

MODELO DE MANTENIMIENTO PARA AUMENTAR LA  
CONFIABILIDAD DE LOS ACTIVOS CRÍTICOS EN EL ÁREA DE  
TOLVAS TRADICIONAL Y GÉNESIS EN PISOS & PAREDES  
COLCERAMICA S.A PLANTA MADRID.

HERNÁN DARÍO QUINTERO CORREA  
JUAN DAVID HERNÁNDEZ NARVÁEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE  
INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2017

MODELO DE MANTENIMIENTO PARA AUMENTAR LA  
CONFIABILIDAD DE LOS ACTIVOS CRÍTICOS EN EL ÁREA DE  
TOLVAS TRADICIONAL Y GÉNESIS EN PISOS & PAREDES  
COLCERAMICA S.A PLANTA MADRID.

Hernán Darío Quintero Correa  
Juan David Hernández Narváz

Monografía de Grado presentada como requisito para optar el título de  
Especialista en Gerencia de mantenimiento

Director: Juan Carlos Guzmán  
Especialista en Administración de Empresas  
Especialista en Gerencia Estratégica

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE  
INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2017

## **AGRADECIMIENTOS**

Inicialmente agradecido con Dios por permitir culminar mis estudios con éxito.

A mi esposa Ana Karine Virgen Serna y a mis hijos Isabella y Sergio quienes estuvieron presentes en todo momento, siendo el motor de vida que me permitió continuar en este camino y que a pesar del tiempo ausente dejando de compartir momentos únicos con ellos, siempre obtuve palabras de amor y apoyo incondicional para terminar con éxito este gran reto personal.

A la compañía Colcerámica S.A. por el respaldo y apoyo que me brindaron para cumplir con los compromisos que se requieren para este proceso de formación.

A mis familiares por sus palabras de aliento que me motivan a ser cada vez mejor y ser un ejemplo para ellos.

Henan Darío Quintero Correa

A Dios por permitir formarme en una familia llena de valores quienes siempre me han inculcado el deseo de salir adelante de manera honrada.

A mis padres, Patricia Narváez y Humberto Hernandez quienes me formaron y educaron para ser una persona de bien y siempre me han apoyado en cada uno de los retos que inicio.

A todas las personas que me he encontrado en mi vida quienes de una u otra manera han aportado ejemplo de lo bueno y lo malo me han ayudado a formar el carácter.

Juan David Hernández Narváez

## TABLA DE CONTENIDO

	Pag
INTRODUCCIÓN.....	11
1 CONTEXTUALIZACION .....	13
1.1 MARCO REFERENCIAL .....	13
1.1.1 Estrategia .....	14
1.1.2 Visión .....	16
1.1.3 Estructura P&P Planta Madrid .....	17
1.1.4 Cadena de valor .....	18
1.1.5 Que es una mini fabrica.....	19
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	20
1.3 OBJETIVOS .....	23
1.3.1 OBJETIVO PRINCIPAL .....	23
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
1.4 JUSTIFICACIÓN .....	24
2 MARCO TEORICO .....	25
2.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO .....	27
2.1.1 Mantenimiento Preventivo .....	27
2.1.2 Mantenimiento Correctivo.....	29
2.1.3 Mantenimiento preventivo condicional o predictivo .....	30
2.1.4 Mantenimiento proactivo.....	32
2.1.5 Mantenimiento centralizado en confiabilidad .....	32
2.2 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.....	34
2.2.1 Definición y conceptos básicos .....	34
2.2.2 Tareas Proactivas.....	37
2.2.3 Pilar de Mantenimiento Planeado .....	37
2.2.3.1 Inspección y Reparación.....	45
2.2.3.2 Mantenimiento de Averías.....	45
2.3 EVALUACIÓN DE CRITICIDAD .....	47
2.4 ALGUNAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA EL ANÁLISIS Y EL CONTROL DE LOS PROCESOS DE MEJORAMIENTO CONTINUO .....	48
2.4.1 Diagrama de Pareto .....	48
2.4.2 Diagrama de causa y efecto (Ishikawa) .....	49
2.5 COSTOS DEL MANTENIMIENTO.....	50
3 RECOPIACIÓN Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	52

3.1	PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL.....	52
3.1.1	DESDE LOS ESTRATEGICO:.....	52
3.1.1.1	MATRIZ DE CRITICIDAD ACTUAL .....	54
3.1.1.2	COSTOS ACTUALES POR AVERIAS .....	54
3.1.1.3	LA BANDA TRANSPORTADORA BT- 42 .....	56
3.1.2	DESDE LOS TÁCTICO .....	56
3.1.2.1	MANTENIEMIENTO PREVENTIVO.....	56
3.1.3	DESDE LO OPERACIONAL.....	57
4	MODELO DE MANTENIMIENTO PROPUESTA.....	60
4.1	DESDE LOS ESTRATEGICO.....	60
4.1.1	REDEFINIR LA CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS.....	60
4.1.2	LOS COSTOS .....	61
4.1.3	LA BANDA TRANSPORTADORA BT- 42.....	62
4.2	DESDE LOS TÁCTICO .....	63
4.2.1.1	CAPACITACIÓN .....	64
4.2.1.2	HERRAMIENTAS DE DIAGNOSTICO A EQUIPOS CRITICOS.....	65
4.2.1.3	SMED .....	65
4.3	DESDE LO OPERACIONAL.....	66
5	CONCLUSIONES .....	68
6	BIBLIOGRAFÍA.....	69

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1, Estrategia Corporativa Corona.....	14
Figura 2, Qué, Cómo, Por Qué .....	15
Figura 3, Capacidades Requeridas.....	16
Figura 4, Estructura negocio pisos y paredes .....	17
Figura 5, Cadena de Valor.....	18
Figura 6, Esquema Cadena De Valor .....	19
Figura 7, Localización de la Planta .....	20
Figura 8, Diagrama De Flujo Proceso de Revestimientos .....	21
Figura 9, Diagrama De Flujo De Preparación Pasta .....	22
Figura 10, Mantenimiento Preventivo.....	29
Figura 11, Mantenimiento Predictivo.....	32
Figura 12, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad .....	33
Figura 13, Por qué el TPM.....	35
Figura 14, Pilares del TPM .....	35
Figura 15, Pilar Mantenimiento Planeado .....	36
Figura 16, Ecuación Mantenimiento Planeado.....	37
Figura 17, Avería Deterioro Forzado.....	39
Figura 18, Avería por Deterioro Natural .....	40
Figura 19, Avería por Sobrecarga .....	41
Figura 20, Avería por Diseño .....	42
Figura 21, Avería por Error Humano.....	43
Figura 22, Mantenimiento Planeado .....	44
Figura 23, Prevención de la recurrencia .....	46
Figura 24, Costos Vs Tiempo.....	51
Figura 25, Niveles de planeación.....	52
Figura 26, ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE ACTIVOS A LA LUZ DE TPM .....	53
Figura 27, Criticidad de Activos Actual Corona S.A .....	54
Figura 28, Tiempo perdido por averías periodo 2014 - 2017.....	55
Figura 29, Costos por Mantenimiento .....	55
Figura 30, Diseño Actual de la Banda 42l.....	56
Figura 31, Estándar de mantenimiento preventivo actual.....	57
Figura 32, Gestión desde lo Técnico.....	58
Figura 33, Tablero Facilitadores .....	59
Figura 34, Distribución grafica de Criticidad de Equipos año 2017 .....	61
Figura 35, Ejemplo Propuesta costos .....	62
Figura 36, Propuesta 1 BT-42.....	62
Figura 37, Propuesta 2 BT-42.....	63
Figura 38, Estándar Retroalimentado .....	63
Figura 39, Alternativa para aumentar confiabilidad .....	64
Figura 40, Equipos Confinados.....	65
Figura 41, Pasos Implementación SMED.....	66

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1, Generaciones del mantenimiento.....	25
Tabla 2, Variables del Mantenimiento Basado en Condición .....	31
Tabla 3, Criticidad de Equipos encontrada.....	60

## RESUMEN

### **TITULO:**

MODELO DE MANTENIMIENTO PARA AUMENTAR LA CONFIABILIDAD DE LOS ACTIVOS CRÍTICOS EN EL ÁREA DE TOLVAS TRADICIONAL Y GÉNESIS EN PISOS & PAREDES COLCERAMICA S.A PLANTA MADRID\*

### **AUTOR:**

Hernán Darío Quintero Correa  
Juan David Hernández Narváez\*\*

### **PALABRAS CLAVE:**

CONFIABILIDAD, SMED, TPM, MODO DE FALLA, EFECTOS DE FALLA, MANTENIMIENTO

### **CONTENIDO:**

Esta monografía muestra el desarrollo de un modelo de Gestión efectivo de mantenimiento que permita aumentar la confiabilidad y disminuir la mantenibilidad de los activos que entregan materia prima desde Insumos al proceso de fabricación de revestimiento en tolvas tradicional y génesis, realizado como respuesta a la necesidad de aumentar la disponibilidad, se establecieron estrategias para disminuir los tiempos de mantenimiento en el área que entrega materia prima al área de ensamble.

Este desarrollo está en un estudio a profundidad de los activos del área y reevaluando los equipos críticos del área, incluyendo algunos que no se estaban teniendo en cuenta por un rediseño, Se propone un modelo de mantenimiento estratégico y táctico generando una mejora en los análisis de averías presentadas y retroalimentación estándares y calendarios PM, TBM, CMB.

Se propone utilizar la herramienta SAP en todo su contexto desde el módulo de mantenimiento, está ERP ya fue implementada en la compañía y se debe aprovechar en la programación de los mantenimientos, solicitud de repuestos, así como información relevante para el área de mantenimiento.

Nuestra propuesta involucra a todo el personal autónomo como planeado acompañando de un plan de capacitación que les permitan a los colaboradores aumentar el cambio rápido de partes por mantenimientos programados y paros no programados. Implementando la metodología SMED, un seguimiento constante por parte del personal de mantenimiento, buscando oportunidades de mejora en el modelo planteado que permitan incrementar la efectividad del mismo.

---

\* Monografía de Grado

\*\* Facultad de ingenierías Físico – Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.  
Director: Juan Carlos Guzmán

## ABSTRACT

### TITLE:

MAINTENANCE MODEL TO INCREASE THE RELIABILITY OF CRITICAL ASSETS IN THE TRADITIONAL AND GENESIS HOPPER IN THE AREA FLOORS AND WALLS COLCERAMICA S.A MADRID PLANT\*

### AUTORS:

Hernán Darío Quintero Correa  
Juan David Hernández Narváez\*\*

### KEY WORDS:

CONFIABILIDAD, SMED, TPM, FAILURE MODE, FAILURE EFECT, MAINTENANCE.

### CONTENIDO:

This monograph shows the development of an effective Maintenance Management model that allows to increase the reliability and decrease the maintenance of the company assets that deliver raw material from Inputs to the process of manufacture of traditional hopper lining and genesis. Performed in response to the need to Increase availability, strategies were established to reduce maintenance times in the area that supplies raw material to the assembly area.

This development is in an in-depth study of the area's assets and re-evaluating the critical equipment of the area, including news company Assets that were not being considered by a redesign. A strategic and tactical maintenance model is proposed, generating an improvement in the analysis of Faults presented and standard feedbacks and PM, TBM, CMB schedules.

It is proposed to use the SAP tool in its entire context from the maintenance module; this ERP has already been implemented in the company and should be used in programming maintenance, spare parts, as well as relevant information for the maintenance area.

The result must be accompanied by a training plan that will allow the employees to increase the rapid change of parts for scheduled maintenance and unscheduled shutdowns. Implementing the SMED methodology and a constant monitory action being held by the maintenance staff to look for improvement in the proposed model, will allow to by the maintenance staff, looking for opportunities for improvement in the proposed model that allow to increase the effectiveness of the same.

## INTRODUCCIÓN

---

\* Monografía de Grado

\*\* Facultad de ingenierías Físico – Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.  
Director: Juan Carlos Guzmán

En la actualidad las empresas a nivel mundial, para ser más competitivas necesitan que su participación en el mercado, esté garantizada por la fabricación de productos y entrega de servicios que satisfagan las necesidades del ser humano, bajo la entrega de productos con los más altos estándares de Calidad, Disponibilidad y Rendimiento, hoy en día el departamento de mantenimiento se ha convertido en uno de los principales aliados estratégicos de las compañías.

Por esta razón el departamento de mantenimiento vive en constante búsqueda de alternativas y mejores prácticas metodológicas, que permitan optimizar los procesos a través de la gestión de activos, con indicadores claves de proceso, realizando actividades preventivas en el menor tiempo posible de manera segura y cuidando el medio ambiente.

De acuerdo a lo anterior el entregable de este proyecto pretende proponer un modelo de mantenimiento y alternativas en el proceso de fabricación de revestimiento que permitan garantizar la continuidad de las líneas productivas, a través de la generación de mejores prácticas de mantenimiento, reducción de pérdidas de tiempos, aumentando la confiabilidad en equipos, a un costo razonable, buscando asegurar una disponibilidad operativa confiable y continua.

# 1 CONTEXTUALIZACION

## 1.1 MARCO REFERENCIAL

Corona es una multinacional colombiana con 135 años de historia empresarial.

Está compuesta por seis unidades estratégicas de negocio dedicadas a la manufactura y comercialización de productos para el hogar y la construcción. Cuenta con 19 plantas de manufactura en Colombia, 3 en Estados Unidos, 3 en Centro América, 3 en México y una en Brasil, así como con una oficina de suministros globales en China y una comercializadora en México. Genera más de 14.000 empleos. Exporta sus productos a diversos mercados alrededor del mundo, incluyendo Estados Unidos, Canadá, México, Brasil, Chile, Venezuela, Centro América, el Caribe, Italia, España y el Reino Unido.

Corona es líder en el sector de la remodelación y la construcción en Colombia y un sólido competidor en otros países.

Todas las operaciones internas y externas de Corona están sustentadas en un Código de Ética que recoge los valores de la compañía y busca promover prácticas empresariales transparentes.

Corona está comprometida con el desarrollo sostenible de la sociedad y el planeta desde la perspectiva de la triple cuenta de resultados, es decir, en términos sociales, económicos y ambientales.

Las acciones que realiza en el presente buscan garantizar a las futuras generaciones la satisfacción de sus necesidades. Desarrolla proyectos en donde aprovechando sus fortalezas de negocio genera valor compartido para sus grupos de interés.

Corona está integrada por las siguientes Unidades de Negocio:

Unidades de negocio de manufactura

Corona Colcerámica. Es una unidad de negocio de Corona, dedicada a la fabricación y comercialización de productos que conforman soluciones integrales para Baños, Cocinas y Revestimientos para hogares, oficinas, establecimientos comerciales e institucionales.

Colcerámica opera ocho (8) plantas de producción ubicadas en los departamentos de Cundinamarca y Antioquia en Colombia – tres (3) en Estados Unidos, tres (3) en Centro América, tres (3) en México y una (1) en Brasil – que cuentan con tecnología de punta y cumplen con los más altos estándares de calidad para ofrecer a sus clientes y consumidores los mejores productos con el

respaldo de las marcas Corona, Grival y American Standard. Ofrece una gran variedad de productos que incluyen aparatos sanitarios, lavamanos, accesorios, asientos sanitarios, griferías, duchas, herrajes, muebles, elementos de plomería, pisos, paredes, porcelanatos, decorados y cocinas.

La calidad certificada, la innovación y los precios asequibles de su portafolio de productos le permiten ser una de las empresas más grandes de América en la industria de acabados para la construcción. Es líder en el mercado colombiano y tiene posiciones importantes en los mercados de Venezuela, Ecuador, Estados Unidos, Canadá, Chile, Honduras, Jamaica, República Dominicana, México, Panamá, Costa Rica, Guatemala, El Salvador, Puerto Rico y Perú, entre otros.

**Insumos, Materiales & Pinturas Corona**

Esta unidad de negocios de Corona se compone de dos divisiones: Insumos Industriales y Materiales & Pinturas.

Insumos Industriales Corona dedicada a la producción de insumos y materias primas para la industria cerámica de Corona y para terceros. Es una fuente de competitividad para sus clientes ofreciendo un suministro de insumos y minerales estable y de un alto nivel de desempeño.

Materiales & Pinturas Corona está dedicada a la comercialización de productos que constituyan soluciones integrales para cuatro sistemas constructivos: instalación de revestimientos en pisos y paredes (pegantes, boquillas, limpiadores, herramientas de instalación e impermeabilizantes), acabados (estucos, yesos, pinturas, acabados texturizados), Drywall (masillas para juntas entre paneles y masillas para acabados, pinturas flexibles) y para el sistema obra gris (morteros, aditivos para morteros, juntas y sellos e impermeabilizantes).

En alianza con Cementos Molins, en 2018 entrará en operación una planta de producción de cemento en el municipio de Sonsón, Antioquia.

