



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF)”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

**Bachiller en Ingeniería Industrial**

**Autores:**

Jhelikza Marleny Fernandez Mozo

**Asesor:**

Ing. Willy Roberto Mantilla Correa

Lima - Perú

2019

<b>CÓDIGO DE DOCUMENTO</b>	COR-F-REC-VAC-05.03	<b>NÚMERO VERSIÓN</b>	02	<b>PÁGINA</b>	Página 1 de 27
<b>FECHA DE VIGENCIA</b>	11/04/2019				

## DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por la oportunidad de vida, a mi familia quienes son el motor de mi vida para seguir creciendo profesionalmente, por todo el apoyo brindado para terminar con éxito mi carrera y hoy presentar este trabajo de investigación.

## AGRADECIMIENTO

A **nuestros docentes**, por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales, al **Ing. Willy Mantilla Correa**, por habernos transmitido los conocimientos obtenidos y brindarnos su guía y sabiduría en el desarrollo de este trabajo

## Tabla de contenido

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>14</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>22</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>23</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Sistematización de artículos. ....	11
Tabla 2.Características de la unidad de análisis respecto al año, nombre de la publicación, nombre de artículo. ....	12
Tabla 3. Resumen de Fuentes de búsqueda de Información .....	14

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Participación de base de datos.....	15
Figura 2.País de Procedencia del artículo de Investigación. ....	15

## RESUMEN

El uso de la metodología AMEF completa no solamente el estudio de equipos como tal, sino de los subsistemas que lo conforman y la interacción con el entorno físico que lo rodea. Sin embargo muchas empresas carecen de objetivos, poseen una insuficiente proyección estratégica, tienen a realizar simples mantenimientos sin prever el costo y tiempo producido por averías o paralización en los procesos productivos.

Es por ello que la importancia de la ejecución de la metodología de AMEF es poder identificar fallas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia.

Esta investigación se realizó bajo la metodología de revisión sistemática de literatura científica con base en la adaptación de la metodología PRISMA.

El principal objetivo fue realizar una investigación sistemática basada en artículos dentro de revistas científicas, a través de análisis comparativo de cada publicación, dentro del sector industrial. El presente trabajo da a conocer los fundamentos del AMEF, que busca coordinar sistemáticamente la aplicación de teorías administrativas derivada de la gerencia moderna.

La búsqueda de los artículos referidos al tema y objetivo principal de este estudio fue realizada a través de las bibliotecas virtuales, que indexan revistas científicas para nuestro estudio utilizamos Redalyc, ProQuest, EBSCO y Google Académico, utilizando las palabras clave, construyendo una matriz con la información recopilada.

**PALABRAS CLAVES:** AME, PRODUCTIVIDAD, FALLAS, INDICADORES

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En los últimos 20 años ha habido muchos cambios en la industria y también en la forma como hacemos mantenimiento. Cabe mencionar que el mantenimiento preventivo es el principal eje, la cantidad y calidad de producción, estos cambios se deben principalmente al enorme aumento de número y en variedad de los activos físicos que deben de ser mantenidos en todo el mundo, diseños más complejos, nuevos métodos de mantenimiento y sus responsabilidades. Conforme va pasando el tiempo el mantenimiento presenta diferentes cambios que están llevando al límite las actitudes y habilidades en todas las ramas de las industrias. Mantenimiento industrial mundial en las últimas décadas, pasando de métodos puramente estáticos (a la espera de la avería) a métodos dinámicos (seguimiento funcional y control multiparamétrico) con la finalidad de predecir las averías en una etapa incipiente e incluso llegar a determinar la causa del problema y, por tanto, procurar erradicarla.

El objeto de la presente investigación teórica es dar a conocer los fundamentos del AMEF, que busca coordinar sistemáticamente la aplicación de teorías administrativas derivada de la gerencia moderna.

El hombre siempre ha sentido la necesidad de mantener su equipo, aún las más rudimentarias herramientas o aparatos. La mayoría de las fallas que se experimentaban eran el resultado del abuso y esto sigue sucediendo en la actualidad. Al principio solo se hacía mantenimiento cuando ya era imposible seguir usando el equipo. A eso se le llamaba "mantenimiento de ruptura o reactivo".

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función Mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la Revolución Industrial, los propios operarios se encargaban de las reparaciones de los equipos. Cuando las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se

producían en los equipos. A partir de la Primera Guerra Mundial, y sobre todo de la Segunda, aparece el concepto de Fiabilidad, y los Departamentos de Mantenimiento buscan no sólo solucionar las fallas que se producen en los equipos, sino, sobre todo, prevenirlas y actuar para que no se produzcan.

Actualmente el mantenimiento busca aumentar y la confiabilidad de la producción, donde aparece el mantenimiento preventivo, predictivo y proactivo.

