

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACION**

Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Eléctrico Mecánico con Mención en  
Gestión Empresarial Industrial

**TEMA:**

Estudio de Control de Calidad de Sistema de Mantenimiento Preventivo Eléctrico de  
una Industria de Plástico de la Ciudad de Guayaquil

**AUTOR:**

Paredes Quispe Ramiro José

**TUTOR:**

Ing. Pedro Tutiven López

**Guayaquil - Ecuador 2015**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA

### CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Ramiro José Paredes Quispe**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico con Mención en Gestión Empresarial Industrial**.

### TUTOR

---

Ing. Pedro Tutiven López

### REVISORES

---

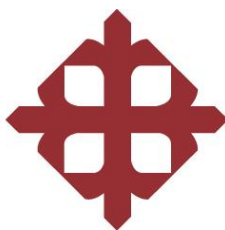
Ing. Raúl Montenegro Tejada

### DIRECTOR DE LA CARRERA

---

Ing. Armando Heras Sánchez

Guayaquil, a los 20 días del mes de marzo del año 2015



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Ramiro José Paredes Quispe**

**DECLARO QUE:**

El Proyecto de investigación previa a la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico con Mención en Gestión Empresarial Industrial** ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las 1111 citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 20 días del mes de marzo del año 2015**

**EL AUTOR**

---

Ramiro José Paredes Quispe



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**AUTORIZACIÓN**

Yo, Ramiro José Paredes Quispe Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Análisis de control de calidad del programa de mantenimiento preventivo en una industria de plástico de la ciudad de Guayaquil**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 20 días del mes de marzo del año 2015**

**EL AUTOR**

---

Ramiro José Paredes Quispe

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto en primera instancia a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada momento de mi vida, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ello que soy lo que soy ahora.

*Ramiro José Paredes Quispe*

## **Resumen**

### **Título**

Análisis de control de calidad del programa de mantenimiento preventivo en una industria de plástico de la ciudad de Guayaquil

### **Descripción**

En nuestra ciudad existen diversos tipos de industrias, como son la industria de alimentos, plásticos, maderas, etc.; pero para realizar nuestro estudio vamos a considerar las industrias del plástico.

Debido a que en muchas industrias de plástico de nuestra ciudad existe la constante utilización del mantenimiento correctivo, pero estos no cumplía con las expectativas planteada por parte del departamento de mantenimiento y de producción; debido a los costos adicionales generados por reparaciones, paradas repentinas, tiempos muertos, etc.

La solución que se establece proponer en este trabajo es el análisis de control de calidad un plan de mantenimiento preventivo el cual debe establecer de manera clara las diferentes actividades relacionadas con mantenimiento eléctrico y mantenimiento mecánico. Para el correcto diseño de un plan de mantenimiento preventivo y su correcto desempeño, debemos considerar varios aspectos técnicos y administrativos en las áreas de la calidad y de mantenimiento para los equipos principales de una industria de plástico de nuestra ciudad.

Esta solución es planteada para ser tomada como una herramienta al momento de la organización sistemática el mantenimiento preventivo de la planta, con la ejecución de este mantenimiento, el cual sobrelleva, predecir al máximo cualquier tipo de daño súbito en los equipos utilizados para el proceso, razón por la cual se debe tomar en cuenta al momento de implementar un plan de mantenimiento preventivo.

**Abstract****Title**

Analysis of quality control preventive maintenance program in an industry plastic

Guayaquil

**Description**

In our city there are various types of industries, such as food processing, plastics, wood, etc .; but for our study we consider the plastics.

Because there is the constant use of corrective maintenance in many industries plastic in our city, but these did not meet the expectations raised by the maintenance department and production; due to additional costs incurred for repairs, sudden stops, timeouts, etc.

The solution is set to propose in this paper is the analysis of quality control preventive maintenance plan which should clearly establish the different activities related to electrical maintenance and mechanical maintenance. For proper design of a preventive maintenance plan and its proper performance, we must consider several technical and administrative areas of quality and maintenance for major equipment industry Plastic aspects of our city.

This solution is raised to be taken as a tool when the systematic organization preventive maintenance of the plant, with the execution of this maintenance, which bears predict the maximum any sudden damage to the equipment used for the process, why should be taken into account when implementing a preventive maintenance plan.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en el desarrollo industrial en el que vivimos, el cual se caracteriza por el alto índice de competencia que existe entre las diferentes industrias, cada día se requiere productos nuevos, que sean de calidad, de bajo precio, que exista mayor calidad en los procesos para así mejorar los tiempos de entregas y tener mayor producción en tiempos menores.

Mejorar el tiempo de entrega, la calidad del producto, y los costos del mismo, dependerá de las muchas variables que controlemos; pero dentro de todo el proceso que va desde la manipulación de la materia prima hasta la obtención del producto final, dependerá de un factor importantísimo como es la “calidad del programa de mantenimiento”. Esto decimos debido a que si en una empresa manufacturera no se emplea un programa de mantenimiento de calidad, los equipos que forman parte de las diferentes áreas de la planta empezaran a fallar de manera tal que se tendrá que realizar paradas innecesarias que pueden ser de horas e incluso de días, dependiendo del daño encontrado y de la rapidez con la que se realice una acción para solucionar el mismo.

Existen muchas empresas que poseen programas de mantenimientos muy buenos, pero los cuales le han traído problemas en ciertas ocasiones debido a que solo es un programa para mantener la planta.

Para llegar a obtener un nivel de calidad alto, no es suficiente con la implementación de un programa de mantenimiento, sino que éste debe ser diseñado con los más altos estándares de calidad, de tal manera que al momento de realizar un trabajo de mantenimiento, esta no solo sea reconocido por la acción realizada, sino también por la calidad del mismo.



Citado lo anterior, presento este trabajo de tesis con el único objetivo de dar una guía al momento de realizar un programa de mantenimiento.

## **ÍNDICE GENERAL**

DEDICATORIA.....	IV
RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VI
INTRODUCCIÓN.....	VII

## **INDICE**

### **Capítulo 1**

#### **Generalidades**

1.1 Introducción.....	8
1.2 Introducción del mantenimiento preventivo.....	9
1.2.1 Que es la calidad del mantenimiento preventivo.....	9
1.3 Objetivos.....	10
1.3.1 Generales.....	10
1.3.2 Específicos.....	10
1.4 Planteamiento del problema.....	11
1.5 Hipótesis.....	11
1.6 Metodología de la investigación.....	12

### **Capítulo 2**

#### **Marco Teórico**

2.1 Mantenimiento.....	13
2.1.1 Tipos de mantenimiento.....	13
2.1.1.1 Mantenimiento correctivo.....	14

2.1.1.2	Mantenimiento predictivo.....	14
2.1.1.3	Mantenimiento programado.....	14
2.1.1.4	Mantenimiento bajo condiciones.....	14
2.2	Mantenimiento Preventivo.....	14
2.2.1	Ventajas Del Mantenimiento Preventivo.....	15
2.2.2	Aspectos importantes para el diseño de un programa de mantenimiento preventivo.....	16
2.2.3	Diagrama de flujo de una industria de plástico.....	17
2.3	Tipos principales de maquinarias con las que cuenta una industria de plástico.....	18
2.3.1	Sopladoras.....	18
2.3.1.1	Principio de funcionamiento.....	19
2.3.2	Inyectoras.....	19
2.3.4	Troqueladoras.....	20
2.3.5	Compresores.....	20
2.3.6	Chillers.....	21
2.3.7	Funcionamiento de la máquina de inyección.....	22
2.4	Mantenimiento preventivo de motores.....	23
2.4.1	Con el motor en marcha.....	23
2.4.2	Con el motor apagado.....	24
2.5	Mantenimiento preventivo de sub-estaciones eléctricas.....	24
2.5.1	Subestaciones compactas y/o abiertas.....	24
2.5.2	Red de media tensión.....	25
2.5.3	Transformador de distribución.....	26

2.5.4 Aceite dieléctrico para transformadores.....	26
2.5.5 Tableros de distribución general.....	27
2.5.6 Interruptores electromagnéticos.....	28
2.5.7 Transformadores de línea de baja tensión.....	28
2.5.8 Sistema de tierras.....	29
2.5.9 Otras acciones.....	29
2.6 Factor de potencia.....	30
2.6.1 ¿Por qué existe un bajo factor de potencia?.....	30
2.6.2. ¿Cómo puedo mejorar el Factor de Potencia?.....	30
2.7 Armónicos.....	33
2.7.1 Efectos de los armónicos.....	34
2.7.2 Como identificamos que tenemos un problema de armónicos.....	34
2.7.3 Como corregir los armónicos.....	36

### **Capítulo 3**

#### **Administración del mantenimiento preventivo**

3.1 Calidad en el mantenimiento.....	37
3.2 Significado del término “calidad”.....	37
3.3 Adecuación al uso.....	37
3.4 Proceso de planeación y control de calidad.....	40
3.5 Disponibilidad – Confianza – Facilidad de servicio.....	43
3.6 Política de calidad aplicada al mantenimiento preventivo.....	43
3.7 Costos de un mantenimiento preventivo de calidad.....	44
3.7.1 Costos de control.....	44

3.7.2 Costos de falla.....	45
3.8 Se lo debe realizar bien desde el principio.....	45

## **Capítulo 4**

### **Análisis de control de calidad y Acciones correctivas y preventivas**

4.1 Control de calidad.....	50
4.2 Las responsabilidades en el control de calidad.....	51
4.3 Programas de control y verificación en el mantenimiento.....	51
4.4 Recolección de datos.....	53
4.5 Check list.....	53
4.6 Historiograma.....	54
4.7 Diagrama causa –efecto.....	56
4.7.1 Pasos para la construcción de un diagrama causa- efecto.....	56
4.8 Muestreo de aceptación.....	57
4.9 Control de calidad mediante el proceso.....	57
4.9.1 Variabilidad.....	58
4.9.2 Procesos de producción.....	58
4.10 Continuar la mejora de la calidad.....	59
4.11 Un plan de calidad.....	59
4.12 Control de calidad.....	60

4.12.1	Circulo de calidad.....	60
4.12.2	Forma de mejorar la calidad.....	61
4.12.3	Asegurar la calidad.....	61
4.13	Documentación.....	62
4.13.1	Documentos utilizados para la gestión de calidad.....	62
4.13.2	Qué incluye documentación del sistema de calidad.....	62

## **Capítulo 5**

### **Acciones correctivas, preventivas y seguimiento de acciones**

5.1	Objetivos.....	64
5.2	Acción Correctiva.....	64
5.3	Acción Preventiva.....	64
	<b>Conclusiones.....</b>	<b>66</b>
	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>66</b>
	<b>Bibliografía.....</b>	<b>66</b>
	<b>Anexos.....</b>	<b>68</b>

### **Índice de tablas y anexos**

Fig.: 2.1	Diagrama de flujo de una industria de plástico.....	17
Fig. 2.2	Sopladora Bekum H-121.....	69
Fig. 2.3	Principio de funcionamiento de sopladora.....	69

Fig. 2.4 Inyectora Modificada para el Moldeo de Preformas de PET.....	70
Fig.2.5 Máquina troqueladora rotativa automática de alta velocidad.....	70
Fig. 2.6 Compresor industrial.....	71
Fig 2.7 Chillers 23XRV Water Cooled Super High Efficiency Variable Speed Chillers - 1055 - 1934 kwr.....	71
Fig 2.8 Funcionamiento de la máquina de inyección.....	72
Fig. 2.9 Subestaciones compactas y/o abiertas.....	72
fig. 2.10 Cables de media tensión.....	73
Fig. 2.11 Transformador de distribución.....	73
Fig. 2.12 Aceite Dialectico para transformador.....	74
Fig. 2.13 Tableros de distribución general.....	75
Fig. 2.14 Interruptores electromagnéticos.....	75
Fig. 2.15 Transformadores de baja tensión.....	75
Fig. 2.16 Sistema de tierras.....	76
Fig. 2.17 gráfica de corrección de factor de potencia.....	76
Fig. 2.18 Ejemplos de Armónicos.....	77
Fig. 2.19 Tablero de filtros para la disminución de armónicos.....	77
Fig. 3.1 Diagrama de Proceso de planeación y control de calidad.....	78
Fig. 4.1 Histograma.....	79
Fig. 4.2 Diagrama causa –efecto.....	80
Fig. 4.3 Curva de control de calidad mediante el proceso.....	80

Fig. 4.4 Círculo de calidad.....80

Tabla 2.1 Tabla para la identificación de los armónicos.....77

Tabla 4.1 Ejemplo de check list.....79

Tabla 5.1 Formato para inspección y reporte de fallas.....82



# **CAPÍTULO 1**

## **GENERALIDADES**

### **1.1 Introducción**

En nuestra ciudad existen plantas procesadoras de distinta índole como son de alimentos, hierro, cemento, plásticos, etc. en las cuales cada una de estas maneja sus propios márgenes de calidad de los productos que elabora, así como su propio programa de mantenimiento.

Para nuestro, estudio de control de calidad del sistema de mantenimiento, nos enfocaremos en la industria del plástico de nuestra ciudad. La calidad es algo en lo cual deben estar comprometidas todas las partes que conforman la organización; y no dejárselo a un solo departamento como se acostumbra en muchas organizaciones.

La solución planteada para este trabajo es analizar y diseñar un plan de mantenimiento preventivo que cumpla con márgenes de calidad establecidos, para lo cual analizaremos las causas que producen los fallos en el momento del mantenimiento y por ende no estamos dando un mantenimiento de calidad.

La terminología de calidad la utilizamos de muchas formas, por lo que no existe una definición clara de la misma. Desde el punto de vista de muchos, la calidad va asociada con valor e inclusive precio.

La calidad a lo largo del tiempo ha ido tomando diferentes significados. Todos los productos u obras terminadas se revisan y se corrige cualquier falla que exista.

Esta proposición es apreciable al instante de ordenar de forma ordenada el mantenimiento preventivo de la planta, con la ejecución del control de calidad de este mantenimiento lo cual nos permitirá, pronosticar cualquier daño inesperado en los equipos utilizados para los procesos que se requieren en dicha industria, este objetivo es preciso al tiempo de realizar un sistema de mantenimiento preventivo.

Para que esta responsabilidad se pueda cumplir, debemos tener una apropiada administración y controles estrictos de calidad en todas las etapas del mantenimiento.

## **1.2 Introducción del mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo, se creó en las industrias tras ver la necesidad de saber qué acciones tomar para garantizar el buen funcionamiento así como el tiempo de vida útil de los equipos.

En los comienzos de la revolución industrial solo se conocía el concepto de mantenimiento correctivo, el cual consistía en que el daño se corregía al momento que se presentaba, sin analizar las causas que lo ocasionaron y como se podría evitar este daño a futuro.

Uno de los principales objetivos de diseñar un programa de mantenimiento preventivo, es el minimizar los tiempos muertos es decir los tiempos de paradas innecesarias lo cual perjudica de manera directa a los cronogramas de entregas, cronogramas de producción, y por ende al bolsillo de la empresa.