Pinturas Corona® ha desarrollado una novedosa línea de pinturas de altísima resistencia a la abrasión y sellado de la superficie, que utiliza tecnología de Microesferas Cerámicas y además es de bajo olor, libre de amoniaco, solventes tóxicos, metales o plomo, cuidando la salud del pintor y de quienes habitan los espacios.

Materiales & Pinturas busca que sus productos sean los preferidos por los maestros y los constructores ofreciéndoles asesoría y capacitación práctica en sus sitios de trabajo y soluciones que responden a sus necesidades.

A continuación, mostraremos como se construye la estrategia y visión de la Organización Corona, se mostrará como está constituida por las diferentes divisiones y canales que la conforman y posteriormente conocer un poco más de lo que es Corona - Colcerámica y sus unidades estratégicas de negocio.

### 1.1.1 Estrategia

*Figura 1, Estrategia Corporativa Corona*



Fuente: Corona S.A

La construcción de la estrategia se basa en el **QUE** hacemos, en el **COMO** lo hacemos y **PORQUE** lo hacemos, basados en nuestra razón y en nuestra convicción de que CORONA “Mejora tu vida”

Figura 2, Qué, Cómo, Por Qué



Fuente: Corona S.A

Por último la construcción de nuestra estrategia se basa en la intención de ser grandes jugadores y líderes en el mercado, generando una propuesta de valor que permita:

- Fortalecer nuestro enfoque en el cliente y el consumidor.
- Desarrollar procesos y capacidades que nos hagan más competitivos en retail y manufactura.
- Contar con líderes que desarrollen personas talentosas con habilidades colaborativas, comprometidas y de alto desempeño.
- Lograr un crecimiento rentable y un desarrollo sostenible.
- Trabajar y pensar en Corona como un todo.

Figura 3, Capacidades Requeridas



Fuente: Corona S.A

### 1.1.2 Visión

Ser uno de los líderes en acabados para la construcción en las Américas con ventas de USD 850 millones en el 2018, brindando a nuestros accionistas una rentabilidad superior a su costo de capital, en forma sostenible y responsable

con la sociedad.

Ser:

- ✓ #1 en acabados para la construcción en Colombia;
- ✓ #1 en sanitarios y lavamanos para profesionales en los Estados Unidos;
- ✓ #1 en sanitarios y lavamanos Centroamérica y el Caribe;
- ✓ #3 en revestimientos en el Ecuador;
- ✓ #3 en el mercado brasileño de sanitarios y lavamanos.

Brindar a nuestros consumidores una oferta de valor superior basada en innovación asequible y confiable que facilita la creación de espacios para vivir mejor.

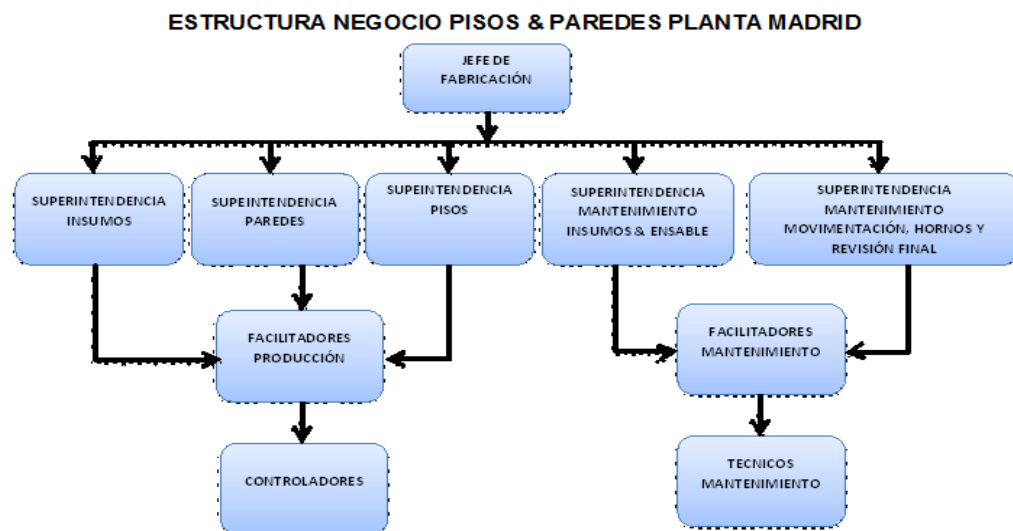
Brindar a nuestros clientes una oferta de valor atractiva que les permite construir un negocio rentable y de largo plazo.

Ser una empresa ágil, rápida y que opera en forma simple, con equipos alineados y autónomos, siendo uno de los mejores lugares para trabajar de nuestros más de 6000 empleados.

### 1.1.3 Estructura P&P Planta Madrid

La estructura de la UEN de P&P está conformada de la siguiente manera:

Figura 4, Estructura negocio pisos y paredes



De igual forma el negocio de P&P cuenta con otras áreas de apoyo que son:

- Área Sistemas de Producción Corona

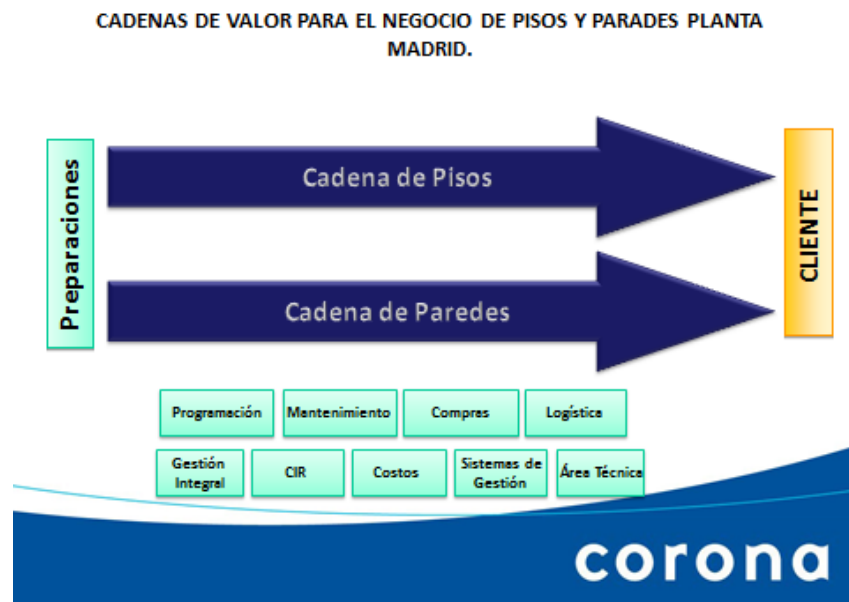
- Área Técnica
- Área Calidad
- Área Ambiental
- Área de SI&SO
- Área Centro de Información
- Área Gestión Integral

Después de realizar una breve reseña de lo que es la Organización Corona y el negocio de P&P entraremos en materia conociendo las diferentes cadenas de valor que conforman el negocio de P&P, el sistema de gestión que se lleva incluyendo el TPM como herramienta de mejoramiento con sus respectivos pilares y las diferentes filosofías de mantenimiento que lleva el pilar de mantenimiento planeado.

#### 1.1.4 Cadena de valor

La cadena de valor, es un modelo teórico que permite describir el desarrollo de las actividades de una organización empresarial generando valor al cliente final, actualmente el negocio de pisos y paredes cuenta con dos cadenas de valores, la cadena de valor de Pisos y la cadena de valor de paredes.

Figura 5, Cadena de Valor



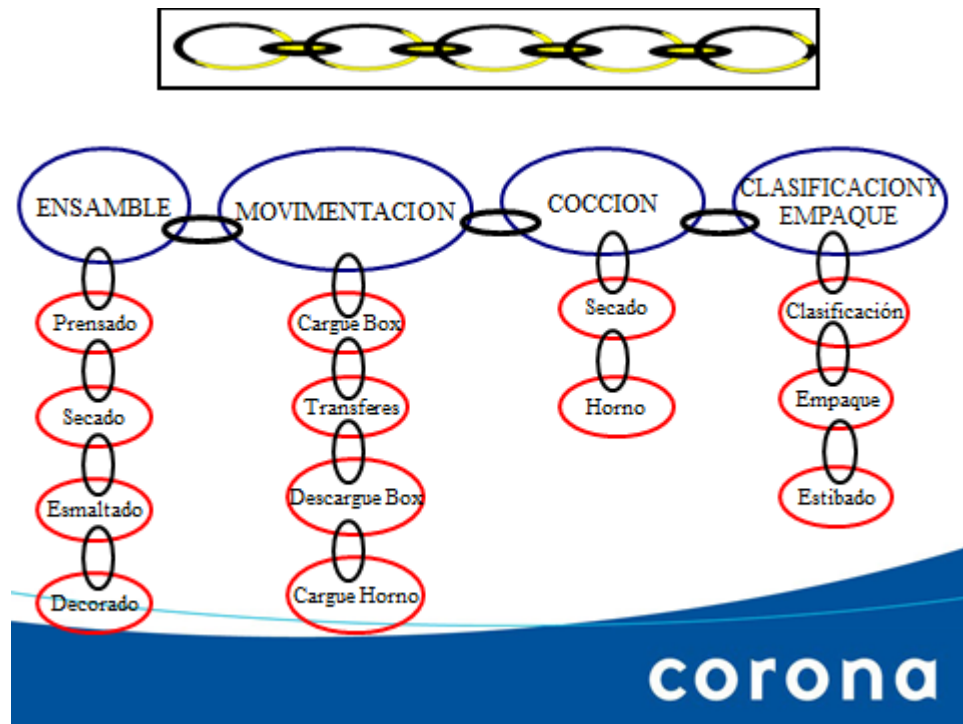
Fuente: Corona S.A

Estas cadenas de valor a su vez se dividen en cuatro áreas muy generales que se nombran a continuación.

- **ENSAMBLE**

- **MOVIMENTACIÓN**
- **COCCIÓN**
- **CLASIFICACIÓN Y EMPAQUE.**

Figura 6, Esquema Cadena De Valor



Fuente: Corona S.A.

Por último, cada cadena de valor está conformada por una serie de mini fábricas, la distribución actual de la planta para P&P planta Madrid se encuentra de la siguiente manera a nivel de producción.

### 1.1.5 Que es una mini fabrica

Es un sistema de gestión avanzado para la mejora continua de la actividad diaria MANTENER Y MEJORAR.

Aplica herramientas de TPM, Sistema de Gestión de la Calidad, LEAN y SISO Promueve el desarrollo de las personas, elevando su nivel de competencia hasta

alcanzar la autogestión laboral acercando la organización administrativa a las necesidades del cliente.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, la planta de Pisos & Paredes de la empresa Corona-Colcerámica S.A. es un negocio que se especializa en la fabricación de revestimiento a base de arcillas rojas procesadas en vía seca, una de las plantas de fabricación se encuentra ubicada en el municipio de Madrid Cundinamarca.

Figura 7, Localización de la Planta



Esta unidad de negocio tiene una capacidad de producción de 1.650.000 metros cuadrados de revestimiento por mes.

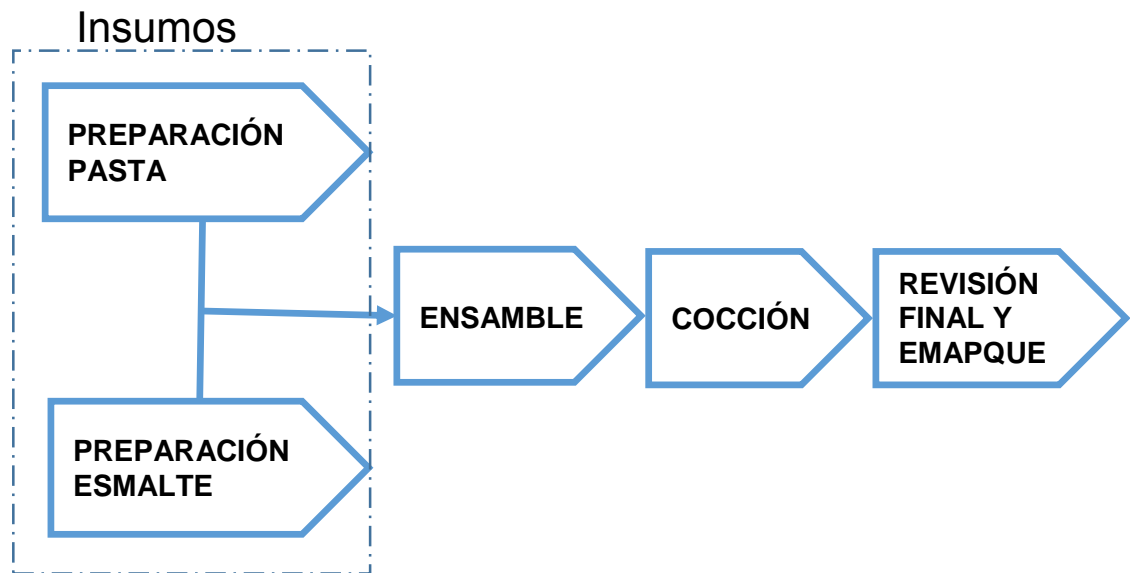
Colcerámica tiene la visión de ser más competitivo en el mercado y ser una compañía líder multilatina y multinacional, para esto debe garantizar la fabricación de productos con excelente estándares de calidad, ampliar su portafolio y entregar sus productos al cliente final en el menor tiempo posible a costos adecuados.

El departamento de mantenimiento como aliado estratégico de la compañía

impacta de una manera importante en el cumplimiento de esta visión ya que debe aumentar la confiabilidad de sus equipos, para que la disponibilidad del proceso esté por encima del 90% en la fabricación de los metros cuadrados de revestimiento mensualmente planeado y el costo unitario de fabricación no se incrementen.

A continuación se mostrara el diagrama de flujo de los principales procesos en la fabricación de Revestimientos Cerámico.

Figura 8, Diagrama De Flujo Proceso de Revestimientos



El negocio de Pisos & Paredes tiene las siguientes áreas de producción:

- Área de Insumos
- Área de Ensamble
- Área de Cocción
- Área de Revisión y empaque

El área de insumos cumple un papel muy importante en la fabricación del producto ya que se encuentra ubicada en el inicio de las cadenas de valor, siendo esta el área encargada de entregar la materia prima hacia las prensas para fabricar la baldosa, tiene una capacidad productiva en procesamiento de arcillas de 60 ton/h.

Figura 9, Diagrama De Flujo De Preparación Pasta



Actualmente en el área de Insumos se tienen pérdidas de tiempo por cambio de partes, ya sea en mantenimientos programados o intervenciones por averías.

Hacia donde le apunta el proyecto:

Dentro de las GRANDES PÉRDIDAS que se manejan en la metodología del TPM; se apunta a evitar las siguientes pérdidas que llegan a ser impactantes dentro de la disponibilidad en planta

Pérdidas principales que pueden afectar la eficiencia del equipo

- 1) Pérdidas por fallas Averías crónicas o esporádicas, acompañadas por pérdida de tiempo (reducción producto) y pérdida de volumen (incidencia de defectos)
- 2) Preparativos & Ajustes: Pérdidas incurridas durante cambios y liberación de herramientas.
- 3) Pérdidas por paradas: Pérdidas que deterioran la tasa de operación del proceso, afectación del EGP de la planta por baja disponibilidad.
- 4) Pérdidas de administración: Pérdidas de espera que ocurren en la administración como materiales, tiempo de espera de instrucciones, reparaciones, etc.
- 5) Pérdidas de energía como poder eléctrico, combustible, vapor, aire y agua

(incluyendo agua tratada)

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO PRINCIPAL**

Diseñar y proponer a la compañía un modelo de gestión efectivo de mantenimiento que permita aumentar la confiabilidad y disminuir la mantenibilidad de los activos (Bandas, Sinfines, Tamices, Elevadores) que entregan materia prima desde Insumos al proceso de fabricación de revestimiento en tolvas tradicional y génesis.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Reevaluar la matriz de criticidad de los activos en el área de insumos.
- Retroalimentar los estándares MP para limpieza, lubricación y ajuste de los equipos.
- Proponer alternativas de alimentación hacia tolvas que evite paros no programados en la línea de producción.
- Sugerir dispositivos y herramientas que permitan realizar un cambio rápido de partes. SMED

## 1.4 JUSTIFICACIÓN

El incremento de la disponibilidad y el alto impacto económico generado por paros no programados o por el aumento de tiempo en la solución de averías, es el principal motivo para establecer estrategias que permitan disminuir el tiempo de intervenciones ya sea por mantenimiento preventivos, correctivos o por limpiezas en la entrega de materia prima hacia el área de ensamble para la fabricación del revestimiento.

Hoy en día la afectación de tiempos en la no entrega de pasta al proceso de ensamble, causa pérdidas en la alimentación de los hornos teniendo efectos importantes en calidad, cumplimiento y costos.

Una hora de vacío en un horno cuesta aproximadamente 679.000 pesos colombianos eso se debe multiplicar por el número de hornos afectados que depende del equipo averiado.

