



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS  
VERITATE SOLA NOBIS IMPONETUR VIRILISTOGA. 1948

*Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial*  
*Departamento de Ingeniería Industrial*

## *Trabajo de Diploma*

*Título: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad a equipos más consumidores de energía eléctrica del Hotel "Cayo Santa María"*

*Autor: Deilys Llerena Morera*

*Tutor: MS.c. Ing. José Ulivis Espinosa Martínez*

*Santa Clara, Junio del 2016.*



# *Dedicatoria*

*A mis padres por su apoyo incondicional en mi vida y porque gracias a ellos hoy cumplimos nuestro sueño. A ellos, que les debo todo lo que tengo y lo que soy,*

*Los amo.*

# *Agradecimientos*

- ♥ *A mi tutor: José Ulivis Espinosa Martínez, sin él éste trabajo no sería posible.*
- ♥ *Al energético Ángel Claro y jefe de servicios técnicos Ángel Sánchez del hotel Cayo Santa María, por entregarme con mucho esmero toda la información que necesité.*
- ♥ *A los trabajadores del hotel Cayo Santa María, en especial al departamento de Servicios Técnicos.*
- ♥ *A todos, de corazón:*

*Muchas Gracias.*

## ***Resumen***

El presente trabajo se desarrolla en el Hotel Cayo Santa María popularmente llamado como Piedra Moviada, entidad subordinada a la Delegación Territorial Centro de Gaviota S.A, donde se realiza el análisis de fallos a los equipos altamente consumidores de energía eléctrica, específicamente a las cámaras frías. El inadecuado funcionamiento de los mismos provoca el detenimiento total de la prestación del servicio e incluso no se llega a brindar el producto con la calidad deseada lo que afecta directamente al cliente, para ello se emplea un procedimiento de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) para evitar las fallas y los efectos que estas traen consigo. Como principales resultados de la investigación se arrojó que el procedimiento seleccionado posibilitó determinar los problemas que afectan la prestación del servicio, así como detectar las debilidades que influyen negativamente en el incremento del desempeño del mantenimiento en el hotel.

## *Summary*

This work takes place in the Hotel Cayo Santa Maria popularly known as Piedra Moviada, subordinate to the Territorial Delegation Center Gaviota S.A., where failure analysis is performed to equipment highly energy consumers, specifically cold rooms. Improper operation thereof causes the total depth of the service and even fails to provide the product with the desired quality that directly affects the customer, to that end procedures Reliability Centered Maintenance (RCM) is used to avoid failures and effects that are bring. The main results of the research showed that the selected method made it possible to determine the issues affecting the service, and to identify weaknesses that negatively influence the increase maintenance performance at the hotel.

## Índice

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I Marco teórico referencial de la investigación .....	3
1.1 Generalidades de mantenimiento .....	3
<b>1.1.1 Definición del Mantenimiento</b> .....	4
<b>1.1.2 Objetivos del mantenimiento</b> .....	5
<b>1.1.3 Importancia del Mantenimiento</b> .....	6
<b>1.1.4 Tipos de mantenimientos</b> .....	6
1.2 Sistemas de Mantenimiento .....	15
1.3 Aspectos generales sobre el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad .....	17
<b>1.3.1 Consideraciones sobre la introducción del MCC</b> .....	19
<b>1.3.2 Principios del MCC</b> .....	19
1.4 El Mantenimiento en Cuba .....	25
1.5 El Mantenimiento en el MINTUR .....	26
1.6 El Mantenimiento en el grupo Gaviota S.A. ....	26
1.7 El Mantenimiento en entidades hoteleras .....	26
1.8 Conclusiones parciales .....	28
CAPÍTULO II: Caracterización del Hotel “Cayo Santa María”, aplicación del procedimiento de MCC seleccionado. ....	29
2.1 Caracterización del Hotel “Cayo Santa María” .....	29
<b>2.1.1 Descripción del Departamento de Servicios Técnicos (SS.TT.)</b> .....	30
2.2 Selección y aplicación del procedimiento del MCC en la entidad objeto de estudio. ....	31
2.3 Conclusiones Parciales.....	38
Conclusiones Generales .....	39
Recomendaciones .....	40
Bibliografía .....	41
Anexos .....	46



### **INTRODUCCIÓN**

El mantenimiento como parte del proceso de la gestión empresarial contribuye a la competitividad de la organización, al mejorar los índices de explotación de los equipos por el alargamiento de su vida útil, contribuye al ahorro y a la eficiencia de la organización, reduce el impacto nocivo al ambiente y propicia la mejora en la calidad de los servicios, constituyendo una ventaja competitiva para la organización, al lograr el funcionamiento óptimo de las instalaciones, su desempeño y los estándares de calidad esperados.

A diferencia de otras ramas de la industria, las instalaciones hoteleras se caracterizan por mantenerse dando servicio todos los días del año, sus 24 horas, y el cliente siempre está recibiendo el servicio en tiempo real, lo que cualquier insuficiencia en equipos, sistemas e inmuebles, se convierte inmediatamente en una insatisfacción. El mantenimiento en las instalaciones hoteleras constituye una de las bases fundamentales para el mejor desempeño de la actividad del turismo, por cuanto un hotel con un mantenimiento adecuado se convierte en una fuente de satisfacción del cliente y contribuye a que disfrute en toda su plenitud de las oportunidades que el mismo ofrece a la vez que propicia que sus visitas al lugar se repitan una y otra vez.

El mantenimiento ha sufrido transformaciones con el desarrollo tecnológico; a los inicios era visto como actividades correctivas para solucionar fallas. Las actividades de mantenimiento eran realizadas por los operarios de las máquinas; con el desarrollo de las máquinas se organiza los departamentos de mantenimiento no solo con el fin de solucionar fallas sino de prevenirlas, actuar antes que se produzca la falla y garantizar eficiencia para evitar los costes por averías. El mantenimiento no debe verse como un costo si no como una inversión ya que está ligado directamente a la calidad y eficiencia.

Debido al importante aporte que tiene el mantenimiento en la competitividad es que ha tomado especial interés dentro de las organizaciones, por lo tanto, el mismo ocupa un lugar fundamental en los objetivos y procesos de actualización del modelo económico y social cubano.

En los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, (Lineamientos, 2011), el lineamiento 267 plantea “Priorizar el mantenimiento y renovación de la infraestructura turística y de apoyo. Aplicar políticas que garanticen la sostenibilidad de su desarrollo, implementando medidas para disminuir el índice de consumo de agua y de



portadores energéticos e incrementar la utilización de fuentes de energía renovable y el reciclaje de los desechos que se generan en la prestación de los servicios turísticos.

Están relacionados también con la problemática del mantenimiento y el turismo, los lineamientos 117; 217; 220; 239; 249; 252 y el 279, lo que demuestra que existe una voluntad política, tanto de la máxima dirección del país como empresarial para priorizar la actividad.

El Hotel Cayo Santa María, subordinada a la Delegación Territorial Centro, perteneciente al Grupo de Turismo Gaviota S.A., es un hotel de 5 estrellas construido y diseñado para prestar servicios de alojamiento turístico a clientes nacionales y extranjeros que inciden de forma eventual o a través de agencias promotoras de viajes, con el objetivo de disfrutar de las bellezas de sus playas y de los servicios que se ofertan.

Dicho hotel cuenta con un departamento de Servicios Técnicos (SS.TT), el cual se auxilia de un manual, basado en el Manual de SS.TT, (2011a) que pretende ser una herramienta de trabajo para llevar a feliz término las tareas de mantenimiento. El sistema de mantenimiento aplicado en el hotel es el mantenimiento preventivo planificado (MPP), sin embargo la política de mantenimiento empleada no es la más recomendable pues la misma no es aplicada adecuadamente y por ello se incrementan los costos de esta actividad y con ellos los costos totales de la entidad por una incorrecta utilización de los recursos y medios disponibles. Esto se evidencia en la insatisfacción de los clientes a partir de las encuestas que se les aplica, revelando los puntos perdidos por el departamento, provocando retraso en el servicio, constituyendo esta la **situación problemática** de la investigación.

### **Problema de la Investigación**

¿Cómo lograr que en el Hotel Cayo Santa María se garantice la confiabilidad de sus equipos altamente consumidores de energía eléctrica, cumpliendo con los estándares de seguridad y evitando así retrasos en el servicio al cliente?

### **Objetivo General**

Implementar un procedimiento de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad a los equipos consumidores de energía eléctrica en el Hotel Cayo Santa María.

### **Objetivos Específicos**



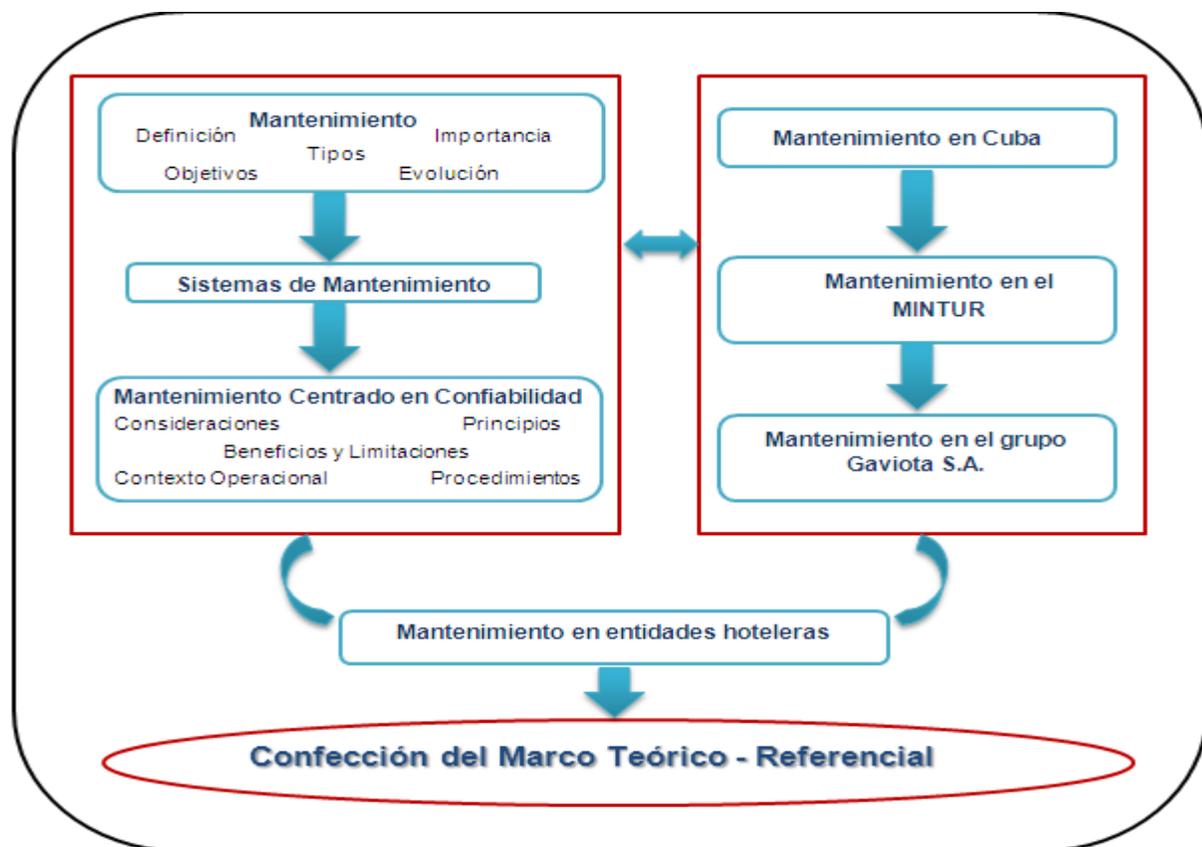
- Seleccionar un procedimiento de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para los equipos altamente consumidores de energía eléctrica en el Hotel Cayo Santa María.
- Aplicar el procedimiento seleccionado de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para el mantenimiento de equipos altamente consumidores de energía eléctrica.

Los objetivos planteados se desarrollan en la tesis mediante la estructura lógica que se muestra a continuación: Capítulo 1: Revisión Bibliográfica de la Investigación; Capítulo 2: Caracterización de la entidad objeto de estudio, aplicación del procedimiento de MCC seleccionado, además se muestran las principales conclusiones alcanzadas con el desarrollo del trabajo; un grupo de recomendaciones que contribuyen a desarrollar trabajos futuros que enriquezcan el resultado alcanzado, la bibliografía consultada y finalmente se expone un grupo de anexos de necesaria inclusión para fundamentar, destacar y facilitar la comprensión de los aspectos de mayor complejidad tratados en el cuerpo del documento.

**CAPÍTULO I Marco teórico referencial de la investigación**

En el presente capítulo se hace un análisis exhaustivo de la literatura especializada y de otras fuentes involucradas en el temático objeto de estudio, con vistas a precisar los principales aspectos conceptuales involucrados en la investigación.

La revisión realizada se estructuró de forma tal que permitiera el análisis del estado del arte y de la práctica como se muestra en la figura 1.1



**Figura 1.1** Estrategia seguida para la construcción del marco teórico referencial de la investigación. **Fuente:** elaboración propia.

**1.1 Generalidades de mantenimiento**

La tarea de mantenimiento surge desde los mismos inicios de la especie humana, cuando esta necesitó reparar las herramientas rudimentarias que utilizaba para la subsistencia en un ambiente tan hostil a través del cual debía abrirse paso para garantizar su subsistencia. Después, con el paso del tiempo la necesidad de mantener se volvió más necesaria, pues se empezaría a participar en guerras y necesitar mayores producciones hasta adentrarse en lo



que se conoce como la revolución industrial que dio un giro total a los conceptos de producción que se conocían hasta el momento. Más adelante, en el siglo pasado, comienzan a desarrollarse filosofías de mantenimiento, cada una influida por diferentes generaciones, las que evolucionaron hasta la creación de los sistemas actuales de mantenimiento.

Las empresas generadoras de bienes y/ o servicios que utilizan instalaciones, edificios, máquinas, equipos, herramientas, utensilios, dispositivos, etc., para lograr su objetivo social y empresarial, necesitan que estos activos se mantengan en buen estado de funcionamiento, de confiabilidad, de mantenibilidad y de disponibilidad, acorde con sus necesidades, por lo cual las organizaciones empresariales deben procurar que la vida útil de sus activos físicos sea la máxima posible al mínimo costo alcanzable; lo cual se logra a través del mantenimiento industrial como una entidad de servicio a la producción. La forma de maximizar la eficacia, la eficiencia, la efectividad y la productividad de los activos, es mediante el conocimiento y la aplicación de las leyes que gobiernan la relación entre producción y mantenimiento. (Rodríguez Machado, 2012)

### **1.1.1 Definición del Mantenimiento**

Se pueden encontrar infinidad de definiciones para el concepto de mantenimiento según los criterios de cada autor. A partir de los estudios realizados respecto al tema se puede definir el mantenimiento como: el conjunto de tareas que se ejecutan sobre un componente, equipo o sistema para asegurar que continúe realizando las funciones que se esperan de él, dentro de su contexto operacional.

La conceptualización de mantenimiento permite destacar el papel que el conocimiento puede ejercer sobre la eficiencia y eficacia de sus procesos. Para que un sistema técnico pueda apoyar, preservar y, en última instancia, perfeccionar las metas organizacionales, es necesario conocer la forma correcta de aplicar las técnicas y medidas administrativas, lo que implica el empleo de conocimiento técnico, administrativo, organizacional y, especialmente, de negocio al que un sistema técnico de mantenimiento puede apoyar. (Alkaim, 2003)

Mantenimiento: Conjunto de acciones perfectamente coordinadas entre todos los departamentos, con el objetivo de asegurar el funcionamiento de la instalación de manera ininterrumpida, de todos los sistemas y equipos, influenciando de forma concreta en la



disminución de las quejas de los clientes, y con el mayor rendimiento energético posible, conservando permanentemente la Satisfacción Total del Cliente y garantizando la seguridad del servicio y la defensa del medio ambiente con el costo necesario, que permita el crecimiento del negocio. (Zabiski Duardo, 2007)

Mantenimiento son todas las actividades necesarias para mantener el equipo e instalaciones en condiciones adecuadas para la función que fueron creadas; además de mejorar la producción buscando la máxima disponibilidad y confiabilidad de los equipos e instalaciones. (Neto Chusin, 2008)

Una definición general de Mantenimiento es la siguiente:

Mantenimiento son las acciones técnicas, organizativas y económicas encaminadas a conservar o restablecer el buen estado de los activos fijos, a partir de la observancia y reducción de su desgaste y con el fin de alargar su vida útil económica, para lograr una mayor disponibilidad y confiabilidad para cumplir con calidad y eficiencia sus funciones, conservando el ambiente y la seguridad del personal. (De la Paz Martínez, 2015a)

En hotelería “**mantenimiento**” puede definirse como los esfuerzos dirigidos a mantener los activos físicos en excelentes condiciones, a la vez que se brinda calidad en el servicio a un costo razonable y asegurándose de que se superan con creces las expectativas del cliente. (De la Paz Martínez, 2015b)

### **1.1.2 Objetivos del mantenimiento**

El mantenimiento debe procurar un desempeño continuo y operando bajo las mejores condiciones técnica, sin importar las condiciones externas (ruido, polvo, humedad, calor, etc.) del contexto operacional en el que se encuentra el sistema. De acuerdo con varios autores (Torres, 2005); (Neto Chusin, 2008) y (De la Paz Martínez, 2015a) han definido los objetivos de mantenimiento que se puede concretar de forma general en:

1. Garantizar la máxima disponibilidad y la confiabilidad de los equipos e instalaciones.
2. Satisfacer los requisitos del sistema de calidad de la empresa.
3. Cumplir todas las normas de seguridad para evitar accidentes y mantener la conservación del medio ambiente.
4. Maximizar la productividad y eficiencia.



5. Prolongar la vida útil económica de los activos fijos.
6. Conseguir estos objetivos a un costo razonable

Estos son los objetivos probables dentro de una industria, estarían garantizando la disponibilidad de equipo y las instalaciones con una alta confiabilidad de la misma y con el menor costo posible.

### **1.1.3 Importancia del Mantenimiento**

El objetivo del Mantenimiento es conservar todos los bienes que componen los eslabones del sistema directa e indirectamente afectados a los servicios, en las mejores condiciones de funcionamiento, con un muy buen nivel de confiabilidad, calidad y al menor costo posible. Mantenimiento no sólo deberá mantener las máquinas sino también las instalaciones de: iluminación, redes de computación, sistemas de energía eléctrica, aire comprimido, agua, aire acondicionado, calles internas, pisos, depósitos, etc. Deberá coordinar con recursos humanos un plan para la capacitación continua del personal ya que es importante mantener al personal actualizado. (Torres, 2005)

### **1.1.4 Tipos de mantenimientos**

Existe gran diversidad de criterios referente a los tipos de mantenimiento. Algunos autores como (Morales Silverio, 1993), (Aduvire, 1994), (De la Paz Martínez, 1996), (Plath, 1996), (Carrazana Lagares, 1998), (COPIMAN, 2001), (Borroto Pentón, 2005) y (Alfonso Llanes, 2009) se refieren a sistemas de mantenimiento, otros lo denominan tipos, métodos, técnicas, estrategias y hasta filosofías; sin embargo la mayoría coinciden con los tipos de mantenimiento expuestos en los sitios de Internet de países como México, Chile, Brasil, España, Cuba entre otros, que plantean como los más utilizados: el correctivo, el preventivo y el predictivo. A continuación se exponen las características de los tres tipos básicos de mantenimiento.