El mantenimiento preventivo supone un paso importante para este fin, ya que pretende disminuir o evitar en cierta medida la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos deteriorados, lo que se conoce como las tres erres del mantenimiento: si la segunda y la tercera no se cumplen, la primera es inevitable. En las inspecciones se procede al desmontaje total o parcial de la máquina con el fin de revisar el estado de sus elementos, reemplazando aquellos que se estime oportuno a la vista del examen realizado. Otros elementos son sustituidos sistemáticamente en cada inspección, tomando como referencia el número de operaciones realizadas o en un determinado periodo de tiempo de funcionamiento.(Unknown, 2013).

En las inspecciones se procede al desmontaje total o parcial de la maquina con el fin de revisar el estado de sus elementos, reemplazando aquellos que se estime oportuno a la vista del examen realizado. Otros elementos son sustituidos sistemáticamente en cada inspección, tomando como referencia el número de operaciones realizadas o en un determinado periodo de tiempo de funcionamiento.

Se considera que el plan de Mantenimiento Preventivo es de gran importancia debido a que las empresas industriales en nuestro país han venido efectuando compras significativas de maquinaria con tecnología de punta, para incrementar la producción por unidad de tiempo buscando reducción de costos.(Garrido, 2010)

Sin embargo, estas máquinas deben ser sometidas a labores de mantenimiento para su conservación durante su vida útil. Los trabajos de mantenimiento deben hacerse en el menor tiempo posible, con un horizonte de planificación y con recursos predefinidos. Por lo tanto, cuando se habla de mantenimiento habrá que empezar desde la recepción hasta su instalación y puesta en marcha teniendo en cuenta siempre las especificaciones técnicas del fabricante dicho equipo ,indicó (Raya, 2018a).En la actualidad para reducir los fallos es

importante incorporar un plan de AMEF contribuirá a la mejora racional de la calidad a través de la participación de todos los técnicos, reforzando la adhesión del personal a la acción calidad y, mediante las mejoras propuestas, contribuir en el plan de progreso de la empresa.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### *Tipo de Estudio*

Se realizó revisión sistemática de la literatura científica con base en la adaptación de teórica prisma (Sacristán, 2001),(Raya, 2018b). La pregunta específica para el desarrollo del trabajo de investigación es la siguiente: ¿Cómo la metodología AMEF puede ser la base para un plan de mantenimientos preventivos?

### *Fundamentación de la metodología*

La revisión de la literatura científica es una estrategia de recopilación de información que emerge ante la necesidad de conocer de manera sintética los resultados de las investigaciones. Las revisiones narrativas son el primer proceso desarrollado para tal fin, sin embargo, presentan dificultades, pues la confiabilidad de éste radica en la experticia de los investigadores encargados de realizarlo. Ante los sesgos que se presentan como la ausencia de una pregunta orientadora en el plan de búsqueda, la carencia de un método de selección de artículos, así como la falta de un procedimiento claro y reproducible de identificación, de selección y de filtración de los artículos acorde con su calidad y relacionado con la pregunta diseñada, surgen las revisiones sistemáticas, las cuales, bajo los principios del método científico, dan cuenta de los pasos requeridos para hacer reproducible el proceso investigativo.(Garrido, 2010)

### ***Procesos de Recolección de Información***

Para asegurar la sensibilidad del proceso de búsqueda se utilizó principalmente la base de datos de Redalyc, ProQuest, EBSCO, que abarcan el aspecto central del tema planteado, como complemento se utilizó a Google Académico. Además, se definió como descriptores los siguientes términos: “AMEF (Análisis del Modo y Efecto de Fallas)”, “Mejora de disponibilidad de equipos”, “Ventajas y desventajas del AMEF”, “Indicadores, Fiabilidad y Mantenibilidad de equipos” “Total Productive Maintenance can help your interprise”. Con la finalidad de detallar la búsqueda se diseñó un protocolo con la combinación de los términos establecidos y los operadores booleanos “AMEF” AND “Mantenimiento” AND “Perú”, también cabe resaltar que se realizó una búsqueda sistemática tanto en español como Ingles para profundizar la investigación en curso; a continuación, se detalla las rutas de búsqueda de la siguiente manera:

**Tabla 1.Sistematización de artículos.**

<b>Año</b>	<b>Nombre de la Publicación</b>	<b>Nombre del Artículo</b>
<b>2018</b>	Full tex	Crecimiento y productividad, II
<b>2017</b>	Libro virtual	Mantenimiento: técnicas y aplicaciones industriales
<b>2016</b>	Revista de la facultad de ingeniería industrial	Mantenimiento preventivo: Asignación grupal de prioridades con metodología procesos DRV.
<b>2015</b>	Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial ,Universidad de Lima	¿Qué requerimos para una industrialización sostenible del Perú? Una propuesta del modelo industrial
<b>2013</b>	Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial	Modelo de mejora de la competitividad basada en indicadores críticos de gestión en las pequeñas empresas

		de servicios de mantenimiento de equipos pesados
<b>2011</b>	Revista de la facultad de ingeniería industrial	Mejoramiento del servicio de galvanizado mediante seis sigma y el análisis de la información.
<b>2009</b>	Revista de la facultad de ingeniería industrial	Herramientas de gestión de calidad aplicadas al diseño de una recuperadora de rodillos de acero.
<b>2004</b>	Revista Ciencia e Ingeniería	Control mediante compensación de la saturación y de los filtros de detección de fallas.
<b>2002</b>	Ingeniería Industrial (Universidad de Lima)	El control de procesos industriales y su influencia en el mantenimiento

