Supongamos que estamos analizando la función de refrigeración de un reactor químico a través de un serpentín con aporte continuo de agua.

- Modo de fallo 1: Ausencia de agua.
- Causas: fallo del suministro, fuga en conducción de suministro, fallo de la bomba de alimentación.
- Modo de fallo 2: Pérdida de capacidad refrigerante.
- Causas: Obstrucciones calcáreas en el serpentín, perforación en el circuito de refrigeración.

Efecto en ambos modos de fallo: Incremento sustancial de temperatura. Descontrol de la reacción

Medidas de ensayo y control previstas

En muchos AMFE suele introducirse este apartado de análisis para reflejar las medidas de control y verificación existentes para asegurar la calidad de respuesta del componente/producto/proceso. La fiabilidad de tales medidas de ensayo y control condicionará a su vez a la frecuencia de aparición de los modos de fallo. Las medidas de control deberían corresponderse para cada una de las causas de los modos de fallo.

Gravedad

Determina la importancia o severidad del efecto del modo de fallo potencial para el cliente (no teniendo que ser este el usuario final); valora el nivel de consecuencias, con lo que el valor del índice aumenta en función de la insatisfacción del cliente, la degradación de las prestaciones esperadas y el coste de reparación.

Este índice sólo es posible mejorarlo mediante acciones en el diseño, y no deberían afectar los controles derivados de la propia aplicación del AMFE o de revisiones periódicas de calidad.

El cuadro de clasificación de tal índice debería diseñarlo cada empresa en función del producto, servicio, proceso en concreto. Generalmente el rango es con números enteros, en la tabla adjunta la puntuación va del 1 al 10, aunque a veces se usan rangos menores (de 1 a 5), desde una pequeña insatisfacción, pasando por una degradación funcional en el uso, hasta el caso más grave de no adaptación al uso, problemas de seguridad o infracción reglamentaria importante. Una clasificación tipo podría ser la representada en la tabla 1

TABLA 1. Clasificación de la gravedad del modo fallo según la repercusión en el cliente/usuario

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observaría un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable.	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema.	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10.	9-10

Desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, la gravedad valora las consecuencias de la materialización del riesgo, entendiéndolas como el accidente o daño más probable/habitual. Ahora bien, en el AMFE se enriquece este concepto introduciendo junto a la importancia del daño del tipo que sea en el sistema, la percepción que el usuario-cliente tiene del mismo. Es decir, el nivel de gravedad del AMFE nos está dando también el grado de importancia del fallo desde el punto de vista de sus peores consecuencias, tanto materiales como personales u organizacionales.

Siempre que la gravedad esté en los niveles de rango de gravedad superior a 4 y la detectabilidad sea superior a 4, debe considerarse el fallo y las características que le corresponden como importantes. Aunque el IPR resultante sea menor al especificado como límite, conviene actuar sobre estos modos de fallo. De ahí que cuando al AMFE se incorpora tal atención especial a los aspectos críticos, el método se conozca como AMFEC, correspondiendo la última letra a tal aspecto cuantificable de la criticidad.

Estas características de criticidad se podrían identificar con algún símbolo característico (por ej. Un triángulo de diferentes colores) en la hoja de registro del AMFE, en el plan de control y en el plano si corresponde.

Frecuencia

Es la Probabilidad de que una causa potencial de fallo (causa específica) se produzca y dé lugar al modo de fallo.

Se trata de una evaluación subjetiva, con lo que se recomienda, si se dispone de información, utilizar datos históricos o estadísticos. Si en la empresa existe un Control Estadístico de Procesos es de gran ayuda para poder objetivar el valor. No obstante, la experiencia es esencial. La frecuencia de los modos de fallo de un producto final con funciones clave de seguridad, adquirido a un proveedor, debería ser suministrada al usuario, como punto de partida, por dicho proveedor. Una posible clasificación se muestra en la tabla 2.