El presente proyecto tiene como finalidad establecer un modelo de mantenimiento y alternativas que apunten a reducir los tiempos de mantenibilidad en las intervenciones realizadas en el área de tolvas tradicional y Génesis, estableciendo métodos que permitan actuar proactivamente ante las potenciales fallas que puedan presentarse en estos equipos y generar una mayor confiabilidad.

## 2 MARCO TEORICO

El mantenimiento a lo largo de la historia ha cambiado, esto obedece al enorme aumento y variedad de los activos físicos, que deben ser mantenidos, con diseños complejos, nuevos métodos de mantenimiento, nuevas tecnologías y una óptica cambiante en la organización y responsabilidades.

El nuevo paradigma de la competitividad, donde los productos y servicios se valoran por su precio, calidad, innovación y confiabilidad, siendo la confiabilidad, una de las más relevantes, ha permitido que el mantenimiento adquiera cada vez mayor importancia, como una forma de asegurar la sostenibilidad del sistema productivo y evitar así, los arranques fallidos y callejones sin salida que siempre acompañan a los grandes cambios.

Dicho proceso sistemático originado en la industria aeronáutica, en aquellos aviones nuevos, cuyo objetivo es determinar las tareas de mantenimiento necesarias para garantizar que un activo físico continúe haciendo lo que el usuario desea en su contexto operacional, aumentando la disponibilidad de los equipos, debido a un mayor tiempo medio entre fallas (MTBF), mejorando el conocimiento, fortaleciendo el trabajo en equipo e integrando la seguridad y el medio ambiente en la toma de decisiones.

Desde los inicios de la industria, los tipos de mantenimiento han ido evolucionando desde la corrección momentánea de una falla hasta la Gestión de Activos, como puede observarse en la siguiente tabla:

Tabla 1, Generaciones del mantenimiento

GENERACIÓN	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
ORIENTACIÓN	Corrección momentánea o definitiva	Planificado	Integración de producción y mantenimiento	Relacionado con el mundo.
TIPO DE MANTENIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correctivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preventivo</li> <li>• Predictivo</li> <li>• Modificativo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productivo total</li> <li>• Centrado en Confiabilidad</li> <li>• Combinado</li> <li>• Reactivo</li> <li>• Orientado a Resultados</li> <li>• Clase Mundial</li> <li>• Proactivo</li> </ul>	Centrado: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades y Competencias</li> <li>• Cliente y el Servicio</li> <li>• Eliminación de defectos</li> <li>• Gestión de Activos o Tecnología</li> </ul>

Fuente: ORTIZ, Daniel. Especialización en Gerencia de Mantenimiento 2016. Memorias de clase

## **Objetivos del mantenimiento<sup>5</sup>**

La responsabilidad fundamental del Mantenimiento es contribuir al cumplimiento de los objetivos de la empresa o entidad la cual forma parte. Para ello, los objetivos del Mantenimiento deben establecerse dentro de la estructura de los objetivos generales de la empresa.

Los objetivos del Mantenimiento son:

- Maximizar la disponibilidad de la maquinaria y equipo necesario para la actividad productiva.
- Preservar o conservar el "valor" de la planta y de su equipo, minimizando el desgaste y el deterioro.
- Cumplir estas metas, tan económicamente como sea posible.

La acción del Mantenimiento para cumplir estos objetivos, se genera a través, del desempeño de un cierto número de actividades o funciones que se pueden dividir en dos grupos:

### **FUNCIONES PRIMARIAS**

- Mantenimiento del equipo. Incluye: Reparaciones, revisiones mantenimiento preventivo y reconstrucción.
- Mantenimiento de edificios
- Lubricación.
- Generación y distribución de servicios: Energía eléctrica, vapor, aire, agua potable, etc.
- Cambios de equipos y edificios.
- Nuevas instalaciones.
- Desarrollar una efectiva planeación y programación de los trabajos de Mantenimiento.
- Seleccionar y entrenar personal calificado para llevar a cabo las responsabilidades y deberes del Mantenimiento.

### **FUNCIONES SECUNDARIAS**

- Asesores en la compra de nuevos equipos y procesos, con el propósito de asegurar que ellos cumplan los requerimientos de Mantenimiento.

---

<sup>5</sup> SANCHÉZ PEREZ, Diego Alejandro. Estructuración del mantenimiento productivo total (tpm) como herramienta de mejoramiento continuo en la línea de inyección de aluminio fábrica de motores y ventiladores siemens s.a, Bogotá d.c.,104, Proyecto De Grado Para Optar Al Título De Ingeniero De Producción, Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Facultad Tecnológica Ingeniería De Producción

- Iniciar las requisiciones de herramientas, materiales de mantenimiento, repuestos y equipo necesario para la actividad de mantenimiento.
- Preparar y realizar estudios de reposición de repuestos para la maquinaria y equipo de producción. Revisar los puntos de reposición, inventarios mínimos etc.
- Manejar los almacenes de repuestos.
- Supervisor y/o ejecutar las labores en limpieza y recolección de basuras y desperdicios.
- Administración y/o colaboración en la administración de la seguridad industrial.
- Contabilidad e inventario de los activos.
- Control de la contaminación: ruido, polvos, desechos.

## **2.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO<sup>6</sup>**

### **2.1.1 Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo es tal vez uno de los más importantes, en este se basa la gran parte de la teoría a aplicar. Este mantenimiento es el realizado de manera sistemática, con el fin de conservar las máquinas y equipos en condiciones de operación adecuadas, ubicando las fallas, defectos y realizando la detección de daños incipientes. Implementa la ejecución de actividades a frecuencias fijas.

Consiste en la inspección, periódica y armónicamente coordinada, de los elementos propensos a fallas y la corrección antes de que esto ocurra.

Los elementos básicos del mantenimiento preventivo son:

- Parte a inspeccionar.
- Instante en que debe inspeccionarse.
- Control sobre el cumplimiento de la inspección.

Como otra definición de mantenimiento preventivo podemos decir que es el mantenimiento que se ejecuta a los equipos de una planta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminadas a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de las máquinas.

El mantenimiento preventivo más que una técnica específica de

---

<sup>6</sup> BORRAS PINILLA, Carlos. Principios de mantenimiento. Bogotá. Páginas 50-60

mantenimiento es una “Filosofía” o Estado de ánimo que principia desde el momento del diseño del equipo y que determina su contabilidad y mantenibilidad hasta su reemplazo que se establece cuando sus altos costos de mantenimiento lo justifiquen económicamente.

El mantenimiento preventivo al considerar la fábrica en forma integral no es una tarea exclusiva del personal de mantenimiento, sino que abarca a todo el personal de la empresa.

En consecuencia, un mínimo programa de mantenimiento preventivo deberá incluir:

- Una inspección periódica de las instalaciones para determinar posibles defectos de los equipos que puedan ocasionar daños mayores.
- La realización del mantenimiento oportuno y adecuado para corregir los defectos anotados evitando que lleguen a ocasionar daños mayores.

Las ventajas del mantenimiento preventivo son muchas y se justifica no sólo en las pequeñas fábricas sino en los grandes complejos industriales ya que sus beneficios serán mayores a más alto valor de las instalaciones por metro cuadrado de superficie.

Para lograr los plenos beneficios del mantenimiento preventivo su programa mínimo se debe complementar con:

- Un buen análisis, planificación y programación de los trabajos.
- Establecer una documentación operativa mínima y funcional.

El mantenimiento preventivo requiere mucha flexibilidad y los planes deben trazarse de tal forma que se permita la primacía de inspección a los equipos básicos del proceso de producción, a las reparaciones en emergencia, o cuando se refiere a la seguridad industrial por falla en equipos cuyas consecuencia puedan resultar fatales para la vida humana a de la planta.

El ser humano es un elemento imprescindible en el mantenimiento preventivo, debe tener una cuidadosa preparación en todas las operaciones a su cargo, conocer los riesgos y beneficios de su labor. Se preferirá hacer equipos de trabajo por especialidades.

Básicamente el mantenimiento preventivo debe programarse de tal programa debe resolver los siguientes interrogantes.

- Qué elementos han de inspeccionarse.
- Cuándo, Quién y cómo ha de hacerse.

- Cómo establecer los controles de cumplimiento

En la figura se puede apreciar un ejemplo:

Figura 10, Mantenimiento Preventivo

MPT Cotterámica		ESTANDAR DE MANTENIMIENTO				PLANEADO	AUTONOMO	Codigo: Vigente	Estado:		
LÍNEA	TOLVAS TRADICIONAL	DIAGRAMA		ID Máquina		BANDAS TRANSPORTADORA BIDIRECCIONAL					
No.	Item	Criterio	Método	Herramientas	Temp o (min)	FRECUENCIA	T	D	S	Q	M
1	AJUSTAR TORQUE TORNILLO DEL BASTIDOR	TORNILLO 16mm TORQUE DE 5.58kgm	SOP	TORCOMETRO, CUADRANTE DE 1/2 Y COXA DE 10mm	1 2 3 4 60						3
2	INSPECCIONAR NIVEL DE ACEITE DEL MOTORREDUCTOR	CENTRO DE LA MUELTA	SOP	VISUAL Y Llave MEXI DE 32	1 2 3 4 30						3
3	INSPECCIONAR TEMPERATURA DEL MOTORREDUCTOR	< 0 + 50 °C	LUP	TERMOMETRO DIGITAL DE LASER	1 2 3 4 10						1
4	AJUSTAR TORQUE TORNILLO FIJACION DEL MOTORREDUCTOR	TORNILLO 16mm TORQUE DE 11.12kgm	LUP	TORCOMETRO, CUADRANTE DE 1/2 Y COXA DE 10 + 20mm	1 2 3 4 10						1
5	INSPECCIONAR ALINEACION Y CENTRADO DE LA CINTA TRANSPORTADORA	50mm DEL BASTIDOR A LA CINTA	LUP	TORCOMETRO O CALIBRADOR	1 2 3 4 20						1
6	INSPECCIONAR ESTADO CINTA TRANSPORTADORA	> 0.1 A 5mm DE DESGASTE	LUP	CALIBRADOR O PEE DE REY	1 2 3 4 20						3
7	INSPECCIONAR ESTADO DE LA SOLDADURA DEL RODILLO PRINCIPAL DE APFIASITRE	SIN FIBRAS	LUP	VISUAL Y INTERNA	1 2 3 4 20						1
8	AJUSTAR TORQUE TORNILLOS DEL BUFFIN RODILLO PRINCIPAL DE APFIASITRE	DESGASTE <= 0.3 "3.30 kgm TOR 8mm"	LUP	TORCOMETRO, CUADRANTE DE 1/2 Y COXA DE 10mm	1 2 3 4 30						3
9	INSPECCIONAR JUEGO DEL EJE CON RESPECTO AL RODAMIENTO	< 0.1 A 0.2mm DE DESGASTE	LUP	CALIBRADOR O PEE DE REY	1 2 3 4 10						1
10	INSPECCIONAR ESTADO DE LA SOLDADURA RODILLO CABEZA DE RETORNO	SIN FIBRAS	LUP	VISUAL Y INTERNA	1 2 3 4 30						1
11	AJUSTAR TORQUE TORNILLOS DEL BUFFIN DEL RODILLO CABEZA DE RETORNO	DESGASTE <= 0.3 "3.30 kgm TOR 8mm"	LUP	TORCOMETRO, CUADRANTE DE 1/2 Y COXA DE 10mm	1 2 3 4 30						3
12	INSPECCIONAR ESTADO DE LOS RASPADORES 1 Y 2	> 0.1 A 0.2mm DE LONGITUD	LUP	CALIBRADOR O PEE DE REY	1 2 3 4 10						1
13	AJUSTAR AL TIPO DE RASPADORES PRIMARIOS Y SECUNDARIOS	ABRATURAS A 3.5mm	LUP	Llave MEXI DE 32	1 2 3 4 30						1

### 2.1.2 Mantenimiento Correctivo

Consiste en permitir que un equipo funcione hasta el punto en que no puede desempeñar normalmente su función. Se somete a reparación hasta corregir el defecto y se desatiende hasta que vuelva a tener una falla y así sucesivamente.

**El simple mantenimiento correctivo tiene algunas justificaciones, por ejemplo:**

- Si el equipo no se halla en una línea o punto crítico del proceso y no ocasiona serios trastornos a la producción o al mantenimiento.
- El equipo se halla en estado de obsolescencia o desuso.
- Equipo tiene gemelo.
- Es fácilmente costeable un nuevo equipo.

Sin embargo, estas justificaciones deben revisarse periódicamente hasta comprobarse que efectivamente el paro imprevisto de este equipo no ocasiona trastornos graves a la producción.

**¿Por qué se permite que equipos cuya inversión es importante, funcionen con sólo mantenimiento correctivo?**

La actitud de permitir que instalaciones y equipos continúen funcionando sin prestarles demasiada atención, puede tener su origen en algunos de los siguientes aspectos:

- Indiferencia o rechazo ante los beneficios que pueden obtenerse utilizando adecuadas técnicas de planeación y programación.
- Falta de una buena justificación económica, que muestre las ventajas de las técnicas de programación que pueden ser utilizadas en la planta respectiva.
- Demanda excesiva, temporal o permanente, de producción, lo cual impide dedicar tiempo y recursos al mantenimiento.
- Demasiada carga laboral en mantenimiento.

Sin embargo, el mantenimiento correctivo no es puramente esperar que un equipo tenga una falla para proceder a repararlo, él tiene una connotación mucho más importante en el proceso operativo del sistema de mantenimiento, es más, el mantenimiento, cualquiera sea el tipo de gestión siempre termina en el mantenimiento correctivo.

En síntesis puede decirse que el mantenimiento correctivo puede ser:

- Planificado -Visualizado por inspección. También se denomina Proactivo
- No planificado- Es la solución por emergencias.

El mantenimiento correctivo no planificado, es seguramente el tipo de gestión más costoso y que más problemas ocasiona, ya que:

- Requiere más personal para las actividades de mantenimiento.
- Paros continuo amenazan el proceso productivo.
- Lucro cesante es siempre mayor.
- Ocasiona malestar en el personal y es fuente de conflictos humanos.
- Los equipos pueden sufrir daños irreparables.
- Es difícil hablar de calidad en la gestión del mantenimiento.

### **2.1.3 Mantenimiento preventivo condicional o predictivo**

Es la forma de gestión más incomprendida entre las personas que trabajan en el mantenimiento. Prevenir es evitar. Mantener es conservar, proteger o entretener. Así es posible seguir buscando acepciones con la seguridad que se viajará por caminos contradictorios. La conceptualización consiste en adquirir las ideas. Consiste en la inspección, periódica y armónicamente coordinada, de los elementos propensos a fallas y la corrección antes de que esto ocurra.

El Estado o condición se determina mediante el monitoreo de variables como las mostradas

Tabla 2, Variables del Mantenimiento Basado en Condición

Temperatura	Concentración.	Posición mecánica.
Presión.	Función eléctrica.	Desplazamiento.
Movimiento mecánico.	Características eléctricas.	Tiempo.
Impulsos, choques.	Función v secuencial.	Descargas
Ultrasonidos.	Condición de aceites.	Composición.
Aceleración.	Humedad.	Función mecánica.
Desaceleración.	Tensión, deformación.	Secuencia eléctrica
Acción cíclica.	Vibraciones.	Características magnéticas VS electromagnéticas
Grado de cambio.	Sonido, ruido.	Otros.

Fuente: Los autores

#### Principales procedimientos actuales del Mantenimiento predictivo

- Cromatografía de aceites y otros fluidos.
- Medida y análisis de vibraciones en máquinas rotativas.
- Comportamiento térmico y termografía de rayos infrarrojos.
- Medidas dialécticas en aparatos eléctricos.
- Medición de espesores de paredes y revestimiento de reactores.
- Análisis de gases de combustión.
- Otros: Presión, velocidad.

#### Ventajas sobresalientes

- A pesar de requerir altas inversiones iniciales, a largo plazo es más económico.
- Disminuye substancialmente las fallas imprevistas.
- Disminuye el costo de inspecciones.
- Disminuye la mano de obra, repuestos y probablemente tiempo de reparación.
- Disminuyen costos de aseguramiento de equipos.
- Disminuyen costos de inventario y facilita su manejo.
- Optimización del mantenimiento.
- Mejoran todas las relaciones humanas.
- Mejora sustancial de la calidad del mantenimiento.

Figura 11, Mantenimiento Predictivo



### 2.1.4 Mantenimiento proactivo

Se realiza a través de la planificación permitiendo encontrar irregularidades y anticiparse realizando mantenimientos antes de que ocurran fallas, esto repercute en una mejor vida útil del activo y en una producción mucho más eficiente pues permite programar la parada de la maquinaria.

### 2.1.5 Mantenimiento centralizado en confiabilidad<sup>7</sup>

Es un sistema metódico para diseñar programas de mantenimiento que aumente la confiabilidad de los equipos con un mínimo costo y riesgo; para ello combina la aplicación de mantenimiento preventivo, predictivo y monitores de condición.