**Tabla 2. Características de la unidad de análisis respecto al año, nombre de la publicación, nombre de artículo.**

<b>Autores y años de publicación</b>	<b>Área de la revista</b>	<b>Lugar de procedencia</b>	<b>Sector Industrial</b>	<b>Sociodemográficas</b>
<b>Aldo Figueroa Quiroga. (2018)</b>	Ingeniería Industrial (ProQuest)	México	Sector Industrial	Universidad de investigaciones
<b>Medrano Márquez, José Á. (2017)</b>	Ingeniería Industrial (ProQuest)	España	Sector industrial	Experiencias de empresa
<b>Porlles Loarte, J., &amp; Cachay Boza, O., &amp; Salas Colotta, G. (2015).</b>	Ingeniería Industrial (Redalyc)	Perú	Sector Industrial	Universidad de investigaciones.

<b>García Zapata, T., &amp; Sotomayor Sancho Dávila, C. (2013).</b>	Ingeniería Industrial (Redalyc)	Perú	Sector Industrial del País	Técnicos instrumentistas e indicadores.
<b>Lara, Ricardo Alonso Ortiz; Peralta, Leticia Galleguillos (2011)</b>	Ingeniería Industrial (EBSCO)	Chile	Sector industrial	Experiencia empresarial
<b>Alonso Rosales, Juan Francisco (2009)</b>	Ingeniería Industrial (ProQuest)	España	Sector industrial	Universidad de investigaciones
<b>González Benito, J. (2006)</b>	Ingeniería Industrial (Redalyc)	España	Métodos Productiva Japoneses - Sector Industrial	Estudiantes y docentes de la facultad de ingeniería.
<b>Mir, Pere (2003)</b>	Ingeniería Industrial (ProQuest)	España	Sector industrial	Universidad de investigaciones

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### *Crterios de inclusión y de exclusión*

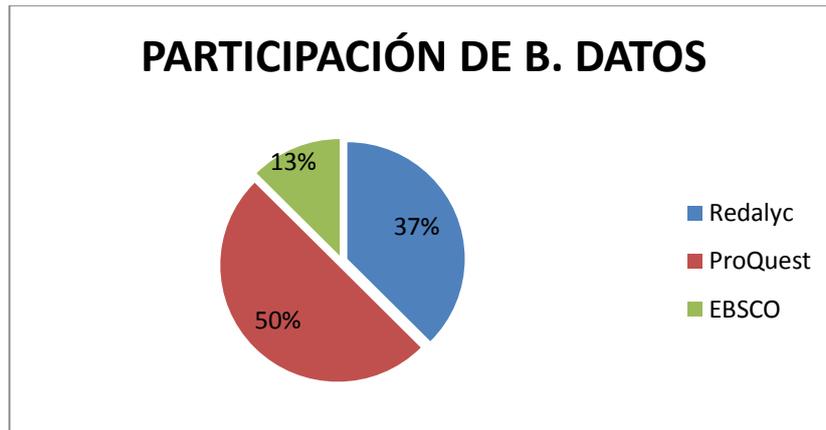
Se incluyeron artículos originales que incluyen artículos académicos y revistas, publicados en bases de datos científicas indexadas, en idioma español e inglés, entre los años 2003 al 2018.

### *Resultados de la Búsqueda*

La búsqueda de artículos en las bases de datos y motores de búsqueda, luego de la depuración, arrojaron un total de 8 artículos originales en el periodo de tiempo de 2003 a 2018, A continuación, se presenta la tabla y gráfico, que hace referencia al diseño que se utilizó para la presente revisión sistemática:

Tabla 3. Resumen de Fuentes de búsqueda de Información

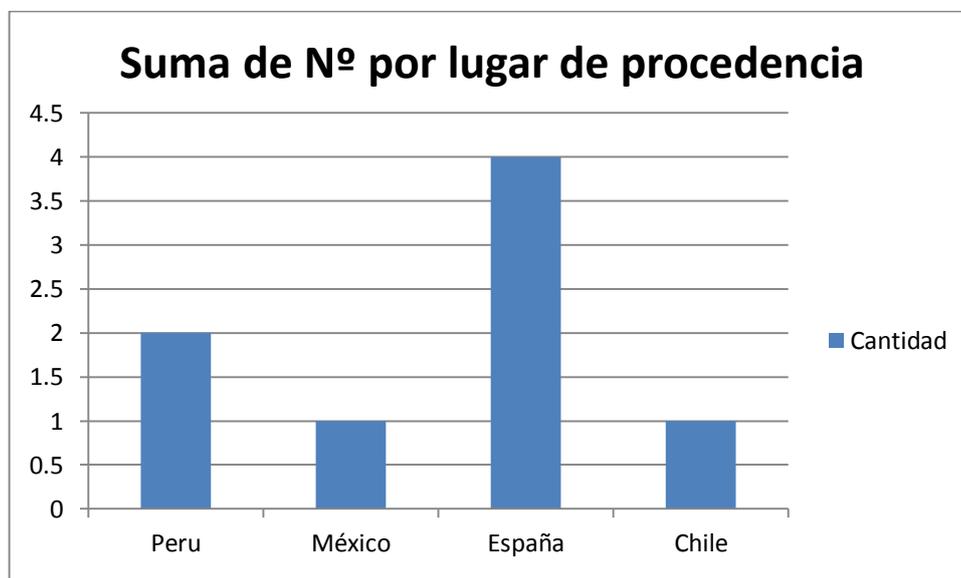
<b>Fuentes de búsqueda de Información</b>	<b>Cantidad de participación</b>
<b>Redalyc</b>	3
<b>ProQuest</b>	4
<b>EBSCO</b>	1



**Figura 1. Participación de base de datos**

**Fuente: Propia**

El análisis de periodo de tiempo, tenemos que en los últimos 6 años se produjeron 6 artículos (50%) y en los 4 años la misma cantidad. En cuanto a procedencia de las publicaciones, 2 artículos tienen su origen en Perú, 1 artículo tiene su origen en México, 4 artículos tienen su origen en España, 1 artículo tiene su origen en Chile.



**Figura 2. País de Procedencia del artículo de Investigación.**

**Fuente: Propia**

## 1. Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF)

Es una herramienta técnica de análisis preventivo, aplicable a los sistemas con riesgos potenciales de no alcanzar los objetivos de fiabilidad y mantenibilidad, para los que han sido previstos, asimismo, cuantifica y evalúa el riesgo de fallo en los sistemas.

El sistema puede ser un producto, un proceso de trabajo y un medio de producción. se analizan todas las características del producto y todas las operaciones (funciones) del proceso, de una forma exhaustiva buscando todas las maneras posibles de presentarse el fallo, es decir, buscando todos los posibles riesgos que se puedan presentar para el cliente.

Por cada fallo potencial que se pueda presentar se hace una estimación del efecto que se pueda tener en el sistema, tomando las acciones necesarias para minimizar el efecto de este, mediante la eliminación de las causas que originan estos defectos.

Se asegura la minimización del riesgo de fallo por los siguientes motivos. («Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF)», s. f.)

- Ayuda a la evaluación de las exigencias del diseño, impulsando a la búsqueda de alternativas.
- Origina que aumente la probabilidad de considerar los modos de fallos potencial, así como los efectos de estos en funcionamiento del sistema.
- Se obtiene una información adicional, que apoya la mejora en la definición de pruebas y ensayos en el desarrollo del sistema.

### AMEF DE PROCESOS Y MEDIOS

Se obtiene un diccionario de modo de fallos potenciales, clasificados en función de los efectos que tienen sobre el cliente.

En resumen, las características principales de esta herramienta son:

- **De carácter preventivo:** Ayuda a anticiparse en la ocurrencia de fallo, tanto en el producto, como en el proceso y el medio, permitiendo tomar acciones de que se presente el problema.

- **De sistematización:** Proporciona un enfoque estructurado y una cultura en la organización, asegurando que se han tenido en cuenta todas las posibilidades de fallo.
- **De priorización:** Permite crear una escala o secuencia de priorización en la aplicación de acciones, dependiendo de su impacto o efecto en el cliente.
- **De participación:** Dado que es una herramienta que se aplica en equipo, ayuda a crear una sinergia de uso, conocimiento, etc.

### Tipos de AMEF

El procedimiento AMEF puede aplicarse a:

- **Productos:** El AMEF aplicado a un producto sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en el usuario o en el proceso de producción.
- **Procesos:** El AMEF aplicado a los procesos sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en las etapas de producción, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que puedan llegar a tener en el usuario o en etapas posteriores de cada proceso.
- **Sistemas:** El AMEF aplicado a sistemas sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño del software, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en su funcionamiento.
- **Otros:** El AMEF puede aplicarse a cualquier proceso en general en el que se pretendan identificar, clasificar y prevenir fallas mediante el análisis de sus efectos, y cuyas causas deban documentarse.

### Ventajas potenciales del AMEF

Este procedimiento de análisis tiene una serie de ventajas potenciales significativas, por ejemplo:

- Identificar las posibles fallas en un producto, proceso o sistema.
- Conocer a fondo el producto, el proceso o el sistema.
- Identificar los efectos que puede generar cada falla posible.
- Evaluar el nivel de criticidad (gravedad) de los efectos.
- Identificar las causas posibles de las fallas.
- Establecer niveles de confiabilidad para la detección de fallas.
- Evaluar mediante indicadores específicos la relación entre: gravedad, ocurrencia y defectibilidad.
- Documentar los planes de acción para minimizar los riesgos.
- Identificar oportunidades de mejora.
- Generar Know-how.