La única forma de reducir el índice de frecuencia es:

- Cambiar el diseño, para reducir la probabilidad de que el fallo pueda producirse.
- Incrementar o mejorar los sistemas de prevención y/o control que impiden que se produzca la causa de fallo.

Controles actuales

En este apartado se deben reflejar todos los controles existentes actualmente para prevenir las causas del fallo y detectar el efecto resultante.

Detectabilidad

Tal como se definió anteriormente este índice indica la probabilidad de que la causa y/o modo de fallo, supuestamente aparecido, sea detectado con antelación suficiente para evitar daños, a través de los "controles actuales" existentes a tal fin. Es decir, la capacidad de de-

TABLA 2. Clasificación de la frecuencia/probabilidad de ocurrencia del modo de fallo

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

TABLA 3. Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9-10

tectar el fallo antes de que llegue al cliente final. Inversamente a los otros índices, cuanto menor sea la capacidad de detección mayor será el índice de detectabilidad y mayor el consiguiente Índice de Riesgo, determinante para priorizar la intervención. Ver la tabla 3.

Se hace necesario aquí puntualizar que la detección no significa control, pues puede haber controles muy eficaces pero si finalmente la pieza defectuosa llega al cliente, ya sea por un error, etc., la detección tendrá un valor alto. Aunque está claro que para reducir este índice sólo se tienen dos opciones:

- Aumentar los controles. Esto supone aumentar el coste con lo que es una regla no prioritaria en los métodos de Calidad ni de Prevención.
- Cambiar el diseño para facilitar la detección.

Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Es el producto de los tres factores que lo determinan. Dado que tal índice va asociado a la prioridad de intervención, suele llamarse Índice de Prioridad del Riesgo. Debe ser calculado para todas las causas de fallo. No se establece un criterio de clasificación de tal índice. No obstante un IPR inferior a 100 no requeriría intervención salvo que la mejora fuera fácil de introducir y contribuiría a mejorar aspectos de calidad del producto, proceso o trabajo. El ordenamiento numérico de las causas de modos de fallo por tal índice ofrece una primera aproximación de su importancia, pero es la reflexión detenida ante los factores que las determinan, lo que ha de facilitar la toma de decisiones para la acción preventiva. Como todo método cualitativo su principal aportación es precisamente el facilitar tal reflexión.

Acción correctora

Se describirá en este apartado la acción correctora propuesta. Generalmente el tipo de acción correctora que elegiremos seguirá los siguientes criterios, de ser posible:

- Cambio en el diseño del producto, servicio o proceso general.
- Cambio en el proceso de fabricación.
- Incremento del control o la inspección.

Siempre hay que mirar por la eficiencia del proceso y la minimización de costes de todo tipo, generalmente es más económico reducir la probabilidad de ocurrencia de fallo que dedicar recursos a la detección de fallos. No obstante, la gravedad de las consecuencias del modo de

fallo debería ser el factor determinante del índice de prioridad del riesgo. O sea, si se llega al caso de dos situaciones que tuvieran el mismo índice, la gravedad sería el factor diferencial que marcaría la prioridad.

Responsable y plazo

Como en cualquier planificación de acciones correctoras se deberá indicar quien es el responsable de cada acción y las fechas previstas de implantación.

Acciones implantadas

Este apartado es opcional, no siempre lo contienen los métodos AMFE, pero puede ser de gran utilidad recogerlo para facilitar el seguimiento y control de las soluciones adoptadas. Se deben reflejar las acciones realmente im-

