

**ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DEL
SECTOR METALMECÁNICO**

**CAMILO ANDRÉS CASTILLO ACOSTA
JOSE RODRIGO VACA ROA**

**UNIVERSIDAD ECCI
DIRECCIÓN DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BOGOTÁ D.C.
2016**

**ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DEL
SECTOR METALMECÁNICO**

CAMILO ANDRÉS CASTILLO ACOSTA

JOSE RODRIGO VACA ROA

**Monografía como opción de grado para optar al título de Especialista en Gerencia de
Mantenimiento**

DIRECTOR:

Ing. MIGUEL ÁNGEL URIÁN TINOCO

Especialista en Gerencia de Mantenimiento

UNIVERSIDAD ECCI

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO

BOGOTÁ D.C.

2016

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado.

Firma del jurado.

Firma del jurado.

Bogotá, Julio de 2016

DEDICATORIAS

Este trabajo va dedicado a mi familia que con la ayuda de Dios nos ha dado la fortaleza de lograr y afrontar todas adversidades que nos presenta la vida, a mi esposa Carol León por su amor y apoyo incondicional en el alcance de nuestras metas y de una manera muy especial a mi amada hija Gabriela Castillo que con su risa y su ternura da brillo a nuestra existencia.

CAMILO ANDRES CASTILLO ACOSTA

Este trabajo va dedicado a Dios y mi familia los cuales me dieron la fortaleza para continuar, a mi padre Pedro Joaquín Vaca Roa en paz descansa él fue reflejo de trabajo, esmero, dedicación, apoyo y sobre todo sacrificio para mi vida, a mi Madre Luz Marina Roa Moreno por ese empeño, amor y dedicación en mis actos y a mis hermanos por estar conmigo apoyándome en todo momento lo cual es el complemento de unión y fortaleza para mi soporte de vida personal y laboral.

JOSE RODRIGO VACA ROA

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos

A los docentes Nelson Rojas y Miguel Urián directores de proyecto porque con sus conocimientos y experiencias profesionales nos brindaron el apoyo necesario para sacar esta investigación adelante.

Al personal de esta empresa que nos permitió hacer esta investigación y en especial a la Ingeniera Lina Cruz y al personal de mantenimiento que dispusieron de su tiempo y nos brindaron los recursos necesarios para que la presente investigación tuviera un desarrollo adecuado y llegara a su buen término

CARTA APROBACIÓN DE SUSTENTACIÓN

ACTA DE ACEPTACIÓN

CONTENIDO

Contenido	
INTRODUCCIÓN	13
RESUMEN	14
ABSTRACT.....	15
PALABRAS CLAVES	16
KEY WORDS	17
1. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN	18
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	19
2.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	19
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	19
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	20
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	20
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	20
4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIONES	21
4.1 JUSTIFICACIÓN	21
4.2 DELIMITACIÓN	21
5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN	23
5.1 MARCO TEORICO	23
5.1.1 QUE ES EL MANTENIMIENTO.....	23
5.1.1.1 Evolución del mantenimiento durante el siglo xx	24
5.1.1.2 Tendencias en la gestión de mantenimiento	25
5.1.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	26
5.1.4 VENTAJAS, INCONVENIENTES Y APLICACIONES DE LOS TIPOS DE MANTENIMIENTO	28
5.1.5 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ASISTIDO POR ORDENADOR (GMAO)....	30
5.1.5 CAMPOS A GESTIONAR EN UN SISTEMA (GMAO)	31
5.2 ESTADO DEL ARTE	32
6. TIPO DE INVESTIGACION	35
7. DESARROLLO METODOLÓGICO	36
7.1 RECOLECCION DE LA INFORMACIÓN.....	36
7.1.1 INDICADORES DE MANTENIMIENTO AÑO 2015.....	37

7.1.2 MATRIZ DE LA EXCELENCIA EN MANTENIMIENTO	39
7.2 ANALISIS DE LA INFORMACIÓN.....	41
7.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN.	43
7.4 IMPACTO ESPERADO	45
8. FUENTES DE OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN	46
8.1. FUENTES PRIMARIAS.....	46
8.2. FUENTES SECUNDARIAS	46
9. ANALISIS FINANCIERO.....	47
10 .TALENTO HUMANO.....	50
11. CONCLUSIONES.....	51
12. RECOMENDACIONES	52
13. BIBLIOGRAFIA.....	53
13.1 BIBLIOGRAFIA	53
13.2 REFERENCIAS ELECTRONICAS	53
14. ANEXOS.....	54

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Evolucion del mantenimiento durante el siglo xx.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 2 Tendencias en la gestion de mantnimiento.	26
Ilustración 3 Tipos de Mantenimiento	26
Ilustración 4 Gestion en un sistema (GMAO).....	32
Ilustración 5 Grafico panorama de correctivos registrados 2015	37
Ilustración 6 Grafico panorama preventivos 2015	38
Ilustración 7 Grafico registro ordenes generadas año 2015.	38
Ilustración 8. Resultado evaluación del diagnóstico de Mantenimiento a Junio 2016.....	39
Ilustración 9. Criterios de Evaluacion	39
Ilustración 10. Niveles de Clasificación.....	40
Ilustración 11. Resultado Evaluacion diagnostico de mantenimiento a junio 2016.....	40
Ilustración 12. Puntaje Diagnostico de Mantenimiento a junio 2016.....	41
Ilustración 13. Capacitacion del Personal.....	49

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Los niveles de mantenimiento según su intensidad.....	27
Tabla 2. Mantenimiento Correctivo: Ventajas, Inconvenientes y Aplicaciones	28
Tabla 3 Mantenimiento Preventivo: Ventajas, Inconvenientes y Aplicaciones	29
Tabla 4. Mantenimiento Predictivo; Ventajas, Inconvenientes y Aplicaciones	29
Tabla 5. Tipos de investigacion	35
Tabla 6 Cronograma de actividades	37
Tabla 7. Puntaje Evaluacion Matriz de la Excelencia	41
Tabla 8. Acciones de Mejora.....	43
Tabla 9. Costos del Proyecto	47

INTRODUCCIÓN

La siguiente investigación tiene como propósito realizar un análisis a la gestión de mantenimiento en una empresa del sector metalmecánico. Con el fin de evaluar, analizar y recomendar Estrategias efectivas que ayuden a mejorar el desempeño de las tareas del departamento de mantenimiento al momento planear, ejecutar y controlar los trabajos asignados departamento, adicional mejorar el entorno en otras áreas involucradas para que faciliten el desempeño de la gestión.

RESUMEN

En este proyecto de investigación se desarrolla un análisis a la gestión del mantenimiento en una empresa del sector metalmeccánico.

En el mismo se establece una evaluación basada en la matriz de la excelencia de mantenimiento para observar y analizar en qué clase de mantenimiento se encuentra actualmente la compañía y según los datos obtenidos percibir si son enfocados o no a la visión de la organización.

Como estrategia de mejora según los hallazgos detectados, sugerir nuevas herramientas basadas en TPM y RCM2 que ayuden a mejorar sus indicadores de gestión no solo de área de mantenimiento sino también de otras áreas que conforman la compañía.

Con base a lo anterior, esta investigación dará un aporte un fortalecimiento en cuanto a mejorar las herramientas de medición y control para enfocar aquellas debilidades detectadas en acciones de mejora tanto el departamento de mantenimiento como otras áreas involucradas.

ABSTRACT

In this research project an analysis to maintenance management is developed in a company in the metalworking sector

In the same one based on excellence matrix to observe maintenance assessment is established. And analyze what kind of maintenance is currently the company and according to data obtained are focused perceive whether or not the vision of the organization.

As a strategy for improvement according to the detected findings suggest new TPM -based tools and RCM2 to help improve their management indicators not only maintenance area but other areas that make up the company.

Based on the above, this research will contribute a strengthening in improving the measurement and control tools to focus on those weaknesses detected in actions to improve both the maintenance department and other areas involved.

PALABRAS CLAVES

- Excelencia
- Producción
- Gestión
- Mantenimiento Productivo Total
- Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

KEY WORDS

- Excellence
- Producción
- Management
- Total Productive Maintenance
- Reliability Centered Maintenance

1. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN

Análisis de la Gestión de Mantenimiento en una empresa del sector metalmeccánico.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La gestión de Mantenimiento es de suma importancia en una organización ya que esto garantiza el correcto funcionamiento de los activos que cumplen con la demanda de los clientes.

Durante el año 2015 el departamento de mantenimiento reporto una confiabilidad y disponibilidad de sus activos en un ochenta por ciento (80%), lo cual los obliga a buscar nuevos mecánicos que ayuden a mejorar los indicadores en cuanto a la planeación, ejecución y control de los trabajos asignados en mantenimiento.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Con base en lo expresado anteriormente, en el problema de investigación, se propone la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo la medición en la gestión de mantenimiento en una empresa del sector metalmeccánico, puede aportar a la identificación de problemas que llevan a una baja confiabilidad y disponibilidad en los activos?

1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Cómo ha sido el comportamiento en la gestión de mantenimiento en esta empresa del sector metalmeccánico?
- ¿De qué modo afecta el desempeño basado en la gestión de mantenimiento a otras áreas de la compañía?
- ¿Cuenta el departamento de mantenimiento, con el apoyo necesario para cumplir con sus tareas por parte de otras áreas de la compañía?

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Analizar la gestión de Mantenimiento en una empresa del sector metalmecánico. mediante herramientas que ayuden a observar el panorama actual del departamento y así brindar recomendaciones que ayuden a mejorar la gestión en el área.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer las condiciones actuales de la gestión mantenimiento en la compañía a Investigar.
- Evaluar Mediante la matriz de la excelencia de mantenimiento en qué nivel se encuentra la compañía en cuanto a la planeación, ejecución y verificación de trabajos asignados al departamento de mantenimiento.
- Sugerir como Estrategia de mejora nuevas herramientas de medición y control para que sean implementadas en los activos basados en la metodología del TPM y RCM2.

4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIONES

4.1 JUSTIFICACIÓN

Dicha empresa. se ha caracterizado durante 50 años en ofrecer productos con los más altos estándares de calidad, lo cual ha permitido establecerse como empresa líder en el mercado del sector mobiliario, en la actualidad cuenta con una gran variedad de líneas que permiten a sus clientes obtener un servicio integral para todo tipo de espacios e ideas de negocio, su marca, refleja el significado de experiencia y calidad, garantía y servicio en el mercado nacional e internacional.

El tema propuesto en esta investigación permite desarrollar temáticas acordes con la Especialización en Gerencia de Mantenimiento y brinda la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos.

Se considera que el tema a analizar es de gran importancia ya que brinda a esta empresa. acciones de mejora en el departamento de mantenimiento en su planeación, ejecución y control en las tareas de mantenimiento, dando como resultado una mejora en sus indicadores de confiabilidad y disponibilidad. Con el objetivo de cumplir con la alta demanda de sus clientes.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta investigación tiene como finalidad realizar un trabajo que genere un aporte desde la especialización de gerencia de mantenimiento al sector productivo de manufactura Metalmecánica (sector mobiliario), Brindando un análisis basado en herramientas efectivas a nivel mundial para el mejoramiento no solo del departamento de mantenimiento si no también un desempeño más efectivo en otras áreas de la compañía.

4.2 DELIMITACIÓN

ESPACIO (GEOGRÁFICO): Esta investigación será desarrollada en una empresa del sector metalmecánico en la ciudad de Bogotá - Colombia.

TIEMPO: Esta investigación será realizada desde el mes el mes de Enero del 2016 hasta el mes de Julio del 2016 y estará basada en necesidades específicas de la compañía.

CONTENIDO: El acceso a cierta información clasificada que no se ha entregado por el ente a evaluar.

4.3 LIMITACIÓN

ECONÓMICA: La investigación cuenta solo con recursos de los investigadores para su ejecución.

NORMATIVA: La compañía brinda la información necesaria para la consulta y análisis de los investigadores.

5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 MARCO TEORICO

5.1.1 QUE ES EL MANTENIMIENTO

“Es la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios. En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo” (Navarro, 2004)

De este se pueden deducir varias actividades como lo son: prevenir y/o corregir averías, cuantificar y/o evaluar el estado de las instalaciones, aspecto económico (costes).

En los años 70, en Gran Bretaña nació una nueva tecnología, la Tero tecnología (del griego conservar, cuidar) cuyo ámbito es más amplio que la simple conservación:

"La Tero tecnología es el conjunto de prácticas de Gestión, financieras y técnicas aplicadas a los activos físicos para reducir el "coste del ciclo de vida".