#### **Mantenimiento correctivo**

La evolución de la función de mantenimiento ha pasado por varias etapas. Inicialmente, la función de mantenimiento consistía en reparar un equipo cuando se averiaba, aplicando lo que se llama mantenimiento correctivo. Así pues las intervenciones eran todas, empleando la terminología que se usa actualmente, de emergencia, es decir, cuando la avería había tenido ya lugar. (Espinosa Fuentes, 2006)



Autores como (López, 2006) ven el mantenimiento correctivo como una técnica de la ingeniería que consiste en realizar una serie de trabajos de restauración, necesarios cuando la maquinaria, aparatos o instalaciones se estropean, y es necesario recuperarlos. El mantenimiento correctivo, comprende la compensación de los daños sufridos por fallas incipientes a una maquinaria o un equipo, y todos los trabajos que resulten pertinentes para su reparación; su aplicación se da cuando el equipo ha dejado de funcionar y es necesario repararlo. Según (Torres, 2005) consiste en ir reparando las averías a medida que se van produciendo. El personal encargado de avisar de las averías es el propio usuario de las máquinas y equipos, y el encargado de realizar las reparaciones es el personal de mantenimiento. Dentro de este tipo de mantenimiento se puede contemplar dos tipos o enfoques que puede ser el mantenimiento paliativo o de campo (de arreglo) encargado de la reposición del funcionamiento aunque no quede eliminada la fuente que provocó la avería; y el mantenimiento curativo (de reparación): este se encarga de la reparación propiamente pero eliminando las causas que han producido la avería.

(Christensen, 2005) presenta una clasificación del mantenimiento correctivo según la criticidad del equipo en que ocurre y el tipo de intervención como: mantenimiento de emergencia, que se emplea sobre equipos críticos y la intervención no puede diferirse en el tiempo; mantenimiento de urgencia, que se presenta en equipos críticos o semicríticos y la intervención puede diferirse en el tiempo; y mantenimiento de oportunidad, en equipos no críticos o redundantes donde la intervención puede diferirse en el tiempo.

### **Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo, se efectúa con la intención de reducir al mínimo la probabilidad de falla, o evitar la degradación de las instalaciones, sistemas, máquinas y equipos y surge de la necesidad de rebajar el mantenimiento correctivo y todo lo que representa. Varios autores como (Fabro, 2003) y (Torres, 2005) definen este tipo de mantenimiento. Básicamente consiste en programar revisiones de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina, en base a la experiencia y los datos históricos obtenidos de las mismas. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizarán las acciones necesarias. El mantenimiento preventivo es la ejecución planificada de un sistema de inspecciones periódicas, cíclicas y programadas y de un servicio de



trabajos de mantenimiento previsto como necesario, para aplicar a todas las instalaciones, máquinas o equipos, con el fin de disminuir los casos de emergencias y permitir un tiempo mayor de operación en forma continua. (Torres, 2005)

Según (Fabro, 2003), el mantenimiento preventivo puede ser: Sistemático, periódico, por estado y por tiempo. Autores como (Christensen, 2005) clasifican el mantenimiento preventivo según el rigor de las intervenciones que se hagan como el mantenimiento rutinario, el cual consiste en controlar periódicamente al equipo, éste requiere una intervención menor, pues está conformado por ajustes, limpieza y lubricación (generalmente realizado por el operario); el mantenimiento sistemático que abarca una intervención mayor (dado por el equipo de mantenimiento), en función del tiempo o por un contador determinado que controla una variable (km., número de unidades producidas, etc.) y el mantenimiento predictivo, que mide el desarrollo en función de un contador (hrs., km., etc.) de variables, prediciendo una futura intervención que será realizada por el departamento de mantenimiento. Es importante destacar que Christensen pone el mantenimiento predictivo como una clasificación del mantenimiento preventivo.

### **Mantenimiento predictivo**

El mantenimiento predictivo está basado en la observación continua o periódica de la máquina, medida y análisis del valor que toman sus parámetros de funcionamiento, detección de las averías en su fase inicial, antes de que se presenten de forma catastrófica y actuación sobre la máquina solamente en éste caso. (García Garrido, 2003)

En general, el mantenimiento predictivo, consiste en estudiar la evolución temporal de ciertos parámetros y asociarlos a la evolución de fallos, para así determinar en qué período de tiempo ese fallo va a tomar una relevancia importante, y así poder planificar todas las intervenciones con tiempo suficiente, para que ese fallo nunca tenga consecuencias graves. (Torres, 2005)

Autores como (Malaguera, 2003) además de mencionar estos tres tipos de mantenimiento, expone otros como son: rutinario, programado, por avería o reparación y circunstancial.



En recientes páginas Web donde se aborda este tema, se tratan como los más destacados los tres tipos expuestos primeramente y se adicionan nuevas clasificaciones, dígame: detectivo, mejorativo, de oportunidad, productivo y modificativo.

**Mantenimiento detectivo (o búsqueda de fallos):** consiste en inspeccionar las funciones ocultas, a intervalos regulares, para ver si han fallado y reacondicionarlas en caso de falla (falla funcional). Solamente se aplica para fallos ocultos o no-evidentes. Los fallos ocultos a su vez sólo afectan a dispositivos de protección.

**Mantenimiento mejorativo:** consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo o instalación.

**Mantenimiento de oportunidad:** más que una técnica, es realmente una estrategia de mantenimiento, ya que es una combinación entre el mantenimiento planificado (preventivo) y el mantenimiento por fallas (correctivo). El mantenimiento de oportunidad puede ser útil, ya que cuando existe una parada obligada del equipo, da al equipo de mantenimiento acceso inesperado a este, para llevar a cabo inspecciones y/o mantenimientos.

**Mantenimiento productivo:** consiste en un concepto más amplio del mantenimiento e involucra a todos los departamentos que intervienen en la producción o fabricación en el mismo, desde el nivel más básico del mantenimiento.

**Mantenimiento modificativo:** este tipo de mantenimiento es todo aquel que se realiza tanto para modificar las características de producción de los equipos, como para mejorar la fiabilidad, mantenibilidad, seguridad o instalación de la máquina. (García Garrido, 2003)

### 1.1.5 Evolución del mantenimiento en el mundo

La historia del mantenimiento como parte estructural de las empresas, data desde la aparición de las máquinas para la producción de bienes y servicios, inclusive desde cuando el hombre forma parte de la energía de dichos equipos.

El proceso de mantenimiento permite distinguir varias generaciones evolutivas, en relación a los diferentes objetivos que se observan en las áreas productivas o de manufactura a través del tiempo; el análisis se lleva a cabo en una de estas etapas, que muestran las empresas en función de sus metas de producción para ese momento, la clasificación generacional relaciona las áreas de mantenimiento y producción en términos de evolución. (Mora Gutiérrez, 2012)



A continuación se detalla el contenido de cada una de las generaciones del mantenimiento.

### **Primera Generación**

La **primera generación** cubre el período entre 1930 y la Segunda Guerra Mundial. En esta época la industria estaba poco mecanizada y por tanto los tiempos fuera de servicio no eran críticos, lo que llevaba a no dedicar esfuerzos en la prevención de fallos de equipos. Además al ser maquinaria muy simple y normalmente sobredimensionada, los equipos eran muy fiables y fáciles de reparar, por lo que no se hacían revisiones sistemáticas salvo las rutinarias de limpieza y lubricación. El único mantenimiento que se realizaba era el de “Reparar cuando se averíe”.

La primera generación tuvo como objetivo principal: reparar cuando se rompiera. Esto limitaba solamente a realizar un mantenimiento correctivo.

### **Segunda Generación**

La Segunda Guerra Mundial provocó un fuerte aumento de la demanda de toda clase de bienes. Este cambio unido al acusado descenso en la oferta de mano de obra que causó la guerra, aceleró el proceso de mecanización de la industria. Conforme aumentaba la mecanización, la industria comenzaba a depender de manera crítica del buen funcionamiento de la maquinaria. Esta dependencia provocó que el mantenimiento se entrara en buscar formas de prevenir los fallos y por tanto de evitar o reducir los tiempos de parada forzada de las máquinas. Con este nuevo enfoque del mantenimiento, apareció el concepto de mantenimiento preventivo. En la década de los 60, éste consistía fundamentalmente en realizar revisiones periódicas a la maquinaria a intervalos fijos. Además se comenzaron a implementar sistemas de control y planificación del mantenimiento con el objetivo de controlar el aumento de los costes de mantenimiento y planificar las revisiones a intervalos fijos.

La segunda generación perseguía como objetivos: mayor disponibilidad de la planta, mayor vida de los equipos, menor costo. Lo que generó la planificación del mantenimiento, sistemas de control para el mantenimiento y la incorporación de la informática al mantenimiento a través de grandes ordenadores.

### **Tercera Generación**



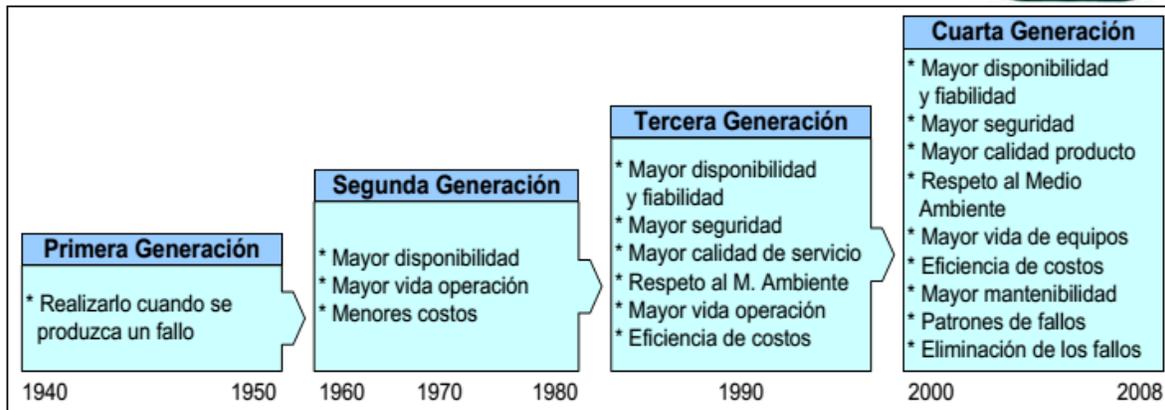
Se inició a mediados de la década de los setenta, cuando se aceleraron los cambios a raíz del avance tecnológico y de las nuevas investigaciones. La mecanización y la automatización siguieron aumentando, se operaba con volúmenes de producción muy levados, cobraban mucha importancia los tiempos de parada debido a los costos por pérdidas de producción. Alcanzó mayor complejidad la maquinaria y aumentaba nuestra dependencia de ellas, se exigían productos y servicios de calidad, considerando aspectos de seguridad y medio ambiente y se consolidó el desarrollo del mantenimiento preventivo. La tercera generación centralizó sus tareas en los siguientes objetivos: mayor disponibilidad y fiabilidad, mayor seguridad, mayor calidad del producto, respeto al Medio Ambiente, mayor vida de los equipos y eficiencia de costes. Dando lugar a técnicas como: monitoreo de condición, diseño basado en fiabilidad y mantenibilidad, estudios de riesgo, utilización de pequeños y rápidos ordenadores, Modos de Fallo y Causas de Fallo (FMEA, FMECA), sistemas expertos, polivalencia y trabajo en equipo.

### **Cuarta Generación**

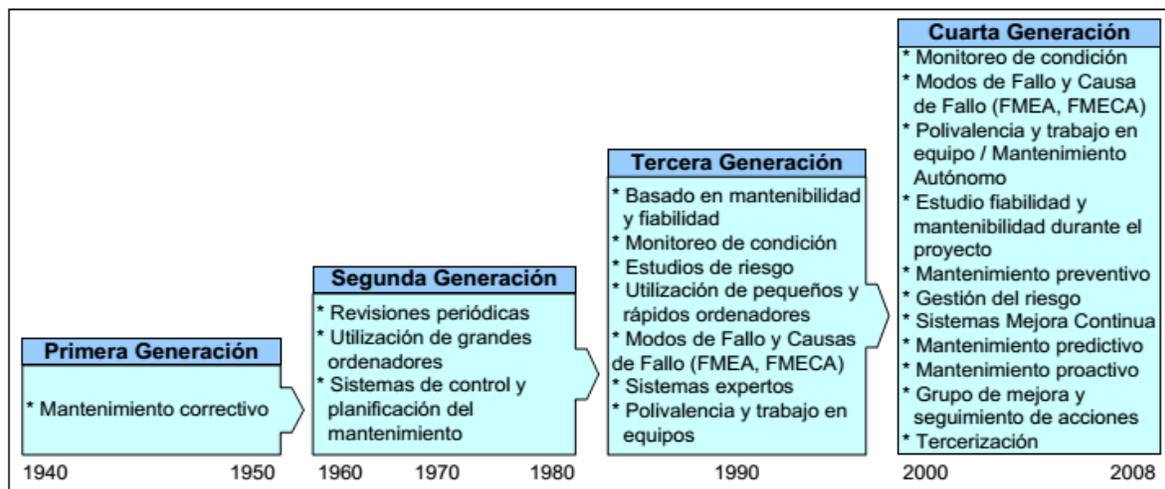
Como se ha visto la idea general del mantenimiento está cambiando. Los cambios son debidos a un aumento de mecanización, mayor complejidad de la maquinaria, nuevas técnicas de mantenimiento y un nuevo enfoque de la organización y de las responsabilidades del mismo. Ya en lo que se conoce como **cuarta generación** se implementan sistemas de mejora continua de los planes de mantenimiento preventivo y, de la organización y ejecución del departamento de mantenimiento.

La gestión del mantenimiento se orienta hacia la satisfacción del cliente. Se extiende la externalización del servicio de mantenimiento y se fijan ratios medibles para poder calificar el servicio de mantenimiento, con bonificaciones y penalizaciones. Los responsables de mantenimiento deben tener un conocimiento exhaustivo de las normativas para no incurrir en errores legales. (López García, 2013)

A continuación, en la figura 1.2 a) y 1.2 b) se muestra la evolución de los objetivos del mantenimiento y de las técnicas empleadas a lo largo de las cuatro generaciones por las que dicho mantenimiento ha transitado, anteriormente detalladas el contenido de cada una de estas generaciones.



a) Evolución de los objetivos del mantenimiento



b) Evolución de las técnicas de mantenimiento

**Figura 1.2** Evolución de las expectativas y técnicas del mantenimiento. **Fuente:** (García González-Quijano, 2004) y (González Fernández, 2007).

A finales del siglo XX y principios del XXI, la importancia de los recursos energéticos por su costo y por su carácter de agotables hace que la eficiencia energética tenga un papel capital en el mantenimiento y explotación de las instalaciones, incluyendo en muchos casos la cesión de los contratos energéticos a las empresas mantenedoras, que en ese caso se encargan de comprar la energía primaria y vender la energía útil transformada garantizando unos ratios establecidos en contrato. Hacia esta dirección tiende la que se puede llamar como **quinta generación** del mantenimiento. De este modo la propiedad puede dedicarse exclusivamente a su actividad principal mientras la empresa mantenedora se dedica a la explotación técnica del edificio (López García, 2013). Está centrada en la terotecnología, o



sea, en el estudio y gestión de la vida de un activo o recurso desde el mismo comienzo (con su adquisición) hasta su propio final (incluyendo formas de disponer del mismo, dismantelar, etc.). Integra prácticas gerenciales, financieras, de ingeniería, de logística y de producción a los activos físicos buscando costos de ciclo de vida (CCV) económicos.

Además de la utilización de las técnicas de las generaciones anteriores, esta combina experiencia y conocimiento para lograr una visión holística del impacto del mantenimiento sobre la calidad de los elementos que constituyen un proceso de producción, y para producir continuamente mejoras tanto técnicas como económicas. (García González-Quijano, 2004)

### **1.1.6 Evolución del mantenimiento en Cuba**

En Cuba, antes de 1959 y con la excepción de determinadas industrias, no existía una cultura de mantenimiento, y no fue sino hasta 1961 cuando comenzó a promoverse el respeto hacia esta actividad, a partir de la introducción del Mantenimiento Preventivo Planificado.

En 1975, el Centro de Servicio Técnico Automotriz (CESETA), publicó el Manual de mantenimiento y reparación de equipos industriales. El objetivo de este manual era guiar la aplicación del Mantenimiento Preventivo Planificado en plantas y talleres, principalmente de la industria mecánica.

En el marco del proceso de institucionalización del país, el primero de diciembre de 1976 se promulgó la Ley No. 1323, Ley de Organización de la Administración Central del Estado, que estableció, entre las atribuciones y funciones principales del Ministerio de la Industria Sidero-Mecánica, en su artículo 81, inciso ch, “...la elaboración de Normas de Mantenimiento y Explotación para las Máquinas-Herramienta del País”.

En el II Congreso del Partido Comunista de Cuba realizado en 1981, se estableció, como un lineamiento para el desarrollo de la industria: “Ejecutar una política sistemática de mantenimiento y reparaciones generales que permitan garantizar o restituir las capacidades potenciales a las unidades...” y, a partir de la política trazada en el país en relación con el mantenimiento, la mayoría de las empresas cubanas asumieron el Sistema de



Mantenimiento Preventivo Planificado, conocido por las siglas MPP, adaptándolo a sus características.

Cabe destacar que, en 1985, el Ministerio de la Industria Básica (MINBAS) aprobó una nueva política de mantenimiento para sus empresas que cambió la óptica del ya tradicional sistema de MPP a sistemas más adecuados a las características de las mismas, en particular se implementó el Sistema de Mantenimiento por Diagnóstico.

En el mes de octubre de 1987 cobró vigencia la Norma Cubana (NC 92-44: 86) que establece los términos y definiciones fundamentales y de uso más común en la realización del mantenimiento y la reparación de los artículos industriales. Esta norma concordaba con una norma CAME análoga de 1985 (SE-CAME 5151) y tenía como base las normas cubanas del Sistema Único de Documentación de Proyectos de 1978 y la Norma Internacional ISO 4092 de 1984.

En 1996 se realiza otro avance en la actividad del mantenimiento en nuestro país este avance esta dado por la propuesta realizada por (De la Paz Martínez, 1996); donde se desarrolla la versión cubana del Sistema Integrado de Mantenimiento, denominado en Cuba Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM) a partir de ese momento se comenzaron a aplicar varios sistemas de mantenimiento, principalmente en plantas productivas del Ministerio de la Industria Ligera.