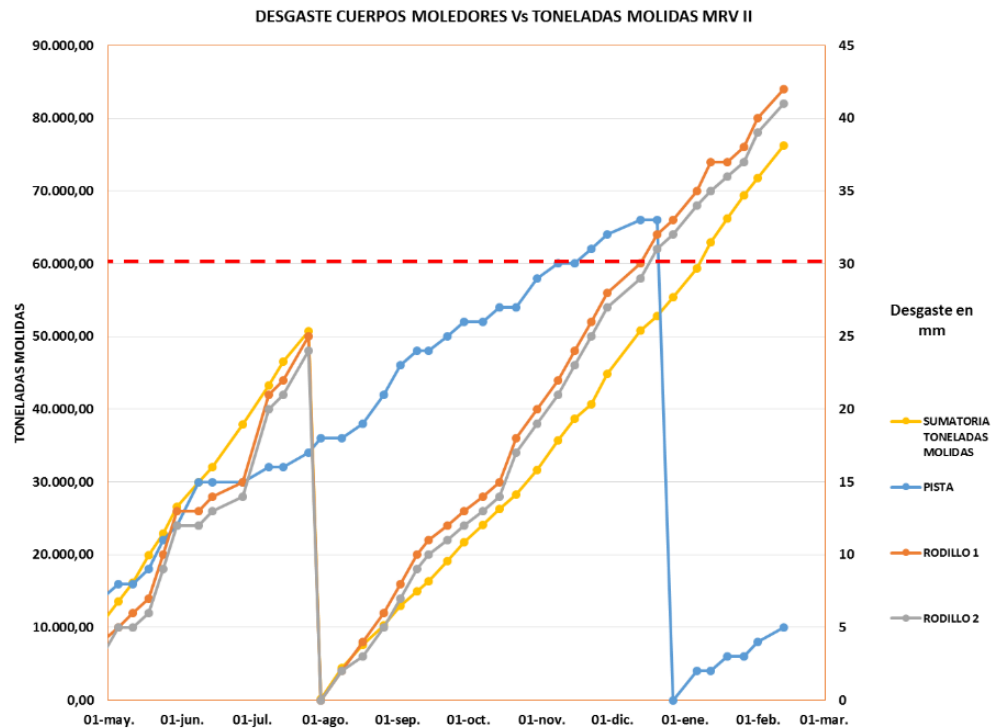
<sup>7</sup> SILVA ARDILA, Pedro. Mantenimiento En La Práctica Lo que un Gerente de Confiabilidad debe Saber, 2009, Paginas 103-105

El objetivo es conservar el funcionamiento del sistema antes que el equipo.

Se basa en un trabajo de equipo que debe responder a unas preguntas básicas a través de un árbol de decisión. A continuación, se enunciará que preguntas se deben realizar:

- ¿Cuáles son las funciones del equipo o sistema a analizar?
- ¿De qué forma puede fallar?
- ¿Qué causa que falle?
- ¿Qué sucede cuando falla?
- ¿Qué ocurre si falla?
- ¿Qué se puede hacer para prevenir la falla?
- ¿Qué sucede sino puede prevenirse la falla?

Figura 12, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad



## **2.2 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL**

### **2.2.1 Definición y conceptos básicos**

El TPM “Mantenimiento Productivo Total” está orientado a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, involucra a todos los empleados, transformando espacios, elevando el nivel de conocimiento, reduciendo las averías en los equipos y minimizando los tiempos de producción en vacío, para finalmente garantizar resultados. Es aplicable en sistemas de manufactura y de proceso, donde se puede involucrar producción continua integrada con producción por lotes o cargas y otros problemas en todas las operaciones de la empresa, el resultado son plantas mucho más eficientes.

El TPM también incluye “cero accidentes, cero defectos y cero fallos” en todo el ciclo de vida del sistema productivo, además soluciona también problemas difícilmente atacables por los métodos convencionales. Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos. Es en este punto donde se define el concepto de Mejora Continua, cuyo objetivo central es determinar que siempre existen oportunidades de mejora y que bajo el cumplimiento de metas, siempre podemos proponernos nuevas metas cada vez más ambiciosas.

Cada compañía que adopte el enfoque TPM debe aceptar tres conceptos imperativos:

- Debe cambiar la calidad y el funcionamiento del equipo.
- Los operarios deben cambiar su modo de pensamiento sobre el equipo.
- El lugar de trabajo debe cambiar dramáticamente.

Adicionalmente, algunos aspectos que define el TPM son:

- Un enfoque de gestión con sentido común.
- Maximización de la eficiencia del sistema de producción.
- Ampliación del ciclo de vida de todo el equipo.
- Elaboración de un sistema para prevenir todas las pérdidas.
- Involucrar a todos los departamentos.
- Participación total desde los altos ejecutivos hasta los operadores.
- Cero pérdidas mediante actividades de grupos de trabajo auto

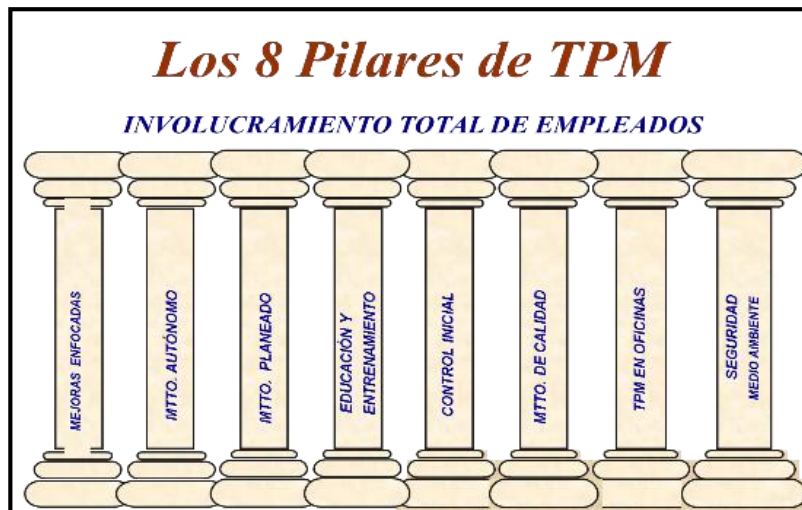
- gestionados.
- Participación total de los empleados.

Figura 13, Por qué el TPM



Fuente: Manual de Facilitadores TPM, 2003 Shinichi Shinotsuka.  
 Para el desarrollo e implementación de la metodología TPM, se plantea establecer objetivos entorno a la estructura de 8 pilares, con los cuales se van a gestionar las 3 grades perdidas:

Figura 14, Pilares del TPM



Fuente: Manual de Facilitadores TPM, 2003 Shinichi Shinotsuka

Para lograr la meta de las “0 averías”, los pilares de Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento planeado ejecutan las siguientes 4 fases:

- Revertir periódicamente el deterioro.
- Reducir los intervalos de fallos.
- Predecir el tiempo de vida de componentes y equipos con el apoyo de herramientas estadísticas.
- Aumentar la vida útil de los equipos.

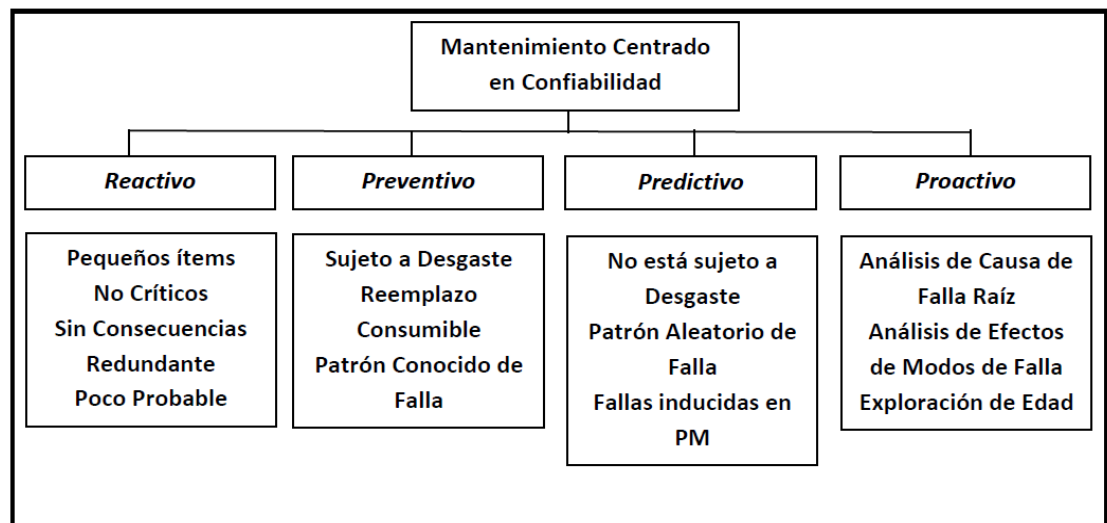
Desde el punto de vista de “0 defectos” es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Analizar Causa-Efecto.
- Aumentar la calidad a través del equipo.
- Capacitar al personal.
- Identificar y medir las variables que afectan la calidad.

Finalmente, el pilar de seguridad concentra la búsqueda de “0 accidentes”, por medio de diferentes herramientas que permiten el desarrollo de la cultura del autocuidado y la identificación de riesgos, entre otros.

Dado que el TPM contiene un gran número de definiciones, alrededor de otros temas propios del mantenimiento de equipos, solo se profundizará en el pilar de mantenimiento planeado.

Figura 15, Pilar Mantenimiento Planeado



Fuente: NASA, Reability Centered Maintenance Guide of Facilities and Collateral Equipment.

### 2.2.2 Tareas Proactivas

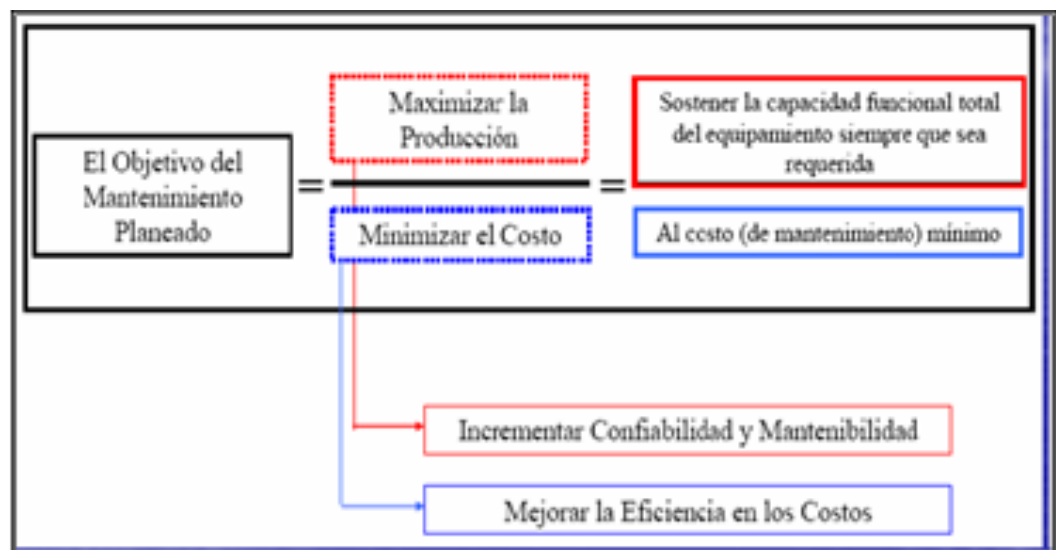
El conocimiento de los modos de falla y efectos de las fallas permiten la determinación del tipo de tareas necesarias para evitar que vuelvan a presentarse, preventivas, predictivas, proactivas, correctivas, etc. Para ello se cuenta con una hoja de decisión que por medio de preguntas ayuda a definir las posibles tareas que deben ser incluidas en plan de mantenimiento del equipo.

### 2.2.3 Pilar de Mantenimiento Planeado

El principal objetivo de mantenimiento es asegurar y mantener la confiabilidad de los equipos o activos y su interacción con los procesos, de forma eficiente y segura, para la obtención de productos de alta calidad.

El pilar de Mantenimiento Planeado, dentro del proceso de TPM, cita entre otros objetivos la maximización de la Producción, mejorar la confiabilidad del equipo, minimizar los recursos, mejorar la efectividad de los costos, eliminar las averías no programadas, eliminar otras pérdidas asociadas a los equipos como paros menores, baja velocidad, problemas de calidad etc, resumiéndose en la siguiente ecuación:

Figura 16, Ecuación Mantenimiento Planeado



Fuente: Manual TPM Colceramica Shinichi Shinosutka

Desde el punto de vista del Mantenimiento Planeado, se requiere definir con mayor precisión conceptos como el de avería. Para ello, se deben cumplir tres condiciones de manera simultánea, es decir, si alguna de ellas no se cumple se denominara "paro mayor" o "paro menor", y no será considerado dentro de las pérdidas por fallos del equipo. Las tres condiciones son las siguientes:

- ✓ Paro NO programado mayor a 10 minutos
- ✓ Que haya daño parcial o total de la función principal del componente, máquina o sistema.
- ✓ Que afecte la disponibilidad del equipo.

Las averías son clasificadas en 5 grades grupos tras realizar un análisis de causa raíz (RCA), ya que a partir de allí se definen los pasos para evitar su recurrencia, eliminando la probabilidad de repetir la falla y asegurar el proceso. Los 5 grandes grupos de averías se clasifican según su condición en:

- DETERIORO FORZADO
- DETERIORO NATURAL
- SOBRECARGA
- PUNTO DEBIL DE DISEÑO
- ERROR HUMANO

## DETERIORO FORZADO

Este tipo de averías se presenta cuando en el equipo se presenta un agente externo que afecta las condiciones básicas del equipo, acelerando el deterioro normal.

Figura 17, Avería Deterioro Forzado

		<h3>Lección de Un Punto</h3>																		
TEMA	<b>AVERIA POR DETERIORO FORZADO</b>	No.	<b>3</b>																	
CLASIFICACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento Básico <input type="checkbox"/> Mejora <input type="checkbox"/> Problema <input type="checkbox"/> Autónomo <input type="checkbox"/> Planeado <input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Otro	Fecha de Preparación	Julio / 2008																	
		Aprobado por	Elaborado por																	
		Mto. Planeado	Mto. Planeado																	
																				
		<p>Este tipo de avería sucede, cuando en la máquina se presenta un agente externo que afecta las condiciones básicas del equipo, acelerando el deterioro normal.</p>																		
Resultado	Fecha																			
	Instructor																			
	Alumno																			

Fuente: Los Autores

## DETERIORO NATURAL

Esta avería se presenta cuando los componentes de la maquina han cumplido su ciclo de vida útil bajo condiciones normales de operación.

Figura 18, Avería por Deterioro Natural


M.P.T. COPESCAL Módulo de Planeación		Lección de Un Punto	
TEMA	AVERIA POR DETERIORO NATURAL		No. 4
CLASIFICACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento Básico	<input type="checkbox"/> Mejora	<input type="checkbox"/> Problema
	<input type="checkbox"/> Autónomo	<input type="checkbox"/> Planeado	<input type="checkbox"/> Seguridad
			<input type="checkbox"/> Otro
		Fecha de Preparación	Julio / 2008
		Aprobado por	Elaborado por
		Mto. Planeado	Mto. Planeado
			
		<p>Este tipo de avería se presenta, cuando los componentes de la máquina han cumplido su vida útil, bajo condiciones normales de operación.</p>	
Resultado	Fecha	/	/
	Instructor		
	Alumno		

Fuente: Los Autores

## SOBRECARGA

Sucede cuando se excede las condiciones básicas para la cual fue diseñada la máquina.

Figura 19, Avería por Sobrecarga

		<h3>Lección de Un Punto</h3>	
TEMA	<b>AVERIA POR SOBRECARGA</b>		No. <b>2</b>
CLASIFICACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento Básico	<input type="checkbox"/> Mejora	<input type="checkbox"/> Problema
	<input type="checkbox"/> Autónomo	<input type="checkbox"/> Planeado	<input type="checkbox"/> Seguridad
	<input type="checkbox"/> Otro		
		Fecha de Preparación	Julio / 2008
		Aprobado por	Elaborado por
		Mto. Planeado	Mto. Planeado
			
		<p><b>Este tipo de avería sucede, cuando se exceden las condiciones básicas del diseño de la máquina.</b></p>	
Resultado	Fecha	/	/
	Instructor		
	Alumno		

Fuente: Los Autores

## PUNTO DEBIL DE DISEÑO

Se presenta cuando los componentes de la maquina no cumplen con las condiciones requeridas de trabajo.