TABLA 4. Proceso de actuación para la realización de un AMFE de proceso

1. Disponer de un esquema gráfico del proceso productivo (lay-out).
2. Seleccionar procesos/operaciones clave para el logro de los resultados esperados.
3. Crear grupo de trabajo conocedor del proceso en sus diferentes aspectos. Los miembros del grupo deberían haber recibido previamente conocimientos de aplicación de técnicas básicas de análisis de fallos y del AMFE.
4. Recabar información sobre las premisas generales del proceso, funciones de servicio requeridas, exigencias de seguridad y salud en el trabajo y datos históricos sobre incidentes y anomalías generadas.
5. Disponer de información sobre prestaciones y fiabilidad de elementos clave del proceso.
6. Planificar la realización del AMFE, conducido por persona conocedora de la metodología.
7. Aplicar técnicas básicas de análisis de fallos. Es esencial el diagrama causa-efecto o diagrama de la espina de Ishikawa.
8. Cumplimentar el formulario del AMFE, asegurando la fiabilidad de datos y respuestas por consenso.
9. Reflexionar sobre los resultados obtenidos y emitir conclusiones sobre las intervenciones de mejora requeridas.
10. Planificar las correspondientes acciones de mejora.

TABLA 5. Ejemplo de formulario de AMFE cumplimentado parcialmente para el análisis de operaciones de soldadura y marcado del proceso de prensas y chapistería

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E.)																	
AMFE DE PROYECTO <input type="checkbox"/>		AMFE DE PROCESO <input type="checkbox"/>		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE / PARTE DEL PROCESO				CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE									
NOMBRE Y DPTO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDOR:				COORDINADOR: (Nombre / Dpto.)				MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN									
OPERACIÓN O FUNCIÓN	FALLO N°	FALLOS POTENCIALES			ESTADO ACTUAL			ACCIÓN CORRECTORA	RESPONSABLE / PLAZO	SITUACIÓN DE MEJORA							
		MODOS DE FALLO	EFFECTOS	CAUSAS DEL MODO DE FALLO	MEDIDAS DE ENSAYO Y CONTROL PREVISTAS	F	G			D	IPR	ACCIONES IMPLANTADAS	F	G	D	IPR	
Soldadura MIG	1.1	Falta soldadura	Retrabajos, ruidos, falta de rigidez	Defectos de acoplamiento	Ninguna	8	8	2	128	Previsos grupos y aprietes en zona MIG	Proceso Chapa / Anteproyecto						
	1.2			Pestañas fuera de geometría	Ninguna	8	8	2	128	Pestañas bien diseñadas para garantizar geometría	Proyectos / Anteproyecto						
	1.3	Soldadura defectuosa	Agujeros en chapa	Desacoplamiento chapas	Ninguna	8	8	2	128	Garantizar geometrías y acoplamientos	Proceso Chapa / Anteproyecto						
	1.4	Malta calidad de soldadura	Retrabajos, ruidos, grietas	Parámetros de soldadura incorrectos	Ninguna	2	9	8	144	Acceso restringido a los parámetros de máquina. Control periódico de los mismos.	Proceso Chapa / Anteproyecto						
	1.5	Proyecciones suciedad poros	Óxido, suciedad en bajos en pinturas	Falta de gas. Malos parámetros	Ninguna	6	8	7	336	Incorporar medios en la estación para eliminar suciedad.	Proceso Chapa / Anteproyecto						
	1.6			Ausencia de vallas oscuras	Ninguna	10	8	2	160	Colocar pantallas de protección en zonas de soldadura MIG	Proceso Chapa / Anteproyecto						
	1.7		Deslumbramiento	Problemas de visión de los operarios	Ausencia de puertas oscuras	Ninguna	10	8	2	160	Colocar puertas de protección para no deslumbrar	Proceso Chapa / Anteproyecto					
	1.8		Exceso de humos	Exposición a agentes químicos	Campanas de humos ubicadas muy alejadas de la zona de emanación del humo.	Ninguna	6	8	4	192	Colocar campanas de aspiración justo al lado de la fuente del humo.	Proceso Chapa / Anteproyecto					
	1.9		Exceso de fuego	Proyecciones	No hay protección	Ninguna	6	5	6	180	Caja de latón que protege chapa y la máquina, todo ello en sus partes vistas.	Proceso Chapa / Anteproyecto					