El concepto anterior implica especificar una disponibilidad de los diferentes equipos para un tiempo igualmente especificado.

Todo ello nos lleva a la idea de que el mantenimiento empieza en el proyecto de la máquina. En efecto, para poder llevar a cabo el mantenimiento de manera adecuada es imprescindible empezar a actuar en la especificación técnica (normas, tolerancias, planos y demás documentación técnica a aportar por el suministrador) y seguir con su recepción, instalación y puesta en marcha; estas actividades cuando son realizadas con la participación del personal de mantenimiento deben servir para establecer y documentar el estado de referencia. A ese estado nos referimos durante la vida de la máquina cada

vez que hagamos evaluaciones de su rendimiento, funcionalidades y demás prestaciones.
(Navarro, 2004)

Son misiones de mantenimiento:

- La vigilancia permanente y/o periódica.*
- Las acciones preventivas.*
- Las acciones correctivas (reparaciones).*
- El reemplazamiento de maquinaria.

Los objetivos implícitos son:

- Aumentar la disponibilidad de los equipos hasta el nivel preciso.
- Reducir los costes al mínimo compatible con el nivel de disponibilidad necesario.
- Mejorar la fiabilidad de máquinas e instalaciones.
- Asistencia al departamento de ingeniería en los nuevos proyectos para facilitar la mantenibilidad de las nuevas instalaciones.

5.1.1.1 Evolución del mantenimiento durante el siglo xx

Durante la evolución de mantenimiento en el siglo xx se consideran tres etapas, denominadas como primera, segunda y tercera generación, donde se contemplan los objetivos que están marcados a lo largo del tiempo al igual que los medios necesarios para alcanzar estos objetivos según los decenios expuestos en su época por múltiples empresas.

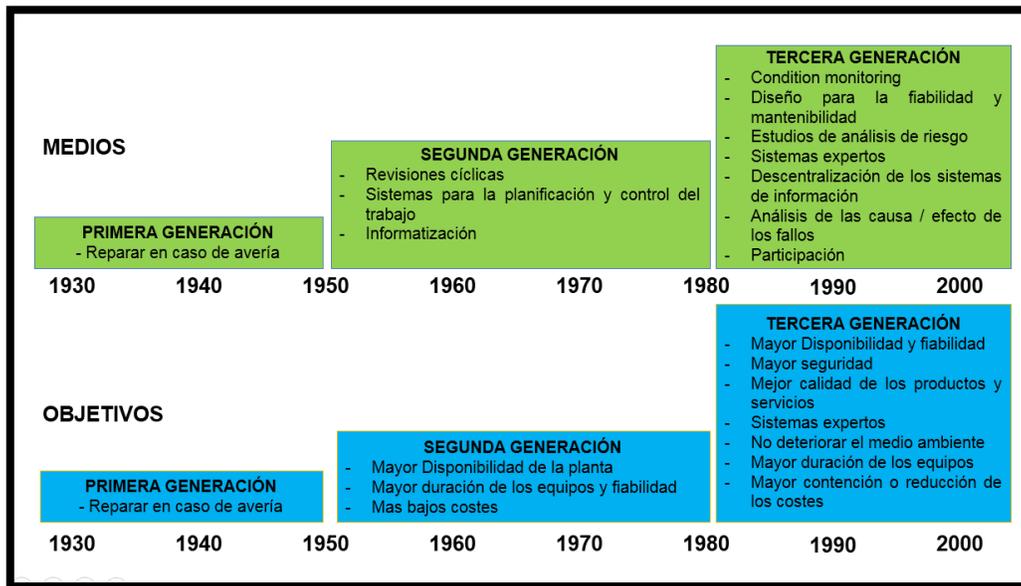


Ilustración 1. Evolución del mantenimiento durante el siglo xx (Fernández, 2009)

5.1.1.2 Tendencias en la gestión de mantenimiento

Después de la tercera generación en cuando objetivos del mantenimiento impuestos en el siglo xx, se refleja la necesidad de integrar nuevos conceptos de mantenimiento que en los últimos decenios del siglo xx, los cuales se han planteado de forma aislada, de allí surgieron los nuevos conceptos de RCM (Reability Centered Maintenance) o los de TPM (Total Productive Mantenance) los cuales brindan herramientas las cuales se pueden integrar a los sistemas de mantenimiento existentes en busca de una mejora continua los departamentos tanto de mantenimiento como otros que hacen parte de la organización. (Fernandez, 2009)

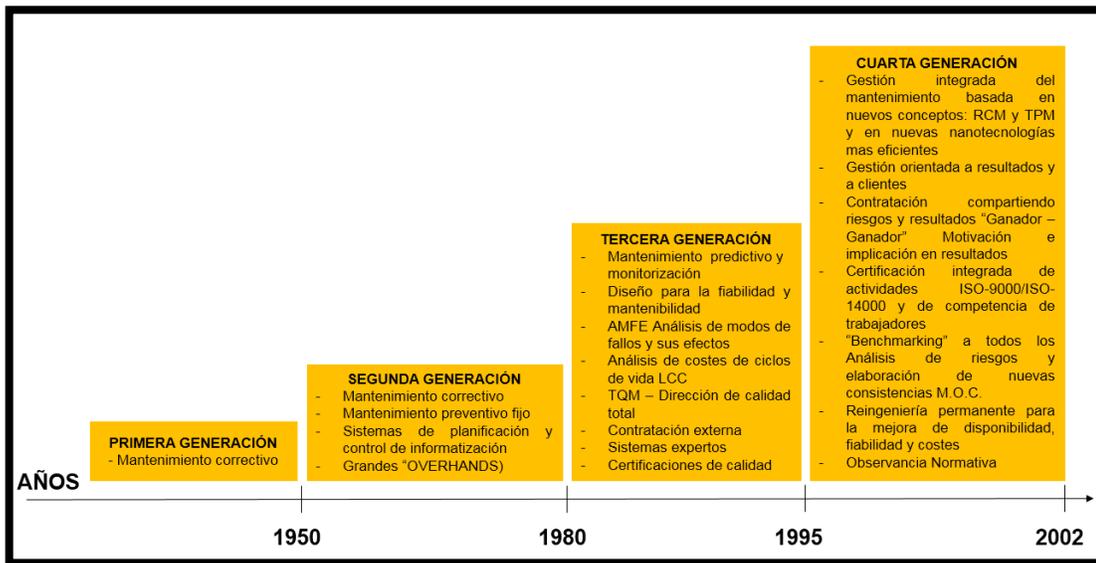


Ilustración 2. Tendencias en la Gestión de Mantenimiento (Fernández, 2009)

5.1.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Es existen diferentes tipos de mantenimiento y ellos se clasifican dependiendo del estado del activo o maquina en:

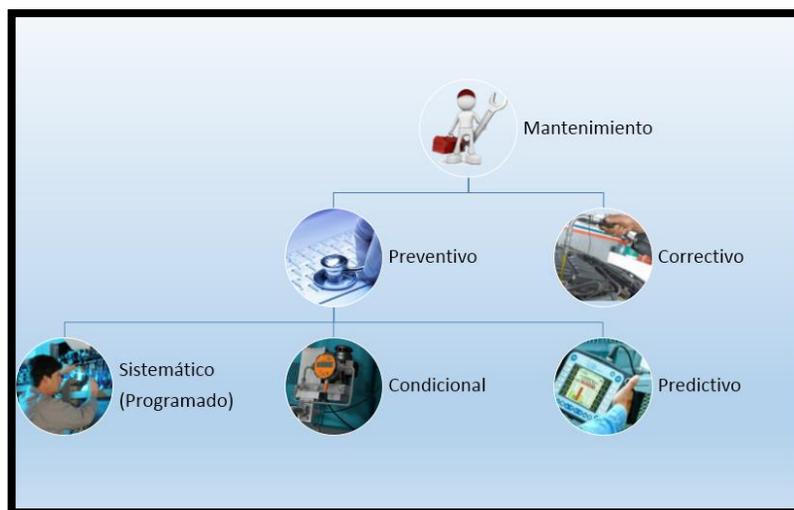


Ilustración 3 Autores, 2016

- **Mantenimiento Correctivo:** son todas aquellas acciones que son necesarias realizarlas en el activo para dejarlo en las condiciones en que se encontraba antes de existir la avería.
- **Mantenimiento Preventivo:** Es aquel efectuado con intención de reducir la probabilidad de fallo y este puede ser aplicado en dos modalidades: Mantenimiento Preventivo Sistemático o Programado: efectuado a intervalos regulares de tiempo, según un programa establecido y teniendo en cuenta la criticidad de cada máquina y la existencia o no de reserva, Mantenimiento Preventivo Condicional o según condición: es aquel subordinado a un acontecimiento predeterminado. (Navarro, 2004).
- **El Mantenimiento Predictivo:** es toda actividad que no se requiere intervenir el activo para diagnosticar posibles fallas antes de que suceda.

5.1.3 NIVELES DE MANTENIMIENTO.

Tabla 1. Los niveles de mantenimiento según su intensidad

NIVEL	CONTENIDO	PERSONAL	MEDIOS
1	Ajustes simples previstos en sitios accesibles y fáciles de efectuar.	Operador in situ	Herramienta ligera
2	Arreglos por cambio estándar, operaciones menores de preventivo.	Técnico habilitado, in situ	Herramienta ligera, repuestos necesarios en stock
3	Identificación y diagnóstico de averías, reparación por cambio de componentes y reparaciones mecánicas menores.	Técnico especialista in situ o taller	Herramienta, aparatos de medida, bancos de ensay, control etc...
4	Trabajos importantes de mantenimiento correctivo y preventivo.	Equipo dirigido por Técnico especializado (Taller)	Herramienta Especifica, Material de ensayos control, etc...
5	Trabajos de Grandes reparaciones, Renovaciones	Equipo completo,	Maquinas, Herramientas

		Taller especializado	específicas de fabricación
--	--	----------------------	----------------------------

Fuente: (Navarro, 2004)

5.1.4 VENTAJAS, INCONVENIENTES Y APLICACIONES DE LOS TIPOS DE MANTENIMIENTO

Los Mantenimientos Correctivos, Preventivos y Predictivos cumplen la funcionalidad de llevar o Mantener el equipo en funcionamiento pero cada uno de estos trae sus pros y contras, es importante saber cuándo aplicarlos según los requerimientos, necesidades de la compañía y los recursos con los que cuenta el departamento de mantenimiento.

Tabla 2. Mantenimiento Correctivo: Ventajas, Inconvenientes y Aplicaciones

Mantenimiento Correctivo		
Ventajas	Inconvenientes	Aplicaciones
No se requiere una gran infraestructura técnica ni elevada capacidad de análisis.	Las averías se presentan de forma imprevista lo que origina dificultades en la producción.	Cuando el costo total de las paradas ocasionadas sea menos que el costo total de las acciones preventivas.
Máximo aprovechamiento de la vida útil de los equipos.	Riesgo de fallos de elementos difíciles de adquirir, lo que se hace necesario un stock de repuestos que generan gastos de bodegaje y otros.	Esto se da en sistemas secundarios cuyos problemas o averías en ningún momento afectan de manera importante la producción.
	Baja calidad del mantenimiento como consecuencia la poca disponibilidad de tiempo para reparar.	Estadísticamente es el más aplicado en la mayoría de las industrias.

Fuente: (Navarro, 2004)

Tabla 3. Mantenimiento Preventivo: Ventajas, Inconvenientes y Aplicaciones

Mantenimiento Preventivo		
Ventajas	Inconvenientes	Aplicaciones

Importante reducción de paradas imprevistas en maquinaria y equipos.	No se aprovecha totalmente la vida útil de los equipos.	Equipos de naturaleza mecánica o electromecánica sometidos a desgaste seguro.
Solo es adecuado cuando, por la naturaleza de la maquinaria o equipo, existe una cierta relación entre probabilidad de fallos y duración de la vida útil.	Aumenta el gasto y disminuye la disponibilidad si no se elige convenientemente las frecuencias de intervenciones preventivas.	Equipos cuya relación fallo – duración de vida útil es bien conocida

Fuente: (Navarro, 2004)

Tabla 4. Mantenimiento Predictivo: Ventajas, Inconvenientes y Aplicaciones

Mantenimiento Predictivo		
Ventajas	Inconvenientes	Aplicaciones
Determinación optima del tiempo para realizar el mantenimiento preventivo.	Requiere personal capacitado e instrumentación de análisis lo que lo hace más costoso.	Maquina Rotativa, Motores Eléctricos
Ejecución sin interrumpir las actividades diarias del equipo maquina	No es viable una monitorización de todos los parámetros funcionales significativos, por lo que pueden presentarse averías no detectadas por el programa de detección de fallas.	Equipos Estáticos
Mejora el conocimiento y el control del estado del equipo.	Se pueden presentar averías en el intervalo de tiempo comprendido entre dos medidas consecutivas.	Instrumentación.