Debemos tener en cuenta que al momento de diseñar un programa de mantenimiento preventivo no solo debemos considerar el tipo de mantenimiento que se va a realizar, sino también que el mantenimiento sea de calidad.

### **1.2.1 Que es la calidad en el mantenimiento preventivo?**

La calidad es aquella que nos muestra las propiedades de un producto y comparlas con otras de sus mismas características o diferente. La calidad como tal cuenta con varios significados en el cual es el conjunto de características de un objeto que cuenta con la cualidad de satisfacer un requerimiento, En otras palabras la calidad es aquella que satisface la necesidad del cliente con

respecto al producto o servicio a adquirir, por ejemplo, la calidad del servicio de internet o de un producto a adquirir.

En las empresas dedicadas a la manufacturación del plástico, sus productos son realizados generalmente de tres materias primas: polietileno de baja y alta densidad y polipropileno, estas industrias ordinariamente tienen un programa de mantenimiento preventivo para sus instalaciones y equipos tales como: sopladoras e inyectoras-sopladoras que son de mucha importancia en la producción. El objetivo de este proyecto no es de solo analizar programa de mantenimiento preventivo de los equipos, sino también analizar la calidad del mismo. Para realizar esta actividad, debemos tener la información general de las máquinas como son los manuales técnicos y las recomendaciones del fabricante, para poder realizar las acciones planeadas.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Generales**

Analizar la calidad del programa de mantenimiento preventivo de una industria de plásticos de la ciudad de Guayaquil, con el fin de que el programa diseñado cumpla con los estándares de calidad necesarios para disminuir al mínimo los fallos en los equipos.

#### **1.3.2 Específicos**

- Lograr una satisfacción completa de los diferentes accionistas y de los jefes de mantenimiento de las diferentes industrias de plástico existentes en nuestra ciudad.

Así como establecer como punto esencial la utilización de la norma CPE INEN 005-9-1 (código de la construcción y mantenimiento de industrias en Ecuador). Por lo que se considera importante para este documento, para así poder asegurar la efectividad de la calidad en el sistema de mantenimiento.

- Mostrar la importancia de la utilización de sistema de calidad, no solo en los diferentes procesos de producción; si no también para aplicarla al momento de realizar un plan de mantenimiento y más aún durante el proceso de mantenimiento a cada uno de los equipos e instalaciones que forman la planta.
- Desarrollarlo en una planta procesadora de plásticos de la ciudad de Guayaquil, con el fin de hacer valido lo manifestado en el punto anterior.

#### **1.4 Planteamiento del problema**

En muchas industrias de nuestra ciudad, existen distintos programas de mantenimiento pero todos con el mismo objetivo, que es reducir al mínimo los fallos en los equipos y aumentar la producción de la misma.

Pero la mayoría de estos programas de mantenimientos son realizados sin tomar en cuenta que no solo tiene que ser un mantenimiento en el cual se prevea el buen funcionamiento de los equipos; sino también que se lo realice con el mayor estándar de calidad posible, en nuestra ciudad no existe una planta o fabrica que realice un análisis de control de calidad a sus programas de mantenimiento, razón por la cual a lo largo del tiempo hay que realizar más reparaciones que las programadas.

#### **1.5 Hipótesis**

Por medio de este análisis de control de calidad del mantenimiento preventivo, lograremos reducir las paradas innecesarias, mejorar el factor de potencia, reducir la cantidad de inspecciones a los equipos, aumentar la producción de la industria, aumentar el ingreso de las ganancias, etc.

Además lograremos que al momento de diseñar un programa de mantenimiento preventivo, sean considerados ciertos aspectos los cuales son importantes para obtener un programa de mantenimiento de calidad.

### **1.6 Metodología de la investigación**

Para el respectivo desarrollo de este trabajo de grado, se realizo utilizado el método de investigación descriptiva, ya que como su nombre lo dice, estamos describiendo los diferentes puntos desarrollados en nuestra investigación.

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Mantenimiento**

En la industria y la ingeniería, la noción de mantenimiento posee varios de los siguientes significados:

1. Cualquier actividad – como demostraciones, controles, sustituciones, ajustes y reparaciones— necesaria para conservar o reparar una unidad utilizable de forma tal que esta pueda cumplir sus funciones.

2. Para materiales: mantenimiento

- Todas aquellas labores llevadas a cabo para conservar los materiales en una condición adecuada o los métodos para lograr este estado. Encierran acciones de registro, demostraciones, ordenamiento, reparación, etc.
- Conjunto de acciones de abasto y reparación necesarias para que un dispositivo continúe cumpliendo su cometido.
- Procedimientos recurrentes necesarios para mantener unas instalaciones (planta, edificio, propiedades inmobiliarias, etc.) en las ambientes adecuadas para permitir su uso de forma eficaz, tal como está destinado.

##### **2.1.1 Tipos de mantenimiento**

Al momento de realizar el diseño de un programa de mantenimiento preventivo, debemos ver las distintas acciones desde varios puntos de vistas. Estos puntos de vistas suelen ser negativos y se van sumando ocasionando grandes fallas, pero aplicando la solución correcta a estas fallas se pueden obtener grandes logros y mejorar así la calidad del programa a ser diseñado.

**2.1.1.1 Mantenimiento correctivo.** Se direcciona a la corrección de las fallas en el momento que aparecen, dando una rápida solución, para continuar con actividad el equipo. La realización del mantenimiento correctivo, obliga a realizar tiempos muertos no programados.

**2.1.1.2 Mantenimiento predictivo.** Su principal objetivo es prevenir las fallas en una máquina o estación. Principalmente se aplican a equipos o máquina costosas.

**2.1.1.3 Mantenimiento programado.** Este tipo de mantenimiento es el más recomendado por los fabricantes de las equipos y este se complementa en los datos recopilados los datos estadísticos de cada una de las partes de las máquinas y de los informes que se crean cada vez que se le aplica algún tipo de mantenimiento al equipo o instalación.

**2.1.1.4. Mantenimiento bajo condiciones.** Cuando tenemos creado un programa de mantenimiento, tenemos un archivo donde encontramos las características, funciones y reparaciones realizadas a un equipo, al momento que se cambian o modifican dichos archivos se debe realizar otro tipo de mantenimiento, al cual se lo va a llamar “mantenimiento bajo condiciones” en el cual se tomara en cuenta las nuevas condiciones o circunstancias para realizar el mantenimiento a el equipo o máquina para su correcto funcionamiento.

## **2.2 Mantenimiento Preventivo**

Como su nombre lo dice, el mantenimiento preventivo es el encargado de la conservación de equipos o instalaciones para obtener un buen funcionamiento y fiabilidad de los mismos, este se lo ejecuta anticipadamente para evitar la presentación de las fallas de un equipo.

Este tipo de mantenimiento se lo realiza en equipos que están funcionando regularmente, a diferencia del mantenimiento correctivo, cuyo objetivo es poner en funcionamiento a equipos que dejaron de funcionar o están dañados, en el mantenimiento preventivo, se debe llevar un registro detallado de las fallas más frecuentes, haciendo que este registro provea de información para el diseño del plan de mantenimiento preventivo.

El registro de las singularidades de la maquina o equipo y la frecuencia con que ocurren se pueden realizar mediante exámenes visuales, control de temperaturas, estudios del lubricante, medición de vibraciones, pruebas de ultrasonido, etc. Es decir, usando todas las técnicas de control y ensayos no destructivos disponibles en la empresa.

Uno de los objetivos principales del mantenimiento es evitar las consecuencias de las fallas que se han perjudicado equipo, llegando a la prevención de los sucesos antes de que estos se presenten. Las acciones realizadas durante mantenimiento preventivo engloban acciones como cambio de piezas que ya están desgastadas, cambios de lubricantes, etc. El mantenimiento preventivo como su nombre lo dice debe prevenir las fallas en el equipo.

Es aconsejable en este tipo de mantenimiento seguir las instrucciones de los fabricantes y tener en cuenta las opiniones de los técnicos especializados en esta área. En el mantenimiento preventivo se realizan dos tipos diferentes de intervenciones.

La primera parte consiste en realizar actividades sencillas, las mismas que no necesitan conocimientos profundos y no es necesario ningún tipo de herramienta especializada (cambio de lubricante, por ejemplo), ya la segunda parte se presenta más compleja por lo que es necesario el uso de técnicos especializados y herramientas adecuadas para la acción a realizar el mantenimiento, además forma un mantenimiento mucho más complejo (por ejemplo cambio de piezas, balanceo de ejes, etc.



### **2.2.1 Ventajas Del Mantenimiento Preventivo.**

- Mayor vida útil de los equipos e instalaciones.
- Perfecciona los escenarios de operación y, por lo tanto, aumento de la fiabilidad.
- Menos tiempos muertos, lo cual tiene un impacto positivo en la producción.
- Disminuye el costo por reparaciones debido a la reducción de paradas o tiempos muertos, provocados por el mantenimiento correctivo.

### **2.2.2 Aspectos importantes para el diseño de un programa de mantenimiento preventivo.**

- Debemos tener un listado del o los equipos que vamos a inspeccionar.
- Crear áreas para realizar las inspecciones y cada que tiempo se deben de realizar.
- Crear un archivo de registro de cada una de las maquinarias y demás equipos que depende de las mismas. En primera instancia por medio de instrucciones sencillas para luego anexar los detalles.
- Precisar márgenes de tiempo de ejecución para el mantenimiento. Determinar cuánto tiempo es necesario para cumplir la tarea.
- Estipular las exigencias del trabajo a realizarse. Cuál es el número de técnicos necesario para desarrollar el trabajo.
- Las exigencias operativas para implementar un programa de mantenimiento preventivo.
- Crear y poner en conocimiento la lista de tareas de mantenimiento a realizarse, describiendo el procedimiento, herramientas y demás requerimientos para el cumplimiento de la misma.
- Revisar las técnicas de control e inspección.
- Fijar cuántas inspecciones se deben hacer y si las reparaciones realizadas están acorde a la tarea asignada.

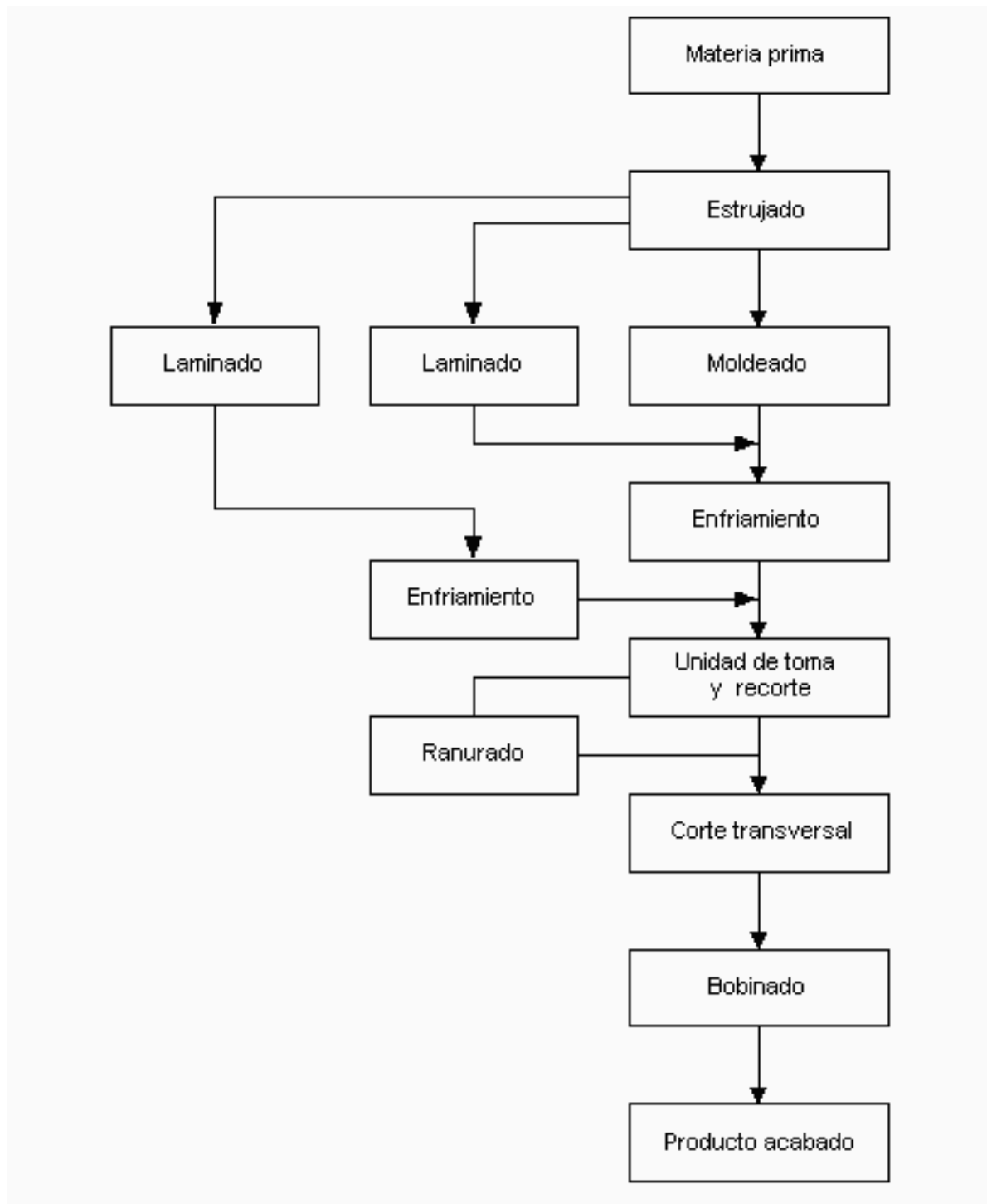


Fig.: 2.1. Diagrama de flujo de una industria de plástico de la ciudad de Guayaquil

Fuente: [www.definicionabc.com](http://www.definicionabc.com)

## 2.3 Tipos principales de maquinarias con las que cuenta una industria de plástico.

En la industria del plástico se cuenta principalmente con tres tipos de equipos o máquinas para la fabricación de sus productos, como son:

- Sopladoras
- Inyectoras
- Troqueladoras

Pero estas no trabajan solas debido a que requieren de muchas otras para su debido funcionamiento.

**2.3.1 Sopladoras.-** Son las encomendadas de fabricar los envases o cualquier tipo de cuerpo hueco. La máquina tiene una tolva por donde se vierte la materia prima, luego esta desciende hasta el husillo y cuyo recorrido es a través de diferentes resistencias las cuales calientan el plástico hasta un cabezal, y esta sale en forma de masa moldeable, el carro que traslada el molde lo lleva hasta un soplador que le da la forma del envase plástico, el molde se cierra unos segundos para la refrigeración, luego se abre el molde y el operador retira el producto.