En el año 2001 se realiza otro aporte a la Gestión del Mantenimiento, esta vez desde una óptica poco tratada pero verdaderamente importante, la planificación de los Recursos Humanos en el SAM. Otra aplicación que fue efectuada en plantas textiles del Ministerio de la Industria Ligera.

En 2005 se produjo otro avance notable en la Gestión del Mantenimiento; en (Borroto Pentón, 2005) fue confeccionado un procedimiento para la realización de la auditoría de Mantenimiento en el Ministerio de Salud Pública específicamente en hospitales de la provincia Villa Clara. Además como resultado de las auditorías aplicadas se propuso un sistema de mantenimiento especialmente diseñado para hospitales denominado Sistema Alternativo de Mantenimiento en Hospitales (SAMHOS).



En el 2009 se realizó otro aporte a la Gestión del Mantenimiento en nuestro país. (Alfonso Llanes, 2009) propone un procedimiento para administrar el proceso de tercerización del mantenimiento, cuya aplicación se realizó en empresas del Ministerio de la Industria Alimentaria (MINAL), del Ministerio del Turismo (MINTUR), y del Ministerio de la Industria Ligera (MINIL), proveyendo de una herramienta al sistema empresarial efectiva para la administración de los procesos de externalización de actividades y funciones de mantenimiento.

En mayo de 2011, en el (Lineamientos, 2011), se ponen en vigor los lineamientos que regirán la política económica y social del país, donde se trata el mantenimiento en 16 de ellos.

Al analizar las actividades realizadas en función del desarrollo del mantenimiento en Cuba se puede asegurar que se ha producido un avance paulatino, no obstante se debe señalar que se está lejos aún de lograr que las empresas adquieran una cultura fortificada y con basamentos sólidos respecto a la Gestión del Mantenimiento. (Rodríguez Machado, 2012)

### **1.2 Sistemas de Mantenimiento**

En la literatura especializada, han sido tratados indistintamente los sistemas de mantenimiento como políticas, estrategias o filosofías, métodos y tipos de mantenimiento.

Lo más común en las denominaciones es el término de sistemas. En Cuba, algunos autores (Fernández, 1983); (Navarrete Pérez, 1986); (Portuondo Pichardo, 1990); (Taboada Rodríguez, 1990); (Tobalina, 1994) han identificado como sistemas de mantenimiento a los siguientes: Sistema controlado mediante la supervisión en la producción, Sistema regulado, Sistema por interrupción en la producción o contra avería, Sistema inspectivo, predictivo o por diagnóstico y Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP). También es conocido en la industria cubana, el Sistema Alterno de Mantenimiento (SAM) como un sistema integrador de varios de los sistemas tradicionales. A continuación se presentan algunas de las denominaciones más utilizadas al definir los sistemas de mantenimiento:

- Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP)
- Mantenimiento Autónomo/Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM)



- Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC)

**Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP):** representa un conjunto de medidas organizativas y técnicas dirigidas al cuidado, observación, mantenimiento y reparación de las máquinas y equipos. La base para la planificación son los datos sobre la duración y estructura del ciclo de reparaciones de las máquinas y equipos. El sistema establece que después de que cada equipo haya trabajado las horas reglamentadas, corresponde la realización de revisiones y de las reparaciones planificadas, conforme con el plan que comprende las reparaciones pequeñas, medianas y generales. Esto implica el establecimiento de un programa que se denomina ciclo de reparación, que consiste en el período entre dos reparaciones generales o, para el caso de equipos que inician su operación, al período entre su puesta en funcionamiento y la primera reparación general.

**Mantenimiento Productivo Total (TPM):** es un conjunto de disposiciones técnicas, medios y actuaciones que permiten garantizar que las máquinas, instalaciones y organizaciones que conforman un proceso básico o línea de producción, pueden desarrollar el trabajo que tienen previsto en un plan de producción en constante evolución por la aplicación de la mejora continua. En este contexto el TPM asume el reto de cero fallos, cero incidentes, cero defectos para mejorar la eficacia de un proceso, permitiendo reducir costos y stocks intermedios y finales, con lo que la productividad mejora. Teniendo así, como acción principal: cuidar y explotar los sistemas y procesos básicos productivos, manteniéndoles en su estado de referencia y aplicando sobre ellos la mejora continua. (Tobalina, 1994)

**Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM):** es un sistema para la organización, planificación y control del mantenimiento industrial y se caracteriza por integrar armónicamente más de uno de los sistemas de mantenimiento anteriormente expuestos. En particular, el SAM incluye mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo o por diagnóstico. (De la Paz Martínez, 1996)

**Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC):** es una metodología de análisis sistemático, objetivo y documentado, aplicable a cualquier tipo de instalación industrial muy útil para el desarrollo u optimización de un plan eficiente de mantenimiento preventivo en una instalación industrial que contribuya a la mejora de la confiabilidad de la



misma y, por consiguiente, al incremento de la rentabilidad de los procesos implicados y del valor de los activos fijos.

Actualmente uno de los mayores retos para las personas encargadas en temas de mantenimiento no es sólo aprender todas las técnicas existentes, sino identificar cuáles son las adecuadas para aplicar en su propia organización y cuáles no, tanto desde el punto de vista técnico como económico. Tomando una decisión correcta es posible mejorar el rendimiento de los activos y al mismo tiempo incluso reducir los costos de mantenimiento (Pérez Jaramillo, 2004). Como se puede apreciar existen diferentes sistemas de mantenimiento que pueden ser utilizados de acuerdo a las características de cada empresa. A continuación se profundiza en los aspectos referentes a una de las metodologías de mantenimiento más novedosa, el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

### **1.3 Aspectos generales sobre el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad**

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) es una metodología ampliamente aceptada que ha estado disponible en la industria durante más de 30 años, y ha demostrado ofrecer una estrategia eficiente para la optimización de mantenimiento preventivo, con el objeto principal de reducir los costes de mantenimiento, al mismo tiempo, aumentar la confiabilidad y la seguridad de los equipos.

El MCC se basa en la confiabilidad desde el diseño del equipo y su objetivo es preservarla durante el ciclo de la operación, el resultado busca obtener un programa de mantenimiento preventivo que logre los niveles deseados de seguridad y confiabilidad al mínimo costo posible. Es a través del programa preventivo que se logran detectar fallas incipientes y corregirlas antes de que ocurran o causen mayores efectos, igualmente busca reducir la probabilidad de falla. (Martínez Giraldo, 2014)

Acorde a (Harris, 1994), el MCC es básicamente una técnica de ordenamiento racional, como un Análisis de Diagrama de Bloques, un Análisis de Árbol de Fallas, Análisis de Pareto o FMEA, los cuales han sido bien establecidos y utilizados en la ingeniería de fiabilidad. (Backlund, 2003) ve al MCC como un método de trabajo que hace uso de varias técnicas y herramientas, y lo considera un programa de mantenimiento estructurado consistente de un grupo de tareas generadas por un análisis MCC. Por su parte (Akersten,



2001) lo ven como una metodología de trabajo dentro de la organización para alcanzar las metas trazadas.

El MCC es un proceso continuo usado para determinar la forma más efectiva de desarrollar el mantenimiento de un equipo en dependencia de su misión. Este identifica la mezcla óptima de las tareas de mantenimiento aplicables y efectivas, necesarias para realizar el diseño inherente de la fiabilidad y seguridad de sistemas, equipamiento y personal a un costo mínimo (Smith, 2004). Además, genera racionalidad técnica y justificación económica a la toma de decisiones relativas al mantenimiento. En el mismo, los procesos consideran la experiencia operacional y la estadística de fallos para generar, validar y soportar dichas decisiones.

El MCC en algunos aspectos puede catalogarse como una filosofía de aseguramiento de la calidad del desempeño del mantenimiento, definido como: toda acción sistemática requerida para planificar y verificar que los esfuerzos desarrollados en mantenimiento preventivo sean técnicamente y económicamente aplicables. Acorde a (Backlund, 2003) el concepto del MCC fue desarrollado porque el método es centrado en lograr las capacidades de fiabilidad y seguridad inherente del equipamiento a un costo mínimo.

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) es un proceso sistemático utilizado para asegurar que cualquier equipo es capaz de satisfacer continuamente las funciones para la cual fue diseñado, operando en el contexto donde se encuentra instalado. Es un enfoque estructurado para desarrollar un programa de mantenimiento rutinario óptimo diseñado para promover altos niveles de servicios de confiabilidad al costo más bajo. El proceso MCC consiste en pasos predefinidos, completados en un orden lógico, en acuerdo con reglas específicas (Moubrey, 1997):

- 1 ¿Cuáles son las funciones?
- 2 ¿De qué forma puede fallar?
- 3 ¿Qué causa que falle?
- 4 ¿Qué sucede cuando falla?
- 5 ¿Qué ocurre si falla?
- 6 ¿Qué se puede hacer para prevenir los fallos?
- 7 ¿Que sucede si no puede prevenirse el fallo?



### 1.3.1 Consideraciones sobre la introducción del MCC

Todo sistema, plan o proyecto contiene características únicas que lo definen y diferencian del resto, se hace necesario entonces conocer y tener en cuenta distintos elementos fundamentales a la hora de desarrollar cualquier trabajo o investigación. En el caso específico del MCC es vital no evitar ni saltar ningún detalle, pues se incurriría en errores graves.

Detalles de estos elementos:

- Recursos: la introducción del MCC requiere una cantidad considerable de recursos, tiempo y energía para hacerlo exitosamente. Recursos para nuevo equipamiento y entrenamiento de los operadores, según las recomendaciones del MCC, no son factibles.
- Costos: los costos iniciales de una implementación del MCC son elevados por lo que se busca llevarlo a cabo siempre y cuando se esperen unos beneficios elevados con su introducción. Se debe tener cuidado de no sobrestimar los beneficios esperados.
- Tiempo: el MCC usualmente es una meta a largo plazo con expectativas a corto plazo. Muchas veces es criticado por la cantidad de tiempo que consume su aplicación dado que actualmente en el ambiente empresarial se demandan soluciones tácticas con resultados inmediatos. El reto resulta en adoptar el MCC para alcanzar rápidos retornos económicos.
- Condiciones para el mejoramiento continuo: las personas tienen que comprender la importancia de llevar la estadística de fallos para poder soportar los análisis de fallos y realizar cambios. Los fallos condicionales tienen que ser reportados en la manera en la que las causas de los fallos son colectados.

### 1.3.2 Principios del MCC

Los principios del MCC surgen de una revisión rigurosa de determinadas preguntas que a menudo se hacían los expertos, dígame (Backlund, 2003):

- 1 ¿Cómo ocurren los fallos?
- 2 ¿Cuáles son sus consecuencias?
- 3 ¿Cuánta solución puede aportar un mantenimiento preventivo?

A continuación se detallan los cuatro principios básicos del MCC:



- **Orientación a la función del equipo:** este busca preservar la función del sistema o del equipamiento y no solo la factibilidad operacional. La redundancia de la función, mediante equipos múltiples, mejora la confiabilidad operacional, pero incrementa el costo del ciclo de vida en términos de inversión y costos operacionales.
- **Enfoque en sistema:** busca mantener la función del sistema más que la función de componentes individuales.
- **Centrado en la fiabilidad:** le brinda una importancia alta a la relación entre la edad operacional del sistema y la estadística de fallos. Generalmente no se centra en una simple tasa de fallos sino que busca conocer la probabilidad condicional de ocurrencia de fallos a edades específicas (la probabilidad de que el fallo ocurra en determinada edad operacional).
- **Reconoce las limitaciones en el diseño:** su objetivo es mantener la fiabilidad inherente del diseño del equipo, reconociendo que los cambios en la fiabilidad inherente son consecuencia del diseño más que del mantenimiento. El mantenimiento, cuando más, solo puede lograr y mantener el nivel de fiabilidad previsto en el diseño del equipo. Además, el MCC reconoce que a menudo existe diferencia entre la vida de diseño percibida y la vida de diseño actual o intrínseco, y dirige sus ideas hacia el proceso de exploración de la influencia de la edad en el comportamiento del sistema.

### 1.3.3 Contexto operacional

Antes de comenzar a redactar las funciones deseadas para el activo que se está analizando (primera pregunta del MCC), se debe tener un claro entendimiento del contexto en el que funciona el equipo. Por ejemplo, dos activos idénticos operando en distintas plantas, pueden resultar en planes de mantenimiento totalmente distintos si sus contextos de operación son diferentes. Un caso típico es el de un sistema de reserva, que suele requerir tareas de mantenimiento muy distintas a las de un sistema principal, aun cuando ambos sistemas sean físicamente idénticos. Entonces, antes de comenzar el análisis se debe redactar el contexto operacional, breve descripción (2 o 3 cuartillas) donde se debe indicar: régimen de operación del equipo, disponibilidad de mano de obra y repuestos, consecuencias de indisponibilidad del equipo (producción perdida o reducida, recuperación de producción en horas extra, tercerización), objetivos de calidad, seguridad y medio ambiente, etc.



### 1.3.4 Beneficios y limitaciones asociados al MCC

El MCC ha sido usado por una amplia variedad de industrias durante los últimos años. De ello se ha concluido que cuando se aplica correctamente produce los **beneficios** siguientes (Ph. D, 2003):

1. Mayor seguridad y protección del entorno, debido a:

- ✓ Mejora en el mantenimiento de los dispositivos de seguridad existentes.
- ✓ La disposición de nuevos dispositivos de seguridad.
- ✓ La revisión sistemática de las consecuencias de cada fallo antes de considerar la cuestión operacional.
- ✓ Claras estrategias para prevenir los modos de fallo que puedan afectar a la seguridad, y para las acciones “a falta de” que deban tomarse si no se pueden encontrar tareas preventivas apropiadas.
- ✓ Menos fallos causados por un mantenimiento innecesario.

2. Mejores rendimientos operativos, debido a:

- ✓ Un mayor énfasis en los requisitos del mantenimiento de elementos y componentes críticos.
- ✓ Un diagnóstico más rápido de los fallos mediante la referencia a los modos de fallos relacionados con la función y a los análisis de sus efectos.
- ✓ Menor daño secundario a continuación de los fallos de poca importancia (como resultado de una revisión extensa de los efectos de los fallos).
- ✓ Intervalos más largos entre las revisiones, y en algunos casos la eliminación completa de ellas.
- ✓ Listas de trabajos de interrupción más cortas, que llevan a paradas más cortas, más fáciles de solucionar y menos costosas.
- ✓ Menos problemas de “desgaste de rodaje” después de las interrupciones debido a que se eliminan las revisiones innecesarias.



- ✓ La eliminación de elementos superfluos y como consecuencia los fallos inherentes a ellos.

- ✓ La eliminación y sustitución de componentes poco fiables.

- ✓ Un conocimiento sistemático acerca la planta, y el refrescamiento y fortalecimiento de las prácticas operativas de manera integral en plantas ya establecidas.

3. Mayor contención de los costes del mantenimiento, debido a:

- ✓ Menor mantenimiento rutinario innecesario.

- ✓ Mejor compra de los servicios de mantenimiento (motivada por el énfasis sobre las consecuencias de los fallos).

- ✓ La prevención o eliminación de los fallos costosos.

- ✓ Unas políticas de funcionamiento más claras, especialmente en cuanto a los equipos de reserva.

- ✓ Menor necesidad de contratar personal experto costoso, debido a que todo el personal tiene mejor conocimiento de la planta y de sus operaciones.

- ✓ Pautas más claras para la adquisición de nueva tecnología de mantenimiento, tal como equipos de monitorización de la condición (“condition monitoring”).

- ✓ Además de la mayoría de la lista de puntos que se dan más arriba bajo el título de “mejores rendimientos operativos”.

4. Más larga vida útil de los equipos: debido al aumento del uso de las técnicas de mantenimiento “a condición”.

5. Una amplia base de datos de mantenimiento, que:

- ✓ Reduce los efectos de la rotación del personal con la pérdida consiguiente de su experiencia y competencia.

- ✓ Provee un conocimiento general de la planta más profundo en su contexto operacional.

- ✓ Provee una base valiosa para la introducción de los sistemas de expertos.

- ✓ Conduce a la realización y actualización de planos, manuales más exactos.



✓ Hace posible la adaptación a circunstancias cambiantes (tales como nuevos horarios de turno, una nueva tecnología, cambios en los volúmenes de producción) sin tener que volver a considerar desde el principio todas las políticas y programas de mantenimiento.

6. Mayor motivación de las personas en particular: especialmente el personal que está interviniendo en el proceso de revisión, la que lleva a un conocimiento general de la planta en su contexto operacional mucho mejor, junto con un “reparto” más amplio de los problemas del mantenimiento y de sus soluciones. También significa, que las soluciones tienen mayores probabilidades de éxito.

7. Mejor trabajo de grupo: motivado por un planteamiento altamente estructurado del grupo a los análisis de los problemas del mantenimiento y a la toma de decisiones. Mejorando la comunicación y la cooperación entre:

✓ Los departamentos: los departamentos de producción u operación así como los de la función de mantenimiento.

✓ Personal de diferentes niveles: los gerentes, los jefes de departamentos, técnicos y operarios.

✓ Especialistas internos y externos: los diseñadores de la maquinaria, vendedores, usuarios y el personal encargado del mantenimiento.

Se considera que las **limitaciones** del MCC (Pérez Jaramillo, 2003); (Alkaim, 2003) deben ser analizadas detalladamente al aplicar los planes de acción que de éste se generan. A continuación se presentan las limitantes fundamentales definidas por los estudiosos del tema:

- Requiere un conocimiento amplio acerca de la fiabilidad y mantenibilidad del sistema y todos sus componentes.
- El personal de mantenimiento requiere de un conocimiento amplio sobre la funcionalidad de cada elemento de las máquinas y/o equipos.
- Debido a la complejidad del proceso de implementación, se requiere de personal con el conocimiento necesario para la aplicación de la metodología y el desarrollo de procedimientos.



- El tiempo requerido para obtener resultados es relativamente largo, o sea, los resultados generalmente son alcanzados a mediano y largo plazo, lo cual puede ser un motivo de descontento por parte de las jefaturas que exigen, en su mayoría, resultados inmediatos.
- Si bien es cierto que a largo plazo aumenta la relación costo - beneficio, en un principio, requiere una inversión considerable de recursos, que por tanto merece ser colegiado por el staff de la gerencia de mantenimiento.
- Los paradigmas antiguos de mantenimiento son difíciles de cambiar en el personal cuya mentalidad se enfoca en un mantenimiento tradicional, siendo insensibles al cambio.
- Demanda el conocimiento de normas que especifican las exigencias que debe cumplir un proceso para poder ser denominado MCC.

### 1.3.5 Procedimiento del MCC

El proceso de MCC es tratado por varios autores (Moubray, 1997); (Dhillon, 2002); (Murillo Rocha, 2002); (Alkaim, 2003); (Backlund, 2003); (Weibull, 2004); (Smith, 2006) y (García Garrido, 2009). En la tabla 1.1 se muestra el procedimiento presentado por García Garrido, 2009 que es el escogido en el estudio a realizar.