Fuente: (Navarro, 2004)

5.1.5 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ASISTIDO POR ORDENADOR (GMAO)

La cantidad de informaciones cotidianas disponibles en un servicio de mantenimiento implica medios de recogida, almacenamiento y tratamiento que solo lo permite el útil informático.

Un programa de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO) ofrece un servicio orientado hacia la gestión de las actividades directas del mantenimiento, es decir, permite programar y seguir bajo los tres aspectos, técnico, presupuestario y organizacional, todas las actividades de un servicio de mantenimiento y los objetos de esta actividad a través de terminales distribuidos en oficinas técnicas, talleres, almacenes y oficinas de aprovisionamiento.

Debe tener una concepción modular que permita una implantación progresiva, aunque en cualquier caso hay que contar con un esfuerzo importante para la "documentación completa de las nomenclaturas" antes de poder ser utilizados.

Un programa GMAO puede implicar una "eficaz modificación de las funciones del mantenimiento". Lo ideal es que, en un primer momento, no modifique demasiado los procedimientos, pero ayude a precisarlos. (Navarro, 2004)

Podemos indicar que aporta las siguientes principales ventajas:

- Exige que se ponga orden en el servicio de mantenimiento.
- Mejora la eficacia.
- Reduce los costos de mantenimiento.
- Es una condición previa necesaria para mejorar la disponibilidad de los equipos.

Las cifras medias conocidas de rentabilidad son:

- Reducción de un 6% en los costos de mantenimiento (mano de obra, propia, ajena, materiales, repuestos).
- Mejora de un 15% de la eficacia industrial (productividad, carga pendiente, urgencias, horas extras, tiempos perdidos, eficacia de las acciones por decisiones tomadas en base a una información veraz y actual, mejor aprovechamiento de los recursos, etc.).

- Tiempo de retorno de la inversión de dos años.

En cuanto a los gastos de su implantación, indicar que no es sólo el costo del programa la inversión total de implantación de un programa GMAO suele ser:
(Navarro, 2004)

- Costo del Software, 25%
- Costo del Hardware, 25%
- Tiempo dedicado a la documentación e integración, 35%
- Formación de usuarios, 15%

5.1.5 CAMPOS A GESTIONAR EN UN SISTEMA (GMAO)

Existen diversas de programas bajo la denominación GMAO esta son:

Programas de Gestión del Mantenimiento, bastante parecidos a los de Gestión Administrativa; su función fundamental es llevar informáticamente la función de mantenimiento, sus gastos de mano de obra y de material, así como los stocks de repuestos.

Programas de ayuda a la decisión y a la optimización de las funciones de preventivo, que permiten decidir las acciones y sus frecuencias en función de los informes de intervenciones.

[Programas de ayuda a la explotación de los equipos que utilizan informaciones de disponibilidades y de ayuda al diagnóstico.

Entre las funciones más frecuentes a realizar están las siguientes:

- Gestión de datos técnicos
- Gestión del mantenimiento de equipos
- Gestión de compras y subcontrataciones
- Gestión de stock de repuestos
- Seguimiento y control de gastos de mantenimiento
- Sistema de información (Cuadro de Mando)



Ilustración 4 Autores, 2016

5.2 ESTADO DEL ARTE

Mantenimiento centrado en confiabilidad como estrategia para apoyar los indicadores de disponibilidad y paradas forzadas en la Planta Oscar A. Machado EDC.

En el Documento el Autor nos da a conocer vivencias adquiridas con la aplicación de principios y conceptos fundamentales utilizados en el Mantenimiento Centrado en la confiabilidad y nos muestra diferentes estrategias para apoyar indicadores de Disponibilidad de los equipos y paradas forzadas en unidades de generación de una planta. (Hung, 2009)

Del Mantenimiento Correctivo al Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

En el Artículo el Autor nos da una visión de la evolución que ha experimentado el mantenimiento en el tiempo, según la según las características y el desarrollo tecnológico de cada época, desde las antiguas concepciones hasta las prácticas modernas en los países del primer mundo, en aras de comparar éstas con las condiciones actuales en que Cuba desarrolla la gestión del mantenimiento y la aplicación futura de las

modernas concepciones, en un sistema integrado acorde a las condiciones actuales del País. (Linares Depestre, 2012)

Procedimiento para la planeación integrada Producción – Mantenimiento a nivel táctico.

En el Documento se propone un procedimiento para la integración entre la planificación de la producción y la planificación del mantenimiento a nivel táctico. En su estructura se integran elementos del análisis del valor, el mantenimiento centrado en la confiabilidad y la teoría del control borroso, aplicada a un método existente para la selección de estrategias de mantenimiento. Las salidas fundamentales del procedimiento consisten en la definición de las funciones de los activos fijos que realmente añaden valor al sistema de producción, la estrategia de mantenimiento más conveniente a cada activo y las modificaciones que, en caso necesario, deben ser adoptadas en el plan táctico de producción debido a posibles problemas de capacidad en el subsistema de Mantenimiento. Su aplicación se realizó de manera parcial, tomando como objeto de estudio práctico un taller de elaboración de productos plásticos, quedando establecido, para el equipo prioritario, la estrategia de mantenimiento más conveniente. (Díaz Cazañas, 2016)

Gestión de activos centrada en confiabilidad. Estudio de Caso

El Documento nos muestra como el proceso de Gestión de Activos Centrada en Confiabilidad - RCAM, fue desarrollado como una aproximación para la descripción y análisis de las estrategias de mantenimiento y restitución de activos de manera preventiva, las cuales están referidas a estrategias de gestión de activos aplicadas a sistemas de potencia. La metodología RCAM se enfoca en la evaluación del desempeño técnico-económico del sistema eléctrico mediante la consideración de eventos y aspectos relevantes de los componentes de dicha red, tales como, salidas de línea, tiempos de operación, tecnología de los activos, entre otros.

La metodología hace una evaluación probabilística de la confiabilidad de estos componentes de red, teniendo en cuenta un largo período de tiempo de aplicación de la misma. Esto permite establecer cuales componentes de la red deben ser intervenidos de manera preventiva o reemplazados y cuál es el momento óptimo para realizar esta acción. (Carlos Rodelo Rueda, 2010)

6. TIPO DE INVESTIGACION

Existen diversos tipos de investigación, los cuales se nombraran a continuación para conocer las características de cada tipo y así definir cuál investigación que más se acomoda a nuestro proyecto.

Tabla 5: Tipo de investigación

TIPOS DE INVESTIGACION	CARACTERISTICAS
HISTORICA	analiza eventos del pasado y busca involucrarlos con otros del presente
DOCUMENTAL	Analiza la información escrita sobre el rema objeto de estudio.
DESCRIPTIVA	reseña rasgos , cualidades o atributos de la población objeto de estudio
CORRELACIONAL	mide grado de relación entre variables de la población estudiada
EXPLICATIVA	da razones del por qué los fenómenos , analiza una unidad específica del universo
ESTUDIOS DE CASO	recoge información del objeto de estudio en oportunidad única , compara los datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios
EXPERIMENTAL	analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o as variables que son independiente sobre otras que son independientes

Fuente: www.uniecci...

Por consiguiente el tipo de investigación que se realizara es la descriptiva y estudio de caso. Con este tipo de investigación se permite obtener información acerca del entorno, donde se gestionan las labores de mantenimiento en la compañía Industrias Cruz Hermanos S.A. en miras de evaluar y brindar estrategias de mejora que aporten a un crecimiento enfocado a la visión de la compañía.

7. DESARROLLO METODOLÓGICO

7.1 RECOLECCION DE LA INFORMACIÓN

El presente trabajo se perfila como una investigación de tipo cuantitativo descriptivo, en donde a partir de la investigación; se analiza según datos otorgados por la compañía en qué estado actual se encuentra; según informes de mantenimiento anual (año 2015), en la gestión de mantenimiento, se evaluara en base a la matriz de la excelencia en mantenimiento las evidencias detectadas con el fin de auditar según esta en qué clase de mantenimiento se encuentra y enfocado a la visión de la compañía permitirse analizar hacia qué clase de mantenimiento quieren llegar, con el fin de sugerirles herramientas basadas en TPM y RCM2 que pueden integrar a sus rutinas de mantenimiento actuales con el objeto de mejorar tanto el departamento de mantenimiento en su planeación, ejecución y control de tareas, como en la participación de las otras áreas que están involucradas en este proceso de mejora continua.

Para este fin a continuación se muestra cronograma de actividades a seguir las cuales se dividen en 3 etapas de la siguiente manera:

ETAPA 1. Reconocimiento y Verificación del Departamento de Mantenimiento de la compañía a Investigar:

- 1.1. Charla con las personas involucradas en esta investigación con el fin de plantearles el trabajo a seguir.
- 1.2. Verificación de informes de Mantenimiento Año 2015 para determinar cómo ha sido el comportamiento del Mantenimiento en el año inmediatamente anterior.

ETAPA 2 Aplicación de la matriz de excelencia de mantenimiento para evaluar en qué clase de mantenimiento se encuentra la compañía actualmente.

- 2.1. Reunión de apertura para la aplicación de la matriz de excelencia de clase mundial.
- 2.2. Reunión para mostrar el estado actual del mantenimiento según la matriz y las evidencias presentadas para determinar según la visión de la compañía a qué tipo de mantenimiento desean ascender para mejorar las condiciones actuales.

ETAPA 3 Análisis de los Datos y Estudio de Estrategias a recomendar para que sean aplicadas en la compañía en miras de una mejora tanto del departamento de mantenimiento como las áreas que hacen parte del proceso.

3.1. Según los datos obtenidos realizar el análisis y evaluar las estrategias a recomendar con la intención de que sean aplicadas en la compañía si así lo desean.

3.2. Concluir etapas establecidas en la Investigación.

Cronograma de actividades

Tabla 6. Cronograma de actividades.

ETAPAS INVESTIGACION	AÑO 2016					
	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
ETAPA 1						
1.1						
1.2						
ETAPA 2						
2.1						
2.2						
ETAPA 3						
3.1						
3.2						

Fuente: Autores, 2016

7.1.1 INDICADORES DE MANTENIMIENTO AÑO 2015

Durante el desarrollo de la etapa 1 se logró evidenciar las siguiente información contenida en el informe presentando a principios del año 2016 donde refleja el comportamiento tanto de mantenimiento preventivos, correctivos y ordenes generadas al departamento durante el año 2015.



Ilustración 5. Grafico panorama de correctivos registrados 2015 (Inf. Enero 2016)

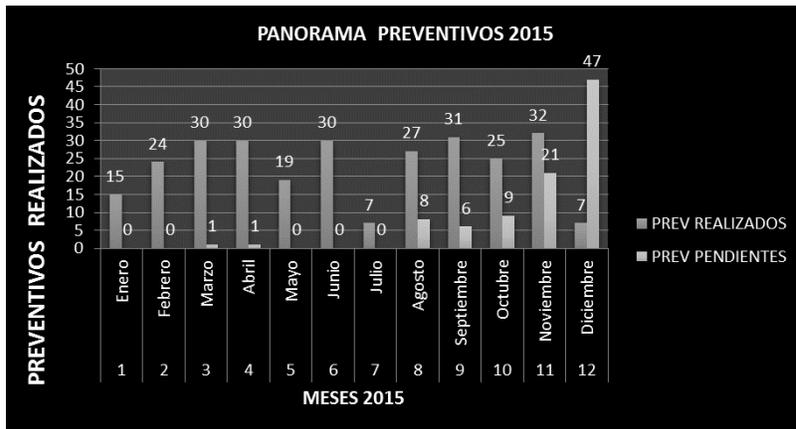


Ilustración 6. Grafico panorama preventivos 2015 (Inf. Enero 2016)

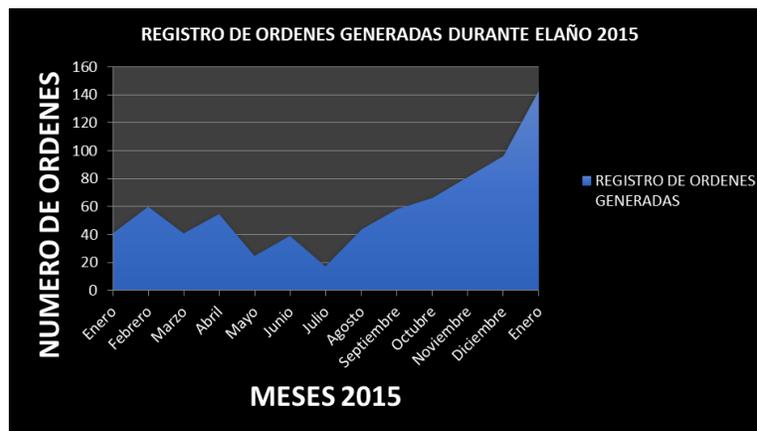


Ilustración 7. Grafico registro de ordenes generadas año 2015 (Inf. Enero 2016)

Según indagación al jefe de Mantenimiento de la compañía, durante el año 2015 se reportó una confiabilidad del 80% de los activos de la compañía, lo cual indica que tuvo una leve mejora en comparación al año 2014 que se reportó una confiabilidad del 76% respectivamente.