Fig. 2.2 Sopladora Bekum H-121

**Fuente:** Bekum do Brasil – abril 2011

### 2.3.1.1 Principio de funcionamiento de una sopladora

Este tipo de máquinas sirve para dar forma al termoplástico, mediante una extrusora. El material se encuentra en forma granulada o en polvo, ingresa por la tolva hacia el husillo o tornillo sin fin, este lo hace pasar por diferentes resistencias eléctricas para transformarlo en una masa maleable, al final del recorrido compacta la masa para quitarle el aire y lo por último se usa un pigmento, el cual se dispersa de manera pareja el color.

El termoplástico pasa por tres zonas cuando es transportado por el husillo, zona de alimentación, zona de compactación y zona de homogenización. La masa fundida es obligada a través de un orificio para ser atrapada por el molde, luego un mandril introduce aire a alta presión y hace que el plástico se adhiera a las paredes interiores del molde haciendo que tome la forma del envases plástico, seguidamente se enfría el molde para que las películas se endurezcan, pasado esto se procede a extraer la pieza y se elimina el material excedente.

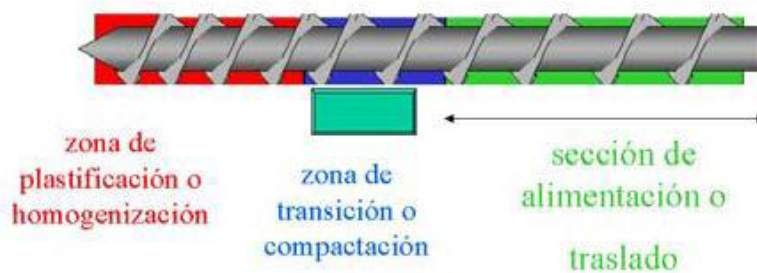


Fig. 2.3 Principio de funcionamiento de una sopladora

lalibretadeisabella.blogspot.com - junio 2012

**2.3.2 Inyectoras.-** En ella se producen las tapas de los envases o cualquier elemento plástico que no sea hueco. Trabajan igual que las sopladoras, se vierte la materia prima a la tolva para que entre al tornillo donde se calienta, un cilindro hidráulico presiona el plástico para inyectarlo al molde, el material toma la forma del molde y pierde calor, finalmente una de las tapas del molde se abre y se consigue el producto.



Fig. 2.4 Inyectora Modificada para el Moldeo de Preformas de PET

**Fuente:** MEGAPLASTICS /(Mauro Biedma para megaplastic, 2012)

**2.3.3 Troqueladoras.-** Se constituyen de un molde que tiene una silueta en unas de sus caras, cuando el plástico pasa por aquí la otra cara lisa del molde se cierra trozando el plástico y dándole la forma de la figura de la primera cara.



Fig.2.5 Máquina troqueladora rotativa automática de alta velocidad

**Fuente:** SINI. Catalogo digital maquinas Troqueladoras - 2013

**2.3.5 Compresores.-** Los compresores otorgan un aire comprimido que permite mover el sistema neumático o el carro de la máquina, dándole así un movimiento ya sea a unas cuchillas de corte caliente o a las narices que soplan la manga o la proforma que ira en el molde para darle la forma del mismo de acuerdo si es una maquina sopladora o inyectora, el sistema de aire comprimido viaja por tuberías que suministran el aire comprimido ya se en baja o en alta

presión, las máquinas de soplado Pet utiliza un sistema de alta presión para que la proforma pueda tomar la forma del molde.



Fig 2.6 Compresor industrial

**Fuente:** Catalogo digital Emerson climate. 2014 Emerson Electric Co

**2.3.6 Chillers.-** Los chillers son los encargados de conservar el agua a 5°C que se utiliza en el sistema de enfriamiento del molde, los chillers cuentan con un circuito cerrado que alimentan mediante tuberías a todas las máquinas, el agua que regresa de haber trabajado pasa nuevamente a los chillers para su enfriamiento y posterior envío a las máquinas.



Fig. 2.7 Chiller 23XRV Water Cooled Super High Efficiency Variable Speed Chillers - 1055 - 1934 kwr

**Fuente:** Jan 21, 2014 CHARLOTTE, N.C./ CARRIER ANSWERS MARKET

### 2.3.7 Funcionamiento de la máquina de inyección

En las industrias de plástico existe un método muy importante como es la de transformación por inyección.

Para poder transformar la materia prima al producto esperado debe pasar por un proceso que indicare a continuación.

El Husillo (tornillo sin fin) se coloca en la salida de la tolva la cual deja caer la materia prima y es llevada a la tobera de inyección, durante ese traslado la materia prima se transformara por el calor generado de las resistencias eléctricas en una masa liquida apropiada para amoldarse. En el cual el Husillo empujara esta masa llenando el molde donde tomara la forma del mismo, el molde es enfriado mediante un sistema de enfriamiento por agua que cuenta dentro del mismo que producirá que el producto dentro del molde se solidifique, el molde se abrirá expulsando el producto terminado.

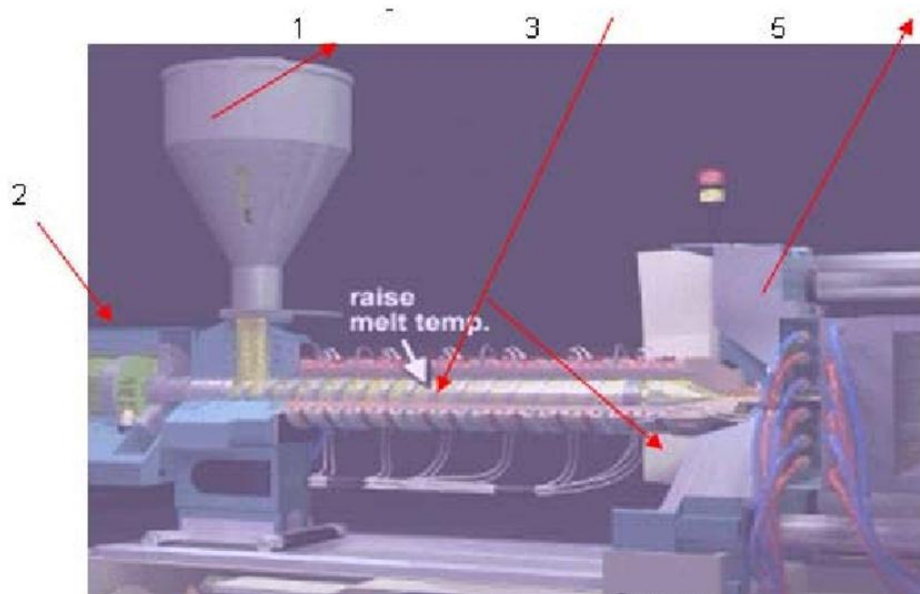


Fig. 2.8 Máquina de inyección y sus partes principales

**Fuente:** Montalvo Soberón, Luis Alberto. Plásticos Industriales y Su Procesamiento, Ed El Cid editor-Ingeniería Argentina. 2007.

## **Partes principales de una máquina de inyección**

- 1.- Tolva
- 2.- Motor hidráulico
- 3.- Husillo o Tornillo sin fin
- 4.- Sistema de calefacción del husillo
- 5.- Molde

## **Mantenimientos preventivos más comunes en una industria de plástico**

### **2.4 Mantenimiento preventivo de motores.**

Radica en el reconocimiento de las funciones que no se ven a simple vista, a momentos regulares, para ver si están fallando o han fallado en algún momento y reacondicionarlas en caso de falla.

Para la realización el mantenimiento preventivo en motores debemos seguir los siguientes pasos:

#### **2.4.1 Con el motor en marcha**

Limpieza de la parte exterior

Probar la ventilación y calentamientos anormales.

Buscar si existen ruidos anormales, olor a quemado, vibraciones, etc.

Comprobar estado de rodamientos, comprobar carga en los aparatos de medida.

Verificar si hay rose, cadena, bandas o correas, poleas sobre las protecciones.

Comprobar influencia de los agentes exteriores tales como el polvo, agua, aceite, ácidos o gases.



## **2.4.2 Con el motor apagado**

limpieza interior con aire seco a baja presión con aspirador.

Comprobar conexiones y devanados.

Examinar si existen señales de humedad, grasa o aceite en el devanado.

Probar resistencia en aislamiento y conexión a tierra.

Comprobar carga en el arranque.

Comprobar engrase y estado de los rodamientos cambiándolos si fuese necesario

Comprobar y equilibrar el motor.

Comprobar el estado de la carcasa, amarres, conexiones, tornillos, ventilación, etc...

## **2.5 Mantenimiento preventivo de sub-estaciones eléctricas**

### **Generalidades**

este documento es una pequeña guía de lo principal que se debe realizar en el mantenimiento preventivo a subestaciones eléctricas industriales en media tensión.

### **2.5.1 Subestaciones compactas y/o abiertas**



fig. 2.9 Subestaciones compactas y/o abiertas

**Fuente:** 2011 GECAL RENOVABLES, S.A./ subestaciones

- Revisión y limpieza general.
- Apriete de conexiones con torquímetro.
- Pruebas de operación mecánica.
- Pruebas de resistencia de aislamiento.
- Pruebas de resistencia de contacto.

### **2.5.2 Conductores de media tensión**



Fig. 2.10 Cables de media tensión

Fuente: Jesús Dorda / cables de media tensión / España 09.01.2015

- Revisión y limpieza de terminales.
- Pruebas de resistencia de aislamiento.
- Pruebas de potencial aplicado (en su caso).

### 2.5.3 Transformador de distribución



Fig. 2.11 Transformador de distribución

**Fuente:** transformadores/Jann Leon Taípe /25.05.2010

- Revisión y limpieza general.
- Prueba de relación de transformación.
- Prueba de resistencia de aislamiento.
- Determinación de índice de absorción y polarización.
- Prueba de resistencia ohmica de devanados.
- Prueba de factor de disipación.

### • 2.5.4 Aceite dieléctrico para transformadores



Fig. 2.12 Aceite dieléctrico para transformador

**Fuente:** [www.youtube.com](http://www.youtube.com)

- Análisis físico-electro-químico
- Detección de bifenilos policlorados (BPC's).
- Cromatografía de gases disueltos
- Reacondicionamiento (micro-filtración)

### 2.5.5 Tableros de distribución general



Fig. 2.13 Tableros de distribución general

**Fuente:** Hiler Electric S.A-Colinas del Urubó S.A./ Santa Cruz, 2000

- Revisión y limpieza general.
- Apriete de conexiones con torquímetro.
- Pruebas de operación mecánica.
- Pruebas de resistencia de aislamiento

## 2.5.6 Interruptores electromagnéticos



Fig. 2.14 Interruptores electromagnéticos

**Fuente:** Francor Construcciones – catálogo de instalaciones eléctricas – febrero 2015

- Revisión y limpieza general.
- Pruebas de operación mecánica.
- Prueba de resistencia de aislamiento.
- Prueba de resistencia de contacto.

## 2.5.7 Transformadores para línea de baja tensión



Fig. 2.15 Transformadores para línea de baja tensión

**Fuente:** Cirprotec - Revista Ingeniería Eléctrica 237 Octubre 2009

- Revisión y limpieza general.
- Prueba de relación de transformación.
- Prueba de resistencia de aislamiento.

### 2.5.8 Sistema de tierras



Fig. 2.16 Sistema de tierras

**Fuente:** E&A Electricidad- Catálogo de productos y Servicios - 2014

- Revisión y limpieza general.
- Apriete de conexiones con torquímetro.
- Prueba de resistencia a tierra.

### 2.5.9 Otras acciones

- Reparación de fugas en transformadores.
- Suministro y cambio de aceite.
- Monitoreo de parámetros eléctricos.

## 2.6 Factor de potencia

Se denomina factor de potencia al resultado de la división entre la potencia activa y la potencia aparente, que es coincidente con el coseno del ángulo entre el voltaje y la corriente.

Es la relación entre las Potencias Activa (P) y Aparente (S). Si la onda de corriente alterna es perfectamente sinodal, FP y Cosφ coinciden.

Se define el factor de potencia como:

$$f.d.p. = \frac{P}{|S|} = \cos(\Phi)$$

(WIKIPEDIA, 2014)Fuente: Wikipedia.com

### 2.6.1 ¿Por qué existe un bajo factor de potencia?

Tengamos en claro que la potencia reactiva, no causa un trabajo físico directo en los motores, pero es necesaria para tener el flujo electromagnético que se necesita para hacer funcionar a múltiples aparatos eléctricos como: motores, transformadores, equipos de refrigeración, etc. Cuando poseemos una cantidad considerable de estos equipos, las exigencias de potencia reactiva también se hacen significativas, lo cual produce una reducción considerable del factor de potencia. Este alto consumo de energía reactiva puede producirse principalmente por:

- Un número considerable de motores o cargas que poseen bobinas.
- Presencia de equipos de refrigeración y aire acondicionado.
- Por una mala planificación y operación en el sistema eléctrico de la industria.
- Un mal estado físico de la red eléctrica y de los equipos de la industria.

## 2.6.2. ¿Cómo mejorar el Factor de Potencia?

Mejorar el factor de potencia con el pasar de los tiempos de ha convertido en algo práctico y económico, esto se lo realiza por medio de la instalación de condensadores eléctricos estáticos, o con la utilización de motores sincrónicos.