Figura 20, Avería por Diseño




		<h3>Lección de Un Punto</h3>	
TEMA	<b>AVERIA POR PUNTO DEBIL DE DISEÑO</b>		No. <b>5</b>
CLASIFICACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento Básico	<input type="checkbox"/> Mejora	<input type="checkbox"/> Problema
	<input type="checkbox"/> Autónomo	<input type="checkbox"/> Planeado	<input type="checkbox"/> Seguridad
	<input type="checkbox"/> Otro		
		Fecha de Preparación	Julio / 2008
		Aprobado por	Elaborado por
		Mto. Planeado	Mto. Planeado
			
		<p>Este tipo de avería se presenta, cuando los componentes de la máquina no cumplen con las condiciones de trabajo requeridas.</p>	
Resultado	Fecha	/	/
	Instructor		
	Alumno		

Fuente: Los Autores

# ERROR HUMANO

Está avería sucede por tomar decisiones equivocadas en la operación y reparación que atentan contra las condiciones básicas de los componentes del equipo

Figura 21, Avería por Error Humano

 <b>Lección de Un Punto</b>		No. <b>6</b>												
TEMA	<b>AVERIA POR ERROR HUMANO</b>		Fecha de Preparación	Julio / 2008										
CLASIFICACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento Básico	<input type="checkbox"/> Mejora	<input type="checkbox"/> Problema	Aprobado por										
	<input type="checkbox"/> Autónomo	<input type="checkbox"/> Planeado	<input type="checkbox"/> Seguridad	<input type="checkbox"/> Otro										
				Mto. Planeado										
														
 <p>Este tipo de avería se presenta debido a decisiones equivocadas en la operación y reparación, que atentan contra las condiciones básicas de los componentes de la máquina.</p>														
Resultado	Fecha													
	Instructor													
	Alumno													

Fuente: Corona S.A

El mantenimiento Planeado, está enfocado a realizar un mantenimiento sistemáticamente mediante la aplicación de actividades del orden Proactivo y Reactivo, siempre en la búsqueda de que los aprendizajes del mantenimiento Reactivo sean la fuente para fortalecer el mantenimiento preventivo, en la siguiente figura se ilustra los diferentes regímenes de mantenimiento utilizados en la estrategia del mantenimiento planeado:

Figura 22, Mantenimiento Planeado



Fuente: Corona S.A

Todas tareas que requiere el equipo son registradas en un Estándar de Mantenimiento, donde a partir de un diagrama, se describe la actividad, un criterio, el método usado para ejecutar la actividad, su duración, la frecuencia y el responsable. Adicionalmente se mencionan las energías presentes en el equipo.

El objetivo de mantenimiento siempre ha estado enfocado en mantener la funcionalidad de los activos, identificando las causas de las fallas para implementar actividades que se consideren convenientes para disminuir el impacto cuando estas se presenten. El Mantenimiento Preventivo se centra en las actividades que de manera proactiva, buscan anticiparse a las fallas de los equipos, minimizando las pérdidas ocasionadas por los paros no programados, como se observó anteriormente, este tipo de mantenimiento tiene tres componentes:

### **2.2.3.1 Inspección y Reparación**

Para esta medida, se requiere una inspección previa del equipo que permita definir un planeación de la parada del equipo concertada con el personal de producción, donde se definen tiempos y recursos. En muchos de los componentes del equipo, el deterioro solo es detectable una vez se retiran guardas y otros componentes del sistema realizando limpiezas profundas. Adicionalmente se pueden realizar algunos ajustes que solo son posibles con el equipo estático y sin ningún tipo de energías.

Este tipo de mantenimiento consiste en realizar inspecciones a los componentes del equipo, hacer actividades de limpieza y ajuste, en forma periódica, basados en los diagnósticos o recomendaciones de los fabricantes. Dichas actividades definidas en los estándares, son llevadas a un calendario donde se programan las actividades y se registra su cumplimiento. Este grupo de actividades es conocido como LILA (Limpieza, Inspección, Lubricación y Ajuste).

### **2.2.3.2 Mantenimiento de Averías**

Este tipo de actividad corresponde al ciclo reactivo, donde se debe analizar cada una de las averías presentadas en los equipos para llegar a una causa raíz e implementar las actividades necesarias para evitar que se vuelva a presentar esta misma avería.

Con esta metodología se busca determinar el tipo de actividad que se debe realizar de acuerdo a la evaluación y análisis de las averías presentadas en los equipos.

El resultado de esta implementación tiene como objetivo llevar las averías a un ciclo proactivo, para evitar como su nombre lo indica una recurrencia de la falla presentada. A continuación se ilustra un flujo grama utilizado para implementar de acuerdo al tipo de condición básica de falla encontrado en el análisis de causa raíz.

Figura 23, Prevención de la recurrencia



Fuente: Corona S.A

## 2.3 EVALUACIÓN DE CRITICIDAD<sup>8</sup>

El análisis de criticidad es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones de manera acertada y efectiva, enfocando el esfuerzo y los recursos hacia áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional. Permite generar una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total del universo analizado diferenciando generalmente tres zonas de clasificación: alta criticidad, media criticidad y baja criticidad.

Una vez identificadas estas zonas es mucho más fácil diseñar una estrategia para realizar estudios o proyectos que mejoren la confiabilidad operacional, iniciando con las aplicaciones en el conjunto de procesos o elementos que forman parte de la zona de alta criticidad, que es donde se ubica la mejor oportunidad de agregar valor y aumentar la rentabilidad del negocio.

Definiciones de criticidad:

“Medición relativa de las consecuencias de un modo de fallo y su frecuencia de ocurrencia”

“Característica (cálculo numérico determinístico) de un sistema, que representa el impacto de la falla en cuanto a seguridad, ambiente o producción del proceso al cual pertenece; evalúa la flexibilidad operacional, costos de reparación-mantenimiento y confiabilidad.

Ecuaciones matemáticas de la criticidad más conocidas en la literatura:

“Criticidad = Consecuencia \* Probabilidad de Ocurrencia \* Detectabilidad” ó  
“Criticidad = Consecuencia \* Probabilidad de ocurrencia”.

¿Cómo se realiza el análisis de la criticidad?

Definiendo un alcance y propósito para el análisis.

Estableciendo criterios de importancia.

Seleccionando un método de evaluación para jerarquizar la selección de sistemas objeto del análisis.

Algunos de estos criterios pueden ser:

Seguridad, ambiente, producción, costos (operaciones y mantenimiento), frecuencia de falla, tiempo promedio para reparar.

---

<sup>8</sup> DEL CASTILLO-SERPA, A.M. Análisis de criticidad personalizados, {En línea}. Fecha. {29 de junio de 2016}, disponible en <http://docplayer.es/42426634-Analisis-de-criticidad-personalizados.html>

Cálculo de criticidad operacional.

Para calcular la criticidad de un subsistema/equipo dentro de una planta o sistema, se debe aplicar un criterio determinístico que transforme las características cualitativas de ese subsistema/equipo (flexibilidad, impacto en producción, costos de reparación, impacto ambiental, confiabilidad operacional, etc.) en un valor numérico que permita clasificarlo objetivamente, en relación al resto de los subsistemas/equipos de la planta o sistema.

### **¿Cuándo emprender un análisis de criticidad?**

El Análisis de Criticidad, se debe aplicar cuando estén presentes las siguientes necesidades:

Fijar prioridades en sistemas complejos

Administrar recursos escasos.

Crear valor.

Determinar impacto en el negocio.

Aplicar metodologías de Confiabilidad Operacional.

### **¿Dónde se aplica el análisis de criticidad?**

El Análisis de Criticidad aplica en cualquier conjunto de procesos, plantas, sistemas, equipos y/o componentes que requieran ser jerarquizados en función de su impacto en el proceso. Sus áreas comunes de aplicación son: Mantenimiento, inspección, materiales y repuestos, disponibilidad de instalaciones y equipos, personal.

## **2.4 ALGUNAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA EL ANÁLISIS Y EL CONTROL DE LOS PROCESOS DE MEJORAMIENTO CONTINUO**

### **2.4.1 Diagrama de Pareto<sup>9</sup>**

El nombre de Pareto fue dado por el Dr. Juran en honor del economista italiano VILFREDO PARETO (1848-1923) quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el cual descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza.

El Dr. Juran aplicó este concepto a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20. Según este concepto, si se tiene un

---

<sup>9</sup> CABRERA CALVA, Rafael Carlos. Manual de Manufactura Esbelta. 2014. 724

problema con muchas causas, se puede decir que el 20% de las causas resuelven el 80 % del problema y el 80 % de las causas solo resuelven el 20 % del problema. Se recomienda el uso del diagrama de Pareto:

- ✓ Para identificar oportunidades para mejorar.
- ✓ Para identificar un producto o servicio para el análisis de mejora de la calidad.
- ✓ Cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problemas o causas de una forma sistemática.
- ✓ Para analizar las diferentes agrupaciones de datos al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.
- ✓ Para evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso comparando sucesivos diagramas obtenidos en momentos diferentes, (antes y después).
- ✓ Cuando los datos puedan clasificarse en categorías
- ✓ Cuando el rango de cada categoría es importante para comunicar fácilmente a otros miembros de la organización las conclusiones sobre causas, efectos y costos de los errores.

La Gráfica de Pareto es una herramienta sencilla pero poderosa al permitir identificar visualmente en una sola revisión las minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción de mejora sin malgastar esfuerzos ya que con el análisis descartamos las mayorías triviales.

#### 2.4.2 Diagrama de causa y efecto (Ishikawa)

El gurú de la calidad Kaoru Ishikawa, nació en la ciudad de Tokio, Japón en el año de 1915, es graduado de la Universidad de Tokio. Ishikawa es hoy conocido como uno de los más famosos gurús de la calidad mundial. La teoría de Ishikawa era manufacturar a bajo costo. Dentro de su filosofía de calidad él dice que la calidad debe ser una revolución de la gerencia.

Hay algunas indicaciones que nos hacen pensar que los círculos de calidad pudieron haberse utilizado en los Estados Unidos en los años 50, pero a pesar de esto se atribuye al profesor Ishikawa ser pionero del movimiento de los círculos.

Al igual que otros, Ishikawa puso especial atención a los métodos estadísticos y prácticos para la industria. Básicamente su trabajo se basa en la recopilación de datos. Una valiosa aportación de Ishikawa es el

diagrama causa- efecto que lleva también su nombre (o espina de pescado). El diagrama causa-efecto es utilizado como una herramienta que sirve para encontrar, seleccionar y documentarse sobre las causas de variación de calidad en la producción de bienes y servicios.

## 2.5 COSTOS DEL MANTENIMIENTO<sup>10</sup>

Desde el punto de vista de la administración del mantenimiento, uno de los factores más importantes es el costo. Por eso el Ingeniero tiene que analizar y profundizar respecto a los costos de mantenimiento a fin de conocer su manejo y control, evitando así el crecimiento de estos. El costo total de una parada de equipo, es la suma del costo del mantenimiento, que incluye los costos de mano de obra, repuestos, materiales, combustibles y lubricantes, y el costo de indisponibilidad que incluye el costo de pérdida de producción (horas no trabajadas), debido a: mala calidad del trabajo, falta de equipos, costo por emergencias, costos extras para reorganizar la producción, costos por repuestos de emergencia: penalidades comerciales e imagen de la empresa. Experiencias de evaluación del costo de indisponibilidad muestran que este representa más de la mitad del costo total de la parada.

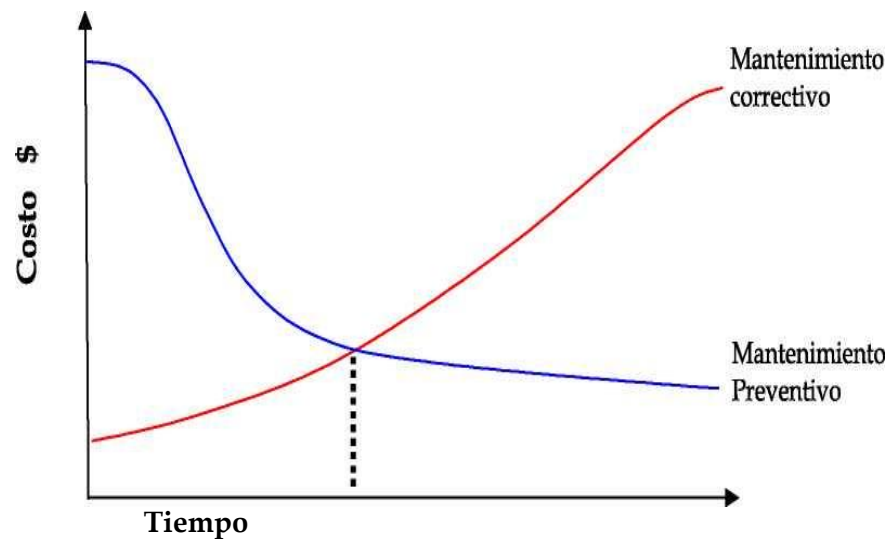
En el aspecto de costos, el mantenimiento correctivo a lo largo del tiempo, se presenta con la configuración de una curva ascendente, debido a la reducción de la vida útil de los equipos y la consecuente depreciación del activo, pérdida de producción o calidad de los servicios, aumento del stock de materia prima improductiva, pago de horas extras del personal de ejecución del mantenimiento, ociosidad de mano de obra operativa, pérdida de mercado y aumento de riesgos de accidentes.

La implantación de un programa de mantenimiento preventivo, buscando la prevención o predicción de la falla, presenta una configuración de costos invertida, con tasa negativa anual del orden de 20% y tendencia a valores estables. La inversión inicial en el mantenimiento preventivo es mayor que el de mantenimiento correctivo y no elimina totalmente las fallas aleatorias, cuyo alto valor inicial es justificado por la inexperiencia del personal de mantenimiento que, al actuar en el equipo, altera su equilibrio operativo. Con el pasar del tiempo y al ganar experiencia, el mantenimiento preventivo tiende a valores reducidos y estables. La suma general de los gastos del mantenimiento identificado como preventivo a partir de un determinado tiempo, pasa a ser inferior al de mantenimiento correctivo.

---

<sup>10</sup> SIERRA ÁLVAREZ, Gabriel Antuán, Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmeccánica industrias AVM S.A., Bucaramanga, 2004, Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Mecánico, Universidad Industrial De Santander, Facultad De Ingenierías Físico - Mecánicas

Figura 24, Costos Vs Tiempo



Fuente: SIERRA ÁLVAREZ, Gabriel Antuán Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmeccánica industrias AVM S.A

Consecuentemente los beneficios del mantenimiento preventivo solamente ocurrirán a partir del momento en que las áreas comprendidas entre las curvas de mantenimiento correctivo y con preventivo, antes y después de ese punto sean iguales. Si la vida útil de los equipos de la instalación es menor que el tiempo de obtención del beneficio, el mantenimiento preventivo pasa a ser económicamente inadecuado. La preparación previa del grupo de ejecución del mantenimiento preventivo reduce los costos iniciales del mantenimiento, sin embargo, el aumento de la inversión para la formación de ese grupo poco altera el resultado económico del período de generación de ingresos o beneficios.

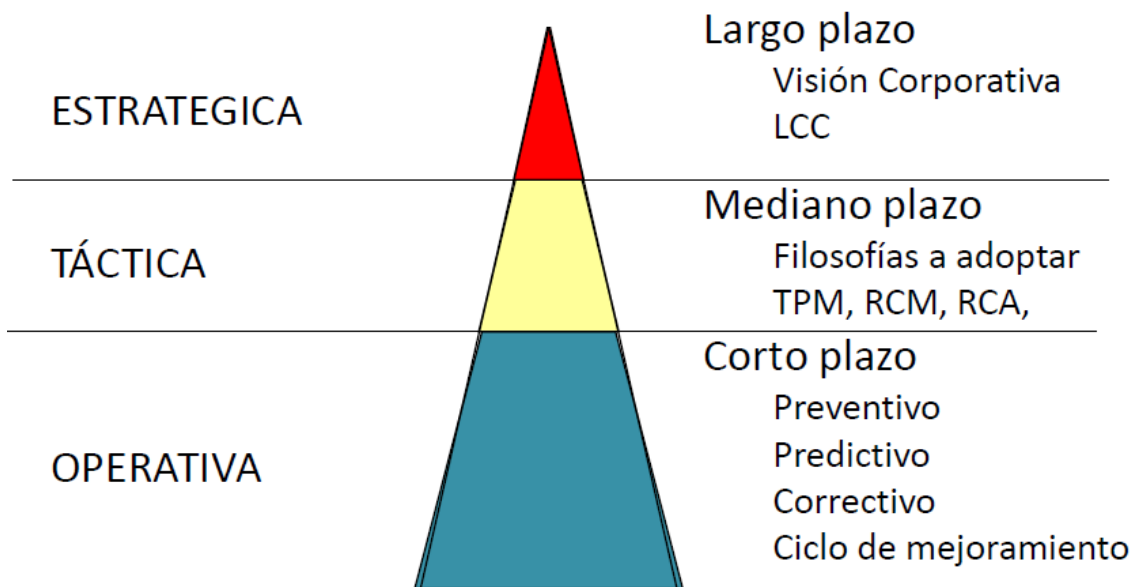
### 3 RECOPIACIÓN Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

#### 3.1 PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL

Actualmente la Organización Corona en su estrategia Corporativa de mantenimiento implementa el modelo de gestión que tiene el pilar de mantenimiento planeado a la luz de TPM para el negocio de P&P, y su objetivo es abordar el mantenimiento desde tres frentes lo estratégico, lo táctico y lo operacional, basado en una filosofía de gestión de activos.