7.1.2 MATRIZ DE LA EXCELENCIA EN MANTENIMIENTO

Durante la Etapa 2 se ejecutó la presente herramienta de medición que nos permitió observar de una manera evaluativa el entorno global de la gestión de mantenimiento de la compañía, con un objetivo muy claro y es mejorar lo que se tiene actualmente con base a la visión de la misma para que la gestión de mantenimiento sea encaminada a un recurso de ingresos y no en un inconveniente para la gerencia (Matriz de la Excelencia Anexo 8).

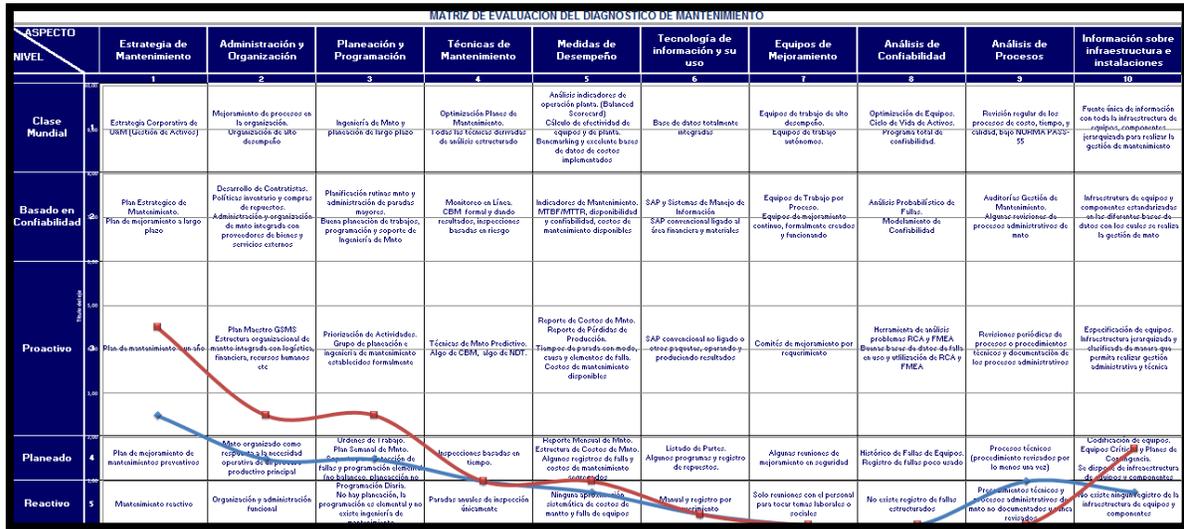


Ilustración 8. Resultado evaluación del diagnóstico de Mantenimiento a Junio 2016

Para los criterios de evaluación en el puntaje diagnóstico se tuvo en cuenta la siguiente tabla:

Puntaje Diagnóstico
1.00 = Efectivamente implementado en todas las operaciones
0.75 = Efectivamente implementado en la mayoría de las operaciones / Proceso en consolidación en todas las operaciones.
0.50 = Efectivamente implementado en algunas de las operaciones / Proceso iniciando implementación en todas las operaciones.
0.25 = Efectivamente implementado en solo una operación / Proceso en definición en todas las operaciones.
0.00 = No implementado

Ilustración 9. Criterios de Evaluación

Como resultado de esta evaluación se observó una tendencia hacia el mantenimiento planeado y reactivo donde se obtuvo, un puntaje de 9,25 en la autoevaluación y de 13,50 en el validado por la matriz (Ver ilustración 11.), dando como resultado de la misma que la compañía en la actualidad se encuentra en un puntaje de gestión de mantenimiento que la clasifica en **Mantenimiento Correctivo** (Ver ilustración 12.).

NIVELES DE CLASIFICACIÓN	
Entre 80 y 100	Mantenimiento CLASE MUNDIAL
Entre 60 y 80	Mantenimiento BASADO EN CONFIABILIDAD
Entre 20 y 60	Mantenimiento PROACTIVO
Entre 10 y 20	Mantenimiento PLANEADO
Entre 0 y 10	Mantenimiento REACTIVO

Ilustración 10. Niveles de Clasificación

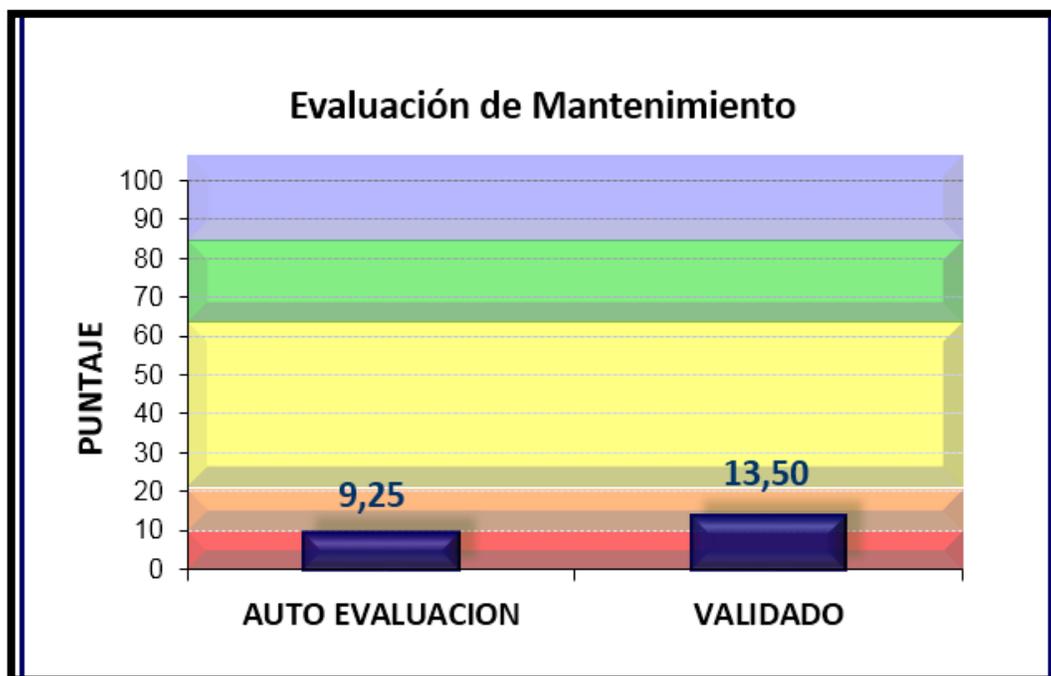


Ilustración 11. Resultado evaluación diagnóstico de Mantenimiento a Junio 2016

10.3	<i>Especificación de equipos.</i> Infraestructura jerarquizada y clasificada de manera que permita realizar gestión administrativa y técnica	2	X	0,25	0,50
10.4	<i>Codificación de equipos.</i> <i>Equipos Críticos y Planes de Contingencia.</i> Se dispone de infraestructura de equipos y componentes debidamente estructurada en algún medio magnético.	1	X	0,25	0,25
10.5	No existe ningún registro de la infraestructura de equipos y componentes	0	X	0,00	0,00
	Sub-total	10		0,75	1,75
	TOTAL	100		9,25	13,50
VALIDADO					

PUNTAJE GESTION DE MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO
---	---------------------------------

Ilustración 12. Puntaje diagnóstico de Mantenimiento a Junio 2016

7.2 ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

Esta puntuación durante la evaluación se debe a la falta de evidencias durante la misma y se pudo observar en los siguientes ítems descritos en la Tabla 7. (Tabla de Evaluación Anexo 8), (Criterios de Evaluación Evidencias Anexo 9)

Tabla 7. Puntaje Evaluación Matriz de la Excelencia.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO			
ASPECTO	EVIDENCIA	TOTAL PUNTAJE AUTOEVALUACION	TOTAL PUNTAJE PONDERADO
Estrategia de Mantenimiento	Se observó plan de mantenimiento a un año donde se encuentra el responsable asignado el área a intervenir.	2,5	4,5
Administración y Organización	Se evidencia planes integrales de mejora pero no estructurados, se realizan reuniones para revisar la programación semanal.	1,5	2,5

Planeación y Programación	Se hallaron algunas rutinas de mantenimiento, ordenes de trabajo semanal y mensual, planes de mantenimiento semanal y una programación de tareas.	1,5	2,5
Técnicas de Mantenimiento	Se evidencia registro de paradas imprevistas donde se aprovechó para realizar otras laboras de mantenimiento	1	1
Medidas de Desempeño	Se observó algunos registros de fallas pero no son estructurados, el departamento efectúa la elaboración y ejecución de presupuesto, se realiza una evaluación de desempeño del personal y se analizan algunos indicadores, el reporte se realiza mensual.	0,75	1
Tecnología de Información y su Uso	Solo algunos equipos tienen listado de partes pero no se tiene control en el proceso de planeación, se tiene una base de datos en el área de almacén pero no está vinculada con el área de mantenimiento para verificar el estado de stock de repuestos.	0,25	0,25
Equipos de Mejoramiento	No encontró evidencia de reuniones con el personal en desarrollo de acciones de mejoramiento en el departamento de mantenimiento.	0	0
Análisis de Confiabilidad	No se evidencio un listado de equipos críticos con sus códigos de fallas estándar, ni un sistema informático donde se pueda realizar un seguimiento.	0	0
Análisis de Procesos	Existen procedimientos aun no documentados	1	0
Información sobre infraestructura e instalaciones	Se evidencian archivos en Excel y Word, la documentación no se encuentra debidamente estructurada donde se pueda evaluar la criticidad de los equipos.	0,75	1,75

Fuente Autores 2016

7.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN.

Durante la Etapa 3, como base a la propuesta de solución para alcanzar el mantenimiento planeado el cual es el requerido por la compañía en la actualidad. Es importante la aplicación de ciertas acciones de mejora y herramientas que pueden ayudar a alcanzarlo, con el objeto de estas son gestionadas y analizadas en la siguiente tabla.

Tabla 8. Acciones de Mejora.