### Ejemplo de corrección de factor de potencia

Un motor de 500 KVA funciona a plena carga con un factor de potencia de 0,6. Instalando capacitores se modifica dicho factor pasando a valer 0,9. Hallar la potencia reactiva de los capacitores necesarios. Realizar la gráfica con dicha corrección. Frecuencia = 50 Hertz. Tensión = 380 V

Donde:

I= Corriente

V=Voltaje

C= Capacitancia

S=Potencia Activa

P= Potencia

Qr= Potencia Reactiva Resultante

Qc= Potencia Reactiva Inicial

Qf= Potencia Reactiva Final

**1° Paso:**

$$\cos \varphi = P/S$$

Reemplazando:

$$S * \cos \varphi = P = 500 \text{ kVA} * 0,6 = 300 \text{ kW}$$

Entonces:

$$P = 300 \text{ kW}$$



### 2º Paso:

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

Reemplazando:

$$500^2 \text{ kVA} = 300^2 \text{ KW} + Q^2$$

$$Q = 400 \text{ kVAR (Kilo Volt Amper Reactivo)}$$

### 3º Paso:

$$S_f = P / \cos\phi = 300 \text{ kW} / 0,9 = 333,33 \text{ kVA}$$

$$333,3^2 \text{ kW} = 300^2 \text{ kW} + Q_f^2$$

$$Q_f = 145,3 \text{ kVAR}$$

$$Q_i - Q_f = Q_r = 400 \text{ kVAR} - 145,3 \text{ kVAR} = 254,7 \text{ kVAR}$$

### 4º Paso:

$$C = [P \text{ activa} * (\text{Tang } \phi_i - \text{Tang } \phi_f)] / (U^2 * 2\pi * Fr) =$$

Reemplazando:

$$C = 300000 \text{ W} * (\text{Tang } 53,1^\circ - \text{Tang } 26^\circ) / (380^2 \text{ V} * 2\pi * 50 \text{ Hz}) = 5,614 \mu\text{F (Microfaradios)}$$

(WIKIPEDIA, 2014) (Wikipedia, 2014)

## Muestra gráfica de corrección de factor de potencia

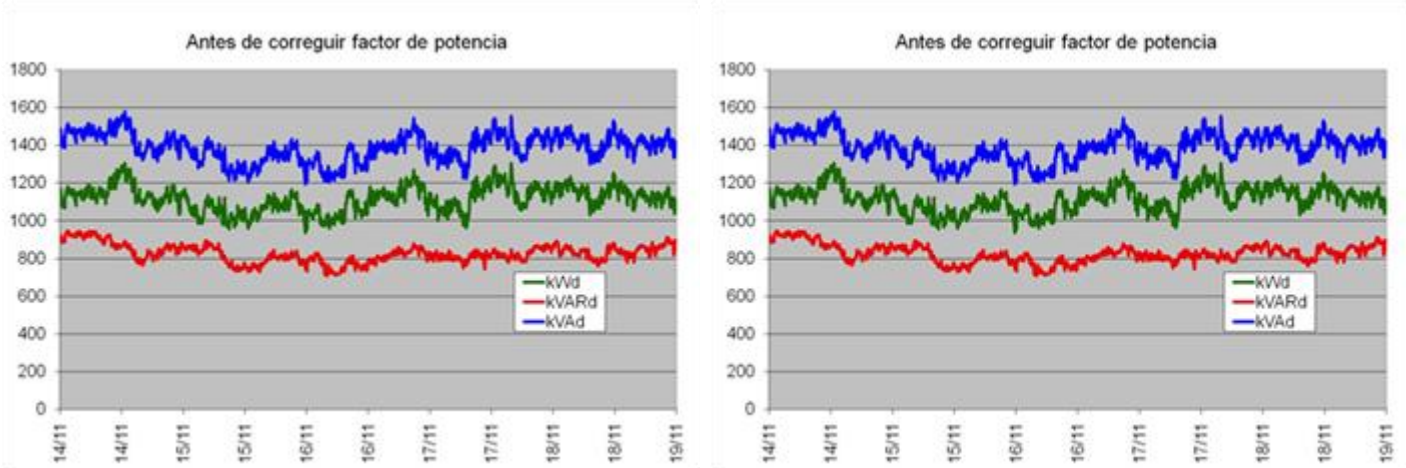


Fig:2.17 Muestra gráfica de corrección de factor de potencia

**Fuente:** Revista Acee Consultores- 2015

### 2.7 Armónicos

Cuando el circuito tiene cargas no lineales como son: rectificadores, inversores, variadores de velocidad, etc.; estos dispositivos o equipos absorben de la red eléctrica corrientes periódicas. Estas corrientes periódicas se encuentran desarrolladas por un elemento de frecuencia 50 ó 60 Hz, más una sucesión de corrientes de frecuencias diferentes, que son múltiplos de la frecuencia principal, esta mezcla de frecuencias las llamamos armónicos eléctricos, los cuales crean costes técnicos y económicos significativos.

El resultado es una deformación de la corriente, y como consecuencia de la tensión, conlleva una serie de efectos secundarios asociados, tales como se muestran a continuación:

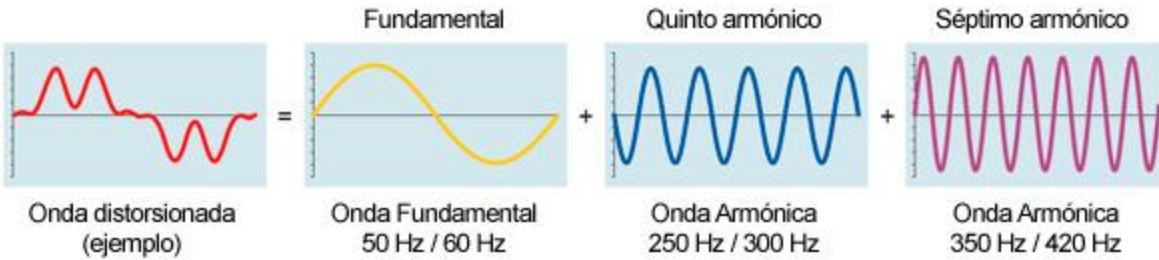


Fig.: 2.18 resultado es una deformación de la corriente por causa de armónicos

**Fuente:** Revista Acee Consultores- 2015

### 2.7.1 Efectos de los armónicos

- Las causas que producen los armónicos son los siguientes:
- Los armónicos van en aumento debido a la resonancia de series y paralelos
- Afecta directamente al rendimiento bajando el transporte de energía su generación y al momento de su uso
- Reduce la energía y el mayor desgaste de sus aislamiento

### 2.7.2 Como identificamos que tenemos un problema de armónicos

Actualmente no existe una forma específica para identificar los armónicos, pero se puede realizar ciertas consideraciones

Tabla 2.1

**Tabla para la identificación de los armónicos.**

Componente/Elemento	Síntomas	SI	NO	?
<b>Conductor</b>	- Calentamiento de conductores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Disparo de protecciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Conductor de neutro</b>	- Calentamiento del conductor del neutro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Degradación del conductor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Disparo de protecciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Condensadores</b>	- Calentamiento de los condensadores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Envejecimiento prematuro de los condensadores (pérdida de capacidad)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Destrucción de condensadores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Transformadores</b>	- Sobrecalentamiento de los devanados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Degradación de los devanados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Disminución del rendimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Necesidad de sobredimensionar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Motores</b>	- Sobrecalentamiento de los devanados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Degradación de los devanados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Disminución del rendimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Vibraciones en el eje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Desgaste mecánico en rodamientos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Excentricidad del eje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Sobretensiones que destruyen los devanados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Grupo electrógeno</b>	- Dificultad de sincronización y conmutación del grupo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Equipos de medida y control</b>	- Medida incorrecta de magnitudes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Interferencias en equipos sensibles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Fuente:** Revista Acee Consultores- 2015

El hecho de olvidar la existencia de alguno de los síntomas (marcados como “?”) no releva la instalación de sufrirlos, de lo contrario, debemos de tener más cuidado y supervisar la instalación, por ejemplo: mediante la monitorización de los parámetros eléctricos de diferentes puntos de la instalación con indagador de redes fijos y un sistema **PowerStudio-SCADA**.

### 2.7.3 Como corregir los armónicos

En el medio existen varias compañías, las cuales fabrican tableros que poseen los filtros de armónicos, los cuales son utilizados para la corrección de factor de potencia de acuerdo a las necesidades establecidas utilizando reactores que son de fabricación de estas compañía. Los tableros de filtros que estas compañías ofrecen comúnmente tienen las siguientes características:

- Capacitores secos con resistencias de descarga y diseñados para trabajar en filtros.
- Reactores de núcleo de hierro con linealidad de 1.7 veces la corriente nominal (para el caso de los de núcleo de hierro).
- Interruptores termo magnéticos y/o fusibles de capacidad interruptora adecuada.
- Contactores sobredimensionados para obtener una mayor duración.
- Luces indicadoras de estado de operación.
- Gabinete NEMA 1 o NEMA 3R.
- Termostato para protección de reactores por elevación de temperatura.



Fig:2.19 Tablero de filtros para la disminución de armónicos

**Fuente:** Revista Acee Consultores- 2015

## **CAPÍTULO 3**

### **Administración del mantenimiento preventivo de una industria de plástico de la ciudad de Guayaquil**

#### **3.1 Calidad en el mantenimiento**

El control de calidad en el programa de mantenimiento preventivo es un instrumento muy simple, que nos permite que esta pueda ser comparada con otra que se haya realizado con los mismos procedimientos. La palabra calidad posee diferentes significados. De forma elemental, se representa al grupo de dominios ingénitos a un objeto que le confieren capacidad para llenar expectativas o necesidades supuestas o evidentes. También diremos que, la calidad de un producto o servicio es el conocimiento que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con dicho producto o servicio y la capacidad del mismo para satisfacer sus necesidades. Por tanto, debe definirse en el contexto que se esté considerando.

#### **3.2 Significado del término “calidad”**

La calidad es el conjunto de características que le permiten a un producto diferenciarlo y valorarlo de acuerdo a su similares de una manera que sea igual, mejor o peor.

Ejemplo: Este mantenimiento nuestra que es de calidad.

Fuente: [thefreedictionary.com](http://thefreedictionary.com)

#### **3.3 Adecuación al uso**

En términos generales al hablar de mantenimiento preventivo de calidad, se habla de “adecuación al uso” pero que quiere decir esto.

Esto quiere decir que el producto, proceso o servicio que se presta, está satisfaciendo los requerimientos del cliente, en este caso se está cumpliendo con las exigencias del programa de mantenimiento.

Viéndolo desde el punto de vista del técnico, al momento de realizar un mantenimiento preventivo se lo debe hacer respetando las normas establecidas para que este sea de calidad.

A diferencia de un proceso de producción, en el cual la calidad puede ser menor o mayor, dependiendo del tipo de requerimiento del cliente, en el mantenimiento preventivo de equipos o instalaciones de producción, la calidad de dicho trabajo no puede ser de un rango menor ya que esto implicaría futuros daños de los equipos, disminución de vida útil de equipos e instalaciones y por ende mala calidad en el producto final.

Los técnicos y el jefe de mantenimiento deben esforzarse cada día por dar una mejor calidad al programa de mantenimiento establecido en dicha planta. La mejora de un proceso de mantenimiento nunca termina debido a que los pasos que se realizan al momento de realizar un programa de mantenimiento y ponerlo en práctica debemos considerar que siempre lo podremos hacer más óptimo de manera que cada vez que se realice un mantenimiento este sea cada vez más eficaz y ahorrar la mayor parte de tiempos muertos ocasionados por mantenimientos a los cuales no se los ha realizado con la calidad pertinente.

De acuerdo con Josep Juran y varios autores, la adecuación de uso se basa en cinco características principales de calidad, las cuales se citan a continuación:

- Tecnológicas: (por ejemplo, tiempo de vida útil)
- Psicológicas: (por ejemplo, funcionamiento, desgastes)
- Orientadas en el tiempo: (por ejemplo, confiabilidad, servicio)
- Contractuales: (por ejemplo, estipulación del correcto funcionamiento- garantía)
- Éticas: (por ejemplo, honestidad al momento de realizar el trabajo)

En un buen programa de mantenimiento, el control de calidad se puede medir o evaluar si incluimos todas las características antes mencionadas.

La definición de calidad es más difícil cuando se trata de un servicio que para un producto manufacturado. Sin embargo un buen mantenimiento preventivo es equivalente a un buen proceso y a un buen producto final y se puede definir las siguientes dimensiones:

- Calidad de diseño del programa de mantenimiento preventivo.
- Conformación en el mantenimiento preventivo.
- Las habilidades al momento de realizar el respectivo mantenimiento preventivo.
- El servicio de campo.

El diseño del plan de mantenimiento preventivo se lo determina antes de realizar el mantenimiento general de la planta. En una compañía de manufacturación, en este caso en la industria de plásticos, esta determinación es responsabilidad primordial del departamento de mantenimiento, junto al soporte del departamento de producción.

El control de calidad del mantenimiento preventivo determina principalmente el seguimiento de los diferentes mantenimientos y registros de horas de trabajo de cada una de los equipos que forman las diferentes áreas de la planta.

Dado a que existen diferentes tipos de mantenimientos, se debe de desarrollar una guía en la cual se determine como hacer un mantenimiento preventivo y esta adjuntarla al respectivo programa de mantenimiento desarrollado en la planta.

Por ejemplo el dueño de la planta puede elegir un equipo, el cual en cuyas características técnicas indique un protocolo para el respectivo mantenimiento. Esto se convierte en concepto de calidad al momento que estamos tomando en consideración este protocolo al momento de realizar el programa de mantenimiento para dicho equipo; de manera tal que el equipo va a tener la vida útil establecida por el fabricante, procesara un producto de calidad, no representara



mayores gastos que los designados para el mantenimiento de dicha máquina, ahorrara tiempo y dinero debido a que no habrá paradas innecesarias por cuestiones de daños ocasionados por un mal mantenimiento, etc.

La conformancia significa que, debemos de crea un producto, proceso o servicio; que satisfagas las necesidades del caso. Dirigiéndonos al tema lo que esto nos quiere decir es que cuando las maquinas, equipos, procesos trabajan de forma tal que nos ahorra tiempo y dinero; podemos decir que estamos estableciendo calidad en el programa de mantenimiento.

De tal manera que tendremos una industria plástica confiable, y de calidad. Cuando lo relacionamos con el tiempo se extiende el concepto de calidad más allá de lo plateado anteriormente.

### **3.4 Proceso de planeación y control de calidad**

Para que este proceso sea posible se requiere una interacción continua entre todas las partes que conforman la organización (personal técnico, de producción y administrativo).la fig. 2.3.1 es un ejemplo de cómo ocurren estas interacciones en el ciclo de calidad. El programa de mantenimiento indica los procedimientos a seguir durante el mantenimiento, a su vez la el departamento de mantenimiento a su vez diseña un programa para satisfacer el mantenimiento específico de cada máquina que forma el área de producción.

Una vez establecido el diseño del programa de mantenimiento con sus especificaciones; que establecido el concepto de calidad de diseño. Entonces el departamento de mantenimiento debe trabajar en conjunto con el de producción para poder realizar un programa de mantenimiento tal, que no afecte la producción y ocasiones tiempos de paradas innecesarias que es igual a perdida de dinero y tiempo.

El departamento de mantenimiento debe de asegurarse que exista en funcionamiento correcto y continuo de cada una de las máquinas, y esto se logra insistiendo en la calidad del programa de

mantenimiento y la calidad en la ejecución del mismo. Generalmente esto se lo logra mediante la supervisión, capacitación, inspecciones apropiadas etc. Además para hacer posible esta calidad de mantenimiento, el departamento de operaciones debe ayudar de manera tal que si el producto final no tiene la calidad esperada, además su proceso de producción a varia en tiempos, entonces algo no está funcionando bien y esto debe ser comunicado al departamento de mantenimiento para que sea considerado en el programa de mantenimiento.

Para llevar a cabo el programa de mantenimiento y control de calidad del mismo se debe seguir los siguientes pasos:

1. Definir atributos de calidad.
2. Decidir de qué manera medir.
3. Establecer estándares de calidad.
4. Diseñar el programa de mantenimiento respetando los puntos anteriores.
5. Encontrar y corregir las causa de baja calidad.
6. Continuar haciendo mejoras.

La planeación para el control de calidad del programa de mantenimiento preventivo siempre debemos comenzar con los atributos del mantenimiento. El jefe de mantenimiento deberá considerar que atributos son importantes para la elaboración del programa de mantenimiento y cuáles no. Después de decidir las técnicas a utilizar para el diseño de programa de mantenimiento, se debe preparar un programa de supervisión basado en pequeñas inspecciones técnicas, sin embargo no es suficiente con pequeñas inspecciones para verificar la calidad del mantenimiento, sino que usted debe darle los estándares de calidad. Después de hacer la inspección, el personal encargado debe mejorar la calidad del mantenimiento realizado. Las causas de una baja o mala calidad del mantenimiento pueden ser:

- Uso inapropiado de herramientas.