Figura 25, Niveles de planeación

## Niveles de planeación

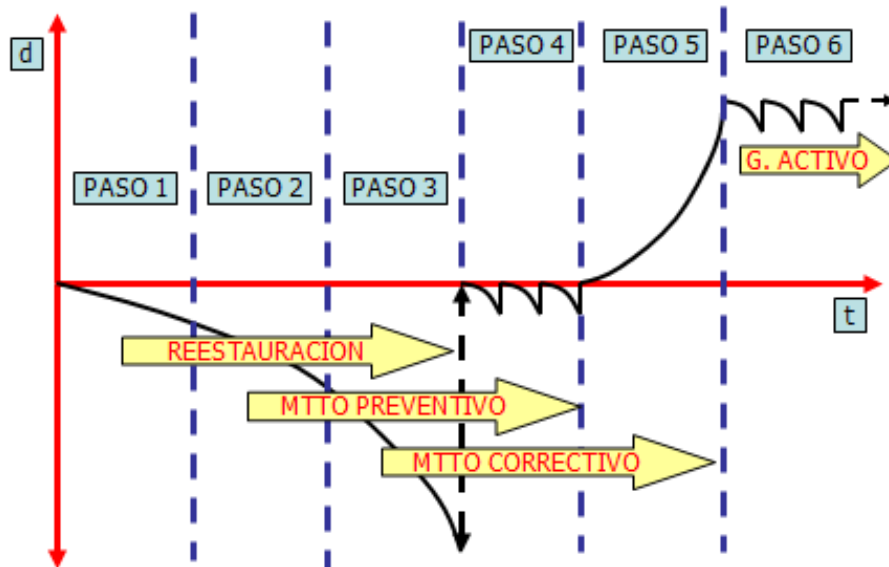


Fuente: Corona S.A.

##### 3.1.1 DESDE LOS ESTRATEGICO:

Con respecto a la estrategia se analiza el “como” voy a lograr los resultados para mejorar el desempeño de los activos y alcanzar la Visión que tiene mantenimiento; la siguiente grafica desde la filosofía de gestión de activos nos muestra el comportamiento del activo con respecto a su deterioro dentro de un tiempo estimado hasta llegar a la obsolescencia. (Enlazar esto con la estrategia de la compañía)

Figura 26, ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE ACTIVOS A LA LUZ DE TPM



Fuente: Corona S.A.

Se observa entonces que en la etapa inicial de este gráfico, el activo presenta un deterioro forzado, durante este periodo se debe implementar al activo la aplicación de los estándares de limpieza, inspección, lubricación y ajuste (LILA) en los pasos 1, 2 y 3 del pilar de autónomo, en este periodo el activo presenta un desgaste desde su puesta en marcha durante un tiempo determinado, la tasa de deterioro depende de las condiciones de operación, al finalizar esta etapa se debe realizar una intervención del activo hasta recuperar condiciones básicas de operación.

Uno de los principales objetivos en esta etapa del activo es garantizar que el deterioro forzado se convierta en cero.

Después de realizar una restauración al equipo, se da inicio al mantenimiento preventivo del activo, durante este periodo se realiza la implementación de paso 4, de igual forma durante este tiempo se debe eliminar el deterioro natural que se presenta en el activo para esto se debe iniciar a implementar los TBM (Mantenimiento Basado en el Tiempo) al activo.

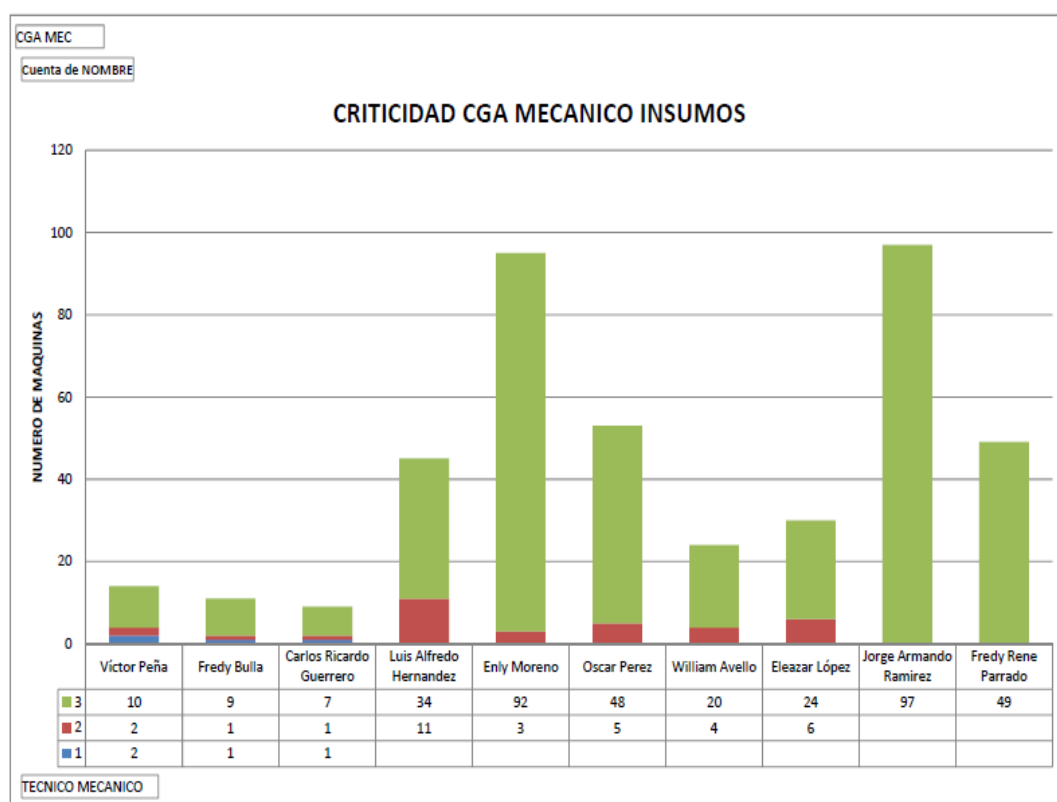
Posteriormente después de haber realizado la implementación del TBM al activo, se lleva al activo a su máximo nivel de producción, es decir, realizarle mejoras para que el activo alcance su máximo rendimiento, cuando se logre este objetivo comienza la verdadera gestión del activo durante el tiempo hasta la obsolescencia.

En esta etapa del activo a nivel estratégico se utiliza el análisis del costo de ciclo de vida, el cual se menciona a continuación y su importancia dentro de la gestión de activos.

### 3.1.1.1 MATRIZ DE CRITICIDAD ACTUAL

En la matriz de criticidad que se tiene actualmente definida para el área de insumos desde al año 2010, se definieron de 427 activos solo 4 equipos criticidad A, 33 criticidad B y 390 criticidad C.

Figura 27, Criticidad de Activos Actual Corona S.A



Fuente: Corona S.A

### 3.1.1.2 COSTOS ACTUALES POR AVERIAS

Actualmente la compañía por las averías presentadas en el área de Insumos ha sufrido pérdidas importantes que afectan el costo unitario de fabricación se realizó un estudio de las averías en uno de los equipos críticos La Banda BT 42, este equipo hoy en día es considerado de criticidad ya que cuando se para ya sea por preventivo o averías afecta directamente 8 hornos

de proceso.

Figura 28, Tiempo perdido por averías periodo 2014 - 2017

TIEMPO PERDIDO POR LAS AVERIAS DE LA BANDA 42 DEL AÑO 2014 AL 2017				
AÑO	DAÑO	PARTE	TIEMPO	AVERIA
21/02/2014	MOTORREDUCTOR	PIÑÓN DE ATAQUE	90 MINUTOS	5731
16/05/2014	RODILLO MOTRIZ	RUPTURA DEL EJE	490 MINUTOS	6257
<b>TOTAL DE TIEMPO PERDIDO EN EL 2014</b>			<b>580 MINUTOS</b>	
28/04/2015	MOTORREDUCTOR	PIÑÓN DE ATAQUE	180 MINUTOS	7984
14/05/2015	MOTORREDUCTOR	CAMBIO DE MOTORREDUCTOR	90 MINUTOS	
16/05/2015	RODILLO MOTRIZ	RUPTURA DEL EJE	400 MINUTOS	7993
26/12/2015	RODILLO MOTRIZ	SE DESOLDA BRIDA	285 MINUTOS	8442
<b>TOTAL DE TIEMPO PERDIDO EN EL 2015</b>			<b>955 MINUTOS</b>	
07/02/2016	RODILLO CONDUcido	RODAMIENTO	180 MINUTOS	8442
05/04/2016	MOTORREDUCTOR	PIÑÓN DE ATAQUE	85 MINUTOS	8708
14/04/2016	BANDA	PEGUE	440 MINUTOS	8719
18/05/2016	RODILLO TENSOR	RODAMIENTO	180 MINUTOS	8817
<b>TOTAL DE TIEMPO PERDIDO EN EL 2016</b>			<b>885 MINUTOS</b>	
19/01/2017	RODILLO TENSOR	ALOJAMIENTO DEL DISCO DE ACERO	550 MINUTOS	9418
25/01/2017	RODILLO CONDUcido	RODAMIENTO	80 MINUTOS	9422
<b>TOTAL DE TIEMPO PERDIDO EN EL 2017</b>			<b>630 MINUTOS</b>	
<b>TOTAL DE TIEMPO PERDIDO POR MOTORREDUCTOR</b>			<b>445 MINUTOS</b>	
<b>TOTAL DE TIEMPO PERDIDO POR RODILLO MOTRIS</b>			<b>1175 MINUTOS</b>	
<b>TOTAL DE TIEMPO PERDIDO POR RODILLO CONDUcido</b>			<b>260 MINUTOS</b>	
<b>TOTAL DE TIEMPO PERDIDO POR RODILLO TENSOR</b>			<b>730 MINUTOS</b>	
<b>TOTAL DE TIEMPO PERDIDO POR PEGUE DE LA BANDA</b>			<b>440 MINUTOS</b>	
<b>TOTAL DE TIEMPO PERDIDO EN LA BANDA 42 " DEL 2014 AL 2017"</b>			<b>3050 MINUTOS</b>	

Fuente: Corona S.A

Se analizó el presupuesto del costo generado por este tipo de paradas y la estimación del total anual.

Figura 29, Costos por Mantenimiento

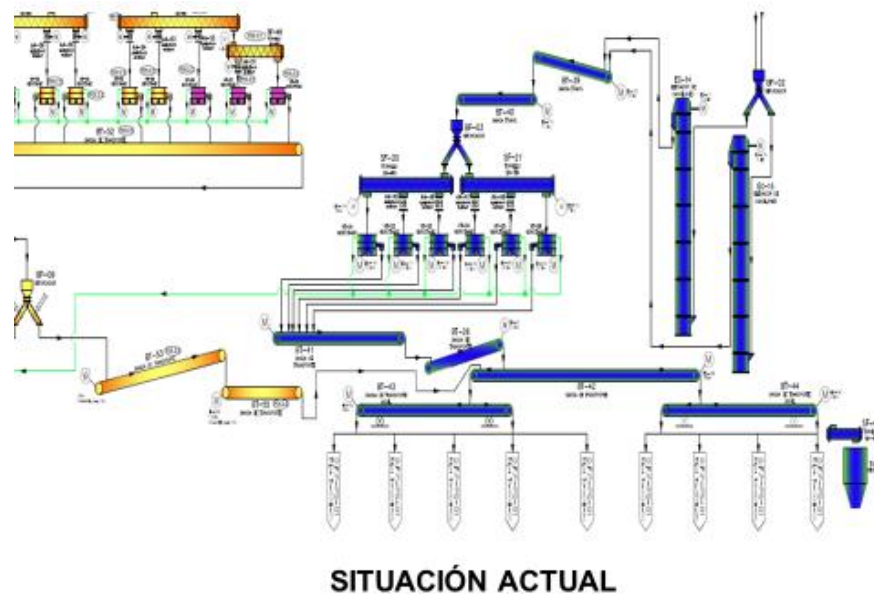
CUADRO METRICA PROYECTO Y PERDIDAS ESTIMADAS POR PAROS EN LA BT 42			
<b>COSTO HORA HORNO</b>	\$ 680.000,00		
<b>AÑO AVERIAS</b>	2015	2016	2017
<b>TIEMPO AVERIAS (h)</b>	15,917	14,75	10,5
<b># HORNOS</b>	8	7	8
<b>COSTO PERDIDA</b>	\$ 86.586.666,67	\$ 70.210.000,00	\$ 57.120.000,00

Fuente: Corona S.A

### 3.1.1.3 LA BANDA TRANSPORTADORA BT- 42

La BT 42 es una cinta transportadora perteneciente al sistema de alimentación tolvas tradicional, su funcionamiento es bidireccional y automático, cuenta con un PLC que permite realizar la programación de la alimentación, su principal actividad es la alimentación de las bandas 43 y 44 de tolvas tradicional llenado prensas.

Figura 30, Diseño Actual de la Banda 42I



Fuente: Corona S.A

### 3.1.2 DESDE LOS TÁCTICO

Con respecto a lo táctico hace referencia al camino o al medio para obtener el compromiso de todo el equipo para ir del hoy al mañana en él logro de los resultados que tiene el negocio.

Está comprobado que el mantenimiento sistemático preventivo, es antieconómico y debe ser sustituido por el mantenimiento por condición, particularmente el predictivo.

#### 3.1.2.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Los estándares de mantenimiento preventivo actuales no han sido actualizados, al inspeccionar algunos de los equipos críticos se encontró que

no incluyen partes esenciales de algunos de los modos de falla que han ocurrido.

Figura 31, Estándar de mantenimiento preventivo actual.

MPT CACHIBOLA		ESTANDAR DE MANTENIMIENTO PLANEADO		AUTONOMO		Código: Tiquena Ara. de:			
LINEA		TOLVAS TRADICIONAL		M. Niquino		BANDAS TRANSPORTADORAS "INDUSTRIALES" 42			
DIAGRAMA		Me.	Item	Criterio	Méca da	Momento/turno	FRECUENCIA	Parame Rup.	Q P M
							T D S Q M		
1	SE BANDA	1	AJUSTAR TORQUE TORILLO DEL BASTIDOR	VERIFICAR EL TORQUE DE AJUSTE	500		1 2 3 4 5 6	3	BUEN ESTADO BUEN PASEO
2	SE BANDA	2	INSPECCIONAR NIVEL DE ACEITE DEL HYDROREDUCTOR	COMPROBAR NIVEL	500		1 2 3 4 5 6	3	BUEN ESTADO BUEN PASEO
3	SE BANDA	3	INSPECCIONAR TEMPERATURA DEL HYDROREDUCTOR	120-140 °C	500		1 2 3 4 5 6	3	BUEN ESTADO BUEN PASEO
4	SE BANDA	4	AJUSTAR TORQUE TORILLO/FIJACION DEL HYDROREDUCTOR	VERIFICAR EL TORQUE DE AJUSTE	1000		1 2 3 4 5 6	3	BUEN ESTADO BUEN PASEO
5	SE BANDA	5	INSPECCIONAR ALINEACION Y CENTRADO DE LA CINTA TRANSPORTADORA	100-150 mm entre la cinta y el soporte	1000		1 2 3 4 5 6	3	BUEN ESTADO BUEN PASEO
6	SE BANDA	6	INSPECCIONAR ESTADO CINTA TRANSPORTADORA	> 0.5 mm de holgura	1000		1 2 3 4 5 6	3	BUEN ESTADO BUEN PASEO
7	SE BANDA	7	INSPECCIONAR ESTADO DE LA TRANSMISION DEL BOLLIDO PRINCIPAL DE ABASTEC	NO OLVIDAR	1000		1 2 3 4 5 6	3	BUEN ESTADO BUEN PASEO
8	SE BANDA	8	AJUSTAR TORQUE TORILLOS DEL BOLLIDO PRINCIPAL DE ABASTEC	INSPECCIONAR EL TORQUE DE AJUSTE	1000		1 2 3 4 5 6	3	BUEN ESTADO BUEN PASEO
9	SE BANDA	9	INSPECCIONAR JUEGO DEL JE CON RESPECTO AL BOLLAMIENTO	< 0.5 mm de holgura	1000		1 2 3 4 5 6	3	BUEN ESTADO BUEN PASEO
10	SE BANDA	10	INSPECCIONAR ESTADO DE LA SALIDA DEL BOLLIDO CABEZA DE RETORNO	NO OLVIDAR	1000		1 2 3 4 5 6	3	BUEN ESTADO BUEN PASEO
11	SE BANDA	11	AJUSTAR TORQUE TORILLOS DEL BOLLIDO CABEZA DE RETORNO	INSPECCIONAR EL TORQUE DE AJUSTE	1000		1 2 3 4 5 6	3	BUEN ESTADO BUEN PASEO
12	SE BANDA	12	INSPECCIONAR ESTADO RESGASTE DE LOS RODAMIENTOS (R)	> 0.5 mm de holgura	1000		1 2 3 4 5 6	3	BUEN ESTADO BUEN PASEO
13	SE BANDA	13	AJUSTAR ALTURA PASAPIEDES PRIMARIOS Y SECUNDARIOS	DEBEREN SER 12	1000		1 2 3 4 5 6	3	BUEN ESTADO BUEN PASEO
14	SE BANDA	14	INSPECCIONAR GUNO BOLLIDO DE RETORNO O TIPO ARTEZA	NO OLVIDAR EL BOLLIDO	1000		1 2 3 4 5 6	3	BUEN ESTADO BUEN PASEO
15	SE BANDA	15	INSPECCIONAR ESTADO DE LOS CILINDROS LATERALES	> 0.5 mm de holgura	1000		1 2 3 4 5 6	3	BUEN ESTADO BUEN PASEO
16	SE BANDA	16	AJUSTAR TORQUE TORILLOS DE FIJACION DE LOS CILINDROS LATERALES	VERIFICAR EL TORQUE DE AJUSTE	1000		1 2 3 4 5 6	3	BUEN ESTADO BUEN PASEO
17	SE BANDA	17	INSPECCIONAR ALINEACION SOBRETE Y BOLLAMIENTO	VERIFICAR EL BOLLAMIENTO	1000		1 2 3 4 5 6	3	BUEN ESTADO BUEN PASEO
18	SE BANDA	18	AJUSTAR TORQUE PASAPIEDES DE FIJACION DEL BOLLAMIENTO	COMPROBAR EL TORQUE DE AJUSTE	1000		1 2 3 4 5 6	3	BUEN ESTADO BUEN PASEO
19	SE BANDA	19	CAMBIO DE GRASA AL BOLLAMIENTO	USAR GRASA SAE 150	1000		1 2 3 4 5 6	3	BUEN ESTADO BUEN PASEO
20	SE BANDA	20	INSPECCIONAR ESTADO DE LA TRANSMISION DEL BOLLIDO PRINCIPAL DE ABASTEC	NO OLVIDAR	1000		1 2 3 4 5 6	3	BUEN ESTADO BUEN PASEO

Por otro lado, las inspecciones y mediciones deben ser cumplidas rigurosa y eficientemente, y sus resultados registrados y procesados para definir el momento más adecuado para efectuar el predictivo.