MANTENIMIENTO PLANEADO		
ASPECTO	REQUISITOS PARA EL NIVEL	ACCIONES DE MEJORA
Técnicas de Mantenimiento	Inspecciones basada en tiempo	<p>Emplear Técnicas de Diagnóstico acorde con las actividades tanto en los equipos de uso general como en los activos críticos emplear las siguientes herramientas que ayudaran en la tarea:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Causa Raíz Formato RCA (Anexo 1) - Diagrama de Decisiones (Anexo 2) - Hoja de información RCM 2 (Anexo 3) - Hoja de Decisión RCM 2 (ANEXO 4) - Matriz de Criticidad (Anexo 10)
Medidas de Desempeño	Reporte mensual de mantenimiento, Estructura de costo de mantenimiento Algunos registros de falla y costos de mantenimiento segregados.	<p>Trabajar de manera más activa en el departamento al momento de realizar los reportes de mantenimiento, enfatizar la estructura de costos y mejorar el registro de fallas con el fin de optimizar el tiempo de respuesta al momento que esta vuelva a suceder.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diagrama de Decisiones (Anexo 2) - Orden de Trabajo (Anexo 5)
Tecnología de Información y su Uso	Listado de partes, Algunos programas y registro de repuestos.	<p>Estructurar una buena base de información en un GMAO donde según la planeación se encuentre el listado de partes requeridas y los registros de entrada y salida de repuestos con el fin de tener control de los consumibles al momento de ejecutarse mantenimientos preventivos o correctivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - software de mantenimiento (Anexo 6)

Equipos de Mejoramiento	Algunas reuniones de mejoramiento en seguridad	Realizar reuniones periódicas con el personal de mantenimiento con el objetivo de analizar y debatir el mejoramiento del plan de mantenimiento. - Acta de Reunión
Análisis de Confiabilidad	Histórico de fallas de los equipos, registro de fallas poco usado	Generar un Histórico de las fallas presentadas en los equipos críticos con el fin que si en el futuro se presenta la misma su tiempo de reestablecer su operación se rápida, de igual manera estas deben ir en un GMAO para su fácil disposición al momento de requerirse. Aplicar: - Causa Raíz (Anexo 1) - Diagrama de Decisiones (Anexo 2) - Hoja de información RCM 2 (Anexo 3) - Hoja de Decisión RCM 2 (ANEXO 4)
Análisis de Procesos	Procesos técnicos (Procedimientos revisados por lo menos una vez).	Contar con un GMAO donde se pueda centralizar toda la información de mantenimiento y que se encuentre atado a un sistema organizacional para su consulta, control y monitoreo de lo que se necesita en el área. - Software Mantenimiento (Anexo 6)
Información sobre infraestructura e instalaciones	Codificación de Equipos críticos y planes de contingencia. Se dispone de infraestructura de equipos y componentes debidamente estructurada en algún medio magnético	Planear, Ejecutar, Monitorear y Controlar el desempeño del área de mantenimiento contando con una infraestructura tecnología que ayude a optimizar el desempeño del área de mantenimiento. - Software Mantenimiento (Anexo 6)

Fuente: Autores, 2016

7.4 IMPACTO ESPERADO

Durante la implementación de las mejoras sugeridas en el plan de mantenimiento actual, se espera gradualmente un aumento en la confiabilidad y disponibilidad de los equipos intervenidos por el departamento, un óptimo tiempo de respuesta por parte del departamento de mantenimiento al momento generarse una falla de tipo correctiva y una mejora en la planeación de los mantenimientos de carácter preventivo.

Con el software de mantenimiento se espera una mejor en la gestión documental ya que facilita el acceso para consultas, revisión de inventario, fichas técnicas, hojas de vida y un mayor control de todos los parámetros e indicadores de importancia en el departamento.

8. FUENTES DE OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN

8.1. FUENTES PRIMARIAS

Como fuente principal se revisara documentación que evidencien el cumplimiento de los ítems a evaluar; se indagara con el personal directamente involucrado para aclarar y solventar la puntuación dada en la evaluación de diagnóstico de mantenimiento, adicionalmente se tendrá en cuenta la obtención de la información a través de las referencias electrónicas suministradas por la compañía.

8.2. FUENTES SECUNDARIAS

Como fuente de apoyo se tendrá acceso a Manuales de maquinaria y equipos, a libros para observar el historial del comportamiento de los activos, Hojas de vida de los activos y toda documentación que evidencie la gestión realizada por el departamento.

.

9. ANALISIS FINANCIERO

Los Costos para la ejecución de esta investigación están discriminados en la siguiente Tabla:

Tabla 9. Costos del Proyecto.

COSTOS					
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR FINAL
1	PERSONAL				
1.1	Evaluación del estado actual del departamento de mantenimiento de la compañía 8 horas semanales por 24 semanas de trabajo a un costo de \$ 100.000 horas de ingeniero. Total Horas 192 de estudio	Gl	2	\$ 19.200.000	\$ 38.400.000
1.2	Consultoría Ingeniero de Mantenimiento Total: 50 Horas Valor Hora 250.000	Gl	1	\$ 12.500.000	\$ 12.500.000
2	BIENES				
2.1	USB	Gl	1	\$ 35.000	\$ 35.000
2.2	Papelería	Gl	1	\$ 40.000	\$ 40.000
2.3	Portátil	Un	2	\$ 1.650.000	\$ 3.300.000
2.4	Impresora	Un	1	\$ 150.000	\$ 150.000
3	SERVICIOS				
3.1	Fotocopias	Gl	1	\$ 300.000	\$ 300.000
3.2	Internet	Gl	1	\$ 150.000	\$ 150.000
3.3	Transporte	Gl	1	\$ 350.000	\$ 350.000
3.4	Imprevistos	Gl	1	\$ 120.000	\$ 120.000
TOTAL COSTOS:					\$ 55.345.000

Fuente: Autores, 2016

CALCULO DEL ROI

Los beneficios económicos se empezaran a ver reflejados gradualmente al momento de poner en marcha las acciones de mejora, es importante crear la cultura en el departamento de mantenimiento y de producción para así tener unos óptimos resultados, los cuales se puedan reflejar en los indicadores de confiabilidad y disponibilidad al momento de ser revisados y evaluados.

Durante el año 2015 los costos aproximados para mantenimiento oscilaban entre los 20 y 30 millones de pesos mensuales según consulta con el departamento; para nuestro ejercicio tomamos un promedio de gasto mensual en labores de mantenimiento de 25 millones de pesos.

\$ 25.000.000 mensuales x 12 meses = \$ 300.000.000 anuales durante el año 2015

Durante la investigación se realizó la consulta con el proveedor del software de mantenimiento SAP ya que la compañía maneja actualmente módulos financieros, inventarios, producción y compras este nos brindó un valor de \$ 60.000.000 millones de pesos el software de mantenimiento en su modulación y capacitación del jefe de mantenimiento en el manejo de este.

(Costo del proyecto + Costo de Software Mantenimiento Modulo SAP) = Costo de implementación

(55.345.000 + 60.000.000) = \$ 115.345.000 Costo de implementación

Para el año 2015 se reportaron Ventas por parte de la compañía por un margen de Veintisiete mil cuatrocientos millones de pesos (\$27.400.000.000), por parte del departamento de mantenimiento para el mismo año se reportó una Disponibilidad de los equipos de 80%, el cual con las Acciones de mejora se pretende un incremento del 5%, el tiempo estimado para poner en marcha lo propuesto es de un año aproximadamente.

CALCULO DEL ROI DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Margen de Ventas año 2015 = 27.400.000.000 (Dato Obtenido Página Grupogia.com)

Utilidad Operacional año 2015 = 2.836.900.000 (Dato Obtenido Página Grupogia.com)

Costo Implementación Planes de Mejora = 115.345.000

Tiempo de Implementación = 12 meses

Confiabilidad y Disponibilidad Equipos: 80% (Dato Obtenido por Departamento de Mantenimiento)

Confiabilidad que se pretende llegar con las mejoras: 5% más

$27.400.000.000 * 5\% = 1.370.000.000$ *Adicionales Aumentando la Confiabilidad*

$$\frac{1.370.000.000}{12} = 114.166.667 \text{ Incremento Ventas Mensual Durante Año}$$

$$ROI = \frac{\text{Inversión}}{\text{Incremento Ventas Mensual Durante Año}}$$

$$\frac{\$ 115.345.000}{\$ 114.166.667} = 1.011 \text{ Años}$$

En un desarrollo idealizado del comportamiento en la implementación y puesta en marcha de las acciones de mejora, se tiene un retorno de la inversión en aproximadamente 1 año.

10 .TALENTO HUMANO.



Ilustración 13. Capacitación

Una buena gestión es el reflejo de unos excelentes resultados, y es allí donde se observa un buen trabajo en equipo.

Para tal fin es importante que la compañía ofrezca capacitaciones periódicas a los integrantes del departamento de mantenimiento, con el fin de aclarar dudas, analizar y debatir el rumbo del departamento en busca de la mejora continua.

11. CONCLUSIONES

Durante la investigación a la Compañía, en su modelo de gestión de mantenimiento se pudo establecer un panorama de las condiciones actuales de la compañía en cuanto a la planeación, ejecución y control del entorno que se maneja en el departamento.

Se evaluó con base a la matriz de la excelencia de mantenimiento y se evidenciaron varias acciones de mejora en el departamento ya que se pudo establecer que actualmente la compañía se encuentra según la escala de mantenimiento en un tipo de mantenimiento correctivo.

Con base a los resultados, como estrategia de mejora se sugirieron varias herramientas de medición y control para que el mantenimiento actual pase a hacer un mantenimiento basado en la planeación y así mejore la confiabilidad y disponibilidad de los activos de la compañía, y se haga más eficiente las tareas impartidas en el área de mantenimiento.

También como estrategia de mejora se le sugiere a la compañía la adquisición de un software de mantenimiento, en el cual se registren todos los antecedentes pertinentes del área al igual que se pueda evidenciar con mayor detenimiento los controles en los indicadores sobre cómo va gestión del departamento de mantenimiento.

12. RECOMENDACIONES

- ✓ Asegurar que todas las áreas que tienen que ver directa o indirectamente con el área mantenimiento se involucren en las acciones de mejora en especial compras, almacén y toda el área de producción.
- ✓ La compañía cuenta actualmente con el sistema SAP en los procesos de compras, inventarios, producción y contabilidad se les recomienda evaluar la posibilidad de adquirir el módulo de mantenimiento para integrarlo en el sistema.
- ✓ Realizar seguimiento para que se aplique las recomendaciones en busca de la mejora continua.
- ✓ Realizar revisiones periódicas a las recomendaciones establecidas en busca de optimización en el proceso.

13. BIBLIOGRAFIA

13.1 BIBLIOGRAFIA

Carlos Rodelo Rueda, D. R. (2010). Gestión de activos centrada en confiabilidad. Estudio de Caso. CIER N° 57, 1 - 11.

Diaz Cazañas, R. d. (2016). Procedimiento para la planeacion integrada Produccion - Mantnimiento a Nivel Tactico. Ingenieria Industrial Vol 37, ISSN 1815-5936, 1-14.

Fernandez, F. J. (2009). Teoria y Practica del Mantenimiento industrial avanzado ISBN 978-84-96743-92-2 (3 ed.). España: FC editorial. Recuperado el 2016

Hung, A. J. (2009). Mantenimiento centrado en confiabilidad como estrategia para apoyar los indicadores de disponibilidad y paradas forzadas de Planta Oscar A. Machado EDC. Revista de Ingenieria Energetica, Vol 30 ISSN: 0253-5645, 4.

Linares Depestre, I. L. (2012). Del Mantenimiento Correctivo al Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Centro Azucar, Vol. 39 ISSN: 0253-5777, 1-9.

Navarro, J. D. (2004). Tecnicas de Mantenimiento Industrial 2° Edicion Revisada ISBN: 978-84-613-7747-3.

13.2 REFERENCIAS ELECTRONICAS

<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/5230/2/134893.pdf>

<http://www.mantenimientoenlatinoamerica.com/pdf/ML%20Volumen%206-3.pdf>

<http://www.taktik.com.mx/index.php/page/36.html>

<http://grupogia.com/fundamentales/860051447>

14. ANEXOS

Anexo 1

TOR Terminos de Referencia RCA TOR #	
FECHA:	
TIPO DE PÉRDIDA	OBJETIVO DEL RCA:
TEMA	EQUIPO DE TRABAJO:
PROCESO	
SUBPROCESO	
EQUIPO	
1. Introducción	
2. Antecedentes de este problema o Falla	
3. Objetivos de realizar este RCA	
4. Alcance del RCA	
5. Áreas Involucradas	
6. Responsabilidades	
7. Metodología	
Problema	
¿1° POR QUÉ?	
¿2° POR QUÉ?	
¿3° POR QUÉ?	
¿4° POR QUÉ?	
¿5° POR QUÉ?	

Formato tomado de la clase de RCM 2 (Mantenimiento Basado en Confiabilidad)
 Docente: Ing. Nelson Rojas 2016.

Análisis de los 5 Por qué's

ANÁLISIS DE LOS 5 POR QUÉS

	1	2	3	4	5	CONTRAMEDIDAS
A	J.P. Q? P. Q.					
B	J.P. Q? P. Q.					
C	J.P. Q? P. Q.					
D	J.P. Q? P. Q.					
E	J.P. Q? P. Q.					

por desajuste en la polea del driver.