- Falta de capacitación en el personal de mantenimiento.
- Procedimientos poco claros.

Cuando las fallas se encuentran y se corrigen de manera constante, el programa de mantenimiento estará bajo un control de calidad y será posible tener una mejora constante.

Viéndolo desde un punto más conveniente aún es el prevenir que se cometa errores antes que nada. Esto quiere decir diseñar programas y procedimientos internos que sean “a toda prueba” por lo cual es necesario trabajar con todas las áreas involucradas, capacitar a los técnicos antes que ocurra algún problema y llevar a cabo el mantenimiento preventivo del equipo.

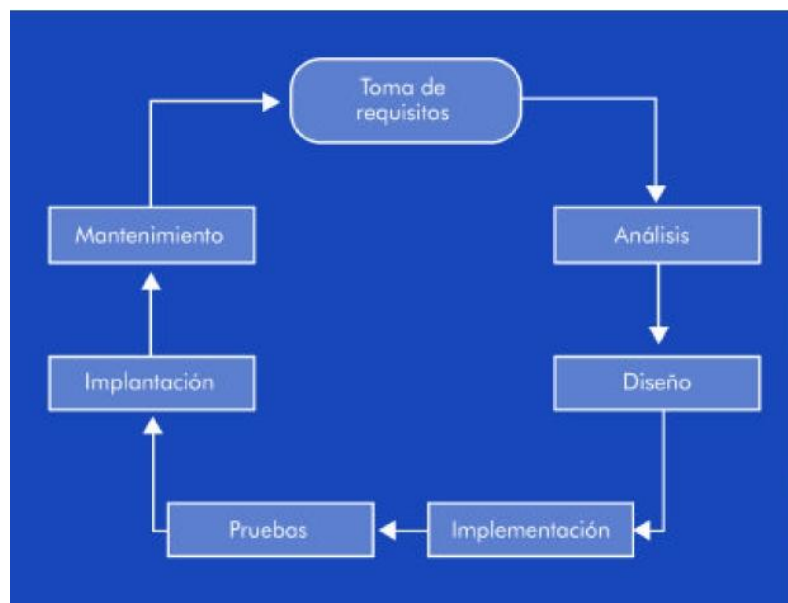


Fig.: 3.1 Diagrama de Proceso de planeación y control de calidad

Fuente: tihuilowordpress.com

### 3.5. Disponibilidad – Confianza – Facilidad de servicio

La “disponibilidad” se refiere a la continuidad de trabajo de la maquina o equipo. Un equipo está disponible cuando tiene una condición de funcionamiento y no fuera de servicio debido al

mantenimiento. La disponibilidad se iguala con la facilidad operacional, y esta se puede medir de la siguiente manera.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Tiempo de operación} + \text{Tiempo fuera de operación}}$$

La “confiabilidad” se refiere al lapso de tiempo de una máquina o equipo puede estar activo antes que falle, es decir que es la posibilidad de que equipo trabaje bien por un tiempo determinado.

La “facilidad de servicio” se refiere al mantenimiento que se le realiza a un equipo o máquina para ponerlo en operación. Es conveniente que el equipo se habilitado de la manera más rápida para que el mantenimiento no sea visto como una molestia para el área de producción.

En conclusión teniendo la combinación de confiabilidad y facilidad de servicio, esto es igual a la disponibilidad.

El último tipo de calidad es el servicio de campo, el cual representa la garantía y mantenimiento o reemplazo del equipo o maquina después de un tiempo conveniente.

### **3.6 Política de calidad aplicada al mantenimiento preventivo**

Para establecer un proceso de control de calidad del mantenimiento preventivo, los dueños o gerentes de la empresa deben establecer políticas o normas para obtener dicha calidad. En esta ocasión debemos depender de una estrategia corporativa.

Debemos convencer al directorio de la planta que:

- Realiza un mantenimiento preventivo de calidad, no cuesta.
- El jefe de mantenimiento es el responsable del control de calidad del programa de mantenimiento preventivo.

Una vez que hemos logrado convencer al Directorio, estos deben hacer que esto se convierta en algo primordial.

La política debe expresarse de la siguiente manera: “realizamos un mantenimiento preventivo de calidad y libre de defectos, para así entregar a nuestros clientes plásticos de calidad.

### **3.7 Costos de un mantenimiento preventivo de calidad**

El costo de un mantenimiento preventivo de calidad se refiere a realizar un cálculo de la misma, esto quiere decir que debemos calcular cuánto cuesta hacer las cosas bien y cuantos cuesta cuando las hacemos mal. Al asignar un costo a la calidad este puede ser administrado como cualquier costo de las diferentes áreas de la planta, dado que los directivos hablan siempre de costos vs tiempo, calidad y cantidad de producción.

Existen muchas compañías que no saben con exactitud cuánto dinero destinar al área de mantenimiento, porque en ocasiones resulta que los costos de mantenimiento ascienden en un 30% a 40% de los gastos inicialmente programados.

Es por ello que debemos considerar los costos de mantenimientos programados, tomando en cuenta la calidad del mismo.

Los costos de mantenimiento se dividen básicamente en 2 grupos:

1. Costos de control.
2. Costos de falla.

#### **3.7.1 Costos de control**

Están relacionados con las diferentes actividades o procesos que se van eliminando o modificando en el proceso de realización del mantenimiento, y esto se puede realizar mediante la inspección y prevención.

### **3.7.2 Costos de falla**

En este están relacionadas actividades como, volver a realizar el mismo trabajo 2 veces, bajar la calidad de mantenimiento, ocupar mayor tiempo del programado, etc. Estos costos incluyen cargos por garantías, repuestos, personal extra etc.

El costo total del mantenimiento puede expresarse de la siguiente manera:

$$\text{Costo total} = (\text{costos de control}) + (\text{costos de falla})$$

$$n = \text{costos de prevención} + \text{costos de evaluación} + \text{costos de falla}$$

El costo total del mantenimiento preventivo se lo puede reducir observando la relación existente entre el costo y el grado de conformancia a los requerimientos de los jefes de mantenimiento. Cuando este grado es alto es decir con pocos o nada de defectos, los costos de falla bajan, por lo contrario cuando el grado de requerimiento es bajo, podremos decir que vamos a tener muchas fallas en nuestra planta y por ende los costos de falla serán mayores a los costos de control.

Este costo del control de calidad del mantenimiento preventivo, es una herramienta muy importante para mejorar la calidad de nuestro programa de mantenimiento, cuando lo realizamos de manera apropiada de tal forma que tanto los costos de control como los costos de falla sean mínimos.

### **3.8 Se lo debe realizar bien desde el principio**

En muchas empresa el control de calidad en los programas de mantenimiento, producción, y otras partes de la empresa se han introducidos como motivo de esfuerzo de superación, esto nos quiere decir que siempre se los está premiando por su trabajo, lo que conlleva a asumir que solo lo realizan bien por el premio a recibir y no realmente porque se quiere llevar un margen de calidad en cada una de las áreas de la empresa.

Pero no debemos tener esta mentalidad ya que los premios o reconocimientos no son suficientes, el encargado o jefe de área debe responsabilizarse por el trabajo de calidad de su área, para que esto sea posible se requiere que el técnico o jefe de mantenimiento haga más minuciosa su inspección de rutina para así poder darse cuenta de todos los errores cometidos, enfocándose siempre a un programa de mantenimiento de calidad.

Para empezar con un programa de mantenimiento de cero defectos debemos considerar los siguientes pasos:

1: Compromiso de los directivos. Estar seguros de que los directivos de la planta entienden como al mejorar la calidad del programa de mantenimiento puede mejorar la calidad de los productos finales y la optimación del tiempo en la producción de los mismos. Crear políticas de calidad a seguir para cada proceso en el momento de realizar el programa de mantenimiento de la planta.

2: Personal designado para el mejoramiento de la calidad de los mantenimiento. Se asigna un grupo de técnicos los cuales van a estar comprometidos a asegurar un mantenimiento de calidad.

3: Medición del control de calidad. Establece las mediciones de todas las áreas de la planta. Estas mediciones se realizaran para determinar en qué parte debemos aplicar una acción correctiva y medir el desempeño del equipo a partir de ese momento. Estas operaciones deben establecerse no solo para el departamento de mantenimiento o de operaciones sino también para las demás áreas como son oficinas y proveedores de repuestos y materias primas...

4: Evaluación de la calidad. Como se mencionó anteriormente, se debe medir el costo de la calidad, al principio el costo será bajo ya que muchos factores pueden estar aún ocultos, posteriormente los costos por no hacer un buen programa de mantenimiento y la mala aplicación del mismo tendrán un costo que puede ir desde el 20% al 40% de las ganancias de las ventas.

5: Conocimiento de los procesos. En este paso todos los que conforman el departamento de mantenimiento deben estar relacionados unos a otros, esto sirve para el momento que alguien cometa un error o esté realizando un al mantenimiento, este pueda ser reconocido por un supervisor para así tomar las respectivas precauciones con dicho personal.

6: Comité de mantenimiento cero defectos. Dos o tres miembros del departamento de mantenimiento deben estar asignados para el mejoramiento del programa de mantenimiento preventivo, deben asignarse al comité para investigar el concepto de control de calidad y mantenimiento preventivo con cero defectos y encontrar la manera de que todos los que conforman el departamento de mantenimiento los tomen en cuenta al momento de llevar a cabo el mantenimiento, tales como: letreros, cartelones, juntas, etc.

7: Acción correctiva. Estas acciones eran sugeridas por los técnicos y supervisores, se deber realizar juntas de manera semanal para así lograr mantener una calidad de mantenimiento, en este paso se pueden incorporar ideas nuevas para obtener aún mayores resultados.

8: Capacitación del o los supervisores. Debemos establecer un programa formal para la correcta capacitación del personal que va a está supervisando a los técnicos del área de mantenimiento acerca del concepto de cero defectos.

9: Día cero defectos. Debemos establecer un día para explicarle al personal técnico y operativo el concepto de calidad con cero defectos. De tal manera que todos tengan claro los diferentes conceptos que al final nos permitir obtener un mantenimiento de cero defectos.

10: Establecer metas. El jefe de mantenimiento o supervisor, en el proceso del día cero defectos, debe preguntarles a los empleados que nivel de calidad de mantenimiento quieren tener a los 60 o 120 días, para así hacer que ellos mismos se comprometan a realizar un mantenimiento de calidad para llegar a la meta señalada.



11: Eliminar la causa de error. Debemos preguntarle a cada uno de los técnicos cuales son los problemas que evitan tener un mantenimiento de calidad desde que se empieza a aplicar el programa de mantenimiento realizado. Esto lo podemos utilizar como un sistema de sugerencia que nos va a ayudar a eliminar los errores desde un principio, dando a nuestro mantenimiento un nivel de calidad el cual se va a ir mejorando a medida que avanza el programa de mantenimiento establecido.

12: Consejos. Los profesionales de calidad y los jefes o supervisores de mantenimiento deben formar un consejo de calidad, el cual se reunirá y compartirá los problemas encontrados en un determinado periodo y así encontrarle la solución más rápida oportuna y que no altere la meta del mantenimiento de calidad.

Se espera que en un futuro este programa sea utilizado por la mayor parte de las compañías existentes en nuestro país de manera tal que se pueda mejorar sus programas de mantenimientos y así evitar pérdidas económicas por paradas innecesarias ocasionadas por malos mantenimientos.

Modificando ciertos parámetros esto puede emplearse a cualquier sistema de calidad ya existente en las compañías y utilizarlo como herramienta para mejorar los mantenimientos, procesos de producción, productos finales, etc.

## **CAPÍTULO 4**

### **Análisis de control de calidad y Acciones correctivas y preventivas**

Para asegurar un mantenimiento preventivo de calidad es importante establecer lo siguiente.

Trabajos de reparación en la maquinarias con altos estándares de eficiencia y precisión, predisposición de tiempo y disponibilidad lo que dará una larga vida útil a la maquinaria y eficiencia en la producción.

Los controles de calidad son aplicados mayormente por los departamentos de producción y de calidad que en el mismo departamento de mantenimiento. Esto no quiere decir que en el departamento de mantenimiento no se lo realice ya que el departamento de mantenimiento como es una parte importante que el dará rentabilidad y sostenibilidad a la industria

Existe una conexión directa entre el mantenimiento preventivo y la calidad del producto más la capacidad que posea la empresa, para cumplir con sus clientes.

Generalmente si un equipo no ha recibido un mantenimiento de forma regular, o no ha tenido un adecuado mantenimiento, presentará fallas periódicamente, lo que significa una mayor insatisfacción para los dueños o socios de la empresa.

Los gerentes o jefes de mantenimiento deben tener presente que es muy importante controlar la calidad del mantenimiento preventivo realizado. La creación de reglas para la inspección y de niveles aceptables de calidad en el mantenimiento preventivo deberán ser creadas para ser utilizadas en todas las etapas del trabajo de mantenimiento.

Las industrias tendrán que esforzarse por relacionar la calidad en el mantenimiento preventivo con la calidad de sus productos y servicios finales.

## **4.1 Control de calidad**

El control de calidad que se va a describir a continuación, va proyectado a la mejora continua de un programa de mantenimiento ya establecido.

La implementación de un sistema de calidad para el programa de mantenimiento es primordial para asegurar el mantenimiento de alta calidad, estándares exactos, disponibilidad máxima del equipo, ciclos de vida más extensos de los equipos.

El control de calidad se ha ido practicando con mayor frecuencia en el área de operaciones y producción, pero también se lo debe considerar de manera importante en el área de mantenimiento.

## **4.2 Las responsabilidades en el control de calidad**

Conseguir que el mantenimiento preventivo sea de calidad y promover la confianza de los equipos es responsabilidad neta técnicos que intervienen en el mantenimiento. El trabajo en equipo más la entrega y compromiso del personal que realiza control de calidad, supervisores y técnicos en el mantenimiento son principales para la alta calidad en la realización del mantenimiento y para que los operarios tengan confianza en el equipo.

Puntualizando para entenderlo mejor, en el control de calidad las responsabilidades son:

- Hacer revisiones de las acciones o procedimientos realizados en el equipo y las instalaciones a las cuales se les ha aplicado el mantenimiento preventivo.
- Archivar y optimizar la documentación, instrucciones, y las pautas de mantenimiento.
- Certificar que el personal técnico sean sensatos y prácticos en las instrucciones y reglas del mantenimiento preventivo.
- Mantener niveles de conocimiento muy puntuales, estando siempre actualizados en lo que concierne a procedimientos y archivos de mantenimiento.