En el anexo # 1 se pueden ver los diferentes tipos de procedimientos presentados en estas fuentes. La mayoría de las propuestas se encuentran enfocadas a darle respuesta a las siete preguntas básicas enunciadas por (Moubray, 1997), las cuales forman parte del proceso de decisión y de análisis funcional del MCC, a través de una serie de pasos estructurados.

**Tabla 1.1 Procedimiento del MCC**

Fuente	Propuesta de procedimiento
(García Garrido, 2009)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preparación para el análisis</li> <li>2. Codificación y listado de todos los subsistemas, equipos y elementos que componen el sistema que se está estudiando. Recopilación de esquemas, diagramas funcionales, diagramas lógicos, etc.</li> <li>3. Determinación de los fallos funcionales y fallos técnicos</li> <li>4. Determinación de los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior</li> </ol>



	5. Estudio de las consecuencias de cada modo de fallo. Clasificación de los fallos en críticos, importantes o tolerables en función de esas consecuencias 6. Determinación de las medidas preventivas
--	--

**Fuente:** elaboración propia.

#### 1.4 El Mantenimiento en Cuba

Antes del 1990 la industria Cubana desarrolló una cultura industrial que estuvo caracterizada por la aplicación de tecnologías y sistemas de trabajo provenientes del antiguo campo socialista entre ellos los sistemas de Mantenimiento Preventivo Planificado que tenía asegurado el suministro estable de piezas de repuesto y la preparación de los recursos humanos, posibilitando realizar servicios técnicos de mantenimiento y reparaciones preventivas a las máquinas, equipos e instalaciones.

Sin embargo no todas las instalaciones industriales adoptaron esta línea de trabajo debido fundamentalmente a la no existencia de una política que estableciera para toda la industria del país los receptos o requerimientos a cumplir para asegurar la disponibilidad técnica del equipamiento.

A partir de esta fecha comenzó el deterioro, las paralizaciones, las indisciplinas tecnológicas, la emigración de la fuerza técnica y la pérdida de la cultura industrial en la mayoría de aquellas entidades y ramas de la economía que habían logrado la aplicación de las técnicas de mantenimiento.

Desde el inicio del año 2005 algunos sectores de la economía comenzaron a rescatar y establecer sus propios Sistemas de Gestión de Mantenimiento, como es el caso de los antiguos ministerios, Ministerio de la Industria Básica (MINBAS) y el Ministerio de la Industria Sidero-Mecánica, y otros diseñaron de manera incipiente procedimientos y normas que establecen de alguna manera como organizar el mantenimiento industrial.

Por citar ejemplos, ha faltado en casi todos los sistemas, procedimientos y normas que aseguren el control del cumplimiento de los planes de mantenimiento, así como de los análisis de las averías ocurridas y el control de la calidad. Esta situación ha provocado que se acumulen incumplimientos del plan de mantenimiento sin ningún seguimiento a su ejecución, casi siempre sin un responsable de las causas que provocan que el



mantenimiento no se ejecute en el momento en que se planificó, y también que ocurran averías y no se analicen sus causas, así como en el control de la calidad de los mantenimientos la cual no se controla y en el mejor de los casos no se hace con rigor. (Mantenimiento, 2014)

### **1.5 El Mantenimiento en el MINTUR**

El Ministerio del Turismo (MINTUR) es el organismo estatal rector del Sistema de Turismo, en el cual participan entidades del país como Gaviota S.A, Islazul, Cubanacán S.A, Gran Caribe, el mismo elabora la Política de Mantenimiento (Basado en la (MINTUR, 2010) por el cual se rigen las entidades que administra directamente este sector.

El Ministerio de Turismo tiene la misión de diseñar y ejecutar la política turística, de forma tal, de dirigir su proceso de desarrollo, logrando para este sector la competitividad global, garantizando su rentabilidad y sustentabilidad en el tiempo y su constante vínculo con la elevación del nivel y calidad de vida de los ciudadanos del país.

### **1.6 El Mantenimiento en el grupo Gaviota S.A.**

En la actualización del modelo económico cubano se aprobó el Lineamiento No: 267- Política para el turismo que plantea: "priorizar el mantenimiento y renovación de la infraestructura turística y de apoyo. Aplicar políticas que garanticen la sostenibilidad de su desarrollo, implementando medidas para disminuir el índice de consumo de agua y portadores energéticos e incrementar la utilización de fuentes de energía renovable y el reciclaje de los desechos que se generan en la prestación de los servicios turísticos". (Lineamientos, 2011)

Es por ello las instalaciones turísticas de la sociedad mercantil cubana Grupo de Turismo Gaviota S.A se auxilia de un manual, basado en el Manual de SS.TT, (2011a) que pretende ser una herramienta de trabajo para el personal de Servicios Técnicos o de Mantenimiento para llevar las tareas de mantenimiento y ofrecer la mayor comodidad y servicio a los clientes.

### **1.7 El Mantenimiento en entidades hoteleras**

El mantenimiento desempeña un papel muy importante en cualquier programa de ahorro de energía, de materiales, de divisas, de tiempo, etc. Pues no sería posible una entidad



eficiente y productiva a la cual no se le da su debido mantenimiento. El mantenimiento es la actividad realizada por el hombre con el auxilio de herramientas, orientado a lograr el funcionamiento adecuado de una instalación o medio, del cual el hombre depende en alguna medida.

Para garantizar la vida útil de las instalaciones y de los equipos se hace necesaria la confección de un plan anual de mantenimiento que garantice el ciclo adecuado de mantenimiento, la programación de la fuerza de trabajo y el aseguramiento material necesario. También permite compatibilizar la necesidad de las reparaciones con la necesidad de los servicios. Es necesario un método ágil que permita distribuir los trabajos a realizar, la fuerza de trabajo y los recursos materiales a través del año. El mantenimiento debe lograr la reducción de las averías imprevistas y del tiempo de reparación, procurar la prolongación de la vida útil de los componentes, lograr los efectos del ahorro de recursos y con ello, reducir el costo del mantenimiento de las instalaciones y contribuir a mejorar la calidad del servicio.

La conservación de un hotel es muy importante e implica una serie de actuaciones que hay que hacer a medida que pasa el tiempo, de forma programada, lo que se llama mantenimiento preventivo. Este tipo de mantenimiento es sumamente importante pues con el se logra un buen funcionamiento de todas las instalaciones evitando que estas se rompan y con ello perder tiempo de trabajo. (García Rodríguez, 2008)

El mantenimiento es responsable de la imagen del hotel y la seguridad del huésped, por esto es de vital importancia que los directivos y el personal operativo encuentre herramientas de apoyo para realizar una correcta gestión de mantenimiento.

Para llevar a cabo la tarea integral de mantenimiento, se requiere cumplir las fases siguientes: planificación de tareas, inspecciones de mantenimiento, ejecución del plan de mantenimiento, control del plan, y organigrama de mantenimiento. (Mercado Britton, 2010)



### 1.8 Conclusiones parciales

1. Mediante la revisión bibliográfica se pudo apreciar que disímiles autores han caracterizado al mantenimiento como un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones, etc.
2. La metodología MCC, como instrumento que agrupa los mantenimientos predictivos, preventivos y modificativo, apoyado en la fiabilidad de funciones y el trabajo en equipos para progresar en la reducción de los costos de mantenimiento, ha demostrado su gran beneficio en el desarrollo u optimización del programa de mantenimiento de una instalación, lo que la hace una aspirante tentadora a aplicar en organizaciones de todo tipo.
3. Una vez analizado los procedimientos existentes en la literatura y comparados con el objeto de estudio práctico, este trabajo se inclina por el procedimiento planteado por (García Garrido, 2009), el cual se basa en las normas (SAEJA1012, 2002) y modificado en el trabajo de diploma de (Hernández Mirabal, 2014) para ser aplicado a empresas cubanas y a entidades hoteleras, encaminada al trabajo con la implementación de la Norma Cubana ISO: 50001,(2011b).



### **CAPÍTULO II: Caracterización del Hotel “Cayo Santa María”, aplicación del procedimiento de MCC seleccionado.**

Para dar solución al problema de investigación planteado y como respuesta a las conclusiones parciales arribadas en el Capítulo I, se definen en este capítulo la caracterización de la entidad objeto de estudio y la aplicación del procedimiento de MCC seleccionado.

#### **2.1 Caracterización del Hotel “Cayo Santa María”**

El Hotel Cayo Santa María fue inaugurado el primero de agosto del 2013, lleva aproximadamente tres años de explotación. La Instalación se encuentra ubicada en la Cayería Norte de la provincia de Villa Clara, a una distancia aproximada de 48 km. al noreste del Municipio de Caibarién, perteneciente a la propia Provincia de Villa Clara, limitando al Norte en el litoral marítimo con el Canal Viejo de las Bahamas, al Sur colinda con lagunas y con el vial principal de acceso a la Cayería, al Este con la casa de negocios a 600 metros en línea recta, y seguidamente a este se encuentra el Hotel Laguna 1 y al Oeste con el Hotel Memories Paraíso Azul. La entidad ocupa un área 17,10 hectáreas, teniendo una capacidad de 846 habitaciones distribuidas en 18 bungalows de tres niveles. Es una Unidad subordinada a la Delegación Territorial Centro, perteneciente al Grupo de Turismo Gaviota S.A., construida y diseñada para prestar servicios de alojamiento turístico a clientes nacionales y extranjeros que inciden de forma eventual o a través de agencias promotoras de viajes, con el objetivo de disfrutar de las bellezas de sus playas y de los servicios que se ofertan, vinculados al turismo.

El hotel tiene además un edificio principal, donde se brindan los principales servicios a los huéspedes (lobby, lobby bar, bufets, salas polivalentes, tienda) y las zonas de servicio (administración, cocinas, almacenes, mantenimiento, ama de llaves), y otros edificios comunes. El buffet representa la principal oferta de gastronomía (desayuno, almuerzo y cena). Los restaurantes de especialidades brindan servicio de cena.

El hotel presenta una arquitectura de estilo moderno con varios elementos caribeños y el estilo de la decoración propuesto es contemporáneo.

#### **Objeto Social**

El Hotel Cayo Santa María tiene como objeto social la prestación de servicios hoteleros y turísticos con la finalidad de brindar un producto de calidad al mercado, rigiéndose por las



definiciones y principios generales previstos en la Resolución No. 134 de 30 de Abril de 2013 del Ministro de Economía y Planificación.

### **Misión**

El Hotel Cayo Santa María tiene como misión brindar servicios de excelencia en el sector turístico a partir de una óptima explotación de los recursos disponibles y la seguridad de los servicios al cliente.

### **Visión**

Ser el hotel más solicitado dentro del sector turístico del litoral norte de Cuba, siendo líder en el mercado por la calidad de sus servicios, precios competitivos para los clientes, experiencia, profesionalismo, competencias de sus trabajadores.

#### **2.1.1 Descripción del Departamento de Servicios Técnicos (SS.TT.)**

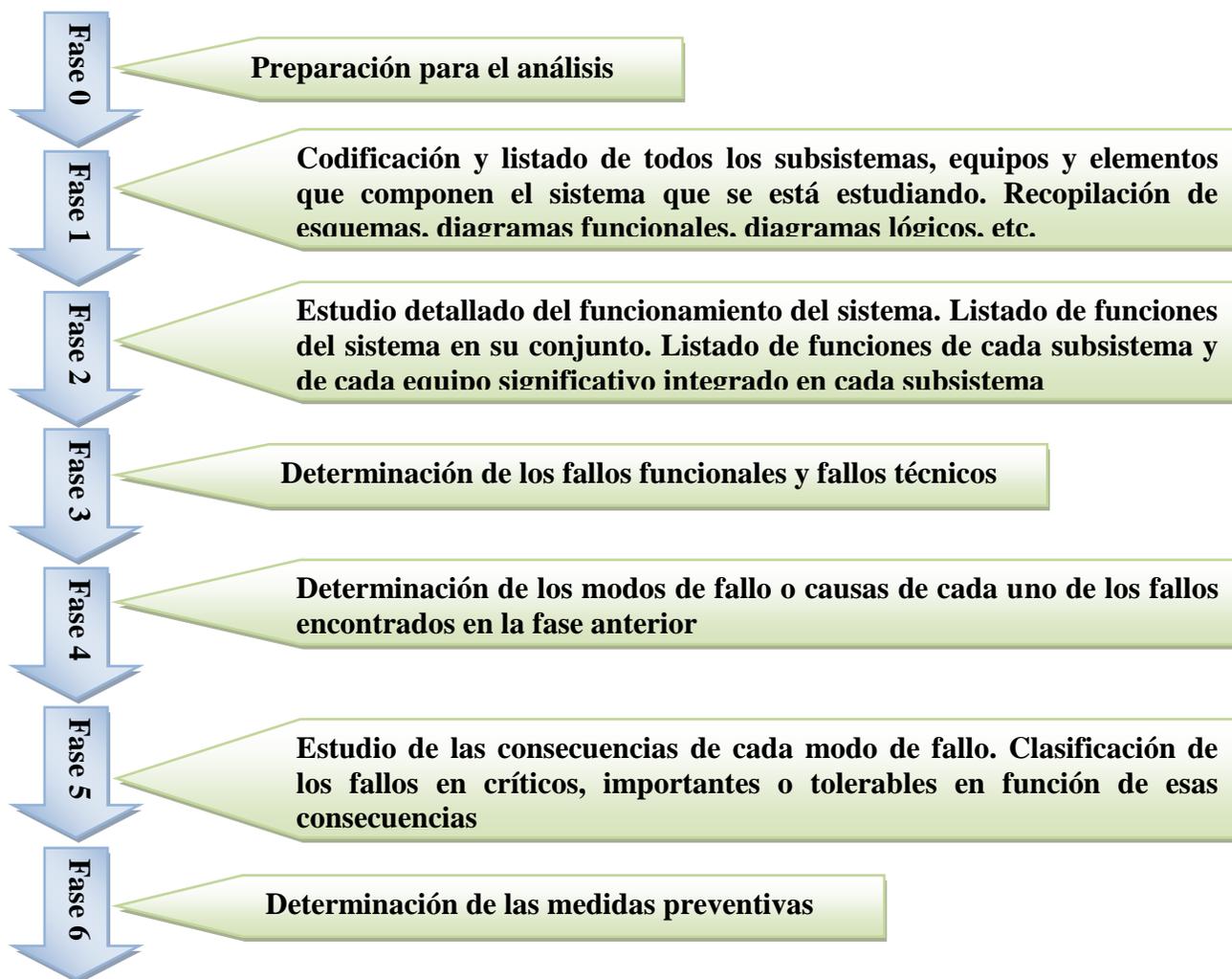
El departamento de SS.TT. cuenta con 14 trabajadores que se encargan de mantener la disponibilidad de los diferentes equipos y áreas que por sus características y funciones necesitan de un servicio de mantenimiento. Este departamento es dirigido por un jefe de servicios técnicos, al cual se subordinan un especialista B en servicios técnicos para el turismo, un técnico en ahorro y uso racional de la energía, un programador controlador, un operario de mantenimiento a equipos e instalaciones (Jefe de Brigada), cuatro electricistas B de mantenimiento, cuatro auxiliares generales de área de playa.

Es importante mencionar que dicho departamento no presenta en estos momentos la totalidad de su personal y está dado en algunos casos por razones ajenas a la entidad en sentido general (Telemático, Electricista B de Mantenimiento, etc.) y en otros por determinación de sustituir las actividades de mantenimiento con personal de las cooperativas (Albañil B, Plomero Instalador, Pintor de Construcción, Carpintero C, Limpiador de Piscina en Centros Turísticos, etc.)

Además en el sistema de Gaviota S.A. están las actividades de Mantenimiento a Equipos e Instalaciones de Clima, Mantenimiento a Equipos e Instalaciones de Refrigeración y Mantenimiento a Equipos e Instalaciones generales (Gastronomía, Telefonía, Audio y Luces, Sistema de alarma contra intrusos (SACI), Sistema de alarma de detección de intrusos (SADI), etc.) que son contratados con Terceros (entidades del país que se encargan de la actividad de reparación y mantenimiento de dichos sistemas) (Cometal, Copextel, ETECSA, etc.)

## 2.2 Selección y aplicación del procedimiento del MCC en la entidad objeto de estudio.

Para darle cumplimiento al objetivo de la presente investigación, se aplicará el procedimiento de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad propuesto por (García Garrido, 2009), donde las fases que lo conforman se muestran a continuación:



**Figura 2.1** Procedimiento a seguir para la ejecución del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. **Fuente:** (García Garrido, 2009)

### Fase 0: Preparación para el análisis

En la mayoría de los proyectos se requiere la realización de un trabajo preliminar y una planificación meticulosa antes de comenzar la aplicación de la tarea encomendada.



El objetivo principal de este paso radica en conformar el grupo de trabajo que se encargará de llevar a cabo la aplicación de toda la metodología de MCC al equipamiento seleccionado, o sea, agrupar conocimientos y experiencia suficiente que permita realizar un análisis efectivo. El grupo de proyecto MCC es el encargado de definir y clasificar los objetivos y el alcance del análisis, los requerimientos y políticas de criterio de aceptación con respecto a la seguridad y protección del medio ambiente.

El equipo de trabajo debe ser multidisciplinario y altamente proactivo, conformado por personas que representen a diferentes áreas funcionales, incluyendo los departamentos de mantenimiento, operaciones y especialistas. Estas personas deberán estar altamente familiarizadas con los temas que les competan. El tamaño del equipo no debe ser excesivo (típicamente entre 4 y 7 miembros) quedando conformado como se muestra en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1** Características de los miembros del equipo de trabajo del MCC

<b>Responsabilidad</b>	<b>Años de trabajo</b>
Facilitador	Tesiente
Jefe de servicios técnicos	20
Jefe de compras	15
Especialista energético	28
Operario de mantenimiento	20
Programador controlador	9

También algunos elementos a discutir cuando se prepara un proyecto de MCC lo constituyen los siguientes: definir las metas del proyecto, los recursos necesarios para su desarrollo (programación y presupuesto, reportes, cómo hacer las recomendaciones, herramientas, consultantes, software y salones de reuniones) y los obstáculos que se pueden presentar (resistencia al cambio, falta de información, burocracia, falta de liderazgo y compromiso).

### **Situación actual del mantenimiento en la entidad**

Para el análisis del trabajo a desarrollar se toma como base el trabajo final del diplomado de dirección y gestión empresarial, presentado por (Martínez Hernández, 2014), el cual se mantiene vigente actualmente pues no se han producido cambios en este sentido. A continuación se muestra de forma más detallada los resultados del mismo.