Causas raíces

CAUSA RAÍZ	WHAT (qué) CONTRAMEDIDA	WHERE (dónde) DESCRIPCIÓN (dónde y cómo)	HOW (Cómo)	WHO (quién) RESPONSABLE	HOW MUCH (cuánto)	WHEN (cuándo)
Física						
Humana						
Latente						
X1						
X2						
X3						
X4						

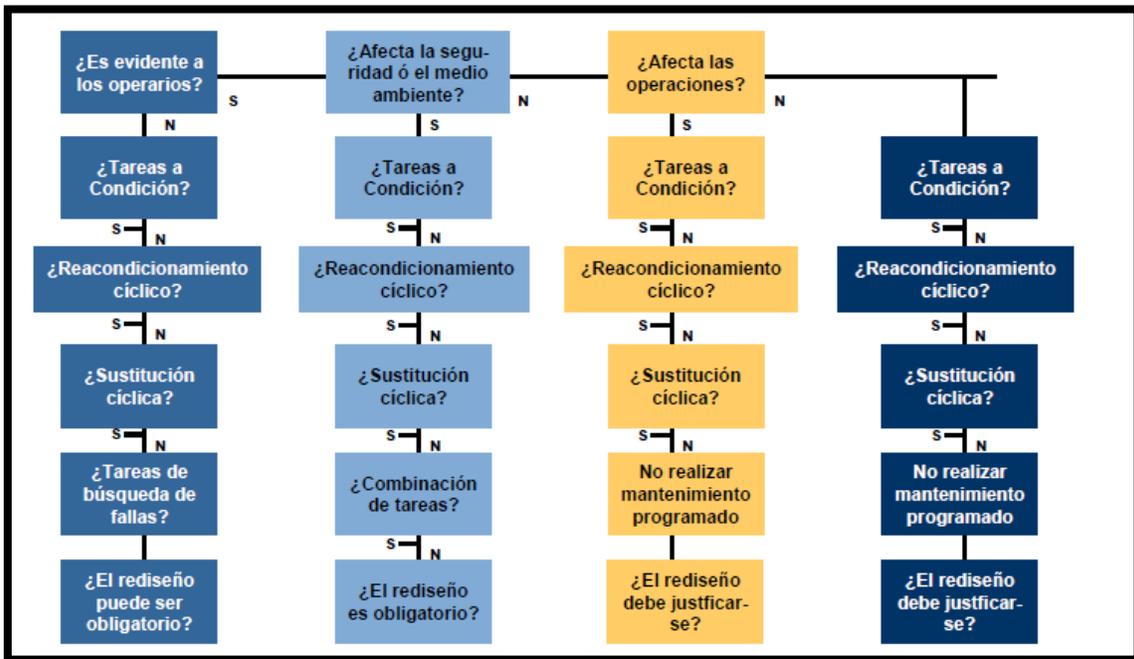
7. Recursos:

8. Tiempo Establecido: en tres semanas

9. Producto esperado:

TOR Emitido por:

Anexo 2.



Formato tomado de la clase de RCM 2 (Mantenimiento Basado en Confiabilidad)
 Docente: Ing. Nelson Rojas 2016.

Anexo 3.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA No	Facilitador	Fecha	Hoja	
SUBSISTEMA		SUBSISTEMA No	Auditor	Fecha	de	
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de la falla)	EFECTO DE FALLA (Que sucede cuando se produce una falla)			
1	A	1				
		2				
		3				
		4				
		5				
		6				
		7				
	B		1			
			2			
			3			
			4			
			5			
			6			
			7			
			8			
			9			
	C		1			
			2			
			3			
			4			
			5			
6						
7						
8						
9						
2	A	1				
		2				
		3				
		4				
		5				
		6				
	B		1			
			2			
			3			
			4			
			5			
			6			
	C		1			
			2			
			3			
			4			
			5			
			6			
3	A	1				
		2				
		3				
	B		1			
			2			
			3			

Formato tomado de la clase de RCM 2 (Mantenimiento Basado en Confiabilidad)
 Docente: Ing. Nelson Rojas 2016.

Anexo 6.

Número de Usuarios	Inversión en Licencias Version "Starter"	Inversión en Licencias Versión "Estándar"	Mantenimiento anual (17% del precio)	Consultoría de Implantación (*)	Contabilidad y Facturación Electrónica.	Tiempo promedio de Implantación en meses	Totales de Inversión en USD.
1	990		168	5,000	2,625	2	8,783
2	1,980		337	8,000	2,625	2	12,942
3	2,970		505	9,500	2,625	3	15,600
4	3,960		673	11,000	2,625	3	18,258
5	4,950		842	12,500	2,625	3	20,917
6		10,000	1,700	17,000	4,125	4	32,825
7		12,500	2,125	19,000	4,125	4	37,750
8		13,750	2,338	21,000	4,125	4	41,213
9		15,000	2,550	23,000	4,125	4	44,675
10		17,500	2,975	25,000	4,125	4	49,600

Tomada de SAP <http://www.taktik.com.mx/index.php?contents/Precios.html>



Tomada de SAP <http://www.taktik.com.mx/index.php?contents/Precios.html>

Anexo 7.

EMPRESA: INDUSTRIAS CRUZ HERMANOS S.A					
FECHA: 04 DE JUNIO DE 2016			AREA DIAGNOSTICO: DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
Puntaje Diagnóstico					
1.00 = Efectivamente implementado en todas las operaciones					
0.75 = Efectivamente implementado en la mayoría de las operaciones / Proceso en consolidación en toda las operaciones.					
0.50 = Efectivamente implementado en algunas de las operaciones / Proceso iniciando implementación en todas las operaciones.					
0.25 = Efectivamente implementado en solo una operación / Proceso en definición en todas las operaciones.					
0.00 = No implementado					
1	ESTRATEGIA CORPORATIVA	Puntaje Máximo	Evaluable (X)	Puntaje Ponderado Autoevaluación	Total Puntaje Ponderado Validado
1.1	Estrategia Corporativa de O&M (Gestión de Activos)	4	X	0,00	0,00
1.2	Plan Estratégico de Mantenimiento. Plan de mejoramiento a largo plazo	3	X	0,50	1,50
1.3	Plan de mantenimiento a un año	2	X	1,00	2,00
1.4	Plan de mejoramiento de mantenimientos preventivos	1	X	1,00	1,00
1.5	Mantenimiento reactivo	0	X	0,00	0,00
	Sub - Total	10		2,50	4,50
2	ADMINISTRACIÓN Y ORGANIZACIÓN	Puntaje Máximo	Evaluable (X)	Puntaje Ponderado Autoevaluación	Puntaje Ponderado Validado
2.1	Mejoramiento de procesos en la organización. Organización de alto desempeño	4	X	0,00	0,00
2.2	Desarrollo de Contratistas. Políticas inventario y compras de repuestos. Administración y organización de Mto integrada con proveedores de bienes y servicios externos	3	X	0,50	1,50
2.3	Sistema CMMS	2	X	0,00	0,00
2.4	Estructura organizacional de manto integrada con logística, financiera, recursos humanos, CEMA etc	1	X	1,00	1,00
2.5	Mto organizado como respuesta a la necesidad operativa de un proceso productivo principal	0	X	0,00	0,00
2.5	Organización y administración funcional	0	X	0,00	0,00
	Sub- Total	10		1,50	2,50
3	PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN	Puntaje Máximo	Evaluable (X)	Puntaje Ponderado Autoevaluación	Puntaje Ponderado Validado
3.1	Ingeniería de Mto y planeación de largo plazo	4	X	0,00	0,00
3.2	Planificación rutinaria Mto y administración de paradas mayores. Buena planeación de trabajos, programación y soporte de Ingeniería de Mto	3	X	0,50	1,50
3.3	Priorización de Actividades. Grupo de planeación e ingeniería de mantenimiento establecidos formalmente	2	X	0,00	0,00
3.4	Ordenes de Trabajo. Plan Semanal de Mto. Soporte para detección de fallas y programación elemental. Programación Diaria.	1	X	1,00	1,00
3.5	No hay planeación, la programación es elemental y no existe ingeniería de mantenimiento	0	X	0,00	0,00
	Sub - total	10		1,50	2,50
4	TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO	Puntaje Máximo	Evaluable (X)	Puntaje Ponderado Autoevaluación	Puntaje Ponderado Validado
4.1	Optimización Planes de Mantenimiento. Todas las técnicas derivadas de análisis estructurado	4	X	0,00	0,00
4.2	Monitoreo en Línea. CBM formal y dando resultados, inspecciones basadas en riesgo	3	X	0,00	0,00
4.3	Técnicas de diagnóstico y Mto Predictivo.	2	X	0,00	0,00
4.4	Inspecciones basadas en tiempo.	1	X	1,00	1,00
4.5	Paradas anuales de inspección únicamente	0	X	0,00	0,00
	Sub-total	10		1,00	1,00
5	MEDIDAS DE DESEMPEÑO	Puntaje Máximo	Evaluable (X)	Puntaje Ponderado Autoevaluación	Puntaje Ponderado Validado
5.1	Indicadores de gestión. (Balanced Scorecard) Cálculo de eficiencia de equipos y de planta. Benchmarking y costos de paradas imprevistas.	4	X	0,00	0,00
5.2	Indicadores de Mantenimiento. MTBF/MTR, disponibilidad y confiabilidad, costos de mantenimiento disponibles	3	X	0,00	0,00
5.3	Reporte de Costos de Mto. Reporte de Pérdidas de Producción. Tiempo de parada con modo, causa y elementos de falla. Costos de mantenimiento disponibles	2	X	0,25	0,50
5.4	Reporte Mensual de Mto. Estructura de Costos de Mto. Algunos registros de falla y costos de mantenimiento segregados	1	X	0,50	0,50
5.5	Ninguna aproximación sistemática de costos de manto y falla de equipos	0	X	0,00	0,00
	Sub-total	10		0,75	1,00

Formato de Evaluación tomado clases de Total Productive Maintenance
Obtenido en Congreso de Mantenimiento Costa Rica
Docente: Ing. Nelson Rojas 2016.

6	TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y SU USO	Puntaje Máximo	Evaluable (X)	Puntaje Ponderado Autoevaluación	Puntaje Ponderado Validado
6.1	Base de datos totalmente integradas	4	X	0,00	0,00
6.2	CMMS y Sistemas de Manejo de Información	3	X	0,00	0,00
6.3	CMMS convencional ligado al área financiera y materiales	2	X	0,00	0,00
6.4	CMMS convencional no ligado a otros paquetes, operando y produciendo resultados	2	X	0,00	0,00
6.4	Listado de Partes. Algunos programas y registro de repuestos.	1	X	0,25	0,25
6.5	Manual y registro por requerimiento	0	X	0,00	0,00
	Sub-total	10		0,25	0,25

7	EQUIPOS DE MEJORAMIENTO CONTINUO	Puntaje Máximo	Evaluable (X)	0	Puntaje Ponderado Validado
7.1	Equipos de trabajo de alto desempeño. Equipos de trabajo autónomos.	4	X	0,00	0,00
7.2	Equipos de Trabajo por Proceso. Equipos de mejoramiento continuo, formalmente creados y funcionando	3	X	0,00	0,00
7.3	Comités de mejoramiento por requerimiento	2	X	0,00	0,00
7.4	Algunas reuniones de mejoramiento en seguridad	1	X	0,00	0,00
7.5	Solo reuniones con el personal para tocar temas laborales o sociales	0	X	0,00	0,00
	Sub-total	10		0,00	0,00

8	ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD	Puntaje Máximo	Evaluable (X)	Puntaje Ponderado Autoevaluación	Puntaje Ponderado Validado
8.1	Optimización de Equipos. Ciclo de Vida de Activos. Programa total de confiabilidad.	4	X	0,00	0,00
8.2	Análisis Probabilístico de Fallos. Modelamiento de Confiabilidad	3	X	0,00	0,00
8.3	Herramienta de análisis problemas RCA y FMEA Buenas bases de datos de falla en uso y utilización de RCA y FMEA	2	X	0,00	0,00
8.4	Histórico de Fallos de Equipos. Registro de fallas poco usado	1	X	0,00	0,00
8.5	No existe registro de fallas estructurados	0	X	0,00	0,00
	Sub-total	10		0,00	0,00

9	ANÁLISIS DE PROCESOS	Puntaje Máximo	Evaluable (X)	Puntaje Ponderado Autoevaluación	Puntaje Ponderado Validado
9.1	Revisión regular de los procesos de costo, tiempo, y calidad, bajo NORMA PAS-55	4	X	0,00	0,00
9.2	Auditorías Gestión de Mantenimiento. Algunas revisiones de procesos administrativos de Mto	3	X	0,00	0,00
9.3	Revisiones periódicas de procesos o procedimientos técnicos y documentación de los procesos administrativos	2	X	0,00	0,00
9.4	Procesos técnicos (procedimiento revisados por lo menos una vez)	1	X	0,00	0,00
9.5	Procedimientos técnicos y procesos administrativos de Mto no documentados y nunca revisados	0	X	1,00	0,00
	Sub-total	10		1,00	0,00

10	INFORMACIÓN SOBRE INFRAESTRUCTURA E INSTALACIONES	Puntaje Máximo	Evaluable (X)	Puntaje Ponderado Autoevaluación	Puntaje Ponderado Validado
10.1	Fuente única de información con toda la infraestructura de equipos, componentes jerarquizada para realizar la gestión de mantenimiento	4	X	0,25	1,00
10.2	Infraestructura de equipos y componentes estandarizadas en las diferentes bases de datos con los cuales se realiza la gestión de Mto	3	X	0,00	0,00
10.3	Especificación de equipos. Infraestructura jerarquizada y clasificada de manera que permita realizar gestión administrativa y técnica	2	X	0,25	0,50
10.4	Codificación de equipos. Equipos Críticos y Planes de Contingencia. Se dispone de infraestructura de equipos y componentes debidamente estructurada en algún medio magnético.	1	X	0,25	0,25
10.5	No existe ningún registro de la infraestructura de equipos y componentes	0	X	0,00	0,00
	Sub-total	10		0,75	1,75
	TOTAL	100		9,25	13,50

VALIDADO

PUNTAJE GESTION DE MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO
---	---------------------------------

Formato de Evaluación tomado clases de Total Productive Maintenance
Obtenido en Congreso de Mantenimiento Costa Rica
Docente: Ing. Nelson Rojas 2016.