- Hacer contribuciones a la formación de los técnicos.
- Ejecutar el análisis de insuficiencias y estudios para mejorar los procesos.
- Asegurar que los técnicos se cumplan con todos los procedimientos tanto técnicos como administrativos al momento de realizar el mantenimiento.
- Examinar los intervalos de tiempo en el cual los trabajos se toman en realizar una acción para evaluar si son adecuados.
- Revisar la calidad y stock de los materiales y refacciones, para asegurar que se va a realizar el mantenimiento en un tiempo no muy extenso.
- Ejecutar auditorías internas para evaluar el escenario actual del mantenimiento y prescribir soluciones para los sectores con deficiencias.
- Establecer la certificación y autorización del personal que va a realizar tareas especializadas.
  - Desarrollar instrucciones para las auditorias de nuevos equipos y probar el o los equipos antes de aceptarlo de los proveedores.

#### **4.3 Programas de control y verificación en el mantenimiento**

El departamento de control de calidad es el encargado de realizar y mantener registros de las inspecciones realizadas en la planta y deberá clasificar las diferentes inspecciones de acuerdo a su tipo.

- Inspección de aceptación: Es aquella en la cual se verifica que el equipo se encuentre cumpliendo con las normas establecidas y por lo general es realizada al equipo recién adquirido.
- Inspección de verificación de la calidad: Es aquella que una vez concluido una tarea de revisión o inspección cumple con las normas establecidas.

- Inspección documental o de archivo: Es aquella en la cual se verifica las normas y su cumplimiento en el producto terminado.
- Inspección de actividades: Es aquella que se realiza en el departamento de mantenimiento para verificar si su trabajo lo realizan bajos las normas establecidas.

Las inspecciones antes mencionadas las realizan el personal del departamento de control de calidad.

Existen distintos tipo de inspecciones en las cuales los supervisores de planta las realizarían o de producción. En las cuales se realizan inspecciones en los materiales de trabajo como en el personal que lo maneja asegurando así un trabajo de calidad exitoso cumpliendo las normas establecidas

#### **4.4 Recolección de datos**

La recolección de datos debe ser continua y formar parte como dato en los informes presentados a la Administración. Ejemplos de lo que debería constar el informe: Tiempos de paradas de los equipos, productividad generada por los operadores, costos de los trabajo de mantenimiento y sus repuestos, las fallas que tenían las máquinas y su reparación, ordenes de producción atrasadas y los pendientes por realizar.

Aquí un ejemplo de cómo puede adquirir datos necesarios:

- Cuál es el propósito por el cual se va a recaudar los datos.
- Tener presente los datos que se necesitaran.
- Diseñar una lista anticipadamente donde menciones los chequeos a realizar.

## 4.5 Check list

Un check list, es un listado de pasos o procedimientos a seguir, para que el mantenimiento preventivo sea más fácil. A continuación un ejemplo de check list que podemos usar:

- Crear histogramas mediante información adquirida de las maquinarias.
- Revisar el stock de los repuestos a utilizar en el mantenimiento.
- Planificar el trabajo de mantenimiento a realizar.
- Realizar el trabajo de mantenimiento
- Creación de informe de la maquina antes y después del trabajo de mantenimiento
- Realizar inspección del equipo al cual se le ha realizado mantenimiento.
- Realizar Chequeo de las causa del defecto por el trabajo de mantenimiento.
- Diagnosticar el motivo por el cual se dio el defecto.
- Es importante recolectar la mayor cantidad de información para poder realizar el estudio de métodos.

### Ejemplo de check list

Tabla 4.1

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE							
Actividad	Nombre	Tipo					
		Conocimiento		Desempeño		Producto	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO
ACCESIBILIDAD	Conocimiento de los servicios de la universidad						
	Usa eficientemente los servicios de la universidad						
PERMANENCIA	la atención que recibe por parte de los funcionarios es buena						
	Se siente cómodo asistiendo a esta institución						
	usa alternativas de financiación						
PERTINENCIA ACADEMICA	Su desempeño académico es eficiente						
	El nivel la información dada por el docente es la adecuada						
PROYECCIÓN SOCIAL	la universidad le ha hecho cambiar su forma de ver la sociedad						
	hay relación de lo aprendido con lo que vive en su mundo laboral						
	se observa la influencia de la universidad en su comunidad						

Fuente: [www.monografias.com](http://www.monografias.com)

## 4.6 Histograma

Es un resumen en el cual compara variaciones o cambios mediante gráficos de procesos establecidos.

- La carga que cuenta el departamento de mantenimiento por trabajos.
- Confiabilidad del stock repuesto.
- Distribución del tiempo por reparación del equipo.
- Distribución del recurso a otorgar por los trabajos a realizarse.
- Verificación y revisión del tiempo que permanecerá parada la máquina.

Las decisiones de acuerdo a los trabajos de mantenimiento preventivo de un equipo que presenta fallas, se necesita información sobre la frecuencia con la que presenta fallas. Si se realiza un estudio en el cual muestre las piezas que utiliza el equipo que está presentando fallas, no se espera que todas las piezas fallen a la vez, es factible realizar un histograma que indique el problema o la falla con la frecuencia que mantiene para un mejor estudio del motivo que causaría la misma.

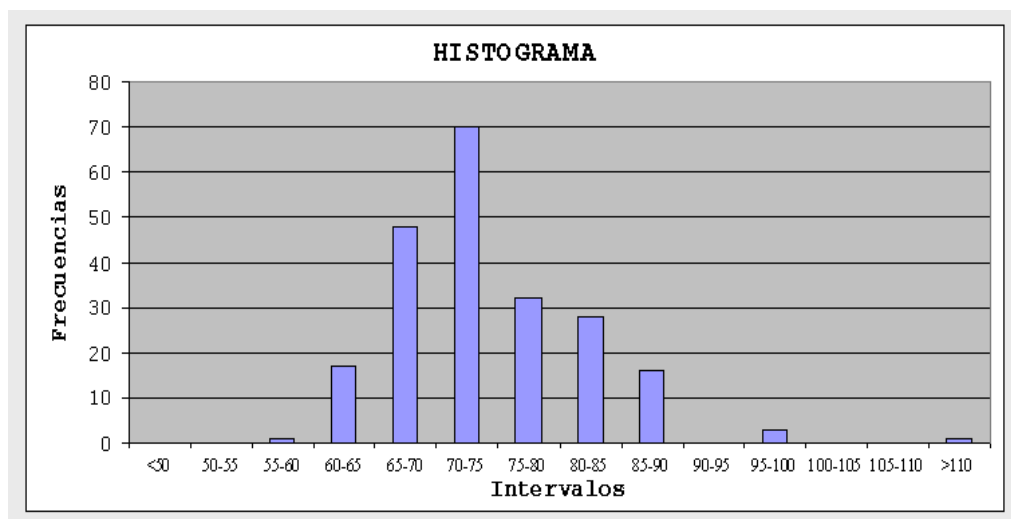


Fig.: 4.1 Ejemplo de histograma

**Fuente:** las siete herramientas de calidad-Carlos Rene Elvir-2005

## **4.7 DIAGRAMA CAUSA -EFECTO**

Se puede realizar un diagrama de tipo “espina de pescado” el cual ayudará a tener una mejor comprensión de las causas que generaría un problema específico. El diagrama constaría con una forma tal que sea facilitar el registro de ideas por las que se generaría la falla

Este tipo de diagrama puede ser usado para identificar las causas de:

- Productividad baja de los trabajadores.
- Excesivos tiempos muertos.
- Fallas recurrentes.
- Volver a realizar el trabajo.
- Errores que cometerían los trabajadores.

### **4.7.1 Pasos para la construcción de un diagrama de causa-efecto**

- Decidir la característica de calidad y el efecto a ser estudiado.
- Describir el efecto destacado por una flecha.
- Encontrar las causas principales que puedan perjudicar los parámetros de calidad establecidos mediante cuadros adjuntos a los problemas principales:
  - Los métodos que se utilizan en la fabricación, máquinas que presentan problemas ya sea por calibración, desgaste o funcionamiento y la materia prima que se utiliza.
  - El ambiente laboral, políticas de la empresa.
  - Los proveedores que prestan sus servicios.
  - Detallar en cada cuadro adjunto la causa principal y la secundaria.
  - Revisar que se encuentren todos los problemas que podrían influir en el bajo desempeño.



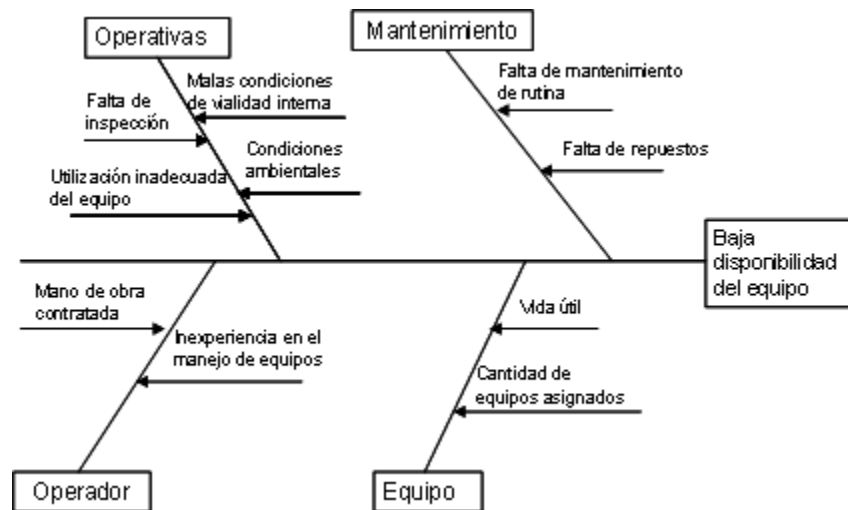


Fig:4.2 Diagrama causa y efecto

**Fuente:** Estudio de factibilidad técnico-económica/ Iván José Turmero Astros-2008

#### 4.8 Muestreo de aceptación.

Este se define como tomar muestras al azar, los equipos a los cuales se les ha realizado el mantenimiento serán revisados al azar, para después tomar una decisión en base a resultados.

Este tipo de muestreo lo puede tomar un jefe de mantenimiento o los directivos para asegurarse de que los técnicos estar realizando el mantenimiento con las especificaciones de calidad establecidas.

#### 4.9 Control de calidad mediante el proceso

Este tipo de control utiliza la inspección mientras se está realizando el mantenimiento, se registran resultados de momento, es decir que se analiza cada paso que se realiza mediante el mantenimiento, después de análisis breve, se podrá identificar causas de los fallos en los mantenimientos y en ese momento se podrá tomar la decisión si continuar con el mantenimiento o detenerlo hasta que se esclarezca si es el procedimiento correcto el que se está tomando..

Los procesos de mantenimiento básicamente se basan en:

**4.9.1 Variabilidad.-** Esto quiere decir que no importa que tan perfecto sea el diseño de un proceso o de un programa de mantenimiento ya que existirá siempre cierta variación de calidad en un mismo mantenimiento de un mismo equipo. Pero a qué se debe esto?

Esto se deberá a que no siempre existirá un solo técnico por equipo, sino que necesitan varios para cubrir los turnos de la planta.

Es por eso que el principal objetivo de este tipo de control es encontrar el equilibrio entre la variedad en las características de una calidad y de otra.

**4.9.2 Procesos de producción.-** Debido a los diferentes procesos por parte de los operarios, personal sin la precaución o el conocimiento suficiente, e incluso los malos mantenimientos, la variación que se produce en los procesos es mucho más que la que necesitamos para buscar un equilibrio.

Los jefes de mantenimiento tienen como misión el control de este tipo de variaciones ya que si se empieza a ver mucha variación, pues va encontrar una etapa que será lo contrario de lo que se busca que es la calidad del programa de mantenimiento.

Los procesos se pueden llevar a un estado de control y esto se lo puede llevar mediante gráficas de calidad.

A continuación presentamos un modelo de la gráfica, en donde el eje “y” representa el estándar de calidad que se está controlando, mientras que el eje “x” representa el tiempo que conlleva una inspección breve para tomar una muestra de aceptación. Mientras que la línea central es el promedio del estándar de calidad que se está midiendo.

El límite superior representa la variación aleatoria máxima aceptable, mientras que el inferior representa la variación aleatoria mínima posible, ambos casos cuando existe un estado de control.

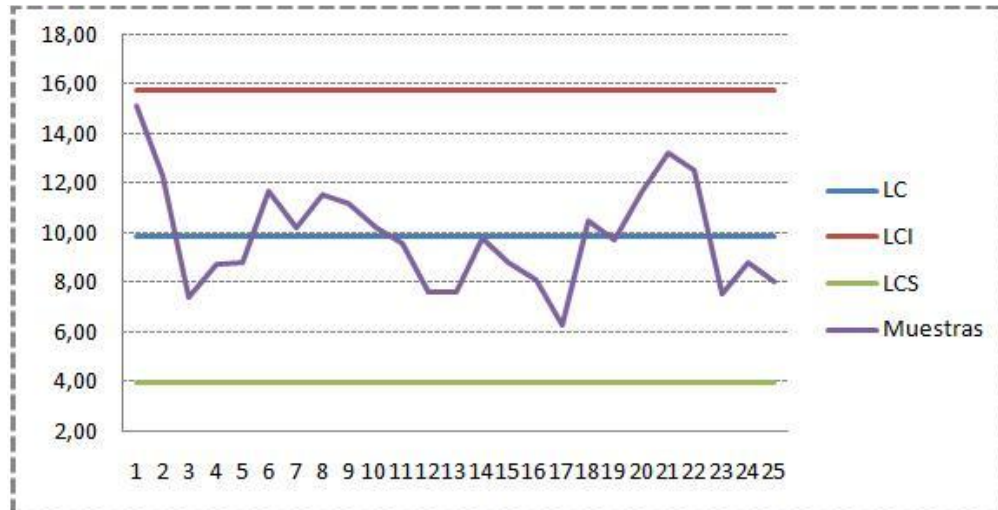


Fig. 4.3 Curva de control de calidad mediante el proceso

**Fuente:** Control Estadísticos de Procesos, Gestion de Calidad-enero 2015

#### 4.10 Continuar la mejora de la calidad

Un seguimiento constante de los gastos realizados en mejorar la calidad y la evaluación de resultados que este nos arroje, nos ayudara a tomar grandes decisiones a con respecto si lo estamos haciendo bien o mal ya sea en el tipo de proceso o como lo estamos realizando.

#### Pasos para llegar a la calidad

Lo mejor que podemos hacer es tener una idea de donde se está fallando en el mantenimiento y que nivel de calidad queremos tener, para ello debemos tener claras nuestras ideas, y con qué recursos contamos en ese momento.

#### **4.11 Un plan de calidad**

El departamento de mantenimiento se encarga de diseñar un programa en el cual este balanceado en conjunto con el departamento de producción y con el departamento financiero.

Se enviara plan de mantenimiento a los directivos de la empresa y a todos los involucrados en el caso.

#### **4.12 Control de calidad**

Todos los involucrados en el plan de mantenimiento, realizarán las actividades programadas tal como está estipulado en dicho programa.