TABLA 5. Continuación

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E.)													
AMFE DE PROYECTO <input type="checkbox"/>		AMFE DE PROCESO <input type="checkbox"/>		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE / PARTE DEL PROCESO				CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE		Hoja:		FECHA INICIO: FECHA REVISIÓN:	
NOMBRE Y DPTO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDOR:				COORDINADOR: (Nombre / Dpto.)				MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN		RESPONSABLE / PLAZO		SITUACIÓN DE MEJORA	
OPERACIÓN O FUNCIÓN	FALLO N°	FALLOS POTENCIALES			ESTADO ACTUAL			ACCIÓN CORRECTORA	RESPONSABLE / PLAZO	ACCIONES IMPLANTADAS		F G D IPR	
		MODOS DE FALLO	EFFECTOS	CAUSAS DEL MODO DE FALLO	MEDIDAS DE ENSAYO Y CONTROL PREVISTAS	F	G			D	IPR	F	G
Estaciones de geometría y soldadura en general	2.1	Dificultad de controlar puntos de soldadura ocultos	Rechazo, reparaciones, retrabajos	Imposibilidad de control al no poder sacar de la línea piezas que incluyen otras que después quedan tapadas	Ninguna	10	7	8	560	Proceso Chapa / Anteproyecto			
	2.2	Piezas mal posicionadas o invertidas	Rechazos, retrabajos	Útil permite varias posiciones	Ninguna	10	10	5	500	Proceso Chapa / Anteproyecto			
	3.1	El marcador no marca	Identificación y reclamación dificultosa, rechazos	Mal funcionamiento del marcador, rotura, falta de energía	Control visual y pe- nalización en audi- toria intermedia	10	6	1	60	Proceso Chapa / Anteproyecto			
3.2	Marcaje deficiente	Identificación y reclamación dificultosa, rechazos	Incorrecta orientación respecto a la pieza	Control visual y pe- nalización en audi- toria intermedia	6	6	1	36	Proceso Chapa / Anteproyecto				

plantadas que a veces puede ser que no coincidan exactamente con las propuestas inicialmente. En tales situaciones habría que recalcular el nuevo IPR para comprobar que está por debajo del nivel de actuación exigido.

A modo de resumen los puntos más importantes para llevar a cabo el procedimiento de actuación de un AMFE son los descritos en la tabla 4.

A título de ejemplo se muestra en la tabla 5 una hoja para la recogida de informaciones y datos de un AMFE, de acuerdo al contenido de esta Nota Técnica de Prevención. Se ha cumplimentado para una hipotética situación de análisis de la operación de soldadura mix en el proceso de prensas y chapistería de una empresa de fabricación de automóviles.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) PAUL JAMES.
Gestión de la Calidad Total
Prentice Hall, 1996
- (2) PATRICK LYONNET
Los métodos de la Calidad Total
Ediciones Díaz de Santos, 1989
- (3) DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL
Métodos cualitativos para el análisis de riesgos. Guía Técnica.
Madrid, 1994

Nuestro agradecimiento a los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales y de Calidad de la empresa SEAT, de Martorell (Barcelona), por su colaboración.

Anexo 3. Planta de procesos de Galvanizados



Foto 01: Cabos en mal estado.

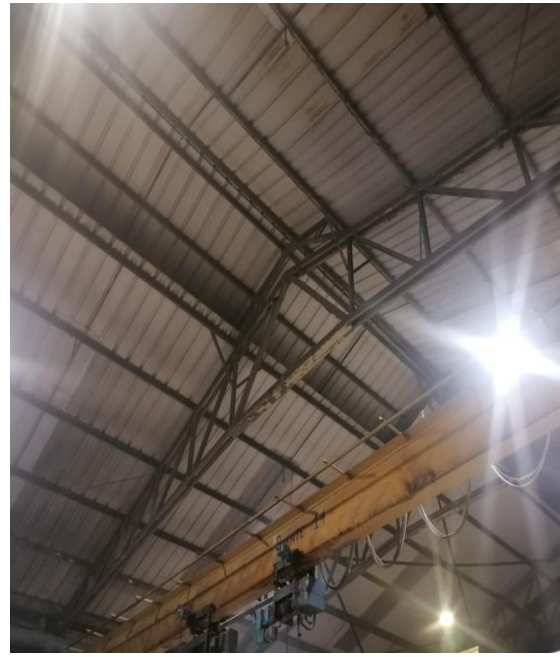


Foto 02: Techo.