Anexo 8.

MATRIZ DE EVALUACION DEL DIAGNÓSTICO DE MANTENIMIENTO

ASPECTO NIVEL	Estrategia de Mantenimiento	Administración y Organización	Planeación y Programación	Técnicas de Mantenimiento	Medidas de Desempeño	Tecnología de información y su uso	Equipos de Mejoramiento	Análisis de Confiabilidad	Análisis de Procesos	Información sobre infraestructura e instalaciones
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clase Mundial	Estrategia Corporativa de O&M (casos de éxito)	Mejoramiento de procesos en la organización. Organización de alto desempeño	Ingeniería de Mito y planeación de largo plazo	Optimización Planes de Mantenimiento. Técnicas de análisis estructurado	Análisis indicadores de operación planta. (Balanced Scorecard) Cálculo de efectividad de equipos y de planta. Benchmarking y excelente bases de datos de costos implementados	Base de datos totalmente integrada	Equipos de trabajo de alto desempeño. Equipos de trabajo autónomos.	Optimización de Equipos. Ciclo de Vida de Activos. Programa total de confiabilidad.	Revisión regular de los procesos de costo, tiempo, y calidad bajo NORMA PAS-55	Fuente única de información con toda la infraestructura de equipos, componentes, parámetros para realizar la gestión de mantenimiento
Basado en Confiabilidad	Plan Estratégico de Mantenimiento. Plan de mejoramiento a largo plazo	Desarrollo de Comités. Políticas inventario y compras de repuestos. Administración y organización de mito integrada con proveedores de bienes y servicios externos.	Planificación nítida mito y administración de paradas mayores. Buena planeación de trabajos, programación y soporte de Ingeniería de Mito	Monitoreo en Línea. CIM. Análisis dando resultados. Inspecciones basadas en riesgo	Indicadores de Mantenimiento. MTR-ARTK, disponibilidad y confiabilidad, costos de mantenimiento disponibles	SAP y Sistemas de Manejo de Información SAP convencional ligado al área financiera y materiales	Equipos de Trabajo por Proceso. Equipos de mejoramiento continuo, formantes creados y funcionando	Análisis Probabilístico de Fallos. Modelamiento de Confiabilidad	Auditorías Gestión de Mantenimiento. Algunas revisiones de procesos administrativos de mito	Infraestructura de equipos y componentes estandarizadas en las diferentes bases de datos con los cuales se realiza la gestión de mito
Proactivo	Plan de mantenimiento a largo plazo	Plan Maestro GEMS Estructura organizacional de mito integrada con logística, financieros, recursos humanos etc.	Priorización de Actividades. Grupo de planeación e ingeniería de mantenimiento establecidos formalmente.	Técnicas de Mito Predictivo. Algo de CIM, algo de NDT.	Reporte de Costos de Mito. Reporte de Prácticas de Producción. Tiempo de paradas con mediana y elementos de falla. Costos de mantenimiento disponibles	SAP convencional no ligado o con programas operando y produciendo resultados	Comités de mejoramiento por requerimiento	Herramienta de análisis problemas RCA y FMEA Buenas bases de datos de fallas en uso y utilización de RCA y FMEA	Revisión periódica de procesos o procedimientos de los procesos administrativos	Especificación de equipos. Infraestructura planificada y clasificada de manera que permita realizar gestión administrativa y técnica
Planreado	Plan de mejoramiento de mantenimientos preventivos	Mito Planificado como respuesta a la necesidad del proceso productivo principal	Comités de trabajo. Plan Semanal de Mito. Soporte para detección de fallas y programación de trabajos. Balanceo, planeación no	Inspecciones basadas en tiempo.	Reporte Mensual de Mito. Estructura de Costos de Mito. Algunos registros de falla y costos de mantenimiento segregados	Listado de Partes. Algunos programas y registro de repuestos.	Algunas reuniones de mejoramiento en seguridad	Histórico de Fallos de Equipos. Registro de fallas poco usado	Procesos técnicos (procedimiento revisados por lo menos una vez)	Equipos Críticos. Planes de mejoramiento de infraestructura de equipos y componentes.
Reactivo	Mantenimiento reactivo	Organización y administración funcional	Programación Diaria. No hay planeación, la programación es elemental y no existe ingeniería de mantenimiento	Paradas anuales de inspección únicamente	Ninguna aplicación sistemática de costos de mito y falla de equipos	Manual y registro por separado	Sólo reuniones con el personal para tocar temas laborales o sociales	No existe registro de fallas estructurados	Procedimientos técnicos y procesos administrativos de mito no documentados y no revisados	No existe ningún registro de la infraestructura de equipos y componentes

Formato de Evaluación tomado clases de Total Productive Maintenance
 Obtenido en Congreso de Mantenimiento Costa Rica
 Docente: Ing. Nelson Rojas 2016.

Anexo 9.

INDUSTRIAS CRUZ HERMANOS S.A.			
AREA	#	ASPECTO	EVIDENCIA
Estrategia de Mantenimiento	1.1	Estrategia Corporativa de O&M (Gestión de Activos)	Se encuentran implementados los análisis de gestión basados en Gestión de activos (conjunto integrado de indicadores del negocio que permiten el cumplimiento de los objetivos corporativos en las perspectivas financiera, clientes, proceso y mejora) Existe plan a largo plazo de por lo menos tres años, visión, objetivos, responsables y presupuesto establecido y el cual está totalmente integrado con la estrategia corporativa de mantenimiento
	1.2	Plan Estratégico de Mantenimiento. Plan de mejoramiento a largo plazo	Existe y se mantienen actualizados los planes de mantenimiento a largo plazo (5 años), mediano plazo (1 año) y corto plazo (mensual y semanal), integrados a la estrategia del negocio. Existe plan de mejoramiento a largo plazo de por lo menos tres años, visión, objetivos, responsables y presupuesto establecido para la gerencia
	1.3	Plan de mantenimiento a un año	Existe programa de mantenimiento aprobado y con evidencia de ejecución donde estén los planes de mantenimientos definidos para los equipos de las áreas, con responsables asignados, meta establecida y con cubrimiento de un año
	1.4	Plan de mejoramiento de mantenimientos preventivos	Existe archivo magnético o impreso donde se muestran los mantenimientos de origen preventivo para los equipos del negocio para un año a la vista y con evidencia de haber sido revisados mínimo una vez.
	1.5	Mantenimiento reactivo	
Administración y Organización	2.1	Mejoramiento de procesos en la organización. Organización de alto desempeño	Se realiza revisión periódica de la relación del macroproceso de mtto con los demás macroprocesos en busca de oportunidades de mejora. Decisiones y poder distribuido entre los participantes de los procesos de mtto . Las personas pueden autoorganizarse en función de las necesidades del cliente y de requerirse crear nuevos procedimientos; tienen conocimiento y habilidades para identificar necesidades de sus clientes y producir las soluciones requeridas.
	2.2	Desarrollo de Contratistas. Políticas inventario y compras de repuestos. Administración y organización de Mto integrada con proveedores de bienes y servicios externos	Se aplican las normas y procedimientos del Manual para la administración y contratación de servicios establecido por la organización . Se sigue el procedimiento de evaluación y selección de contratistas. Existen políticas de inventarios y compras encaminadas a la optimización de repuestos. Se incorporan en la definición de los procesos los proveedores de bienes y servicios generándose una "Red de Valor". Se abandona el concepto de "Yo hago todo" a "Solo hago aquello en lo cual soy el mejor" y "hago lo demás con los mejores en su clase" y así integro redes de valor. Certifico mis proveedores y los integro. Proyectos de desarrollo de proveedores.
	2.3	Sistema CMMS Estructura organizacional de manito integrada con logística, financiera, recursos humanos, CEMA etc	Existe y se usa una plataforma de TI (Tecnología de Información) que soporte los procesos integrados; los presupuestos, planes de desarrollo, planes operativos etc. se elaboran, consultan y actualizan conjuntamente y sobre soluciones únicas. Existencia de planes integrales de mejoramiento continuo y de planes de adaptación del proceso a mejores prácticas
	2.4	Mto organizado como respuesta a la necesidad operativa de un proceso productivo principal	Existe un plan de Operaciones y de Mantenimiento integrados. Se realizan reuniones periódicas para revisar programas semanales de mantenimiento, validación de prioridades, acuerdos de entrega de equipos.
	2.5	Organización y administración funcional	
Planeación y Programación	3.1	Ingeniería de Mto y planeación de largo plazo	Existencia, con vista por lo menos de tres años, de un plan de mantenimiento para los equipos críticos y/o mayores, con estimados de costos, repuestos, mano de obra. Se debe obtener copia de dicho plan o impresión del mismo
	3.2	Planificación rutinas Mto y administración de paradas mayores. Buena planeación de trabajos, programación y soporte de Ingeniería de Mto	Existe y se aplica metodología para la planeación de las órdenes y su información es completa (y que obedecen a las necesidades de la planta. Las rutinas de mantenimiento se encuentran en el sistema. Se aplica metodología para la administración y optimización de las paradas mayores. Es necesario contar con medios físicos o magnéticos (electrónicos) que demuestren que la planeación, la programación y la ingeniería de mantenimiento al igual que el seguimiento de estas, están siendo ejecutados y son los que direccionan operativamente la estrategia de mantenimiento.
	3.3	Priorización de Actividades. Grupo de planeación e ingeniería de mantenimiento establecidos formalmente	Las actividades a ejecutar se priorizan con criterios como: la criticidad de los equipos, seguridad, impacto ambiental, etc. Existe una metodología definida para la calificación de la prioridad de las órdenes. Deben existir organigrama, roles y responsabilidades (documento) donde sea clara la existencia tanto de los funcionarios que realicen la planeación, como aquellos que soportan las funciones de Ing. de Mantenimiento.
	3.4	Órdenes de Trabajo. Plan Semanal de Mto. Soporte para detección de fallas y programación elemental.	Existe una programación mensual y semanal. Todos los trabajos se ejecutan de acuerdo a la programación anterior. Existencia de (archivos físicos o magnéticos) medios oficiales de la organización donde se muestre la captura de las fallas de los equipos y los correspondientes archivos donde se programa el trabajo para corregir las fallas (Las evidencias deben ser reportes con fecha de emisión o sistema que permita su auditoría donde conste lo anterior)
	3.5	Programación Diaria. No hay planeación, la programación es elemental y no existe ingeniería de mantenimiento	

Formato de Evaluación tomado clases de Total Productive Maintenance
Obtenido en Congreso de Mantenimiento Costa Rica
Docente: Ing. Nelson Rojas 2016.