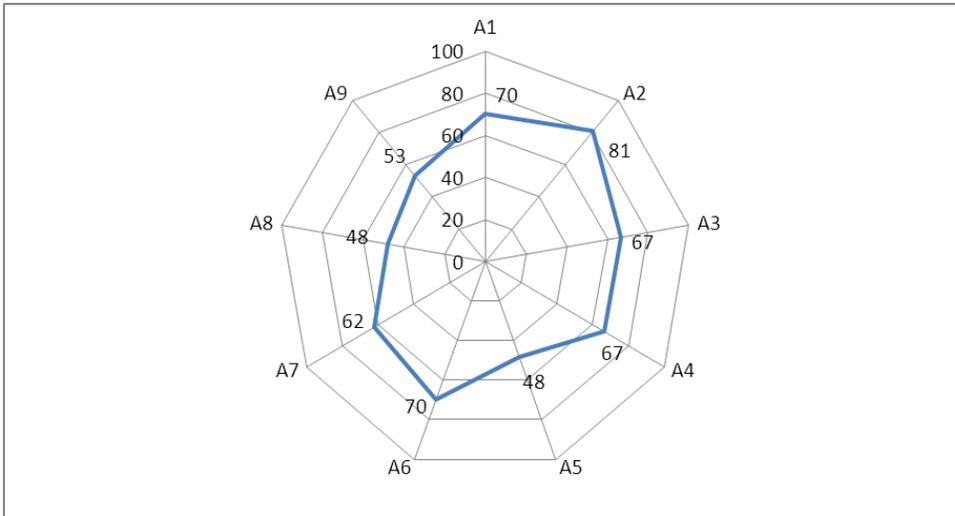
### Revisión del Manual de Procedimiento

El Grupo de Turismo Gaviota S.A. cuenta con un Manual de Servicios Técnicos, el cual fue actualizado por última vez en el año 2011. Este documento tiene como objetivo regular el cómo hacer y las políticas a seguir en la actividad del mantenimiento hotelero, divididos en nueve capítulos que abarcan los aspectos organizativos, el mantenimiento preventivo, el plan y el presupuesto anual, las acciones a realizar por equipos y sistemas, así como a los inmuebles, el mantenimiento correctivo, los procedimientos de las brigadas territoriales de mantenimiento, la gestión energética y la contratación con terceros.

Es necesario señalar que esta versión, comparada con la anterior que data del 2006 es muy superior, no obstante presenta problemas los cuales se muestran en el anexo # 2.

### Análisis del Índice del Nivel de Gestión del Mantenimiento (INGM).

Se aplicó un cuestionario (ver anexo # 3), tomada de (Borroto Pentón, 2015) la cual recoge el criterio de 9 áreas, para calcular el Índice del Nivel de Gestión del Mantenimiento (INGM). Se les aplicó a los directores del hotel, jefes de departamentos y al departamento de mantenimiento en general. Los resultados fueron procesados el cual se muestra en la figura 2.1



**Figura 2.2:** Gráfico radial que muestra el comportamiento de las 9 áreas para el Jefe de Mantenimiento. **Fuente:** elaboración propia.

La escala para evaluar el INGM es que para valores menores de 60% es una gestión deficiente, valores entre 60% y 85% se considera aceptable y valores entre 85% y 95% se consideran bien (ver anexo # 4).



En el gráfico radial, se aprecia que:

- Por el criterio anterior, están evaluados de deficiente las áreas 5, 8 y 9.
- Están evaluados de aceptables las funciones 1, 2, 3, 4, 6, y 7.
- El INGM total fue de un 64% calificándose aceptable. (ver anexo # 5).

El equipamiento presente en el hotel acumula un estimado de poco más de 3 años de explotación diaria, lo que incide en su posible deterioro debido a las condiciones específicas que existen en este tipo de ambiente costero. Por tanto se hace evidente el alto nivel de importancia que tiene el departamento para la instalación. También se ha detectado que los mantenimientos no están relacionados con los consumos de energía eléctrica y el análisis de sus costos se realiza por separado lo que evidencia una falta de relación entre estos dos elementos.

### **Fase 1: Listado y codificación de equipos**

Para poder determinar el comportamiento de energía eléctrica por área donde los equipos son altamente consumidores se utilizó el Diagrama de Pareto mostrándose en el anexo # 6, quedando el Edificio Principal como mayor consumidor.

Posterior en el anexo # 7 se muestra un grupo de equipos altamente consumidores de energía eléctrica donde se puede destacar con mayor consumo las cámaras frías, las cuales serán objeto de estudio para la aplicación del MCC.

**Fase 2 a la Fase 4: se realiza a través de la llamada Hoja de Trabajo de Información del MCC (ver anexo # 8).**

### **Fase 5: Estudio de las consecuencias de cada modo de fallos. Criticidad**

Luego de determinar los efectos de cada modo de fallo, en esta fase se clasifican según la gravedad de las consecuencias.

La primera pregunta a responder en cada modo de fallo es, pues: ¿qué pasa si ocurre? Una sencilla explicación con lo que sucederá será suficiente. A partir de esta explicación, estaremos en condiciones de valorar sus consecuencias para la seguridad y el medio ambiente, para el servicio y para el costo de mantenimiento.

Consideraremos tres posibles casos: que el fallo sea crítico, que el fallo sea importante o que sea tolerable, ver tabla 2.2.



En lo referente a la seguridad y al impacto medioambiental del fallo, consideraremos que el fallo es crítico si existen ciertas posibilidades de que pueda ocurrir, y ocasionaría un accidente grave, bien para la seguridad de las personas o bien para el medio ambiente. Consideraremos que es importante si, aunque las consecuencias para la seguridad y el medioambiente fueran graves, la probabilidad de que ocurra el fallo es baja. Por último, consideraremos que el fallo es tolerable si el fallo tiene poca influencia en estos dos aspectos.

En cuanto al servicio, podemos decir que un fallo es crítico si el fallo supone una parada de planta, una disminución del rendimiento o de la capacidad del servicio, y además, existe cierta probabilidad de que el fallo pudiera ocurrir. Si la posibilidad es muy baja, aunque pueda suponer una parada o afecte a la potencia o al rendimiento, el fallo debe ser considerado como importante. Y por último, el fallo será tolerable si no afecta al servicio, o lo hace de modo despreciable.

Desde el punto de vista del mantenimiento, si el coste de la reparación (de la suma del fallo más otros fallos que pudiera ocasionar este) supera una cantidad "x", el fallo será crítico. Será importante si está en un rango inferior y será tolerable por debajo de cierta cantidad. Las cantidades indicadas son meras referencias, aunque pueden considerarse aplicables en muchos casos.

En resumen, para que un fallo sea crítico, debe cumplir alguna de estas condiciones:

- Que pueda ocasionar un accidente que afecte a la seguridad o al medioambiente, y que existan ciertas posibilidades de que ocurra.
- Que suponga una parada de planta o afecte al rendimiento o a la capacidad del servicio.
- Que la reparación del fallo más los fallos que provoque este (fallos secundarios) sea superior a cierta cantidad.

Para que un fallo sea importante:

- No debe cumplir ninguna de las condiciones que lo hagan crítico
- Debe cumplir alguna de estas condiciones:
  - Que pueda ocasionar un accidente grave, aunque la probabilidad sea baja
  - Que pueda suponer una parada de planta, o afecte a la capacidad de producción y/o rendimiento, pero que probabilidad de que ocurra sea baja
  - Que el coste de reparación sea medio



**Tabla 2.2** Análisis de la criticidad de los equipos

<b>Equipos</b>	<b>Seguridad y Medio ambiente</b>	<b>Servicio</b>	<b>Costos de mantenimiento</b>	<b>Criticidad</b>
<b><u>Tuberías</u></b>	Accidente grave	Supone parada o afecta la potencia o rendimiento	Mediano costo de reparación	Crítico
<b><u>Ventiladores</u></b>	Accidente grave, pero muy probable	Supone parada o afecta la potencia o rendimiento	Mediano costo de reparación	Crítico
<b><u>Válvulas solenoide</u></b>	Poca influencia en seguridad	Afecta la potencia y/o rendimiento, pero el fallo es poco probable	Alto costo de reparación	Crítico

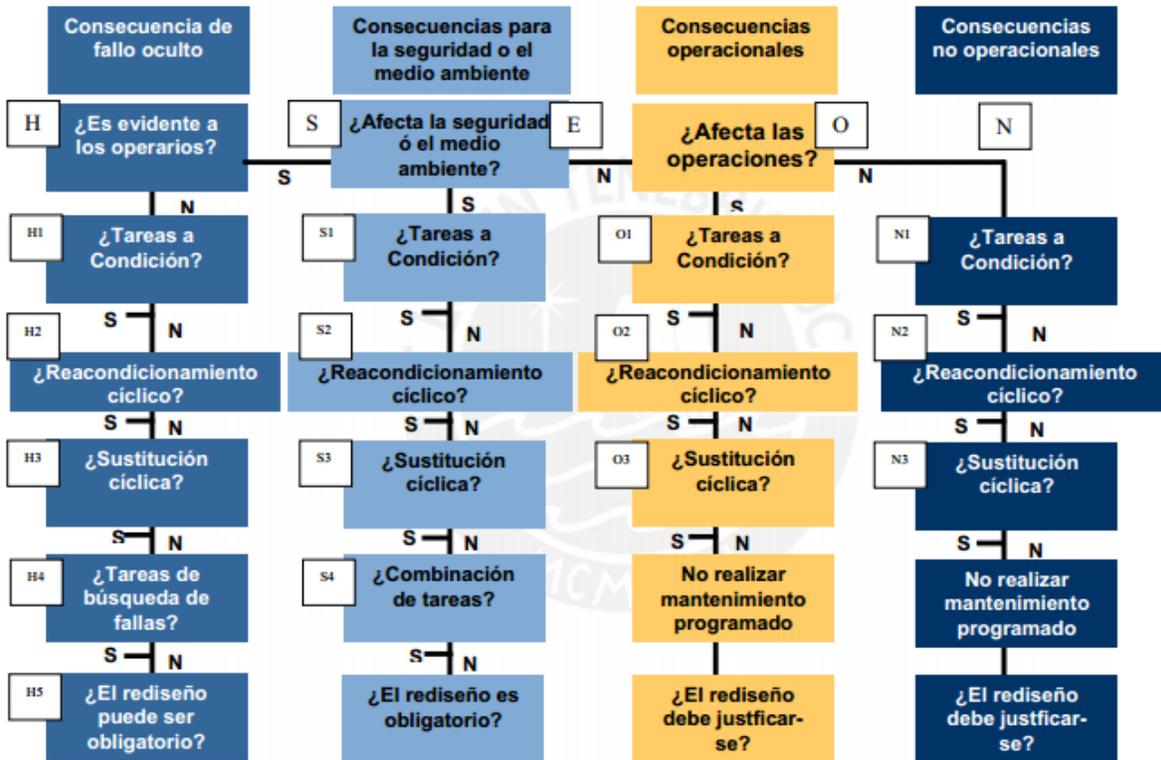
### **Fase 6: Determinación de las medidas preventivas**

Después de replantearse el análisis de las partes críticas de los equipos, se elaborará el árbol lógico de decisiones de mantenimiento respectivos según el RCM como se muestra en la figura 2.5.

En esta etapa del análisis se integran las consecuencias y las tareas de mantenimiento, donde en el anexo # 9 muestra la hoja de decisiones.

El uso de la hoja de decisiones permite asentar respuestas a las preguntas formuladas en el árbol de decisiones, y en función de dichas respuestas registrar:

- Que mantenimiento de rutina se va a efectuar, la frecuencia y el responsable de la ejecución; es en este punto en que empleando los datos de vida de los equipos al hallar sus factores característicos de la vida útil.
- Que fallas son tan serias que justifican el rediseño; estas tareas serán derivadas al personal de Ingeniería de Mantenimiento para su aprobación, ejecución y control.



**Figura 2.5** Árbol lógico de decisiones de las actividades de mantenimiento. **Fuente:** (Da Costa Burga, 2010)

La hoja de decisión está dividida en 16 columnas. Las primeras tres columnas F, FF, y FM identifican el modo de falla que se analizan es esa línea. Se utilizan para correlacionar las referencias de las Hojas de información y las Hojas de decisión. Los encabezamientos de las siguientes diez columnas se refieren a las preguntas del árbol de decisiones (ver figura 2.5), de manera que:

- Las columnas tituladas H, S, E, O y N son utilizadas para registrar las respuestas a las preguntas concernientes a las consecuencias de los modos de falla, colocando S o N (Sí o No según aplique)
- Las tres columnas siguientes (tituladas H1, H2, H3, etc.) registran si ha sido seleccionada una tarea proactiva, y si es así, que tipo de tarea. Si se hace necesario responder a cualquiera de las preguntas “a falta de“, las columnas H4, H5 y S4 son las que permiten registrar esas respuestas, colocando S o N (Sí o No según aplique)
- Las últimas tres columnas registran la tarea que ha sido seleccionada (si la hay), la frecuencia en la que debe hacerse, y quién ha sido seleccionado para realizarla.



- La columna de tarea propuesta también se utiliza para colocar actividades de “rediseño”, o si se decidió que el modo de fallo sea tratado.

### 2.3 Conclusiones Parciales

1. En el Hotel Cayo Santa María, el sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado empleado no permite garantizar en su totalidad los objetivos que se le exige para este tipo de trabajo, por lo que se hace necesario implementar estrategias de mejora en su planificación para los equipos.
2. En el análisis de la situación actual del Índice del Nivel de Gestión del Mantenimiento (INGM) total fue evaluado de un 64% calificándose de aceptable y determinado las áreas 5, 8 y 9 como deficiente.
3. El procedimiento de mantenimiento centrado en la confiabilidad se ajustó a las condiciones existentes en el hotel, ayudando así a la toma de decisiones sobre las actividades de mantenimiento a aplicar según la criticidad de los fallos que pueden ocurrir en los equipos objeto de estudio.



### **Conclusiones Generales**

1. El estudio bibliográfico realizado para la construcción del marco teórico de la investigación confirma la existencia de una amplia base conceptual sobre el mantenimiento y sus aplicaciones, sin embargo, son escasos los precedentes sobre el tratamiento del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, específicamente los hoteles cubanos.
2. El diagnóstico permite conocer que el sistema de mantenimiento que se emplea actualmente en la entidad objeto de estudio se encuentra arrojando resultados insatisfactorios, no acordes con los requerimientos exigidos.
3. La aplicación del procedimiento de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad en el Hotel Cayo Santa María posibilitó determinar los problemas que afectan la prestación del servicio, así como detectar las debilidades que influyen negativamente en el aumento del desempeño del mantenimiento en el hotel haciéndolo más competitivo y eficiente dentro del mercado.



### **Recomendaciones**

1. Ejecutar en la práctica el procedimiento del MCC propuesto en el presente trabajo y extenderlo a los demás equipos consumidores de energía eléctrica que se estimen convenientemente analizando la factibilidad de su implementación y considerando las modificaciones que en cada caso pudieran ser necesarias.
2. Capacitar al personal que se ocupará de la implantación y seguimiento de la propuesta realizada para alcanzar mejores resultados en las actividades de mantenimiento.
3. Realizar un análisis cuantitativo de la frecuencia del mantenimiento a utilizar en la hoja de decisión del MCC.

### **Bibliografía**

1. 2011a. Manual de Servicios Técnicos. *In*: S.A, G. (ed.) Tercera ed.
2. 2011b. SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA — REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO. *NC ISO: 50001*
3. ADUVIRE, O. E. A. 1994. Relación entre mantenimiento y vida útil de maquinaria en minería. *Revista Mantenimiento*. España: Marzo.
4. AKERSTEN, A. Y. K., B 2001. *Dependability Management as a Management system consisting of core values, methodologies and Tools. Proceedings de The European Conference on Safety and Reliability.*, Turin, Politécnico de Torino.
5. ALFONSO LLANES, A. 2009. *Procedimiento para la asistencia decisional al proceso de tercerización de la ejecución del mantenimiento*. . Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. , UCLV.
6. ALKAIM, J. L. 2003. *Metodología para incorporar conocimiento intensivo as tarefas de Manutencao Centrada naConfiabilidade aplicada emativos de sistemas eléctricos*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ingeniería de producción., Universidad Federal de Santa Catarina.
7. BACKLUND, F. 2003. *Managing the Introduction of Reliability-Centred Maintenance, RCM*. . Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias, Luleå University of Technology.
8. BORROTO PENTÓN, Y. 2005. *Contribución al mejoramiento de la gestión del mantenimiento en hospitales en Cuba. Aplicación en hospitales de la provincia Villa Clara*. Tesis en opción al grado científico de Doctora en Ciencias Técnicas. , UCLV.
9. BORROTO PENTÓN, Y. E. A. 2015. *Curso de diplomado a cuadros de dirección y gestión empresarial.XII edición 2015*.
10. CARRAZANA LAGARES, G. 1998. *Perfeccionamiento del sistema de mantenimiento de la planta de tejeduría*. . Tesis presentada en opción al título académico de Master en Ingeniería Industrial. Mención de mantenimiento. , UCLV.

## ***Bibliografía***

---

11. COPIMAN 2001. Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento COPIMAN *Definiciones de mantenimiento, COPIMAN.* .
12. CHRISTENSEN, C. 2005. Tipos de Mantenimiento y Tendencias. Available: <http://www.simingenieria.com.ar> y <http://www.clubdemantenimiento.com.ar>>
13. DA COSTA BURGA, M. 2010. *Aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad a motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción.* PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.
14. DE LA PAZ MARTÍNEZ, E. M. 1996. *Perfeccionamiento del sistema de mantenimiento en la Industria Textil Cubana. Aplicación en la Empresa Textil "Desembarco del Granma".* Tesis en opción al grado científico de Doctora en Ciencias Técnicas., UCLV.
15. DE LA PAZ MARTÍNEZ, E. M. 2015a. Ingeniería de confiabilidad. In: MISANTLA., I. T. S. D. (ed.). Edo. Veracruz, México.
16. DE LA PAZ MARTÍNEZ, E. M. 2015b. Temas Especiales de Ingeniería y Gestión del Mantenimiento.
17. DHILLON, B. S. 2002. *Engineering maintenance: a modern approach.*, USA.
18. ESPINOSA FUENTES, F. F. 2006. *Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial.* . Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ingeniería Mecánica., Universidad Federal de Santa Catarina. .
19. FABRO, E. 2003. *Modelo para planejamento de manutenção Cao baseadoem indicadores de criticidade de processo.* . Tesis en opción al grado académico de Master en Ingeniería de Producción., Universidad Federal de Santa Catarina. .
20. FERNÁNDEZ, J. M. Y. R. P. 1983. *Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado.* , Ciudad de La Habana, Cuba.
21. GARCÍA GARRIDO, S. 2003. *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. Manual práctico para la implantación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial.* , Madrid, España.
22. GARCÍA GARRIDO, S. 2009. Ingeniería de Mantenimiento. In: RENOVETEC (ed.) *Técnicas avanzadas de gestión del mantenimiento en la industria.* Madrid.