- Considerar la información del AMEF como recurso de capacitación en los procesos.

### ¿Cuándo se debe implementar el AMEF?

El AMEF es un procedimiento que enriquece a las organizaciones, de manera que considerar implementarlo no requiere de condiciones específicas de las operaciones. Sin embargo, pueden detectarse situaciones en las cuales el AMEF es una herramienta vital de soporte, por ejemplo:

- Diseño de nuevos productos y/o servicios.
- Diseño de procesos.
- Programas de mantenimiento preventivo.
- Etapas de documentación de procesos y productos.
- Etapas de recopilación de información como recurso de formación.
- Por exigencia de los clientes.

### Análisis de criticidad

Para García (2003) “no todos los equipos tienen la misma importancia en una planta industrial. Es un hecho que unos equipos son más importantes que otros. Como los recursos de una empresa para mantener una planta son limitados, debemos destinar la mayor parte de los recursos a los equipos más importantes, dejando una pequeña porción del reparto a los equipos que menos pueden influir en los resultados de la empresa” (p. 24).

### Indicadores de conformidad

Palmer (2006) señala que el cumplimiento del plan es la medida fundamental de la pro actividad. Algunas empresas prefieren el término “éxito de la planificación” para clarificar que el objetivo es medir el control sobre el plan en vez de sobre el 26 personal. Este debe de mostrar todas las divisiones del plan de mantenimiento, de tal manera que el supervisor puede ver fácilmente que actividades del plan se cumplieron y cuales no (p. 333).

Los indicadores deben cumplir la siguiente estructura:

$$E = (D/A) * 100\%$$

Dónde:

**E**= Porcentaje de cumplimiento de planificación de actividades

**D**= Actividades realizadas

**A**= Actividades planificadas

### **Fiabilidad**

Según Gonzales (2005) la fiabilidad se define como la probabilidad, durante un periodo de tiempo especificado, de que el equipo en cuestión pueda realizar su función o su actividad en las condiciones de utilización, o sin avería (p. 66).

Para Creus (2005) la fiabilidad es la probabilidad de que un aparato o dispositivo trabaje correctamente durante un tiempo determinado y en las condiciones de servicio que encuentre (p. 27).

Para Nachlas (1995) en el sentido coloquial, la palabra fiable se utiliza para calificar a las personas que cumplen sus compromisos. También se utiliza para describir equipos u otros objetos inanimados que funcionen satisfactoriamente. El concepto es claro, pero no particularmente preciso. Por el contrario, la palabra fiabilidad tiene una definición técnica precisa y no totalmente equivalente. Fiabilidad es la probabilidad de que un dispositivo realice adecuadamente su función prevista al largo del tiempo, cuando opera en el entorno para el que ha sido diseñado (pp.17-18).

$$TMEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

Donde:

**TMEF:** tiempo promedio entre fallas

**HROP:** horas de operación

**NTFALLAS:** número de fallas detectadas

## **Mantenibilidad**

Para Gonzales (2005) la mantenibilidad es la probabilidad de que el equipo, después del fallo o avería sea puesto en estado de funcionamiento en un tiempo dado (p. 66).

Según Creus (2005) la mantenibilidad de un sistema es la probabilidad de que un aparato en un fallo sea restaurado completamente a su nivel operacional dentro de un periodo de tiempo dado, cuando la acción de reparación se efectúa de acuerdo con procedimientos preestablecidos (p. 37).

Para Knezevic (1996) la mantenibilidad es la característica inherente de un elemento, asociada a su capacidad de ser recuperado para el servicio cuando se realiza la tarea de mantenimiento necesaria según se especifica. Para poder usarla en la práctica, la definición debe ser expresada numéricamente. De esta forma, las características cualitativas deben ser traducidas en medidas cuantitativas (p. 47).

Rodríguez (2008, p. 7) menciona que es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo, pueda ser reparado a una condición especificada en un periodo de tiempo dado, y usando unos recursos determinados, Por tanto, la media de tiempos de reparación (TPMR) caracteriza la mantenibilidad del equipo.

$$TMEF = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

**Donde:**

**TPMR:** tiempos de reparación

**TTF:** tiempo total de fallas

**NTFALLAS:** número total de fallas detectada

## CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de haber realizado el análisis en la presente investigación, se llegaron a las siguientes conclusiones:

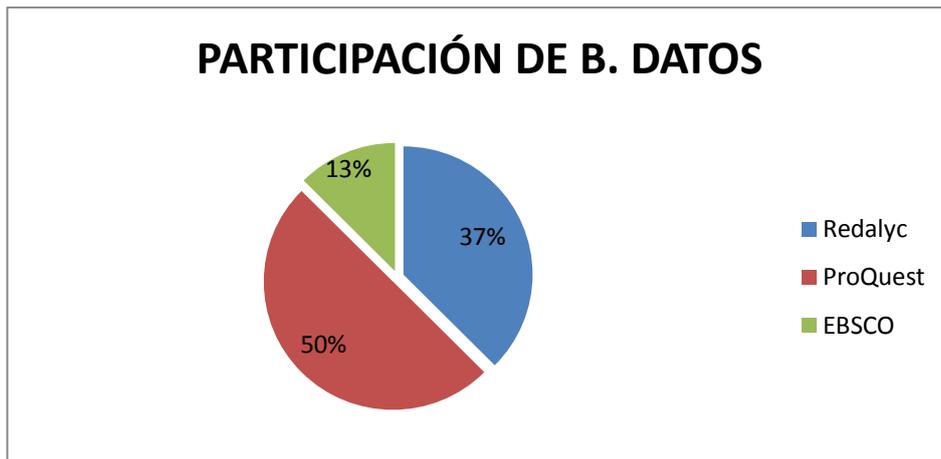
- El análisis de la siguiente investigación nos da a conocer que el AMEF es una base importante para realizar un plan de mantenimiento preventivo para cumplir con los objetivos como mejora en la disponibilidad de los equipos y subsistemas.
- Estudios realizados en empresas obtuvieron un análisis comparativo de los parámetros de mantenimiento e indicadores obteniendo un incremento en la disponibilidad de 19%, incremento en la confiabilidad de 12% y con una mantenibilidad constante del 4%. Lo cual origina una reducción de 22 fallas, 315 intervenciones, 892.17 horas de reparación y logrando un aumento en el tiempo promedio entre fallas de 162.14 horas útiles.
- Mediante la aplicación de la Herramienta AMEF se logra cumplir con los objetivos de mejora de desempeño de los equipos y procesos.
- AMEF es un sistema aplicable a cualquier organización, y surgen como necesidad de prevenir y determinar las fallas, para evitar sobre costos, incumplimiento con la entrega, daños graves en los componentes de los equipos, etc.
- Supervisar los procedimientos de mantenimiento, así como analizar las características de inspección de la empresa agroindustrial, para evitar las fallas que provoquen un estado de desgaste de la vida útil de dichos motores, aplicar un procedimiento de control de mejora de procesos de mantenimiento basado en un control estadístico.

## REFERENCIAS

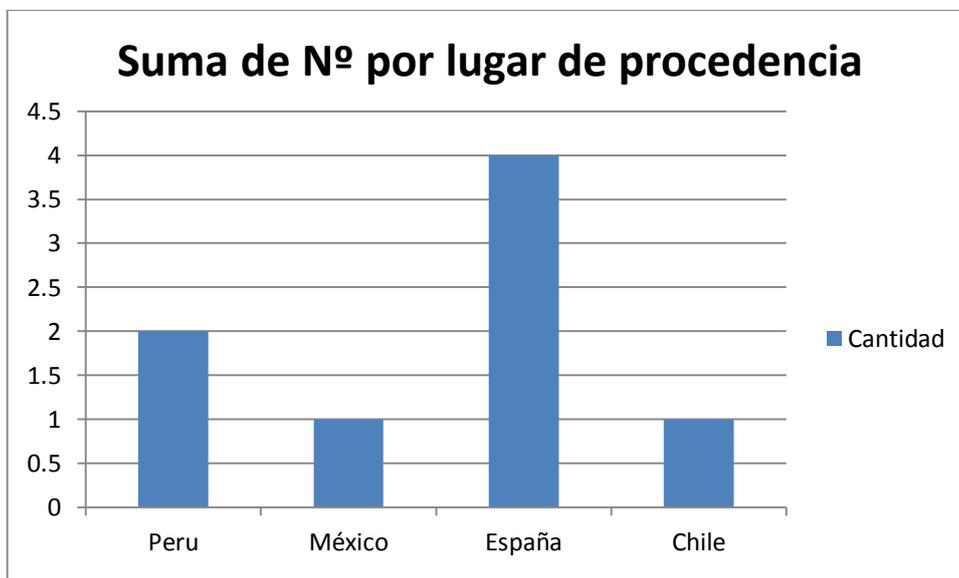
1. Jorge Acuña Acuña; (2003); Ingeniería de Confiabilidad; editorial de costa rica, 2003  
<https://books.google.com.pe/books?id=TE0Sj5Mku70C&pg=PA243&dq=analisis+de+modo+y+fallas&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiD3a61s8DkAhVGSN8KHVV4BzAQ6AEIKDAA#v=onepage&q=analisis%20de%20modo%20y%20fallas&f=false>
2. Bryan Salazar López;(2016); Análisis del modo de fallas (AMEF) en:  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>
3. Zulma Yadira Medrano Hurtado;(2015); Construcción, detección y diagnóstico de fallas en máquinas eléctricas: maquinas eléctricas (estáticas y rotatorias); edición ilustrada.  
[https://books.google.com.pe/books?id=0UldrgEACAAJ&dq=FALLAS+DE+MAQUINAS&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj2yIGvsMDkAhUBn-AKHwefB\\_gQ6AEIKDAA](https://books.google.com.pe/books?id=0UldrgEACAAJ&dq=FALLAS+DE+MAQUINAS&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj2yIGvsMDkAhUBn-AKHwefB_gQ6AEIKDAA)
4. Florence Gillet y Goinard Bernard Seno;(2014); Caja de herramientas-Control de calidad.  
[https://books.google.com.pe/books?id=6tPhBAAQBAJ&pg=PA136&dq=herramienta+de+analisis+de+modo+y+fallas&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiDrfLlscDkAhWMmOAKHSeFCm\\_wQ6AEIPzAE#v=onepage&q=herramienta%20de%20analisis%20de%20modo%20y%20fallas&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=6tPhBAAQBAJ&pg=PA136&dq=herramienta+de+analisis+de+modo+y+fallas&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiDrfLlscDkAhWMmOAKHSeFCm_wQ6AEIPzAE#v=onepage&q=herramienta%20de%20analisis%20de%20modo%20y%20fallas&f=false)
5. GARCÍA, Santiago. Organización y gestión integral del mantenimiento. Madrid: Díaz de Santos, 2003. 299 pp. ISBN: 8479785489.
6. PALMER, Richard. Maintenance Planning and scheduling handbook (2ª ed.). New york: McGraw-Hill, 2006. 861 pp. ISBN: 9780071784115
7. CREUS, Antonio. Fiabilidad y seguridad su aplicación en procesos industriales. Barcelona: Marcombo, 2005. 469 pp. ISBN: 8426713629.
8. NACHLAS, Joel. Fiabilidad. Madrid: Isdefe, 1995. 217 pp. ISBN: 8489338078.
9. RODRÍGUEZ, Jorge. Gestión del mantenimiento. Bogotá: CC, 2008, 105 pp. ISBN: 9641365212544
10. KNEZEVIC, Jezdimir. Mantenimiento. TEIGERO, Joaquín (trad.). Madrid: Isdefe, 1996. 211 pp. ISBN: 8489338094