Foto 03: Mesa de espirales.

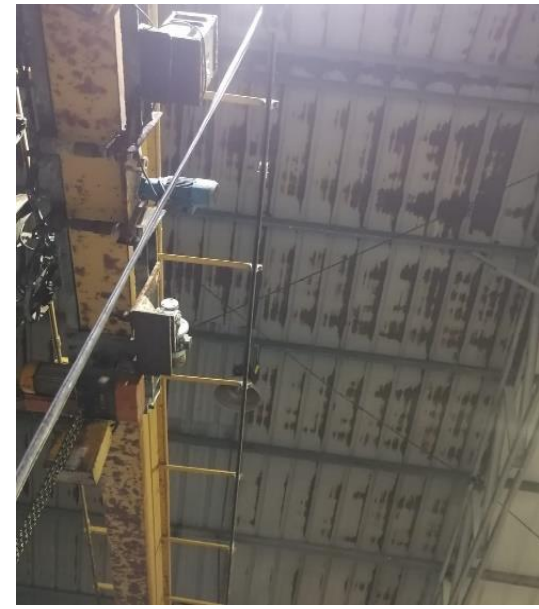


Foto 04: Techo y puente grúa

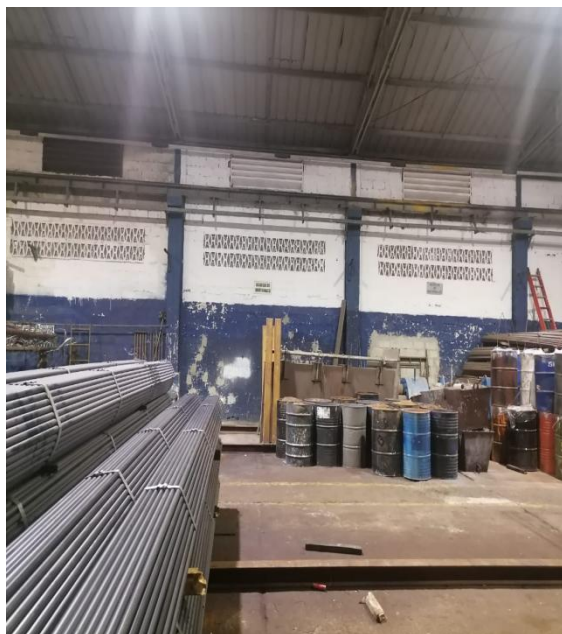


Foto 05: Bodega de subproductos



Foto 06: Tina de desengrase



Foto 07: Pasivado

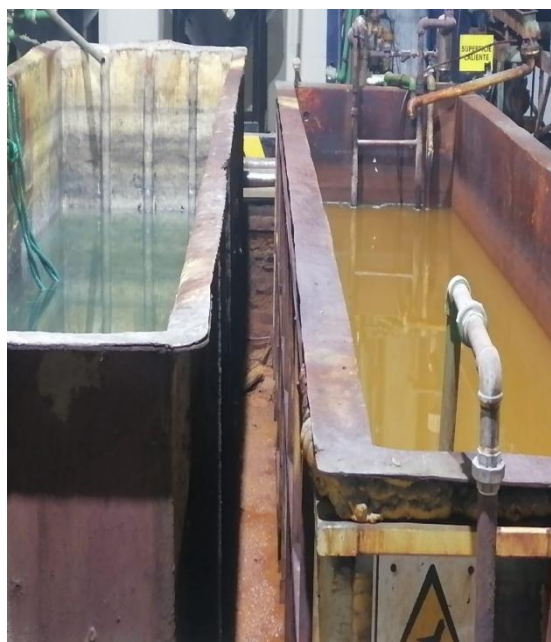


Foto 04: Tina de enjuague y Fluxado