Técnicas de Mantenimiento	4.1	Optimización Planes de Mantenimiento. Todas las técnicas derivadas de análisis estructurado	Se aplica metodología para la optimización de los planes de mantenimiento. Como fruto de análisis tipo RCM/PMO o RBI, todos los equipos críticos deben disponer de una matriz que identifique todas las técnicas de mantenimiento a que deben ser sometidos (estrategia de mantenimiento). Con base en herramientas de Modelamiento de Confiabilidad y una vez implementadas las técnicas CBM y RBI, el plan de mantenimiento debe ajustarse para asegurar que solo perduran las actividades que realmente agreguen valor.
	4.2	Monitoreo en Línea. CBM formal y dando resultados, inspecciones basadas en riesgo	Se dispone de monitoreo en línea para los equipos críticos de variables como: vibraciones, temperatura, nivel, flujo, etc. Se toman acciones proactivas basados en los resultados de estas mediciones. Evidencia de plan de CBM o RBI (NDT) para todos los equipos críticos; reporte típico donde se muestre el seguimiento a un equipo cualquiera y evaluación de los beneficios obtenidos con la técnicas aplicadas
	4.3	Técnicas de diagnóstico y Mto Predictivo.	Están implementadas técnicas de mto predictivo como: termografía, vibraciones, análisis de aceites, ultrasonido, cromatografía de gases de transformadores, medición de aislamientos, medición de espesores, coordinación de protecciones, alineaciones laser entre otros, con la frecuencia necesaria para garantizar el adecuado funcionamiento de los sistemas operativos. Deben existir planes de trabajo que contemple la ejecución de actividades de CBM sobre algunos equipos críticos o mayores y demostrar que con base en las recomendaciones de CBM, se han realizado (realizan) trabajos para corregir las anomalías detectadas. Debe obtenerse líneas de tendencias, diagnósticos y copia de las OTs creadas a partir del producto del análisis.
	4.4	Inspecciones basadas en tiempo.	Se cuenta con metodología adecuada y se aplica para aprovechar las paradas imprevistas de equipos en coordinación con producción para ejecutar labores de mantenimiento.
	4.5	Paradas anuales de inspección únicamente	
Medidas de Desempeño	5.1	Indicadores de gestión. (Balanced Scorecard) Cálculo de eficiencia de equipos y de planta. Benchmarking y costos de paradas imprevistas.	Se efectúan análisis del impacto de la gestión de mto en los indicadores de productividad de la planta. (consumos energéticos, consumo calórico, calidad de producto, manos de obra, disponibilidad de equipos, MTTR y MTBF). Se dispone del cálculo de eficiencias de equipos y planta. Se tiene estudios de "Benchmarking" de mantenimiento y la base de datos de costos está disponible y es decisiva en la gerencia del mantenimiento.
	5.2	Indicadores de Mantenimiento. MTBF/MTTR, disponibilidad y confiabilidad, costos de mantenimiento disponibles	Se hace seguimiento a los indicadores de mto definidos y éstos ayudan a tomar acciones para la mejora continua del proceso. Se dispone de los indicadores de confiabilidad claves con base en las estadísticas de falla de manera automatizada mínimo para todos los equipos críticos. Los costos están automatizados, sus indicadores están establecidos y sobre ellos se realiza seguimiento y gestión periódica
	5.3	Reporte de Costos de Mto. Reporte de Pérdidas de Producción. Tiempos de parada con modo, causa y elementos de falla. Costos de mantenimiento disponibles	Existe análisis de variaciones de costos de mto vs. presupuesto y se definen acciones para su cumplimiento. Reporte mensual de pérdidas de producción por mtos no programados y valoradas económicamente a precio de venta de producto. Existe registro estandarizado de tiempos de parada para todos los equipos críticos. Igual existe para seguir la historia de costos de mantenimiento.
	5.4	Reporte Mensual de Mto. Estructura de Costos de Mto. Algunos registros de falla y costos de mantenimiento segregados	Se genera reporte mensual de la gestión de mto con análisis de los indicadores definidos por la gerencia de mto, y se establecen planes de acción para las desviaciones. Evaluación del desempeño al personal. Elaboración y ejecución de presupuestos de mto por activo diferenciando rutina, mejoras y grandes reparaciones y la causación del gasto se realiza de esta manera. Existen algunos equipos críticos con registro de datos de falla pero no son estructurados o son no uniformes (no códigos de falla estandar).
	5.5	Ninguna aproximación sistemática de costos de manito y falla de equipos	
Tecnología de información y su uso	6.1	Base de datos totalmente integradas	Existe esquemas de reportes e interfaces que garantiza la intercomunicación del CMMS con el resto de sistemas corporativos estratégicos facilitando la integridad de la información.
	6.2	CMMS y Sistemas de Manejo de Información CMMS convencional ligado al área financiera y materiales	El CMMS se usa en todas sus funciones y éste soporta eficientemente el sistema de gestión de mto. Existe un CMMS que soporta los módulos de mantenimiento, repuestos y está interconectado con la parte contable
	6.3	CMMS convencional no ligado a otros paquetes, operando y produciendo resultados	Existe un CMMS convencional con los módulos mínimos de mantenimiento, pero no está ligado con otros sistemas corporativos como la parte contable y repuestos.
	6.4	Listado de Partes. Algunos programas y registro de repuestos.	Todos los equipos mantenibles tienen listado de partes y cargados en el CMMS y se usan en el proceso de planeación. Se tienen bases de datos almacenados en los archivos de mantenimiento y existe sistema para el control de inventarios.
	6.5	Manual y registro por requerimiento	
Equipos de Mejoramiento	7.1	Equipos de trabajo de alto desempeño. Equipos de trabajo autónomos.	Están implementados planes de formación y desarrollo de competencias para el personal de mto, enfocados al servicio al cliente. Están definidos los comités y grupos de trabajo con reuniones periódicas para seguimiento a la gestión del equipo. Existen proyectos de mejoramiento de planta manejados por los equipos de alto desempeño.
	7.2	Equipos de Trabajo por Proceso. Equipos de mejoramiento continuo, formalmente creados y funcionando	Se tienen establecidos equipos multidisciplinarios responsables para la atención de los procesos operativos, que garanticen el cumplimiento de los objetivos del negocio. Debe existir el procedimiento, el flujo, los roles y responsabilidades, los registros de reuniones, casos estudiados, resultados y mecanismo de seguimiento a acciones recomendadas (trazable) avalado y monitoreado por la gerencia del mantenimiento
	7.3	Comités de mejoramiento por requerimiento	Debe existir registro de las actas de trabajo, resultados y registro del seguimiento a recomendaciones
	7.4	Algunas reuniones de mejoramiento en seguridad	Deben existir actas escritas de las reuniones de mejoramiento con la participación del personal del mantenimiento
	7.5	Solo reuniones con el personal para tocar temas laborales o sociales	

Formato de Evaluación tomado clases de Total Productive Maintenance
Obtenido en Congreso de Mantenimiento Costa Rica
Docente: Ing. Nelson Rojas 2016.

Análisis de Confiabilidad	8.1	Optimización de Equipos. Ciclo de Vida de Activos. Programa total de confiabilidad.	Existe una metodología estructurada para el mantenimiento y optimización de equipos. Se garantiza la disponibilidad de equipos por medio de análisis de fallas y tendencias estadísticas del ciclo de vida. Se utiliza el modelo base simulado en el punto anterior para establecer la conveniencia de introducción de ajustes en la estrategia de mantenimiento y retrolamentar los planes producidos por RCM/PMO.
	8.2	Análisis Probabilístico de Fallas. Modelamiento de Confiabilidad	Existe una metodología que permita pronosticar fallas en equipos y sistemas mediante el uso de información estadística (curva de la bañera, análisis Wueibull, entre otros) y se implementan las acciones resultantes de los planes. Se dispone de herramientas de modelación en uso donde se tienen simulada la operación actual del negocio (estrategia operacional, mantenimiento, repuestos, etc)
	8.3	Herramienta de análisis problemas RCA y FMEA Buenas bases de datos de falla en uso y utilización de RCA y FMEA	Se usan metodologías de RCA y FMEA para la solución de problemas y se hace seguimiento sistemático a los planes de acción. Se garantiza la eliminación de las fallas repetitivas. Existe buena base de datos con códigos de falla estandar para mínimo los equipos críticos, es conocida y usada por la organización (equipos de mejoramiento) y con base en sus resultados se procede con FMEA y RCA.
	8.4	Histórico de Fallas de Equipos. Registro de fallas poco usado	Se cuenta con un sistema informático que permita realizar seguimiento al historial de fallas de los equipos para tomar acciones que eliminen las fallas y defectos. Existe lista de equipos críticos y sus códigos de falla estandar. Igualmente mecanismo para el registro de las fallas, pero aun es poco usado
	8.5	No existe registro de fallas estructurados	
Análisis de Procesos	9.1	Revisión regular de los procesos de costo, tiempo, y calidad, bajo NORMA PAS-55	Existe procedimiento oficial puesto en práctica que garantiza que periódicamente los procesos administrativos son revisados (trazable) y además los procesos de mantenimiento están certificados con norma tipo ISO 9000
	9.2	Auditorías Gestión de Mantenimiento. Algunas revisiones de procesos administrativos de Mtto	Se realizan sistemáticamente auditorías encaminadas a mejorar la gestión de mto y se implementan planes de acción. Los procesos administrativos existen y existe evidencia (trazable) de que son sometidos a revisiones periódicas (fecha, # revisión, quién revisó? Quién aprobó?)
	9.3	Revisión periódicas de procesos o procedimientos técnicos y documentación de los procesos administrativos	Debe existir procedimiento puesto en práctica donde conste que los procedimientos técnicos están sometidos a revisiones periódicas y evidencias (traceables) de lo anterior. Los procesos administrativos de mantenimiento deben estar definidos y documentados
	9.4	Procesos técnicos (procedimiento revisados por lo menos una vez)	Debe existir copia dura o magnética con indicaciones de fecha de elaboración, quien elaboró, quien revisó y el contenido técnicos de los procedimientos de reparación de los equipos del negocio
	9.5	Procedimientos técnicos y procesos administrativos de Mtto no documentados y nunca revisados	
Información sobre Infraestructura e instalaciones	10.1	Fuente única de información con toda la infraestructura de equipos, componentes jerarquizada para realizar la gestión de mantenimiento	Toda la información de la infraestructura es accesible a través de un medio único. Las interfaces (manuales o electrónicas) entre las fuentes de la información están debidamente identificados y procedimentados (verificar existencia de dichos documentos y que se cumplan)
	10.2	Infraestructura de equipos y componentes estandarizadas en las diferentes bases de datos con los cuales se realiza la gestión de Mtto	Existe consistencia entre los códigos y sobre todo en los conceptos que se utilizan en las diferentes bases de datos utilizadas (ejemplo códigos de falla en CMMS, software RCA y herramienta de simulación, etc) se debe verificar la existencia física de los documentos que regulan lo anterior
	10.3	Especificación de equipos. Infraestructura jerarquizada y clasificada de manera que permita realizar gestión administrativa y técnica	Existe un centro de documentación con: fichas técnicas, catálogos, especificaciones de equipos, etc. Las especificaciones de los equipos están completas y actualizadas. La infraestructura está debidamente jerarquizada y permite obtener reportes de gestión tanto técnica como administrativa al estar debidamente registrada en el CMMS. Estos reportes están identificados y son usados en el CMMS (obtener evidencia física de los mismos)
	10.4	Codificación de equipos. Equipos Críticos y Planes de Contingencia. Se dispone de infraestructura de equipos y componentes debidamente estructurada en algún medio magnético.	Todos los equipos mantenibles están codificados y cargados en el CMMS. Se dispone del levantamiento de criticidad de equipos y planes para disminuir y/o controlar su criticidad. Existen planes de contingencia para la reducción de perdidas de producción por lucro cesante. Existe registro de la infraestructura de equipos y componentes debidamente estructurada, existe listado de equipos críticos (con base en metodología conocida - escrita), los equipos críticos como mínimo tienen sus "data - sheets" elaborados, y se dispone de la historia de los equipos. Todo lo anterior está debidamente alimentado en algún medio.
	10.5	No existe ningún registro de la infraestructura de equipos y componentes	

Formato de Evaluación tomado clases de Total Productive Maintenance
Obtenido en Congreso de Mantenimiento Costa Rica
Docente: Ing. Nelson Rojas 2016.

Anexo 10.



Formato tomado de la clase de RCM 2 (Mantenimiento Basado en Confiabilidad)
Docente: Ing. Nelson Rojas 2016.