## ***Bibliografía***

---

23. GARCÍA GONZÁLEZ-QUIJANO, J. 2004. *Mejora en la confiabilidad operacional de las Plantas de Generación de Energía Eléctrica: Desarrollo de una metodología de Gestión de Mantenimiento Basado en el Riesgo (RBM)*. Tesis presentada para optar por el Título Académico de Máster en Gestión Técnica y Económica en el Sector Eléctrico., Universidad Pontificia Comillas. .
24. GARCÍA RODRÍGUEZ, H. E. A. 2008. Consideraciones sobre el control del mantenimiento hotelero. Available: [www.monografias.com](http://www.monografias.com).
25. GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, F. J. 2007. *Contratación avanzada del mantenimiento*. , España.
26. GUTIÉRREZ URDANETA, E. E. E. 2012. *Optimización Costo Riesgo para la determinación de Frecuencias de Mantenimiento o de Reemplazo*. , Venezuela.
27. HARRIS, J. Y. M., B. 1994. *Practical RCM analysis and its information requirements Maintenance*.
28. HERNÁNDEZ MIRABAL, D. 2014. *Implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC) a equipos consumidores de energía eléctrica del Hotel “Memories Flamenco” de Cayo Coco*., UCLV.
29. LINEAMIENTOS 2011. Resolución sobre los lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución. In: CUBA, V. C. D. P. C. D. (ed.) *IX Política para el Turismo*. Cuba.
30. LÓPEZ GARCÍA, J. 2013. Gestión del Mantenimiento eficiente: Las cinco generaciones del Mantenimiento. Available: [http://www.google scholar.com/articles/las\\_cinco\\_generaciones\\_del\\_mantenimiento.html](http://www.google scholar.com/articles/las_cinco_generaciones_del_mantenimiento.html).
31. LÓPEZ, J. 2006. Tesina sobre Tipos de Mantenimiento. Available: <http://usuarios.lycos.es/mugresoft/tesina.htm>
32. MALAGUERA, J. G. 2003. Tipos de mantenimientos. Available: <http://www.cienciafísica.com>.
33. MANTENIMIENTO, S. D. G. D. 2014. Propuesta de política de mantenimiento industrial.
34. MARTÍNEZ GIRALDO, L. A. 2014. *Metodología para la definición de tareas de mantenimiento basado en confiabilidad, condición y riesgo aplicada a equipos del sistema de*

## ***Bibliografía***

---

- transmisión nacional*. Tesis o trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de Magister en Ingeniería Eléctrica., Universidad Nacional de Colombia.
35. MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, E. 2014. *Diagnóstico de la actividad de Mantenimiento en los hoteles de Gaviota en el Territorio Centro*. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
36. MERCADO BRITTON, D. Y. V. S., JUAN. 2010. *Mantenimiento hotelero en Colombia revisión del estado actual y propuesta de valor*. Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico, EAFIT.
37. MINTUR 2010. Resolución 150 *In: MINTUR (ed.) Política de mantenimiento*.
38. MORA GUTIÉRREZ, A. 2012. *Mantenimiento Industrial Efectivo.*, Medellín, Colombia.
39. MORALES SILVERIO, R. 1993. *Tendencias para el perfeccionamiento de la actividad de mantenimiento*. Trabajo de Diploma, UCLV.
40. MOUBRAY, J. M. 1997. *RCM II. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.* , España.
41. MURILLO ROCHA, G. 2002. Plan de implantación general del RCM. Bolivia: Universidad Técnica de Oruro.
42. NAVARRETE PÉREZ, E. G. M., J. R. 1986. *Mantenimiento Industrial*. Ciudad de la Habana: ISPJAE.
43. NETO CHUSIN, E. O. 2008. *Mantenimiento Industrial.* . Ecuador.
44. PEÑALVER FIS, Y. 2013. *Auditoría de Mantenimiento en la Empresa Constructora Militar “El Vaquerito”*. Trabajo de Diploma, UCLV.
45. PÉREZ JARAMILLO, C. M. 2003. *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC). Aplicación e impacto.* . Ponencia presentada en el 1er Congreso Mexicano de Confiabilidad y Mantenimiento. .
46. PÉREZ JARAMILLO, C. M. 2004. El futuro del mantenimiento de la ingeniería de manufactura. Soporte y Cía.
47. PH. D, L. A. 2003. *Modelos Mixtos de Confiabilidad.* .
48. PLATH, I. 1996. El mantenimiento Proactivo y los secadores de aire. . Canadian Puregas Equipment Limited.

## ***Bibliografía***

---

49. PORTUONDO PICHARDO, F. 1990. *Economía de Empresas Industriales.* , Ciudad de la Habana. Cuba.
50. RODRÍGUEZ MACHADO, A. 2012. *Manual de Gestión de Mantenimiento.*, UCLV.
51. SAEJA1012 2002. Norma SAE JA1012: A Guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard.
52. SMITH, A. M. Y. H., G. R. . 2006. Four features used to define RCM”. Plant Engineering. Available: <http://notes.ump.edu.my/fkee/06071BEE4632/Notes/Four%20features%20used%20to%20define%20RCM.doc> .
53. SMITH, R. Y. H., B. 2004. *Lean maintenance: reduce costs, improve quality, and increase market share.*, USA.
54. TABOADA RODRÍGUEZ, C. E. A. 1990. *Organización y Planificación de la producción.*
55. TOBALINA, F. 1994. TPM, Mantenimiento Productivo Total: realidad y aplicación práctica. Una nueva dirección en la producción. . *Mantenimiento.* España. .
56. TORRES, L. D. 2005. *Mantenimiento. Su Implementación y Gestión.* , Córdoba. Argentina.
57. WEIBULL. 2004. Basic Steps of Applying Reliability Centered Maintenance (RCM). Available: <http://www.weibull.com/hotwire/issue72/relbasics72.htm>
58. ZABISKI DUARDO, E. I. 2007. El proceso de planificación y programación del mantenimiento. Definición del qué hacer, cómo hacerlo y con qué. . Available: [www.gestiopolis1.com/recursos8/Docs/ger/proceso-de-planificacion-y-programacion-del-mantenimiento](http://www.gestiopolis1.com/recursos8/Docs/ger/proceso-de-planificacion-y-programacion-del-mantenimiento).

## *Anexos*

### **Anexos**

#### **Anexo # 1** Tipos de procedimientos encontrados en la bibliografía

<b>No</b>	<b>Fuente</b>	<b>Propuesta de procedimiento</b>
1	(Moubray, 1997)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Decidir cuáles activos físicos se beneficiarán más con el proceso RCM</li><li>2. Organizar un grupo de revisión</li><li>3. Recopilación de datos de los activos fijos escogidos</li><li>4. Identificar las fallas potenciales de los activos fijos.</li><li>5. Identificar la importancia de las fallas</li><li>6. Selección de la tarea de mantenimiento a aplicar a cada activo fijo</li><li>7. Encontrar una tarea de mantenimiento adecuada para aplicar a los activos fijos</li></ol>
2	(Dhillon, 2002)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Identificar los ítems importantes con respecto al mantenimiento</li><li>2. Obtener los datos relativos a los fallos</li><li>3. Desarrollar el análisis mediante el árbol de fallos</li><li>4. Aplicar la lógica decisional a los modos de fallos críticos</li><li>5. clasificar los requerimientos de mantenimiento</li><li>6. implementar las decisiones de MCC</li><li>7. Aplicación práctica de las decisiones</li></ol>
3	(Murillo Rocha, 2002)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Estudios y preparación.</li><li>2. Definición y selección de sistemas.</li><li>3. Análisis funcional de la falla.</li><li>4. Selección de ítems críticos.</li><li>5. Tratamiento de los ítems no críticos.</li><li>6. Colección y análisis de los datos.</li><li>7. Análisis de los modos de fallo y sus efectos.</li><li>8. Selección de las tareas de mantenimiento.</li><li>9. Determinación de los intervalos de mantenimiento.</li><li>10. Análisis y comparación de las estrategias de mantenimiento.</li><li>11. Implantación de recomendaciones.</li><li>12. Seguimiento de resultados.</li></ol>
4	(Alkaim, 2003)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. MCC: las siete preguntas básicas</li><li>2. Funciones y patrones de desempeño</li><li>3. Fallas funcionales</li><li>4. Modos de fallo</li><li>5. Efectos da fallo</li><li>6. Categorías de consecuencias de fallo</li><li>7. Técnicas de administración del fallo</li><li>8. Programa dinámico</li></ol>
5	(Backlund, 2003)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Definir las funciones, los desempeños estándares y las fronteras del sistema</li><li>2. Determinar la forma en que el sistema puede fallar</li><li>3. Determinar los modos de fallos significativos</li><li>4. Evaluar el efecto y consecuencia de los fallos</li><li>5. Identificación de las tareas de mantenimiento (Diagrama de decisión del MCC)</li><li>6. Identificación del intervalo de las tareas de mantenimiento</li><li>7. Auditoría, implementación y retroalimentación</li></ol>

## *Anexos*

6	(Weibull, 2004)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Prepararse para el análisis</li><li>2. Seleccionar el equipo para ser analizado</li><li>3. Identificar las funciones</li><li>4. Identificar los fallos de funcionamiento</li><li>5. Identificar y evaluar (categorizar) las consecuencias de la falla</li><li>6. Identificar las causas del fracaso</li><li>7. Seleccione las tareas de mantenimiento</li></ol>
7	(Smith, 2006)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Definición del alcance y objetivos del análisis</li><li>2. Seleccionar el equipo para ser analizado</li><li>3. Selección de tareas de mantenimiento</li><li>4. Desarrollo del programa de mantenimiento</li><li>5. Seguimiento y evaluación de la eficiencia de las medidas implantadas</li></ol>
8	(García Garrido, 2009)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Preparación para el análisis</li><li>2. Codificación y listado de todos los subsistemas, equipos y elementos que componen el sistema que se está estudiando. Recopilación de esquemas, diagramas funcionales, diagramas lógicos, etc.</li><li>3. Determinación de los fallos funcionales y fallos técnicos</li><li>4. Determinación de los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior</li><li>5. Estudio de las consecuencias de cada modo de fallo. Clasificación de los fallos en críticos, importantes o tolerables en función de esas consecuencias</li><li>6. Determinación de las medidas preventivas</li></ol>

**Fuente:** elaboración propia.

**Anexo # 2** Problemas detectados en el análisis del Manual de SS.TT, (2011a). Fuente: (Martínez Hernández, 2014)

- En un mismo documento se unen las *políticas del mantenimiento* con el *manual de procedimientos para el mantenimiento*, lo cual es un error, puesto que las *políticas* definen un modo de actuar y los límites lineamientos y directrices por donde se rige la actividad, en tanto el *manual de procedimientos para el mantenimiento*, es más descriptivo y amplio. En él se describen, de forma detallada el cómo hacer, organizar, controlar y el qué se debe hacer en cada caso. Además de esto, el Manual define como se calculan los principales indicadores, el tipo de mantenimiento para cada equipo, las acciones que se realizan por cada tipo de equipo y sistema, el cómo hacer la contratación con terceros, cómo evaluar su efectividad, gestión de inventarios de piezas de repuestos, presupuestos, etc.
- No está actualizado acorde a las tendencias actuales del mantenimiento, como pueden ser el mantenimiento predictivo, el *SAM* el *RCM*, el *TPM*, *MBR*, etc. Parte de que el *mantenimiento preventivo* es a plazo fijo y no variable, lo que genera exceso de costos en la actividad, así como intervenciones innecesarias de los equipos. No se tiene en cuenta tampoco el contexto operacional al que están sometidos los equipos o sistemas por individual.
- El manual no concibe la actividad de mantenimiento desde el propio proceso inversionista, por lo que no se sientan pautas para la posterior mantenibilidad de equipos y sistemas. Por ejemplo, en las redes de **ATA** de los hoteles, no se cuentan con puntos de medición de presión y caudal, lo que dificulta el diagnóstico de salideros, incrustaciones, etc.
- El Manual les da el mismo nivel de prioridad a equipos iguales, sin tener en cuenta su función dentro del sistema que él compone, si es unitario o no. No se valora las consecuencias de su rotura, los costos que se generan por esta causa, por no producción, ni los costos de la reparación que se origina luego de una rotura imprevista. Se asume que para equipos genéricamente iguales, se les realiza un mismo tipo de mantenimiento. No se evalúa en ningún momento el *contexto operacional*.
- En el caso del mantenimiento preventivo diario, no se involucra a todo el personal que utiliza los equipos (camareras, cocineros, dependientes, etc.), recargando al personal de

## *Anexos*

---

mantenimiento en la realización de trabajos de revisión de rutina para detectar posibles fallos, que de no hacerse por esa persona no tendrán respuesta. Es necesario enfatizar que el primer y principal mantenedor de un equipo, sistema e inmueble es su propio operador. A este nivel debe quedar la limpieza, observación o inspección de cambios de sonido (ruido), temperatura al tacto, revisión de la presión de los neumáticos en los carros, etc.

- No está definida la **gestión del mantenimiento asistido por computadora (GMAC)** a través del sistema de gestión propio @mantener, ni el alcance del mismo.
- Se asume que los únicos tipos de mantenimiento serán los mantenimientos *preventivo* y *correctivo*, obviando el mantenimiento *predictivo, detectivo y el de línea*.
- No establece los procedimientos para la contratación de los terceros, ni el cómo se van a evaluar sus servicios, ni cómo se van a planificar los mantenimientos preventivos con estas empresas.
- El manual no define las bitácoras a llenar en los mantenimientos diarios (parámetros a medir, puntos de medición y el modelo donde se asentarán), lo que no permite tener un registro histórico o historial de comportamiento por cada equipo y sistema.
- No se establecen las funciones para cada cargo, lo que origina, por ejemplo, que en los cuartos de equipos en los hoteles, no exista un operario que lo atienda de forma permanente y que registre en la bitácora todos los datos de medición.
- Igualmente, no se define la persona que atiende el equipamiento gastronómico, la cual debe ser quien le entrega el equipamiento al tercero para su mantenimiento y luego se lo recibe, velando por la calidad de los trabajos realizados.
- No se define el cuadro de los posibles fallos que se generan por equipos y sistemas, el cómo diagnosticarlo, ni las acciones para evitar otros fallos en cascadas (Modos de fallos). Este trabajo se debe realizar con la anuencia de expertos y fabricantes.
- No se hace el énfasis necesario en cuáles son las normas de seguridad y salud del trabajo para cada una de las acciones a realizar.
- El manual no tiene definición de cómo se van a gestionar las compras de piezas de repuesto, bajo qué criterios se comprarán, ni cuáles son los límites mínimos y máximos con los que se trabajará.

## Anexos

### Anexo # 3 Encuesta aplicada a los directivos del hotel.

Usted deberá marcar con una (X) de acuerdo con el grado en que la afirmación coincide o no con la realidad tal y como usted la percibe. Le sugerimos lea cuidadosamente y responda con su criterio personal.

Funciones	No	Aspectos	Directores	J.Departamento	D.Mantenimiento
1.1	1.1.1	¿Sabe con exactitud cuál es el costo de pérdida de producción/servicio por falla?	2	0	0
	1.1.2	¿La documentación económica se encuentra correctamente ordenada y es accesible para la toma de decisiones?	2	3	3
	1.1.3	¿Posee en cada área los catálogos e información técnica de todos los equipos?	2	0	3
	1.1.4	¿Posee registros históricos, de los mantenimientos, para cada equipo?	3	3	3
	1.1.5	¿La información capturada en terreno es legible, útil y oportuna?	3	3	3
	1.1.6	¿Tiene información precisa para llevar índices de control de eficiencia y eficacia?	2	3	3
	1.1.7	¿Sabe exactamente el número de trabajos pendientes por período?	3	3	3
	1.1.8	¿El software existente arroja información suficiente y efectiva para la toma de decisiones en el área de mantenimiento?	3	3	3
	1.1.9	¿El sistema aporta información fiable?	2	3	3
	1.1.10	¿Los operarios consultan los datos contenidos en el sistema de información?	2	3	3
	1.1.11	¿El número de horas invertido en introducir datos al sistema es?			
	1.1.12	Cuando el trabajo está terminado la duración real, materiales, horas de paro u otra información es reportado por:			
	1.1.13	¿Se consulta mantenimiento cuando alguna política corporativa le puede afectar?	2	2	1
	1.1.14	¿Existe espíritu cooperativo en todos los niveles de la estructura permitiendo a mantenimiento contribuir con la rentabilidad global de la organización?	3	3	3
<b>Sub Total</b>		<b>Información</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>31</b>
1.2	1.2.1	¿Se implementa un Plan de Mantenimiento Programado?	2	3	3
	1.2.2	¿Se encuentran definidos los objetivos del área de mantenimiento y están acorde con la política de la empresa?	3	2	3

## Anexos

	1.2.3	¿Tiene calculado el volumen de trabajos de mantenimiento que puede hacer?	2	0	0
	1.2.4	¿Se utilizan adecuadamente las Órdenes de Trabajo y se lleva el control de avance de las mismas?	3	2	3
	1.2.5	¿El flujo de la orden de trabajo es adecuado?	3	2	2
	1.2.6	¿Se recoge en la misma la duración de la intervención, si es preventiva o correctiva, fecha de inicio y terminación del trabajo realizado, equipo y departamento al que pertenece, materiales repuestos utilizados, personal que ejecuta el trabajo, incidencias y observaciones?	2	3	3
	1.2.7	¿Se conoce el tiempo requerido para hacer el diagnóstico de un fallo?	1	2	1
	1.2.8	¿Tiene cuantificado el tiempo que se demora en hacer efectivo el mantenimiento?	2	0	0
	1.2.9	¿Se mantiene un levantamiento de las reparaciones diarias?	3	3	3
	1.2.10	¿Existe compatibilidad de la toma de decisiones entre producción y mantenimiento?	2	3	2
	1.2.11	¿Se ha realizado un análisis de criticidad de los equipos?	2	2	0
	1.2.12	¿Que porcentaje está cubierto por mantenimiento preventivo?			
	1.2.13	¿El organigrama de mantenimiento está actualizado y completo?	3	2	2
	1.2.14	El programa de mantenimiento preventivo incluye: listas de verificación para lubricación, con inspecciones detalladas, personal específico asignado y diagnóstico (si se realiza) de análisis de vibraciones, aceite y termografía	3	3	3
	<b>Sub total</b>	<b>Organización y Planificación</b>	<b>31</b>	<b>27</b>	<b>25</b>
	1.3	1.3.1	¿Está definido un presupuesto anual para gastos de mantenimiento y obedece a un análisis de las necesidades?	3	3
		1.3.2	¿El departamento de mantenimiento o la dirección a la cual se subordina participa en la previsión del presupuesto para mantenimiento?	3	3
		1.3.3	¿El presupuesto para mantenimiento garantiza la adquisición de los recursos para la organización, planificación, ejecución y control del mantenimiento?	2	3
	<b>Sub Total</b>	<b>Gestión del Presupuesto</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
	<b>Sub Total Área 1</b>	<b>Administración del Mantenimiento</b>	<b>68</b>	<b>65</b>	<b>65</b>
2.1	2.1.1	¿Tiene definido un procedimiento para la selección de proveedores de servicios de mantenimiento, y se lleva a cabo según los criterios de técnica y de competencia?	3	3	2