### 3.1.3 DESDE LO OPERACIONAL

Por último, desde lo operacional se estratifica toda la información posible para ser recolectada y analizada previamente por los técnicos, con el objetivo de obtener soluciones definitivas que le apunten a la estrategia y a la filosofía de gestión de activos.

Actualmente toda esta información se lleva en los diferentes centros de gestión, dicha información es canalizada a través del centro de información de RV (CIR) y se utilizan diferentes softwares para ingresar toda la información que se recoge en el día a día

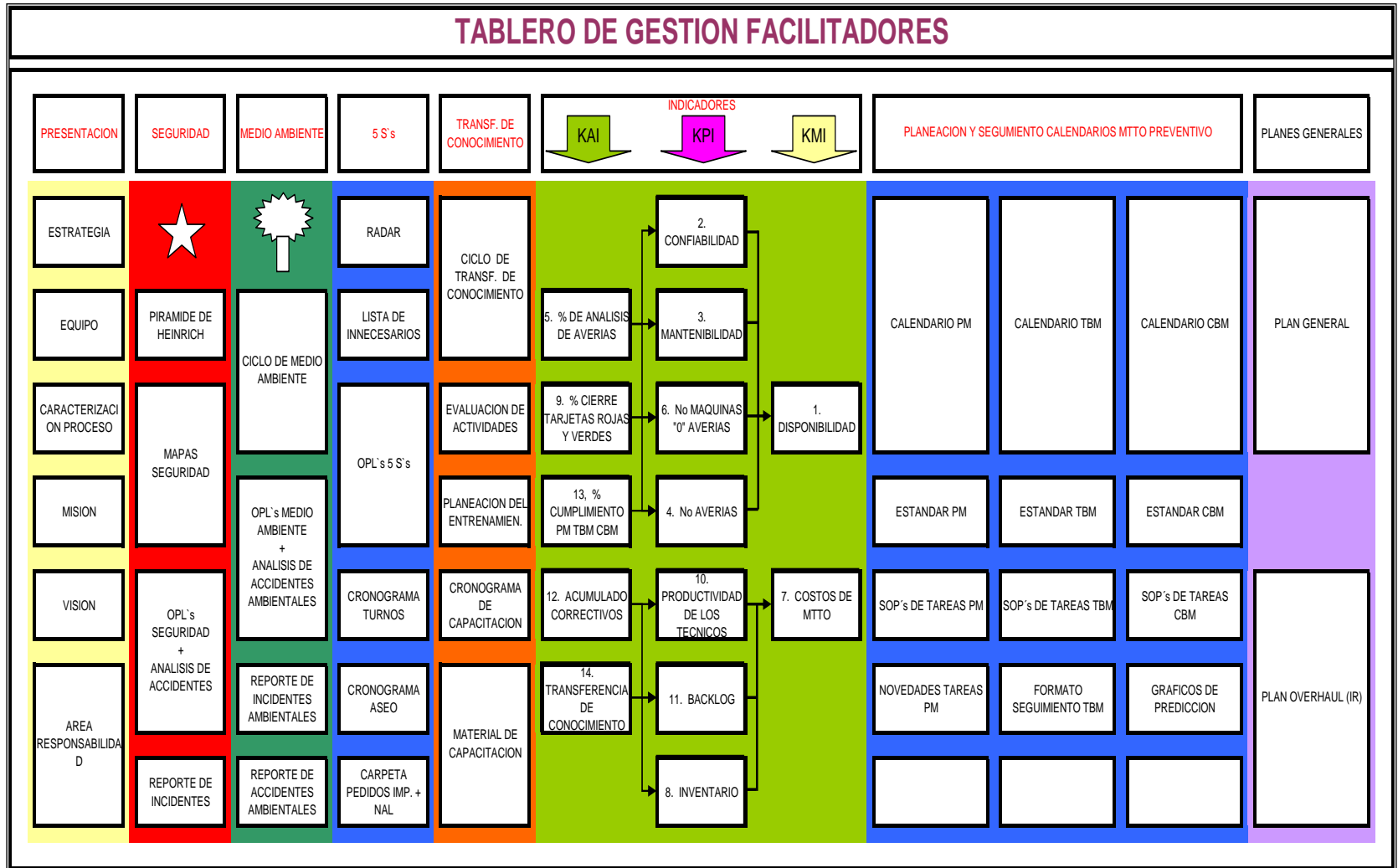
Los modelos desde la operación son los siguientes:

Figura 32, Gestión desde lo Técnico

TABLERO DE GESTION DE LOS TECNICO							
							
No DE AVERIAS	No DE AVERIAS	No DE AVERIAS	No DE AVERIAS	No DE AVERIAS	No DE AVERIAS	No DE AVERIAS	No DE AVERIAS
TARJETAS FUGUAI	TARJETAS FUGUAI	TARJETAS FUGUAI	TARJETAS FUGUAI	TARJETAS FUGUAI	TARJETAS FUGUAI	TARJETAS FUGUAI	TARJETAS FUGUAI
CASOS DE CORRECTIVO	CASOS DE CORRECTIVO	CASOS DE CORRECTIVO	CASOS DE CORRECTIVO	CASOS DE CORRECTIVO	CASOS DE CORRECTIVO	CASOS DE CORRECTIVO	CASOS DE CORRECTIVO
No DE LUP's	No DE LUP's	No DE LUP's	No DE LUP's	No DE LUP's	No DE LUP's	No DE LUP's	No DE LUP's
ANALISIS DE CAUSA RAIZ	ANALISIS DE CAUSA RAIZ	ANALISIS DE CAUSA RAIZ	ANALISIS DE CAUSA RAIZ	ANALISIS DE CAUSA RAIZ	ANALISIS DE CAUSA RAIZ	ANALISIS DE CAUSA RAIZ	ANALISIS DE CAUSA RAIZ

Fuente: Corona S.A

Figura 33, Tablero Facilitadores



Fuente: Corona S.A

## 4 MODELO DE MANTENIMIENTO PROPUESTA

### 4.1 DESDE LOS ESTRATEGICO

#### 4.1.1 REDEFINIR LA CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS

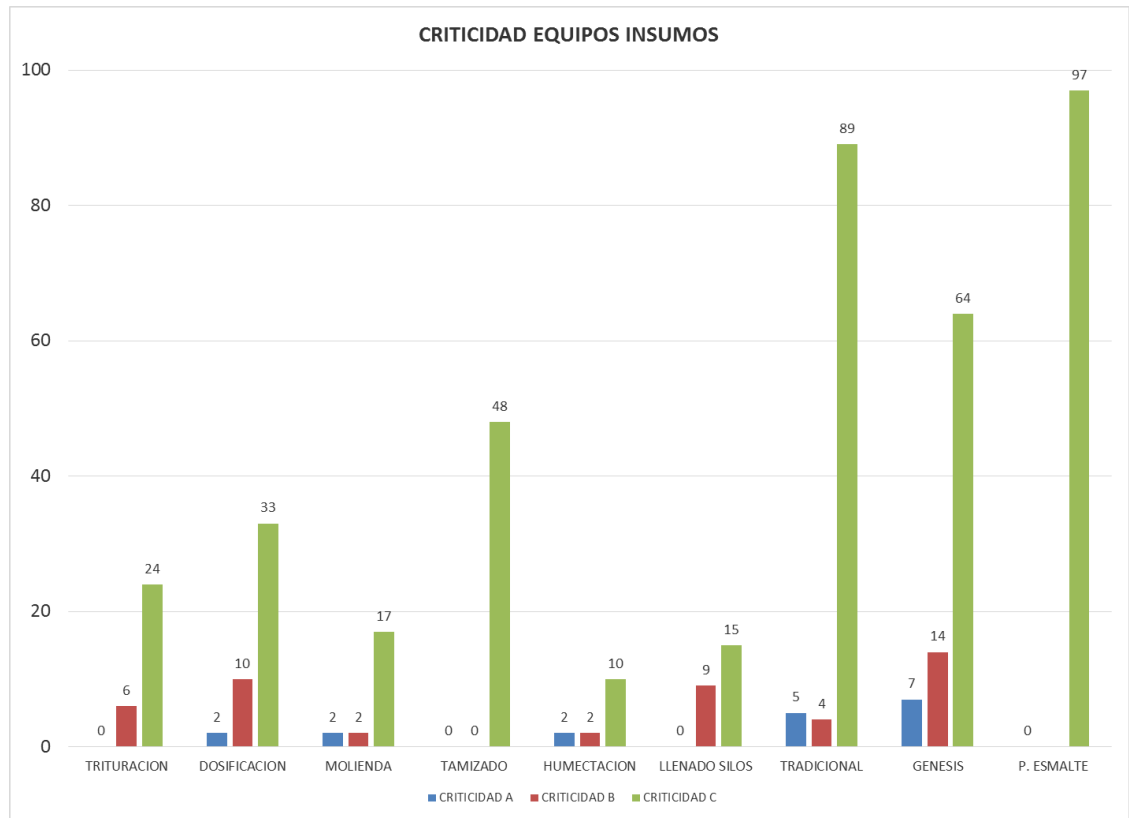
Actualmente en el área de Insumos se montaron y se retiraron equipos con la llegada de nuevas tecnologías para el proceso de revestimiento, aumentando la capacidad de metros cuadrados fabricados, a la fecha el área de Insumos quedo con 486 activos, razón por la cual se recomienda reevaluar nuevamente la criticidad de los activos según la matriz establecida corporativamente.

Tabla 3, Criticidad de Equipos encontrada

EQUIPO	CRITICIDAD A	CRITICIDAD B	CRITICIDAD C
TRITURACION	0	6	24
DOSIFICACION	2	10	33
MOLIENDA	2	2	17
TAMIZADO	0	0	48
HUMECTACION	2	2	10
LLENADO SILOS	0	9	15
TRADICIONAL	5	4	89
GENESIS	4	17	66
P. ESMALTE	0		119
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>50</b>	<b>421</b>

Utilizando los criterios de la matriz de criticidad definidos por corona se realizó una simulación quedando así; pasó de 4 a 15 activos criticidad A, de 33 a 50 criticidad B y 390 a 421 criticidad C esto debido al impacto en el proceso productivo por fallas, costo, seguridad y medio ambiente.

Figura 34, Distribución grafica de Criticidad de Equipos año 2017

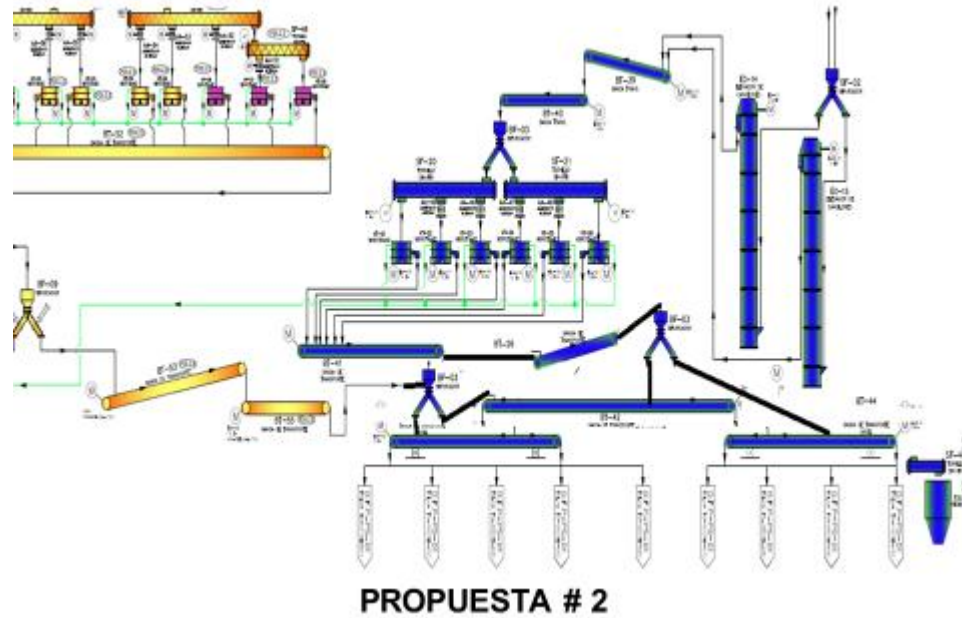


#### 4.1.2 LOS COSTOS

Planear los costos que se requieren en cada mantenimiento según la criticidad de los equipos, se propone retomar nuevamente la práctica de utilizar el ejemplo de la figura, con el objetivo de que el técnico pueda solicitar los repuestos necesarios conociendo el costo de estos y a su vez permite tener un mayor control del presupuesto y control de inventarios.