## ANEXOS

### Anexo 01



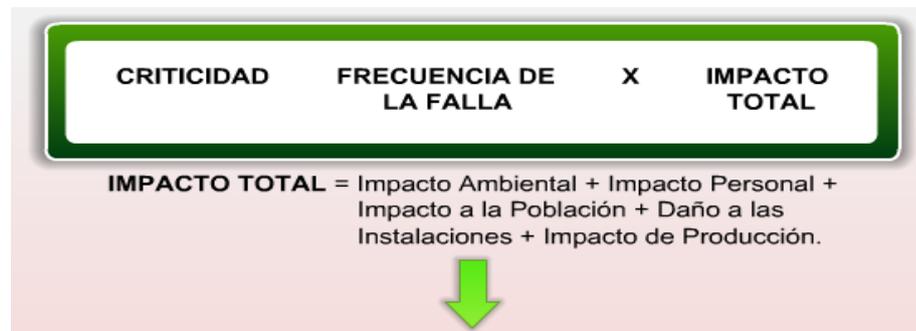
### Anexo 02



### Anexo 03

PLAN DE LUBRICACION								
MANTENIMIENTO AUTONOMO		PLAN DE LUBRICACION DEL MANTENIMIENTO AUTONOMO						
EQUIPO	SUB EQUIPO	PUNTO DE LUBRICACION	TIPO DE LUBRICANTE		CANTIDAD	HERRAMINETAS	TIEMPO (min)	
	SISTEMA DE ARRASTRE	ARTICULACIONES DEL RESORTE DELANTERO Y BARRA DE SOPORTE POSTERIOR	Grasa	Ep2	1-2 libraS	bomba		30 - 50
	SISTEMA DE FRENADO	ARTICULACIONES DE PEDALES DE FRENO	Grasa	Ep2	2 libra	bomba		20

### Anexo 04



Categoría	Tiempo promedio entre fallas TPEF, en años	Número de fallas por año	Interpretación
5	$TPEF < 1$	$\lambda > 1$	Es probable que ocurran varias fallas en un año.
4	$1 \leq TPEF < 10$	$0.1 < \lambda \leq 1$	Es probable que ocurran varias fallas en 10 años, pero es poco probable que ocurra en 1 año.
3	$10 \leq TPEF < 100$	$0.01 < \lambda \leq 0.1$	Es probable que ocurran varias fallas en 100 años, pero es poco probable que ocurra en 10 años.
2	$100 \leq TPEF < 1000$	$0.001 < \lambda \leq 0.01$	Es probable que ocurran varias fallas en 1000 años, pero es poco probable que ocurra en 100 años.
1	$TPEF \geq 1000$	$0.001 \leq \lambda$	Es poco probable que ocurran en 1000 años.