## Anexos

	2.1.2	¿Los procedimientos para la selección de proveedores de mantenimiento están correctamente implementados?	2	2	2
	2.1.3	¿Se incluyen cláusulas de resultados en los contratos con empresas contratistas?	2	1	2
	2.1.4	¿Se desarrollan garantías de calidad y de colaboración con los contratistas?	2	2	2
	2.1.5	¿Se conoce la calificación del personal técnico que presta el servicio de tercerización?	3	3	3
	2.1.6	¿Se verifica el cumplimiento de la garantía?	2	3	3
<b>Sub Total</b>		<b>Selección y Evaluación de los Proveedores</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
2.2	2.2.1	¿Se elaboran los documentos descriptivos de los trabajos y los pliegos de condiciones?	2	1	0
	2.2.2	¿Tiene un procedimiento establecido para evaluar y homologar los proveedores?	3	3	3
	2.2.3	¿Se dispone de un procedimiento que permita llevar a cabo una acción de seguimiento que incluya la reevaluación de los proveedores que no han actuado satisfactoriamente?	3	3	1
	2.2.4	¿Existe un presupuesto para la tercerización de mantenimiento en la empresa?	3	3	3
	2.2.5	¿Se encuentra definido lo necesario para establecer el control de recepción de equipos intervenidos por el contratista?	3	3	3
<b>Sub Total</b>		<b>Administración de las Relaciones</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>10</b>
2.3	2.3.1	¿Se encuentra definida una política para la contratación de trabajos de mantenimiento, incluyendo sus metas y objetivos?	3	3	3
	2.3.2	¿Sabe qué actividades es más rentable tercerizar que realizar con recursos propios?	2	2	1
	2.3.3	¿Resulta efectiva la política de contratación existente?	2	2	2
<b>Sub Total</b>		<b>Selección de las Actividades a Tercerizar</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>6</b>
<b>Sub Total Área 2</b>		<b>Servicios de Terceros</b>	<b>35</b>	<b>34</b>	<b>30</b>
3.1	3.1.1	¿La plantilla de mantenimiento se encuentra definida y cubierta adecuadamente?	2	2	2
	3.1.2	¿Están claramente definidas las responsabilidades y tareas del personal? ¿Se verifican periódicamente?	2	3	3
	3.1.3	¿El perfil del personal se corresponde con las necesidades existentes?	2	3	2
	3.1.4	¿Existen los procesos de comunicación adecuados dentro de la organización?	3	3	3
	3.1.5	¿Qué porcentaje del personal de mantenimiento está ligado a un plan de incentivos basado en la producción?			
<b>Sub Total</b>		<b>Estructura y Plantilla del Personal</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>10</b>

## Anexos

3.2	3.2.1	¿Se poseen planes de actualización, capacitación y adiestramiento del personal de mantenimiento?	3	3	1
	3.2.2	¿Considera que el nivel de capacitación es acorde a la tecnología del equipamiento?	1	2	1
	3.2.3	¿Quién recibe la capacitación?			
	3.2.4	¿Los operarios realizan tareas simples de mantenimiento?	3	3	3
	3.2.5	¿Tiene registros de los operarios que trabajan en los equipos?	3	3	3
	3.2.6	¿Están definidos los métodos y procedimientos para evaluar el desempeño del personal?	3	2	2
	3.2.7	¿Se conoce con exactitud cuál es el costo de la mano de obra de mantenimiento?	3	3	3
	3.2.8	¿Los trabajadores reciben de manera periódica formación en materia de gestión de mantenimiento?	1	1	1
<b>Sub Total</b>		<b>Calificación, Plan de Formación y Evaluación</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>14</b>
3.3	3.3.1	¿La fluctuación del personal afecta la ejecución de los planes de trabajo?	2	1	0
	3.3.2	¿El personal se encuentra motivado a realizar su labor y desarrollar sus iniciativas?	3	3	3
	3.3.3	¿El criterio del personal de mantenimiento es tomado en cuenta para la toma de decisiones?	3	2	2
	3.3.4	¿Existe buena comunicación entre el personal de producción y el de mantenimiento?	3	3	3
<b>Sub Total</b>		<b>Motivación y Participación</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>8</b>
<b>Sub Total Área 3</b>		<b>Personal de Mantenimiento</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>32</b>
4.1	4.1.1	¿Hay alguna persona designada particularmente para encargarse del seguimiento de los pedidos?	3	3	3
	4.1.2	¿Se opina que el plazo de emisión de un pedido es lo suficientemente corto?	1	0	0
	4.1.3	¿Se conoce el tiempo de abastecimiento para cada grupo de repuestos?	1	0	0
	4.1.4	¿Está definido e implementado un sistema para la inspección y ensayo de las entradas de repuestos al almacén?	3	3	1
	4.1.5	¿Se encuentran identificados y clasificados los proveedores de partes y repuestos?	3	3	3
	4.1.6	¿Se encuentra bien definido e implementado un plan de acción para darle respuesta a solicitudes de repuestos de emergencia?	2	3	3
	4.1.7	¿Existen indicadores para evaluar la eficacia del sistema de compras?	2	0	1
	4.1.8	¿El sistema de compra es ágil?	1	0	1

## Anexos

<b>Sub Total</b>		<b>Gestión de Compras</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
<b>4.2</b>	<b>4.2.1</b>	¿Las fichas de <u>stock</u> se encuentran en todo momento actualizadas (manualmente o informatizada)?	2	0	0
	<b>4.2.2</b>	¿Se hace correctamente un seguimiento del consumo de repuestos para los distintos equipos?	2	2	0
	<b>4.2.3</b>	¿Se puede disponer con facilidad del valor y número de artículos en <u>stock</u> ?	2	3	3
	<b>4.2.4</b>	¿Está bien definido el punto de pedido y las cantidades a reaprovisionar para cada artículo en <u>stock</u> ?	3	3	1
	<b>4.2.5</b>	¿Existe una lista de repuestos mínimos a mantener en <u>stock</u> y se actualiza periódicamente?	3	3	3
	<b>4.2.6</b>	¿Con qué frecuencia las listas de nuevos pedidos son enviados a compras?			
	<b>4.2.7</b>	¿Todos los criterios para seleccionar el repuesto mínimo son coherentes?	3	3	3
	<b>4.2.8</b>	¿Existe un sistema coherente y adecuado para realizar inventarios del material contenido en el almacén?	3	3	3
	<b>4.2.9</b>	¿Puede definir el tamaño necesario del inventario para garantizar determinada disponibilidad del equipo?			
	<b>4.2.10</b>	¿Se conoce la ubicación física de todo lo existente en el almacén?	3	3	3
	<b>4.2.11</b>	¿Está definido e implementado un procedimiento para el pronóstico de la demanda de piezas de repuesto?	3	3	3
	<b>4.2.12</b>	¿Es adecuado el estado físico de los almacenes y los medios unitarizadores?	3	3	3
	<b>4.2.13</b>	¿Se conoce con exactitud cuál es el costo de los repuestos de cada equipo?	3	3	3
	<b>4.2.14</b>	¿Existen y se aplican indicadores para evaluar la eficacia del almacén?	2	2	2
	<b>4.2.15</b>	¿El documento para el control de materiales y repuestos a utilizar establece: número de la Orden de trabajo, número de solicitud, material solicitado, cantidad, unidad de medida, código, precio (MN y/o USD), importe, área (entidad donde se utiliza), firma del que autoriza (nombre y apellidos) y firma del que recibe los materiales (nombre y firma)?	3	3	3
<b>Sub Total</b>		<b>Gestión de Inventarios</b>	<b>35</b>	<b>34</b>	<b>30</b>
<b>Sub Total Área 4</b>		<b>Gestión de Piezas de Repuesto</b>	<b>51</b>	<b>46</b>	<b>42</b>
<b>5.1</b>	<b>5.1.1</b>	¿Se han establecido procedimientos documentados para la realización de auditorías internas?	2	2	0

## Anexos

	5.1.2	¿Está definido como norma, la evaluación del mantenimiento y es respetada por los integrantes del área?	2	2	2
	5.1.3	¿Se han identificado, para cada actividad de mantenimiento, los parámetros o características del servicio que han de controlarse?	3	3	3
	5.1.4	¿Se dispone de registro de controles estadísticos adecuados para la demostración de la confiabilidad del servicio de mantenimiento?	2	2	2
	5.1.5	¿Se cumple el programa de trabajos programados de mantenimiento?	2	0	2
	5.1.6	¿Se encuentran estipulados los tiempos estándares para el mantenimiento de equipos?	2	1	1
<b>Sub Total</b>		<b>Organización de la Evaluación</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
	5.2.1	¿Se poseen parámetros confiables para realizar el control y evaluación de los servicios de mantenimiento?	2	2	2
	5.2.2	¿Están definidos y utilizándose un grupo de indicadores para realizar la evaluación y control del mantenimiento?	2	2	2
5.2	5.2.3	¿Resultan adecuados los indicadores definidos para la evaluación y control del mantenimiento?	1	2	2
	5.2.4	¿Tiene cuantificado el tiempo de producción perdido por fallos?	1	0	0
	5.2.5	¿Se lleva un control estadístico de los gastos de mantenimiento por equipos?	2	2	2
	5.2.6	¿Se lleva un control del grado de avance de las órdenes de Trabajo?	2	2	2
<b>Sub Total</b>		<b>Empleo de Indicadores y Auditoría</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
	5.3.1	¿Se compara el desempeño del mantenimiento con el de organizaciones similares para conocer cuán bien se marcha ( <b>Benchmarking</b> )?	2	0	0
	5.3.2	¿Existe un sistema para investigar las causas de las no conformidades del servicio de mantenimiento?	1	0	0
	5.3.3	¿Qué porcentaje de las inspecciones de mantenimiento preventivo son controladas para asegurar su cumplimiento?			
5.3	5.3.4	¿Qué porcentaje de las operaciones de mantenimiento son registradas por la computadora?			
	5.3.5	¿Qué porcentaje de las compras e inventarios de mantenimiento son controladas por medio de la computadora?			
	5.3.6	¿Se planifican acciones correctivas para deficiencias encontradas en las auditorías o evaluaciones internas, con plazos de consecución determinados?	3	3	3
	5.3.7	¿Se toman medidas de seguimiento para asegurar la eficacia de las acciones correctivas?	2	3	3

## Anexos

	5.3.8	¿Los resultados del mantenimiento se analizan y se toman decisiones a partir del análisis efectuado?	3	3	3
<b>Sub Total</b>		<b>Toma de Decisiones</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>Sub Total Área 5</b>		<b>Evaluación y Control</b>	<b>34</b>	<b>29</b>	<b>29</b>
6.1	6.1.1	¿Está determinada, proporcionada y mantenida la infraestructura necesaria que permita alcanzar la conformidad con la prestación del servicio de mantenimiento?	2	2	2
	6.1.2	¿Es suficiente el espacio disponible en el taller de mantenimiento para poder realizar todos los trabajos demandados?	2	3	3
	6.1.3	¿El taller de mantenimiento está bien ubicado respecto a los equipos a brindarle mantenimiento?	2	3	3
	6.1.4	¿Todos los equipos se encuentran colocados adecuadamente dentro del taller de mantenimiento y debidamente señalizados?	2	1	2
	6.1.5	¿El taller de mantenimiento está limpio y ordenado?	2	1	2
	6.1.6	¿Las oficinas están limpias y ordenadas?	2	2	3
	6.1.7	¿Se cuenta con los medios adecuados en las oficinas (ordenadores, impresoras, teléfonos, etc.)?	3	3	3
	6.1.8	¿El taller cuenta con medios adecuados al tipo de trabajo que se realiza?	2	3	3
<b>Sub Total</b>		<b>Instalaciones</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>21</b>
6.2	6.2.1	¿Sabe el valor de adquisición y residual de cada uno de sus equipos?	2	2	0
	6.2.2	¿Tiene un levantamiento de planta que describa e identifique a todos los equipos a mantener?	2	2	0
	6.2.3	¿Tiene definida la tasa de depreciación de cada equipo?	3	0	0
	6.2.4	¿Se consulta al personal de mantenimiento y/o producción para la selección de nuevo equipamiento?	2	0	0
	6.2.5	¿Se encuentra estipulada una política de reemplazo de equipos en la empresa?	3	1	0
	6.2.6	¿Los equipos están limpios y en buen estado técnico?	2	2	3
<b>Sub Total</b>		<b>Equipos</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>3</b>
6.3	6.3.1	¿Su organización tiene catalogadas las herramientas a utilizar en cada tarea?	2	3	3
	6.3.2	¿La instrumentación utilizada en el mantenimiento tiene una calibración certificada?	3	3	3
	6.3.3	¿Las herramientas existentes se corresponden con las que se necesitan?	2	2	3
	6.3.4	¿Se mantienen las herramientas?	2	3	3

## Anexos

	6.3.5	¿Está garantizada las suficientes las herramientas para realizar las labores de mantenimiento?	2	2	3
	6.3.6	¿Existe un inventario considerable de las herramientas que se usan para el mantenimiento?	2	3	3
	6.3.7	¿Los útiles y herramientas se encuentran cerca del taller de mantenimiento?	3	3	3
<b>Sub Total</b>		<b>Medios Técnicos y Herramientas</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>21</b>
<b>Sub Total Área 6</b>		<b>Infraestructura</b>	<b>47</b>	<b>44</b>	<b>45</b>
7.1	7.1.1	¿Los trabajadores reciben formación en seguridad?	2	2	1
	7.1.2	¿Esta formación es la adecuada?	2	2	1
<b>Sub Total</b>		<b>Formación Periódica en Seguridad</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
7.2	7.2.1	¿Existe un plan de seguridad en la empresa?	3	3	3
	7.2.2	¿Este plan de seguridad se aplica correctamente?	2	2	1
	7.2.3	¿El plan resulta adecuado?	2	2	1
	7.2.4	¿Se realizan auto-inspecciones periódicas que verifiquen el cumplimiento de los planes de medida?	2	2	1
<b>Sub Total</b>		<b>Control del Plan de Seguridad</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>6</b>
7.3	7.3.1	¿Los talleres de mantenimiento se localizan en un lugar apropiado y sin posibles riesgos?	3	3	2
	7.3.2	¿Se ha efectuado la evaluación de riesgos al personal?	1	0	0
	7.3.3	¿Se cuenta con un programa de prevención de riesgos relacionados con la seguridad?	3	2	0
	7.3.4	¿Los trabajadores conocen los riesgos a los que están expuestos durante la jornada laboral?	3	3	3
	7.3.5	¿La empresa cuenta con medios de protección individual?	1	1	1
	7.3.6	¿Los trabajadores usan los medios de protección individual?	1	1	1
	7.3.7	¿Se investigan las causas de accidentabilidad?	2	2	2
	7.3.8	¿Se conocen por parte de los trabajadores los planes de contingencia ante catástrofes?	3	3	2
	7.3.9	¿Se lleva a cabo un programa de atención a la salud de los trabajadores?	1	0	0
<b>Sub Total</b>		<b>Control de Evaluación de Riesgos</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>11</b>
<b>Sub Total Área 7</b>		<b>Seguridad</b>	<b>31</b>	<b>28</b>	<b>19</b>
8.1	8.1.1	¿Existe un plan medioambiental?	3	3	2
	8.1.2	¿En este plan se analizan adecuadamente los aspectos medioambientales y su	0	0	0

## Anexos

		significación?			
	8.1.3	¿Este plan se lleva a cabo correctamente?	1	1	0
	8.1.4	¿El personal actúa de acuerdo con el plan medioambiental?	2	1	1
	8.1.5	¿El tratamiento aplicado a los desechos peligrosos es el adecuado?	3	3	3
	8.1.6	¿La entidad cumple con las medidas de seguridad de almacenamiento de productos químicos, peligrosos para el Medio Ambiente?	3	3	3
<b>Sub Total</b>		<b>Control del Plan Medioambiental</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>9</b>
8.2	8.2.1	¿Existe formación periódica medioambiental?	1	1	0
	8.2.2	¿Esta formación es la correcta?	1	1	0
	8.2.3	¿Los trabajadores conocen los impactos que ocasionan en su puesto de trabajo?	2	0	0
<b>Sub Total</b>		<b>Formación Periódica Medioambiental</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b>Sub total Área 8</b>		<b>Medio Ambiente</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>9</b>
9.1	9.1.1	¿Existe las Normas del Proceso Tecnológico, por etapas de los productos a elaborar y se revisan?	2	1	1
	9.1.2	¿Se conocen y utilizan las normas de proceso tecnológico por la dirección y personal de mantenimiento?	2	2	1
	9.1.3	¿Existe aseguramiento petrológico y cumple con los parámetros de proceso?	2	2	1
	9.1.4	¿Existe capacitación del personal en este aspecto?	1	1	0
	9.1.5	¿La administración toma medidas necesarias cuando se violan los parámetros de las normas de los procesos?	2	2	2
<b>Sub Total</b>		<b>Normas del Proceso Tecnológico</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>5</b>
9.2	9.2.1	¿Existe las normas de inspección del proceso y se cumplen de acuerdo al tiempo establecido por etapas?	2	2	2
	9.2.2	¿Se conocen las normas de inspección del proceso y se inspecciona por ellas?	2	2	2
	9.2.3	¿Se capacita el personal técnico y obrero para el cumplimiento de las etapas del proceso?	2	2	2
	9.2.4	¿La administración toma las medidas necesarias cuando se violan los parámetros de las normas de inspección?	2	2	2
<b>Sub Total</b>		<b>Inspección del Proceso</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
9.3	9.3.1	¿Existe el código de prácticas de higiene?	3	3	3
	9.3.2	¿Se conoce el código de prácticas de higiene y se practica por los operarios?	2	0	0
	9.3.3	¿Se capacita al personal técnico y obrero	2	1	1

## *Anexos*

		para el cumplimiento?			
	<b>9.3.4</b>	¿Se conocen las reglas de manipulación de los procesos para lograr su inocuidad?	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>9.3.5</b>	¿La estructura interna y el equipamiento responden a las exigencias del proceso y son fáciles de limpiar?	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
	<b>9.2.6</b>	¿Se capacita al personal en materia de limpieza y desinfección?	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Sub total</b>		<b>Código de Prácticas de Higiene</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
<b>Sub total Área 9</b>		<b>Aseguramiento a la Calidad</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>21</b>

**Fuente:** (Borroto Pentón, 2005)

## Anexos

---

**Anexo # 4** Escala decidida para valorar el índice de nivel de gestión del mantenimiento (INGM)

Intervalos de $I_{NM}$ (%)	Evaluación de la gestión del mantenimiento
$(95 \leq I_{NM} \leq 100)$	EXCELENTE
$(85 \leq I_{NM} < 95)$	BIEN
$(60 \leq I_{NM} < 85)$	ACEPTABLE
$(I_{NM} < 60)$	DEFICIENTE

**Fuente:** (Peñalver Fis, 2013), adaptada de (Borroto Pentón, 2005)

## Anexos

---

**Anexo # 5** Resultados del Índice del Nivel de Gestión del Mantenimiento para el Jefe de Mantenimiento

<b>Comportamiento de las 9 áreas para el Jefe de Mantenimiento</b>					
Áreas	Total	Real	Porcientos	Peso	INGM(Ai)
A1	93	65	70	0,08	5,6
A2	42	34	81	0,1	8,1
A3	51	34	67	0,11	7,3
A4	69	46	67	0,2	13,3
A5	60	29	48	0,05	2,4
A6	63	44	70	0,2	14,0
A7	45	28	62	0,02	1,2
A8	27	13	48	0,08	3,9
A9	45	24	53	0,15	8,0
INGMTTotal					64

Las expresiones de cálculo fueron tomadas de (Borroto Pentón, 2005)

$$EA_j = \frac{C_{ij}}{C_{ijmax}} * 100 \text{ [%]}$$

Donde:

$EA_j$ : Es la evaluación del área j

$C_{ij}$ : Suma de la puntuación dada a cada aspecto dentro de una misma función i correspondiente al área j, dada por el experto.