Figura 37, Propuesta 2 BT-42



## 4.2 DESDE LOS TÁCTICO

Alternativas propuestas en los equipos que entregan materia al proceso de ensamble

Figura 38, Estándar Retroalimentado

MPT ColCerámica		ESTANDAR DE MANTENIMIENTO		PLANEADO	AUTONOMO	Codigo Vigente	DIRECCIONAL N°							
LÍNEA	TOLVAS TRADICIONAL	No.	Item	Criterio	Método	Herramientas	Frecuencia	T	D	S	Q	M	Persona Resp.	
		1	AJUSTAR TORQUE TORNILLO DEL BASTIDOR	TORNILLO 10mm, TORQUE DE 150-170m	SOP	TORCOMETRO, CUADRANTE DE 1/2" COPA DE 17mm	1	2	3	4	60		3	ENLY ALQUINDAR HORNO PARRA
		2	INSPECCIONAR NIVEL DE ACEITE DEL MOTORREDUCTOR	CENTRO DE LA MÉRILLA	SOP	VISUAL LLAVE HITA DE 22	1	2	3	4	30		3	ENLY ALQUINDAR HORNO PARRA
		3	INSPECCIONAR TEMPERATURA DEL MOTORREDUCTOR	+0 -99 ° 0	LUP	TERMOMETRO DIGITAL DE LASER	1	2	3	4	10		1	ENLY ALQUINDAR HORNO PARRA
		4	AJUSTAR TORQUE TORNILLO FIJACION DEL MOTORREDUCTOR	TORNILLO 14mm, TORQUE DE 12,25m	LUP	TORCOMETRO, CUADRANTE DE 1/2" COPA DE 19,25mm	1	2	3	4	10		1	ENLY ALQUINDAR HORNO PARRA
		5	INSPECCIONAR ALINEACION Y CENTRADO DE LA CINTA TRANSPORTADORA	10mm DEL BASTIDOR A LA CINTA	LUP	FLECOMETRO CALIBRADOR	1	2	3	4	20		1	ENLY ALQUINDAR HORNO PARRA
		6	INSPECCIONAR ESTADO CINTA TRANSPORTADORA	+0 -8 5mm DE DESGASTE	LUP	CALIBRADOR O PIE DE REY	1	2	3	4	20		3	ENLY ALQUINDAR HORNO PARRA
		7	INSPECCIONAR ESTADO DE LA SOLDADURAS DEL RODILLO PRINCIPAL DE ARRASTRE	SIN FISURAS	LUP	VISUAL Y LINTERNA	1	2	3	4	20		1	ENLY ALQUINDAR HORNO PARRA
		8	AJUSTAR TORQUE TORNILLOS DEL BUFIN RODILLO PRINCIPAL DE ARRASTRE	DESGASTE = 0,3" ± 0,14mm, TOR 10mm"	LUP	TORCOMETRO, CUADRANTE DE 1/2" COPA DE 16,5mm	1	2	3	4	30		3	ENLY ALQUINDAR HORNO PARRA
		9	INSPECCIONAR JUEGO DEL EJE CON RESPECTO AL RODAMIENTO	+0 -0,25mm DE DESGASTE	LUP	CALIBRADOR O PIE DE REY	1	2	3	4	10		1	ENLY ALQUINDAR HORNO PARRA
		10	INSPECCIONAR ESTADO DE LA SOLDADURA RODILLO CABEZA DE RETORNO	SIN FISURAS	LUP	VISUAL Y LINTERNA	1	2	3	4	30		1	ENLY ALQUINDAR HORNO PARRA
		11	AJUSTAR TORQUE TORNILLOS DEL BUFIN, DEL RODILLO CABEZA DE RETORNO	DESGASTE = 0,3" ± 0,14mm, TOR 10mm"	LUP	TORCOMETRO, CUADRANTE DE 1/2" COPA DE 16,5mm	1	2	3	4	30		3	ENLY ALQUINDAR HORNO PARRA
		12	INSPECCIONAR ESTADO DE LOS RASPADORES 1 Y 2	+0 -0,425mm DE LONGITUD	LUP	CALIBRADOR O PIE DE REY	1	2	3	4	10		1	ENLY ALQUINDAR HORNO PARRA
		13	AJUSTAR ALTURA RASPADORES PRIMARIOS Y SECUNDARIOS	GRADUAR A 2,5mm	LUP	LLAVE HITA DE 10	1	2	3	4	30		1	ENLY ALQUINDAR HORNO PARRA
		14	INSPECCIONAR GIRO RODILLOS DE RETORNO O TIPO ARTESA	SIN RUEDOS O FRENADOS	LUP	LLAVE HITA DE 17mm	1	2	3	4	60		1	ENLY ALQUINDAR HORNO PARRA
		15	INSPECCIONAR ESTADO DE LOS CAUCHOS LATERALES	+0 -0,425mm DE DESGASTE	LUP	CALIBRADOR O PIE DE REY	1	2	3	4	60		3	ENLY ALQUINDAR HORNO PARRA
		16	AJUSTAR TORQUE TORNILLOS DE FIJACION DE LOS CAUCHOS LATERALES	TORNILLO 10mm, TORQUE DE 150-170m	LUP	TORCOMETRO, CUADRANTE DE 1/2" COPA DE 17mm	1	2	3	4	30		1	ENLY ALQUINDAR HORNO PARRA
		17	INSPECCIONAR ALINEACION SOPORTE Y RODAMIENTO YAR	DESALINEAMIENTO = 2mm O FISURADO	LUP	GOINOMETRO Y BOLA	1	2	3	4	30		1	ENLY ALQUINDAR HORNO PARRA
		18	AJUSTAR TORQUE PRISIONEROS DEL RODAMIENTO YAR	14mm	LUP	TORCOMETRO, CUADRANTE DE 1/2" COPA DE 16,5mm	1	2	3	4	30		3	ENLY ALQUINDAR HORNO PARRA

Uno de los objetivos de este proyecto es buscar herramientas o alternativas que aumenten la confiabilidad con equipos o herramientas alternas que aseguren la continuidad del proceso.

Figura 39, Alternativa para aumentar confiabilidad

PEDIDOS DE TOLVAS TRADICIONAL 01 - 02 - 2017		
SILOS DE 27 TONELADAS		
MITTO DE VALVULAS ESTRELLA, CAMBIO DE EJE Y CHUMACERAS	"SILOS 1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-12-13-14-15-18-19-20-22-23-27-29"	
CAMBIO DE CARCAZA DE LA VÁLVULA ESTRELLA	" SILOS 7-8-11-22-21-22-28"	
CAMBIO DE PIÑONERIA Y CADENA POR ANSI 60	" SILOS 2-3-4-5-6-7-8-9-11-12-13-14-15-19-21-22-23-27-28-29"	
MITTO DE LAS LAMINAS INTERNAS, EXTERNAS Y FLANCHE DE LOS SILOS	LA MAYORÍA DE LOS SILOS	
BANDAS Nº 37 - Nº 38		
RODILLO MOTRIZ	NO HAY REPUESTO DEL RODILLO MOTRIZ	
RODILLO CONDUCCION	NO HAY REPUESTO DEL RODILLO CONDUCCION	
CHASIS	REPARAR CHASIS PARTE DE LOS RODILLOS MOTRICES	
ELEVADORES PORTACANGILONES Nº 14 - Nº 15		
LAMINAS DEL DIVERTI	EN LOS DOS ELEVADORES	
CAPACETE SUPERIOR	EN LOS DOS ELEVADORES	
TAMICES Nº 21 - Nº 22 - Nº 23 - Nº 24 - Nº 25 - Nº 26		
AROS PORTA MALLA O RED	TAMICES Nº 21 - Nº 22 - Nº 23 - Nº 24 - Nº 25 - Nº 26	"CANTIDAD 6 AROS"
ANILLOS DE TENCIÓN DE MALLA	TAMICES Nº 21 - Nº 22 - Nº 23 - Nº 24 - Nº 25 - Nº 26	"CANTIDAD 10 ANILLOS"
ANILLO DE SUJESIÓN	TAMICES Nº 21 - Nº 22 - Nº 23 - Nº 24 - Nº 25 - Nº 26	"CANTIDAD 3 AROS"
DISCO ELEMENTO DEL MOTOVIBRADOR	TAMICES Nº 21 - Nº 22 - Nº 23 - Nº 24 - Nº 25 - Nº 26	"CANTIDAD 2 DISCOS"
MUELLES O RESORTES	TAMICES Nº 21 - Nº 22 - Nº 23 - Nº 24 - Nº 25 - Nº 26	"CANTIDAD 48 UNIDADES"
VÁLVULAS ESTRELLA Nº 45 - Nº 46 - Nº 47 - Nº 48		
REPARACIÓN DE VÁLVULAS ESTRELLAS		
MITTO A LOS REDUCTORES		
BANDAS Nº 26 - Nº 39 - Nº 40 - Nº 41 - Nº 42 - Nº 43 - Nº 44 - Nº 53 - Nº 55		
MODIFICACIÓN DE CHUMACERAS VIPARTIDAS		
MODIFICACIÓN DE RODILLOS MOTRIZ Y CONDUCCION CON ANILLO CONICO CHAVETERO		
MODIFICACIÓN DE LA BANDA Y CHASIS DE LA BT 42		
MOTORREDUCTOR DE TRANSLACIÓN DE LAS BANDAS 43 Y 44	NO HAY REPUESTO	

Fuente: Los Autores

#### 4.2.1.1 CAPACITACIÓN

Capacitar al personal técnico involucrado en la labor de mantenimiento para el uso de la erp SAP; en la actualidad Colceramica ha implementado la ERP SAP, por lo tanto, es necesario y muy importante iniciar con la capacitación del personal técnico para utilizar el módulo de mantenimiento de SAP como herramienta fundamental en el desarrollo del mantenimiento para el negocio.

#### 4.2.1.2 HERRAMIENTAS DE DIAGNOSTICO A EQUIPOS CRITICOS

Proponer alternativas de mantenimiento predictivo para las bandas críticas, como medición de espesores, líquidos penetrantes, medición de aceites, vibraciones y ultrasonidos, donde aplique.

#### 4.2.1.3 SMED

Diseñar e implementar herramientas y métodos para realizar cambio rápido de partes (SMED)

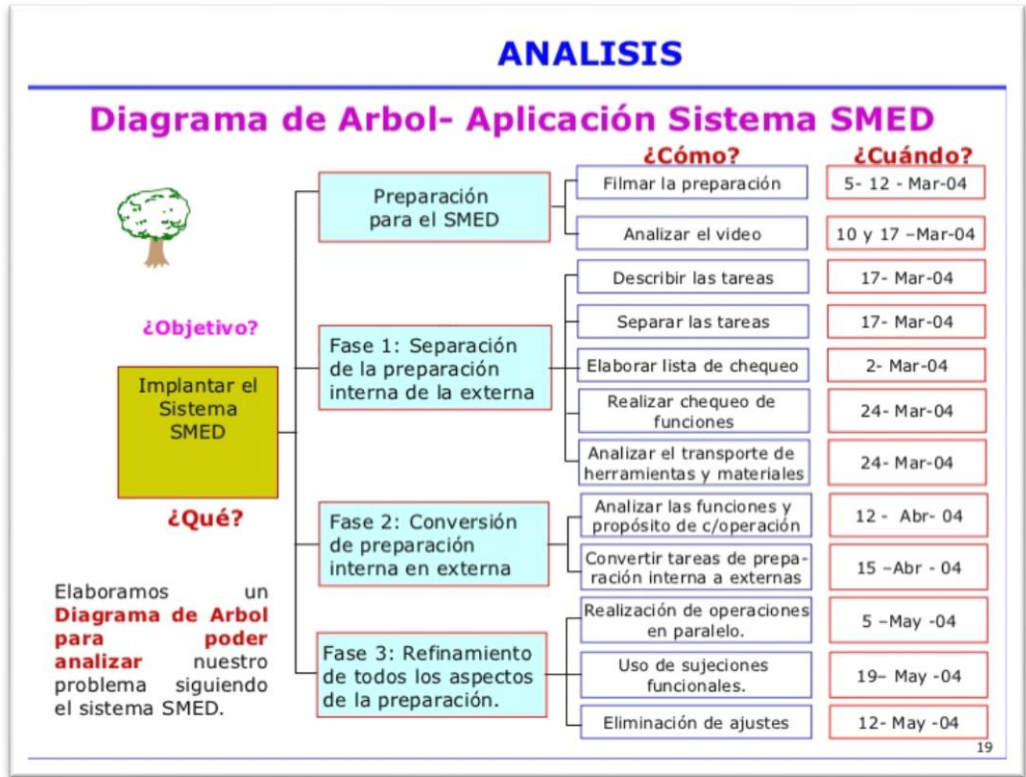
*Figura 40, Equipos Confinados*



Fuente: Corona S.A

La propuesta consiste en fabricar y conseguir las herramientas necesarias para realizar cambio rápido de partes la metodología SMED nos dice que se los cambios se deben realizar en el menor tiempo posible.

Figura 41, Pasos Implementación SMED



### 4.3 DESDE LO OPERACIONAL

#### LISTA DE CHEQUEOS

Se debe aplicar más el mantenimiento de inspección y reparación desde lo proactivo, actualmente no se tienen medios de control que permitan visualizar este mantenimiento de una forma más efectiva con el claro objetivo de identificar fallos que se puedan percibir desde los sentidos, es de entender que muchos de los equipos son de operación continua, por lo tanto se debe plantear otro tipo de inspección en lo posible medible y que se pueda realizar de manera segura, por ejemplo la implementación de sensores de temperatura, vibración, alineación, nivel entre otros.

#### RUTA DE LUBRICACION:

Inspecciones periódicas programadas. Consiste en revisar a intervalos fijos, independientemente de su estado original, piezas o componentes de las máquinas y equipos críticos en el proceso de producción. El propósito principal de las inspecciones es obtener información útil acerca del estado de las partes del equipo. La información de estas inspecciones es utilizada para predecir fallas y planear acciones de mantenimiento, dependiendo del estado del

equipo.

El sistema de inspecciones periódicas estará conformado de acuerdo al grado de intervención en el equipo y su intervalo de ejecución.

- **Inspecciones de rutina.** Es el conjunto de actividades de mantenimiento de primer nivel que ejecuta el operario al inicio y durante la marcha del equipo. Las inspecciones de rutina incluyen actividades de detección de fallas, lubricación, ajustes y aseo del equipo. A este tipo de inspección se le llama mantenimiento autónomo.
- **Inspecciones periódicas menores.** Estas inspecciones, que por su mayor importancia, frecuencia y cantidad de ítems diferentes se realizan en forma periódica, con el objeto de la detección precoz del comienzo de anomalías o futuras fallas técnicas. Este tipo de inspecciones involucran actividades de mantenimiento tipo mecánico y eléctrico.
- **Inspecciones periódicas mayores.** Cuando los límites de vida son de valores elevados o abarcan periodos relativamente dilatados, se efectúan inspecciones periódicas mayores, que generalmente atienden elementos estructurales, subconjuntos de dinámica muy restringida y zonas de características especiales.

ENLAZAR ESTANDARES, CALENDARIOS Y PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO; actualmente el mantenimiento programado del departamento no cuenta con un sistema de control establecido , hoy en día funciona a través de un programa que se enlaza con las ordenes programadas de producción y se envía una plantilla de programación , cada centro de gestión tiene autonomía en planear su programa de mantenimiento pero no existe certeza de que este se encuentre enlazado con los estándares y calendarios de los activos, por último la gestión de dicho mantenimiento no queda registrada en ninguna base de datos o sistema de información donde se permita hacer registro y seguimiento a las actividades preventivas ejecutadas.

CARGAR INFORMACION EN SAP DE LOS MANTENIMIENTO PREVENTIVOS EJECUTADOS.

## 5 CONCLUSIONES

- Con la entrada de nuevas tecnologías al proceso, fue necesario aplicar nuevamente la matriz de criticidad en los equipos para redefinir y proponer a la compañía como quedaría la distribución de criticidad de los activos inicialmente en el área de Insumos.
- Se realiza una propuesta a la jefatura de planta de la nueva distribución en las bandas alimentadoras de materia prima en el área de Insumos hacia el proceso de ensamble, con el objetivo de aumentar la disponibilidad y confiabilidad en estos activos para dar continuidad en los hornos, se entrega la propuesta al área de Ingeniería para su validación y homologación.
- Se propone un modelo de mantenimiento estratégico y táctico generando una mejora en los análisis de averías presentadas y retroalimentación estándares y calendarios PM, TBM, CMB. Se retroalimenta y capacita al pilar de autónomo como apoyo fundamental para el aumento de la confiabilidad de los equipos en el área de Insumos.
- Se propone utilizar la ERP SAP desde el módulo PM como herramienta directa y efectiva en la programación de mantenimientos, solicitud de repuestos y entrega de información oportuna de los indicadores claves de gestión, esto con el fin de eliminar pérdidas por sobre mantenimientos, pérdidas por falta de repuestos, pérdidas administrativas y de planeación.
- Diseñar mejoras que permitan aumentar el cambio rápido de partes por mantenimientos programados y paros no programados. Utilizar metodología SMED.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

**BORRAS PINILLA, Carlos.** Principios de mantenimiento. Bogotá. 2016, Páginas 50-60

**CABRERA CALVA, Rafael Carlos.** Manual de Manufactura Esbelta. 2014. 724

**Corona S.A., [en línea],** disponible en: <http://www.corona.co/> , Consultado Enero 2 de 2017

**DEL CASTILLO-SERPA, A.M.** Análisis de criticidad personalizados, {En línea}. Fecha. {29 de junio de 2016}, disponible en <http://docplayer.es/42426634-Analisis-de-criticidad-personalizados.html>

**Introducción al TPM,** Universidad Nacional de Colombia, Unidad de educación Continuada, Bogotá Colombia marzo 26 - 30

**MOUBRAY, Jhon.** *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.* North Carolina : Aladon Ltd, 2004. p.7.

**NASA,** Reability Centered Maintenance Guide of Facilities and Collateral Equipment.

**ORTIZ, Daniel.** Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Bogotá, 2016. Memorias de clase

**SANCHÉZ PEREZ, Diego Alejandro.** Estructuración del mantenimiento productivo total (tpm) como herramienta de mejoramiento continuo en la línea de inyección de aluminio fábrica de motores y ventiladores siemens S.A, Bogotá d.c.,104, Proyecto De Grado Para Optar Al Título De Ingeniero De Producción, Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Facultad Tecnológica Ingeniería De Producción

**SIERRA ÁLVAREZ, Gabriel Antuán,** Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrias AVM S.A., Bucaramanga,2004, Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Mecánico, Universidad Industrial De Santander, Facultad De Ingenierías Físico – Mecánicas

**SILVA ARDILA, Pedro.** Mantenimiento En La Práctica Lo que un Gerente de Confiabilidad debe Saber, 2009, Paginas 103-105

**SUZUKI, Tokutarō.** *TPM en las industrias de proceso.* Madrid : TGP-Hoshin, 1996.