Con forme el plan de mantenimiento valla avanzando, se irán descubriendo fallas que no fueron tomadas en cuenta al momento de realizar el respectivo programa, porque el porcentaje de calidad ya no será el 100% sino que ir disminuyendo a medida que se encuentren más fallas.

Como los trabajadores del área de proceso no pueden corregir estas fallas, estos se limitaran solo a informar sobre cada una de las fallas encontradas en los diferentes equipos que forman parte del proceso de los plásticos, es decir que ellos de manera indirecta eran guardianes de los equipos que se encuentran en funcionamiento.

##### **4.12.1Circulo de calidad**

Los procesos de mejora de calidad no solo se dan al momento de realizar una inspección, sino principalmente en el momento en el que aplicamos el círculo de calidad o también llamando circulo Deming, el cual consiste en realizar estos sencillos pasos:

- **Planear**
- **Hacer**
- **Verificar**
- **Actuar**

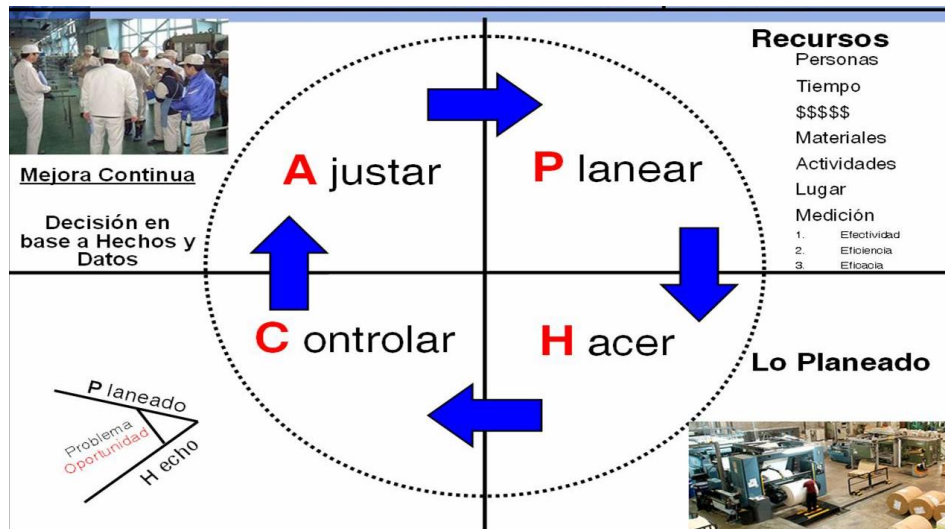


Fig.: 4.4 Circulo de calidad

**Fuente:** Sensei Lean-Ciclo de Deming y Hoshin Kanri- Abril 2012

### **FORMA DE MEJORAR LA CALIDAD.**

Debemos tomar en cuenta lo siguiente al momento de realizar un plan para el mejoramiento de la calidad en el mantenimiento.

1. Perfeccionando los métodos utilizados en el mantenimiento.
2. Perfeccionando los procesos.
3. Innovando conocimientos.
4. Innovando los métodos y procesos utilizados.

#### **4.12.3 Asegurar la calidad**

Se establece que un control de calidad, es un proceso continuo de mejoras y cambios; se pueden mantener procesos estables mediante el uso de métodos de control tales como gráficas, diagramas, histogramas, etc.

La mejora de calidad tiene un objetivo principal, el cual es reducir la variabilidad de procesos

### **4.13 Documentación.**

Esta nos permite la comunicación del propósito y la coherencia de la acción. La utilización de esta busca lo siguiente:

Conseguir la conformidad del cliente y la calidad.

Proveer la formación apropiada; la respetabilidad y la trazabilidad.

Tener un respaldo como evidencia, y evaluar la eficacia y adecuación del sistema de gestión de la calidad.

#### **4.13.1 Documentos utilizados para la gestión de calidad**

Los siguientes tipos de documentos son utilizados en los sistemas de gestión de la calidad:

- a) Manuales de la calidad;
- b) Planes de la calidad;
- c) Especificaciones
- d) Directrices;
- e) documentos que proporcionan información sobre cómo efectuar las actividades y los procesos.
- f) Registros.

Cada empresa de acuerdo a su tamaño determina la cantidad de documentos a utilizar.

#### **4.13.2 Qué incluye documentación del sistema de calidad**

- Declaraciones documentadas de política y objetivos de calidad
- Un manual de calidad
- Control de la documentación
- Control de los registros
- Auditorías

- Control de procesos no conformes
- Acciones correctivas
- Acciones preventivas
- Documentos necesarios
- Registros para proporcionar evidencia

## **CAPÍTULO 5**

### **Acciones correctivas, preventivas y seguimiento de acciones**

Es muy importante en cualquier programa que sea de calidad, exija un proceso que se encargue de identificar áreas que pueden ser críticas, para corregirlas a tiempo y darle un seguimiento hasta que se consiga la calidad deseada del proceso. Este tipo de proceso lo llamamos “acciones correctivas y preventivas”

De hecho este tipo de procesos es fundamental para que un proceso, programa o empresa sea certificada como algo de calidad.

En estos procesos identificaremos problemas y mejoras presentadas durante todo el tiempo que sea necesario para así identificar los problemas que afecten la calidad del programa de mantenimiento.

### **5.1 Objetivos**

El objetivo principal de este tipo de acciones es poder identificar y corregir a tiempo de cualquier variación que pueda afectar la calidad, costos y cumplimiento de tiempos de producción en el programa de mantenimiento; además debemos dejar documentado las causas de las variaciones para poder tener un registro que ha futuro nos puede servir como una guía al momento de presentarse algún suceso parecido.

Desde el momento en que se registra el problema debemos darle un grado de impacto en la calidad del programa de mantenimiento, y debemos hacernos estas preguntas:

- Cuál es el porcentaje de la falla existente?
- En qué fase del proceso se presentó el problema?



- Se ha presentado anteriormente este problema, Porque?

Estas son las preguntas principales, que debemos hacernos al momento de presentarse un problema como este.

Para llevar un mejor registro y obtener una búsqueda fácil y rápida debemos tener una lista en donde anotaremos cada uno de los problemas que se presentan, como se resolvieron los mismos, fecha en el que se presentó el problema, persona responsable a cargo, así como la información recaudada durante el proceso de identificación y corrección del problema.

## **5.2 Acción Correctiva**

Este procedimiento debe incluir lo siguiente:

- El correcto manejo de inconformidades del departamento de producción.
- Investigación de las causas de la inconformidad del departamento de producción, la calidad del proceso realizado, así como el correcto funcionamiento de los equipos que forman esta área.
- Determinar la acción correctiva para eliminar las causas de las inconformidades.
- Aplicar la supervisión suficiente, para que aplique las acciones correctivas pertinentes.

## **5.3 Acción Preventiva**

Este procedimiento debe incluir lo siguiente:

- El uso de fuentes apropiadas de información, para conocer las causas de los fallos que pueden afectar la calidad del programa de mantenimiento, tales como:

- Resultados de auditorias
  - Concesiones
  - Registros de calidad
  - Quejas de clientes
  - Análisis y eliminación de fallas en los procesos.
- Debemos tener determinados cada uno de los pasos para la repartición de problemas al momento que se presenta un problema que requiere acción preventiva.
  - Debemos iniciar de manera inmediata las acciones preventivas e iniciación de los controles necesarios para asegurar la calidad y la efectividad del programa de mantenimiento.
  - Debemos tener en cuenta que la información tomada para la realización de las acciones preventivas, sea de buena fuente y aprobada en primera instancia por los jefes de mantenimiento o directivos de la empresa.

Para que un programa de mantenimiento sea de calidad, debemos poder detectar y resolver con facilidad, de tal manera que estas no vuelvan a replicarse en cualquier otro momento.

Tomando en cuenta lo citado anteriormente, podremos decir que el proceso de acciones correctivas y preventivas es muy importante al momento de elaborar un programa de mantenimiento de calidad, ya que obtendremos la información necesaria, para afrontar este tipo de situaciones en el futuro.

#### **5.4 Seguimiento de acciones**

Una de las importantes para obtener o mantener la calidad en un programa de mantenimiento es hacer seguimiento de las acciones correctivas y preventivas.

Esto lo podemos lograr mediante controles o auditorías internas, las cuales se realizaran en el momento que los directivos de la empresa lo vean necesario.

Para eso emplearemos un formato que facilitara esta tarea y así podremos llevar documentado un registro de los problemas encontrados, así como de la acción preventiva o correctiva empleada para solucionar el problema o falla encontrada.

Es recomendable que este tipo de auditorías internas, sea realizado por personal capacitado y que tenga amplio conocimiento del tipo de planta y de cada uno de las áreas y equipos que la conforman, así como de cada uno de los proceso que se están realizando al momento de detectarse alguna falla que afecte la calidad del programa de mantenimiento y por ende el buen funcionamiento de los equipo y de tener una producción sin retrasos.

Tabla 5.1

FORMATO DE REPORTE DE FALLAS									
Fecha: _____					Orden N.- _____				
Hora: _____					Area: _____				
Equipo: _____					Responsable: _____				
<b>Falla Encontrada</b>									
<b>Motivo o Causa</b>									
<b>Accion Correctiva/Preventiva</b>									
<b>Herramientas y Equipos Utilizados</b>									
<b>Repuestos</b>									
SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>									
<b>Detalle de repuestos utilizados</b>									
<b>Observaciones</b>									

Formato para inspección y reporte de fallas

Fuente: Autor

## **Conclusiones**

Lo importante del control de la calidad en el mantenimiento preventivo, está basado en que se obtendrá un mantenimiento que va a tener reparaciones de calidad, estándares perfectos, mayor recurso, aumento de la vida útil de los equipos e instalaciones, aumento de la eficiencia en la producción.

Menor cantidad de tiempos muertos, mayor tiempo de producción, lo que es equivalente a mayor unidades de producto y por ende mayores ingresos económicos.

El problema que se ha venido presentando a través del tiempo es que este control de calidad se ha estado implantado únicamente en procesos de producción en el mantenimiento preventivo. Por ello se han formulado los aspectos relacionados con la calidad en el mantenimiento preventivo y el de los productos.

## **Recomendaciones**

Poner en práctica estas actividades y técnicas de control de proceso mencionadas, para garantizar un progreso en los programa de mantenimiento preventivo y por consecuencia un producto de alta calidad, para así satisfacer los requerimientos del cliente.

## **Bibliografía**

<http://bdigital.uao.edu.co>

<http://circuitor.es/es/formacion/armonicos-electricos/>

<http://www.acee.com.mx/filtros-de-armonicas>

<http://www.monografias.com/trabajos94/control-calidad-del-mantenimiento-preventivo/control-calidad-del-mantenimiento-preventivo.shtml#ixzz3Rxfmo2YE>

## ANEXOS

### Sopladora Bekum H-121



Fig. 2.2

**Fuente:** Fuente: Bekum do Brasil – abril 2011

### Principio de funcionamiento de sopladora

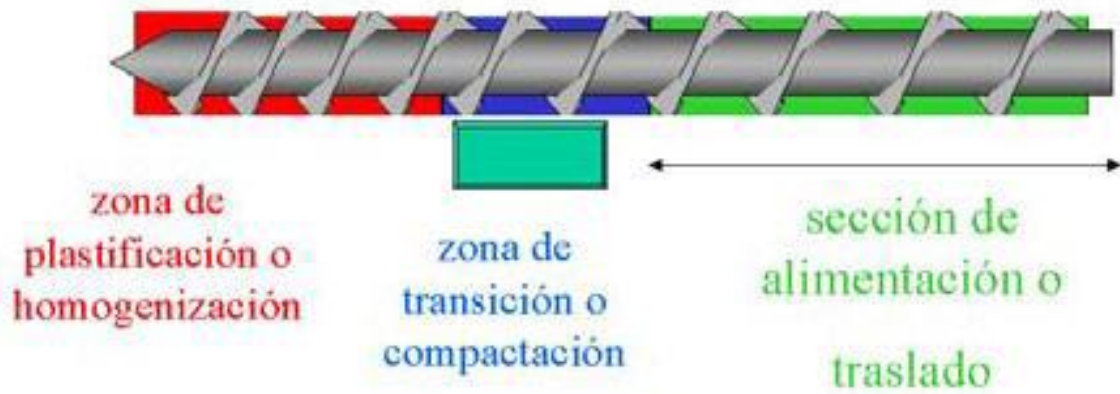


Fig. 2.3

## **Inyectora Modificada para el Moldeo de Preformas de PET**



Fig. 2.4

**Fuente:** Fuente: MEGAPLASTICS / (Mauro Biedma para megaplastic, 2012)

## **Máquina troqueladora rotativa automática de alta velocidad**



Fig.2.5

**Fuente:** Fuente: SINI. Catalogo digital maquinas Troqueladoras – 2013

## **Compresor industrial**



Fig. 2.7

**Fuente:** Catalogo digital Emerson climate. 2014 Emerson Electric Co

### Chillers 23XRV Water Cooled Super High Efficiency Variable Speed Chillers - 1055 - 1934

kwr



Fig. 2.7

**Fuente:** Jan 21, 2014 CHARLOTTE, N.C./ CARRIER ANSWERS MARKET

## Funcionamiento de la máquina de inyección

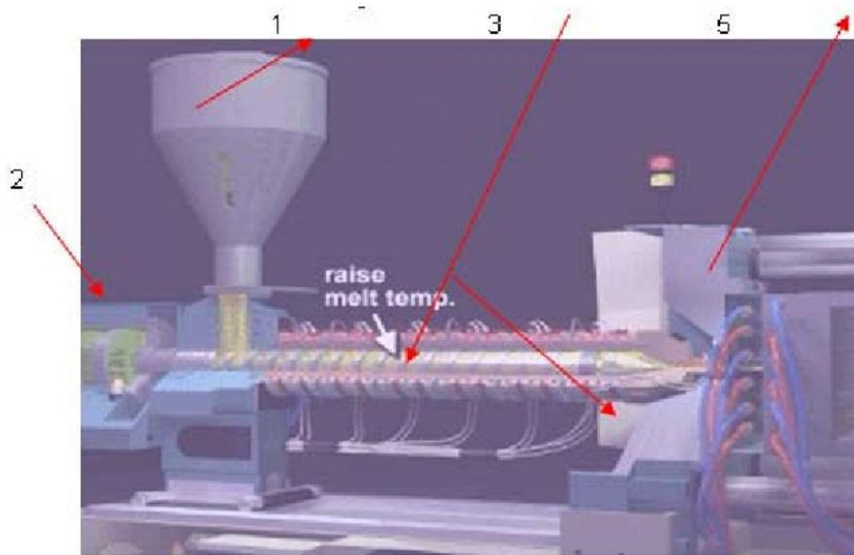


Fig. 2.8

**Fuente:** Montalvo Soberón, Luis Alberto. Plásticos Industriales y Su Procesamiento, Ed El Cid editor-Ingeniería Argentina. 2007.