$C_{ijmax}$ : Máxima calificación que puede tomar la función i correspondiente al área j al sumar la calificación dada a cada uno de los aspectos.

$$INGM_{A_i} = EA_j * W_j \text{ [%]}$$

Donde:

$INGM_{A_i}$ : Índice de nivel de gestión de mantenimiento del área j.

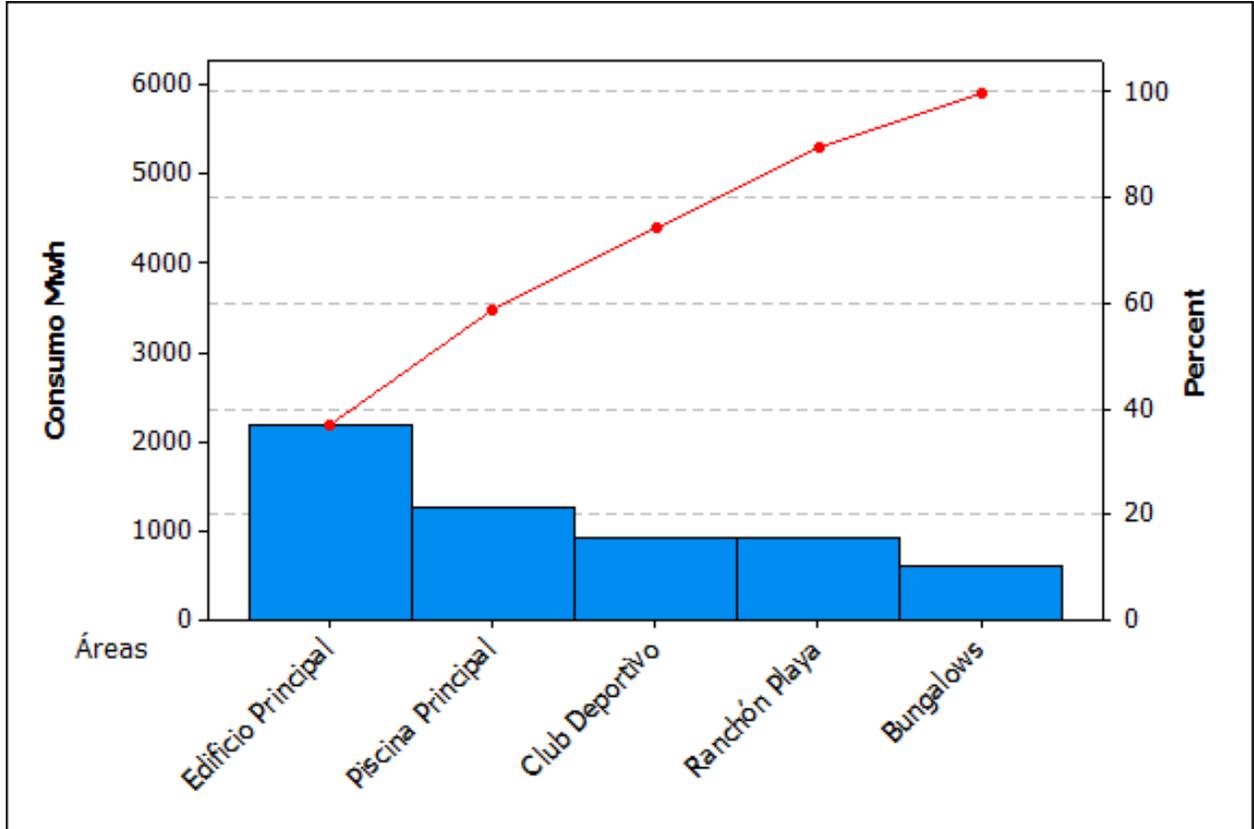
$W_j$ : Peso del área j.

$$INGM_{Total} = \sum(EA_j * W_j) \text{ [%]}$$

## Anexos

### Anexo # 6 Comportamiento del consumo de energía eléctrica por áreas

Para el análisis del área de mayor consumo de energía eléctrica se tomaron los consumos totales de las mediciones efectuadas en el horario de la mañana, el pico y en la madrugada para todo el año del 2015, cuyo resultado se muestra a continuación:

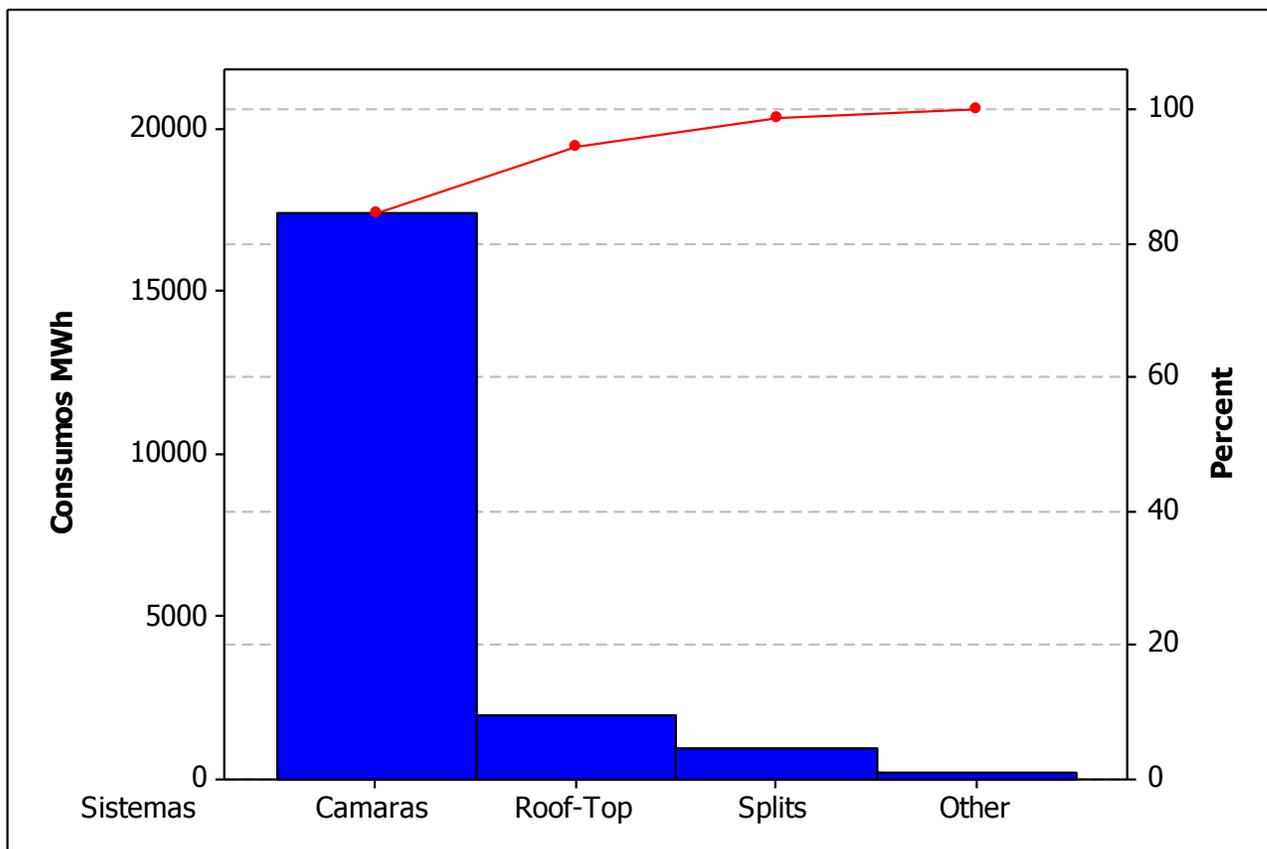


## Anexos

---

### Anexo # 7 Determinación del sistema a analizar dentro del área principal

En el análisis de los sistemas, se tomaron los consumos de energía eléctrica según el tiempo de trabajo en horas para el año 2015 cuyo resultado es el siguiente:



## Anexos

### Anexo # 8 Hoja de información del MCC

<b>HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN DE MCC</b>		<b>SISTEMA:</b> Cámaras frías		<b>Realizado por:</b> Deilys Llerena Morera	<b>FECHA</b>	<b>HOJA 1</b>
		<b>ELEMENTO:</b> Unidad Condensadora		<b>Revisado por:</b>	<b>FECHA</b>	<b>DE 5</b>
<b>Función (F)</b>		<b>Fallo Función</b>	<b>Modo de Fallo Funcional (FF)</b>		<b>Efectos de Fallo (FM)</b>	
1	Es el encargado de comprimir el refrigerante para el intercambio de calor.	No tiene compresión.	A	Rotura del compresor.	1	Se para el mecanismo del compresor que puede estar dado por un disparo térmico el cual es provocado por una sobrecarga del motor o magnético debido a un cortocircuito.
		Ventiladores rotos.	B	Motor del ventilador quemado.	1	Se siente olor a quemado y los ventiladores no arrancan.
			C	Rotura del aspa.	1	Se congela el evaporador
		Rotura de la válvula solenoide.	D	Falla la válvula.	1	Arranques y paradas reiteradas.
					2	Disparo de la protección y deja de funcionar la cámara.
No circula el refrigerante.	E	Tuberías rotas	1	Escape del refrigerante.		

## Anexos

### Anexo # 8 Hoja de información del MCC. Continuación...

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN DE MCC		ELEMENTO: Unidad Condensadora		Realizado por:	FECHA	HOJA 2
		COMPONENTE: Compresor		Revisado por:	FECHA	DE 5
Función (F)		Fallo Función	Modo de Fallo Funcional (FF)		Efectos de Fallo (FM)	
2	Es el encargado de comprimir el gas refrigerante.	No comprime el gas.	A	Problemas con los pistones.	1	Problemas con la compresión.
			B	Problemas de lubricación.	1	Aumenta la temperatura de trabajo.
					2	Afecta las partes móviles del compresor.
					3	Deja de funcionar el compresor.
			C	Problemas con las válvulas.	1	Falta de equilibrio entre las presiones de trabajo.
D	Falta de asiento en el plato.	1	Afecta el paso de las presiones.			

## Anexos

### Anexo # 8 Hoja de información del MCC. Continuación...

<b>HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN DE MCC</b>		<b>ELEMENTO:</b> Unidad Condensadora		<b>Realizado por:</b>	<b>FECHA</b>	<b>HOJA 3</b>
		<b>COMPONENTE:</b> Ventiladores		<b>Revisado por:</b>	<b>FECHA</b>	<b>DE 5</b>
<b>Función (F)</b>		<b>Fallo Función</b>	<b>Modo de Fallo Funcional (FF)</b>		<b>Efectos de Fallo (FM)</b>	
3	Distribuir uniformemente el aire frío dentro de la cámara.	No circula aire dentro de la cámara.	A	Fallas eléctricas.	1	Devanado del ventilador.
			B	Fallas en el rodamiento.	1	Deja de funcionar.
			C	Roturas en el aspa.	1	Afecta la estabilidad del motor.

## Anexos

### Anexo # 8 Hoja de información del MCC. Continuación...

<b>HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN DE MCC</b>		<b>ELEMENTO:</b> Unidad Condensadora		<b>Realizado por:</b>	<b>FECHA</b>	<b>HOJA 4 DE 5</b>
		<b>COMPONENTE:</b> Válvulas solenoide		<b>Revisado por:</b>	<b>FECHA</b>	
<b>Función (F)</b>		<b>Fallo Función</b>	<b>Modo de Fallo Funcional (FF)</b>		<b>Efectos de Fallo (FM)</b>	
4	Es el encargado de regular la circulación de gases.	No circula el gas.	A	No llega la tensión.	1	Se cierra y eleva la presión de condensación.
			B	Tupición	1	Eleva la presión y se pasa al compresor.
			C	Falta de hermeticidad	1	Arranques innecesarios por el presostato.

**Anexo # 8** Hoja de información del MCC. Continuación...

<b>HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN DE MCC</b>		<b>ELEMENTO:</b> Unidad Condensadora		<b>Realizado por:</b>	<b>FECHA</b>	<b>HOJA 5</b>
		<b>COMPONENTE:</b> Tuberías		<b>Revisado por:</b>	<b>FECHA</b>	<b>DE 5</b>
<b>Función (F)</b>		<b>Fallo Función</b>	<b>Modo de Fallo Funcional (FF)</b>		<b>Efectos de Fallo (FM)</b>	
5	Traslada el flujo de refrigerante.	No circula el refrigerante.	A	Rotura de tubería	1	Escape del refrigerante.
			B	Fuga de refrigerante	1	Sobre/sub dimensionado.

Anexo # 9 Hoja de decisiones en función de la hoja de información.

HOJA DE DECISIONES			Sistema: Cámara Fría										Facilitador:	Fecha:	Hoja N° 2
Referencia de información			Evaluación de consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Frecuencia inicial	A realizarse por:
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3						
							O1	O2	O3	H4	H5	S4			
1	A	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Realizar una inspección visual con el fin de detectar cualquier anomalía.	Diario	Mecánico
1	B	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Realizar una inspección visual con el fin de detectar cualquier anomalía.	Diario	Mecánico
1	C	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Realizar una inspección visual con el fin de detectar cualquier anomalía.	Diario	Mecánico
1	D	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Realizar una inspección visual con el fin de detectar cualquier anomalía.	Diario	Mecánico
1	D	2	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Realizar una inspección visual con el fin de detectar cualquier anomalía.	Diario	Mecánico
1	E	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Realizar una inspección visual con el fin de detectar cualquier anomalía.	Diario	Mecánico

Anexo # 9 Hoja de decisiones en función de la hoja de información. Continuación...

HOJA DE DECISIONES			Componente: Unidad Condensadora										Facilitador:	Fecha:	Hoja N° 3
			Elemento: Compresor										Auditor:	Fecha:	De: 6
Referencia de información			Evaluación de consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Frecuencia inicial	A realizarse por:
							S1	S2	S3						
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4			
							N1	N2	N3						
2	A	1	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Limpieza de la unidad compresora	Cuatrimestral	Mecánico
2	B	1	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Verificar el nivel de aceite	Cuatrimestral	Mecánico
2	B	2	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Lubricación de las articulaciones de los muebles refrigeradores	Cuatrimestral	Mecánico
2	B	3	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Verificar posibles fugas en el circuito	Cuatrimestral	Mecánico
2	C	1	S	N	N	S	N	N	N	N	N	N	Ajustes de los controles de presión y temperatura.	Cuatrimestral	Mecánico
2	D	1	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Revisión del nivel de aceite a los compresores.	Cuatrimestral	Mecánico

**Anexo # 9** Hoja de decisiones en función de la hoja de información. Continuación...

<b>HOJA DE DECISIONES</b>			<b>Componente:</b> Unidad condensadora										<b>Facilitador:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Hoja N° 2</b>	
			<b>Elemento:</b> Ventiladores										<b>Auditor:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>De: 6</b>	
<b>Referencia de información</b>			<b>Evaluación de consecuencias</b>				<b>H1</b>	<b>H2</b>	<b>H3</b>	<b>Acción a falta de</b>				<b>Tarea Propuesta</b>	<b>Frecuencia inicial</b>	<b>A realizarse por:</b>
							<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>							
<b>F</b>	<b>FF</b>	<b>FM</b>	<b>H</b>	<b>S</b>	<b>E</b>	<b>O</b>	<b>O1</b>	<b>O2</b>	<b>O3</b>	<b>H4</b>	<b>H5</b>	<b>S4</b>				
							<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>							
3	A	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Verificar estado de cableado y conexiones eléctricas	Diario	Operario	
3	B	1	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N	Verificar estado de rodamientos del ventilador, cambiar de ser necesario	Trimestral	Mecánico	
3	C	1	N	N	N	N	N	N	S	N	N	N	Verificar estado de aspas de ventilador	Cada 2 meses	Mecánico	

**Anexo # 9** Hoja de decisiones en función de la hoja de información. Continuación...

<b>HOJA DE DECISIONES</b>			<b>Componente:</b> Unidad condensadora							<b>Facilitador:</b>			<b>Fecha:</b>	<b>Hoja N° 3</b>			
			<b>Elemento:</b> Válvula solenoide							<b>Auditor:</b>			<b>Fecha:</b>	<b>De: 6</b>			
<b>Referencia de información</b>			<b>Evaluación de consecuencias</b>				<b>H1</b>	<b>H2</b>	<b>H3</b>	<b>Acción a falta de</b>			<b>Tarea Propuesta</b>			<b>Frecuencia inicial</b>	<b>A realizarse por:</b>
							<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>								
<b>F</b>	<b>FF</b>	<b>FM</b>	<b>H</b>	<b>S</b>	<b>E</b>	<b>O</b>	<b>O1</b>	<b>O2</b>	<b>O3</b>	<b>H4</b>	<b>H5</b>	<b>S4</b>					
							<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>								
4	A	1	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Chequeo del cableado y conexiones eléctricas.	Diario	Mecánico		
4	B	1	S	N	S	N	N	N	N	N	N	N	Limpieza de la válvula	A Condición	Operario		
4	C	1	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	Verificar estado de la válvula solenoide		Mecánico		

**Anexo # 9** Hoja de decisiones en función de la hoja de información. Continuación...

<b>HOJA DE DECISIONES</b>			<b>Componente:</b> Unidad condensadora										<b>Facilitador:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Hoja N° 4</b>		
			<b>Subsistema:</b> Tuberías										<b>Auditor:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>De: 6</b>		
<b>Referencia de información</b>			<b>Evaluación de consecuencias</b>				<b>H1</b>	<b>H2</b>	<b>H3</b>	<b>Acción a falta de</b>					<b>Tarea Propuesta</b>	<b>Frecuencia inicial</b>	<b>A realizarse por:</b>
							<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>								
<b>F</b>	<b>FF</b>	<b>FM</b>	<b>H</b>	<b>S</b>	<b>E</b>	<b>O</b>	<b>O1</b>	<b>O2</b>	<b>O3</b>	<b>H4</b>	<b>H5</b>	<b>S4</b>					
							<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>								
5	A	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Verificar estado de tuberías	2 veces por semana	Mecánico		
5	B	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Verificar correcto dimensionamiento de tuberías		Ingeniero		