Anexo 05

	<b>FICHA TECNICA DE EQUIPOS BANDA TRANSPORTADORA</b>			PROGRAMA BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA BPM
				PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS
Preparado por: OLGA RAMIREZ	Ajustada por: PAULA LOZANO	Aprobado por: HARRISON MORENO PEÑA	Fecha: 13 DE JULIO	Versión: 2010
<p>cuya misión es la de recibir un producto de forma más o menos continua y regular para conducirlo a otro punto, están constituidas básicamente por una banda sinfin flexible que se desplaza apoyada sobre unos rodillos de giro libre. El desplazamiento de la banda se realiza por la acción de arrastre que le transmite uno de los tambores extremos, generalmente el situado en "cabeza". Todos los componentes y accesorios del conjunto se disponen sobre un bastidor, casi siempre metálico, que les da soporte y cohesión. El sistema de rodillos funciona por medio de un motor de rotación; el cual por a través de cadenas, cintas u otro elemento transfiere esta energía a los diferentes rodillos, lo cual hace que el sistema opere de una manera eficiente haciendo rodar todos los rodillos a una misma revolución, lo cual hará giran a una misma velocidad todos los rodillos.</p>				
<b>CUENTADANTE</b>	LUIS FERNANDO SEGURA	<b>FECHA DE COMPRA</b>	12 - 28 - 2000	
<b>UBICACIÓN</b>	PLANTA DE FRUTAS			
<b>COD DE INVENTARIO</b>	0073-000000000004470			
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Equipo eléctrico adicional: variador de velocidad. Pulsador.</li> <li>➤ Equipo mecánico adicional: Moto reductor 15 HP 3 serie: 9775D8. Moto reductor Flender serie: 2062384. Fases 220 voltios.</li> <li>➤ Amperaje: 612</li> <li>➤ Potencia: 1.5 HP</li> <li>➤ Tipo de corriente: AC</li> <li>➤ Trabajo realizado: transportar frutas y/o verduras</li> <li>➤ Vendedor: Consorcio Agroindustrial.</li> <li>➤ Fabricante: FEDEACEROS</li> <li>➤ Dimensiones             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Espesor: 2,1 mm</li> <li>▪ Ancho: 72 cm</li> <li>▪ Largo: 3m</li> <li>▪ Alto: 1,08mm</li> <li>▪ 0,75 kw a 1400 R/min</li> </ul> </li> </ul>				

Anexo 06

SEGUIMIENTO A INSPECCIONES							
EMPRESA				FECHA INSPECCION		Pag	
REALIZADO POR:							
No.	ACCION CORRECTIVA	CUMPLIMIENTO			OBSERVACIONES	RESPONSABLE	FECHA IMPLEMENTACION
		TOTAL	PARCIAL	NO			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

$$\frac{\text{No. Acciones cumplidas}}{\text{No. Acciones planteadas}} \times 100\%$$

ARP SURA

Anexo 07

FISAC		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)										Código: AMFE				
		<input type="checkbox"/> DISEÑO <input type="checkbox"/> PROCESO <input type="checkbox"/> MEDIOS										Edición:				
												Fecha:				
Cliente:	Factoría Industrial S.A.C. [FISAC]			Denominación producto:				Taladradora sensitivo			por:					
Planta:	Trujillo			Referencia/s:				Es utilizada para producir pequeños taladros (agujeros)			Revisado por:					
Proveedores involucrados		(2) (ver lista de proveedores)			Nivel de modificaciones cliente				NINGUNA			O.T.:				
Descripción de la fase	Operación o función	Modo/s potencial/es de fallo	Efecto/s potencial/es del fallo	Gravedad	Causa(s) potencial(es) del fallo(s)	Ocurrencia	Verificación(es) y/o control(es) actual(es)	Detección	NPR	Acción(es) recomendada(s)	Área(s) / persona(s) responsable(s) y fecha de realización	Resultado de las acciones				
												Acciones implantadas	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
CARBONES	Realizar el contacto	Pérdida de contacto de los carbones con el eje de rotación	La máquina se detiene por falso contacto	8	Desgaste de los carbones (escobillas)	3	Por el tiempo de uso	5	120	Cambio de carbones cada 3mese	Mantenimiento	Se cambian los carbones desgastados	6	3	1	18
Motor	Suministra energía de rotación	No funciona el motor	no proporciona rotación	8	Recalentamiento	5	Elevación de la corriente	5	200	Medidores de corriente en la bobina	Mantenimiento	Rebobinado	6	2	5	60
Contactor y Rele	Enciende y proporciona protección contra sobrecarga	No enciende	No proporciona energía	8	La bobina tiene corto circuito parcial en el conductor	5	Por elevación de la corriente y por el ingreso del polvo	4	160	Uso de fusibles y limpieza con precaución	Mantenimiento	Cambio de los fusibles y gabinete de llaves	7	3	4	84
Bomba	Lubricación	No Lubrica	Retrasos en la producción de piezas	7	Fuga entre la bomba y el taladro	4	El tubo recolector de aceite estaflojo o mal colocado	4	112	Revisiones al tubo recolector	Mantenimiento	Colocacion correcta del tubo recolector de aceite	6	3	4	72

**Anexo 08**