## Subestaciones compactas y/o abiertas



fig. 2.9

**Fuente:** 2011 GECAL RENOVABLES, S.A./ subestaciones



## Red de media tensión



Fig. 2.10

**Fuente:** Jesús Dorda / cables de media tensión / España 09.01.2015

## Transformador de distribución



Fig. 2.11

**Fuente:** transformadores/Jann Leon Taipe /25.05.2010

## Aceite Dialectico Para Transformadores



Fig. 2.12

Fuente: [www.youtube.com](http://www.youtube.com)

## Tableros de distribución general



Fig. 2.13

**Fuente:** Hiler Electric S.A-Colinas del Urubó S.A./ Santa Cruz, 2000

## Interruptores electromagnéticos



Fig. 2.14

**Fuente:** Francor Construcciones – catálogo de instalaciones eléctricas – febrero 2015

## Transformadores para línea de baja tensión



Fig. 2.15

**Fuente:** Cirprotec - Revista Ingeniería Eléctrica 237 Octubre 2009

## Sistema de tierras



Fig. 2.16

Fuente: E&A Electricidad- Catálogo de productos y Servicios - 2014

### Muestra gráfica de corrección de factor de potencia

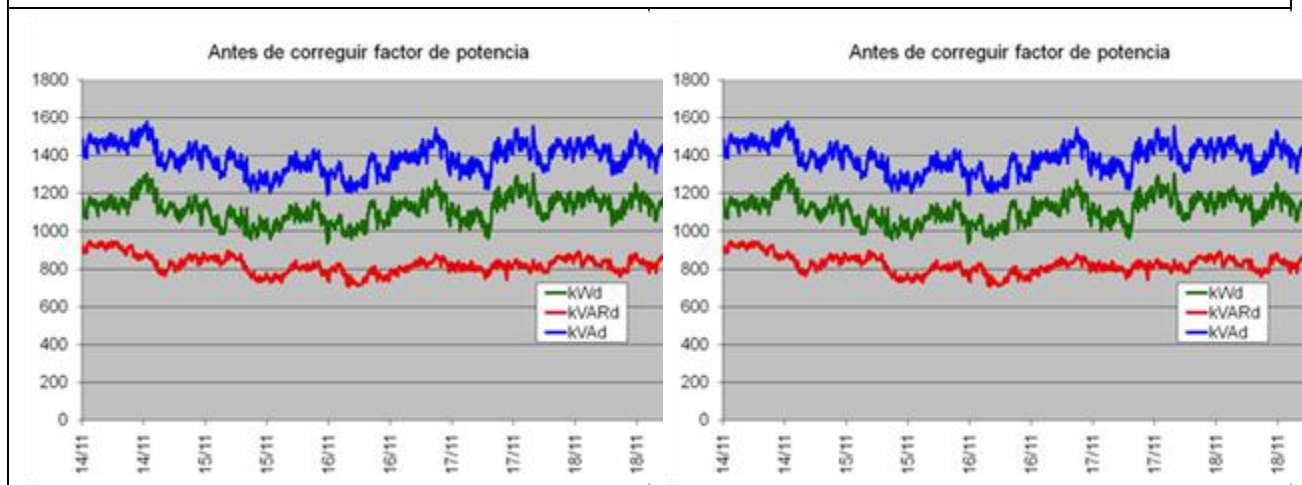


Fig.: 2.17

Fuente: **Fuente:** Revista Acee Consultores- 2015

## Ejemplos de Armónicos

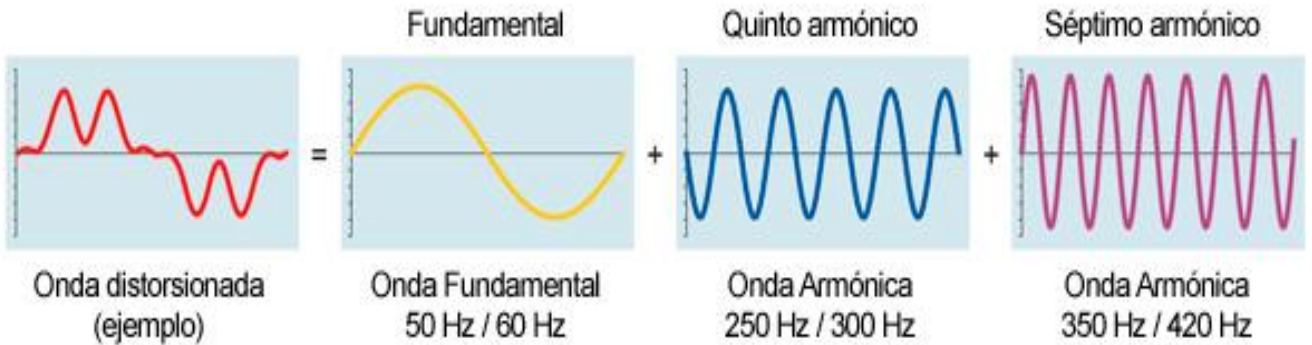


Fig.: 2.18

Fuente: **Fuente:** Revista Acee Consultores- 2015

Tabla 2.1

### Tabla para la identificación de los armónicos.

Componente/Elemento	Sintomas	Si	No	?
<b>Conductor</b>	- Calentamiento de conductores - Disparo de protecciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Conductor de neutro</b>	- Calentamiento del conductor del neutro - Degradación del conductor - Disparo de protecciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Condensadores</b>	- Calentamiento de los condensadores - Envejecimiento prematuro de los condensadores (pérdida de capacidad) - Destrucción de condensadores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Transformadores</b>	- Sobrecalentamiento de los devanados - Degradación de los devanados - Disminución del rendimiento - Necesidad de sobredimensionar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Motores</b>	- Sobrecalentamiento de los devanados - Degradación de los devanados - Disminución del rendimiento - Vibraciones en el eje - Desgaste mecánico en rodamientos - Excentricidad del eje - Sobretensiones que destruyen los devanados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Grupo electrógeno</b>	- Dificultad de sincronización y conmutación del grupo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Equipos de medida y control</b>	- Medida incorrecta de magnitudes - Interferencias en equipos sensibles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: **Fuente:** Revista Acee Consultores- 2015

## Tablero de filtros para la disminución de armónicos



Fig.: 2.19

**Fuente:** Revista Acee Consultores- 2015

## Diagrama de Proceso de planeación y control de calidad

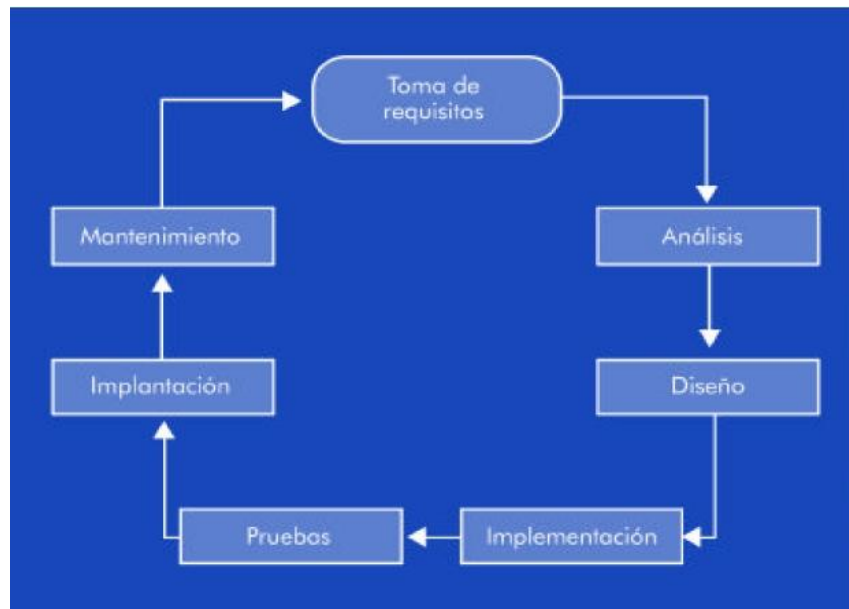


Fig.: 3.1

Fuente: tihuilowordpress.com

## Ejemplo de check list

Tabla 4.1

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE							
Actividad	Nombre	Tipo					
		Conocimiento		Desempeño		Producto	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO
ACCESIBILIDAD	Conocimiento de los servicios de la universidad						
	Usa eficientemente los servicios de la universidad						
PERMANENCIA	la atención que recibe por parte de los funcionarios es buena						
	Se siente cómodo asistiendo a esta institución						
	usa alternativas de financiación						
PERTINENCIA ACADEMICA	Su desempeño académico es eficiente						
	El nivel la información dada por el docente es la adecuada						
PROYECCIÓN SOCIAL	la universidad le ha hecho cambiar su forma de ver la sociedad						
	hay relación de lo aprendido con lo que vive en su mundo laboral						
	se observa la influencia de la universidad en su comunidad						

Fuente: [www.monografias.com](http://www.monografias.com)

## Histograma

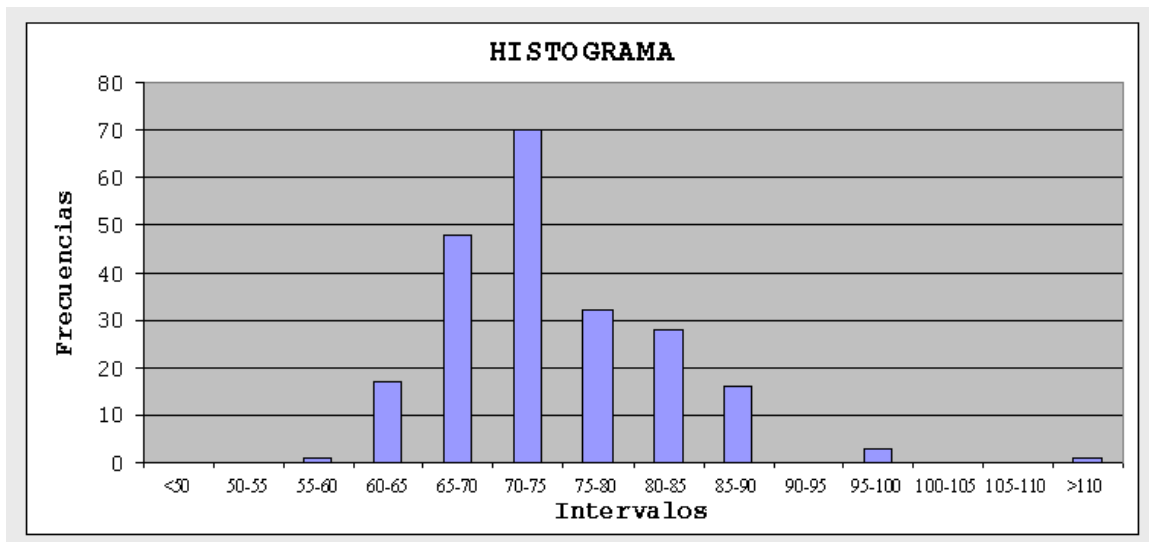


Fig.: 4.1

Fuente: **Fuente:** las siete herramientas de calidad-Carlos Rene Elvir-2005

## Diagrama causa -efecto



Fig:4.2

**Fuente:** Estudio de factibilidad técnico-económica/ Iván José Turmero Astros-2008

### Curva de control de calidad mediante el proceso



Fig. 4.3

**Fuente:** Control Estadísticos de Procesos, Gestion de Calidad-enero 2015



## Circulo de calidad

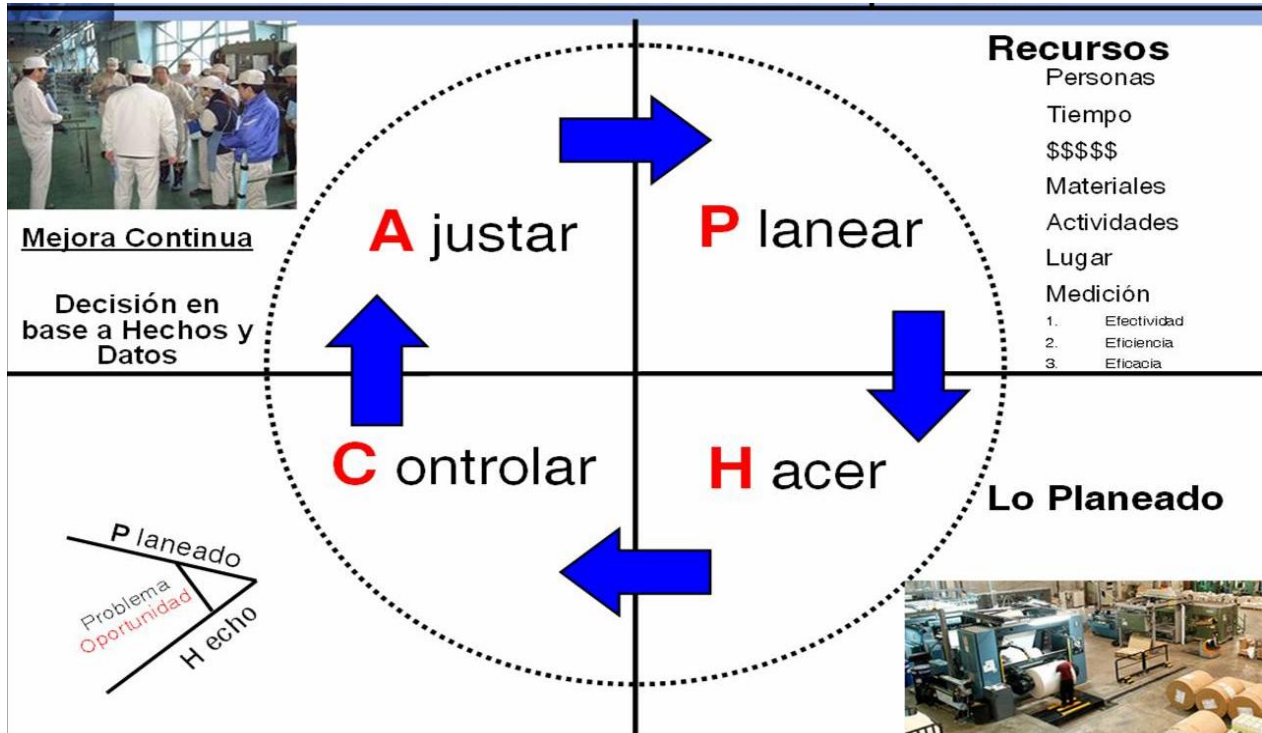


Fig.: 4.4

**Fuente:** Sensei Lean-Ciclo de Deming y Hoshin Kanri- Abril 2012

Tabla 5.1

FORMATO DE REPORTE DE FALLAS							
Fecha: _____				Orden N.- _____			
Hora: _____				Area: _____			
Equipo: _____				Responsable: _____			
<b>Falla Encontrada</b>							
<b>Motivo o Causa</b>							
<b>Accion Correctiva/Preventiva</b>							
<b>Herramientas y Equipos Utilizados</b>							
<b>Repuestos</b>							
SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>							
<b>Detalle de repuestos utilizados</b>							
<b>Observaciones</b>							

Formato para inspección y reporte de fallas

Fuente: Autor