

**UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS “JOSÉ MARTÍ PÉREZ”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS Y EMPRESARIALES**  
**CENTRO DE ESTUDIOS DE TÉCNICAS AVANZADAS DE DIRECCIÓN**



**Título: Desarrollo de un procedimiento para la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad en la División Provincial Radiocuba Sancti Spíritus.**

**TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE MÁSTER EN  
DIRECCIÓN**

**Autor: Lic. Gilberto Rodríguez Valdés**

**Tutor: Dr.c Fernando Marrero Delgado**

**Consultante: Msc. Douglas Adolfo García Gómez**

***Sancti Spíritus, 2018***

## **RESUMEN**

Una adecuada gestión del mantenimiento en el sector de las telecomunicaciones, requiere la reconceptualización del mantenimiento, acorde con los requerimientos actuales de las nuevas tecnologías de la era digital. Esto se traduce en una base conceptual que contenga desde la definición hasta el esclarecimiento de sus objetivos, funciones y características de su organización. En la presente investigación se propone un procedimiento para la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad para la mejora de la gestión del mantenimiento de la red de equipos transmisores, el cual se complementa con procedimientos específicos para la realización de la auditoría de mantenimiento, la determinación de la importancia relativa de las áreas y las funciones a auditar y la aplicación del mantenimiento predictivo como herramienta para predecir futuras fallas con el apoyo en sistemas de gestión de mantenimiento asistido por computadoras (GMAC) en las que las tareas de mantenimiento se realizan de forma más segura y eficaz y se emplea como herramienta de gestión para la toma de decisiones. La aplicación de los instrumentos metodológicos desarrollados, permitió elevar la efectividad de la gestión del mantenimiento en la División Radiocuba Sancti Spíritus, en el que se tomó como muestra de estudio práctico específico de esta investigación el Centro de Televisión San Isidro desde donde se brindan servicios de Radio y Televisión en 5 municipios de la provincia.

## **ABSTRACT**

An appropriate management of maintenance in telecommunications services, requires the reconceptualization of maintenance, according to the present requirements of the new digital technologies. This is translates in a base conceptual that contains since the definition until the clarification of its objectives, functions and features of its organization. In the present research is proposes a procedure for the management of maintenance based in the confiability for the improvement of the management of maintenance on the network of transmitters, the which is complements with specific procedures for the implementation of the audit of maintenance, the determination of the importance relative of the areas and the functions to audit and the application of maintenance predictive as a tool for predict future failures with the support in maintenance management systems attended for computers (MMS) in the that the tasks of maintenance is made of form safer and efficient and is used as tool of management and the takes of decisions. The application of the instruments methodologies developed, allowed increase the effectiveness of the management of maintenance in the division Radiocuba Sancti Spiritus, in the that is took as sample of practical study specific of this research the center of Television San Isidro since where is provide services of radio and television in 5 municipalities of the province.

## ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO - REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1 Breve caracterización de los activos fijos	
1.2 El mantenimiento en las organizaciones	
1.2.1 Los objetivos de mantenimiento	
1.2.2 Las funciones de mantenimiento	
1.2.3 Sistemas de mantenimiento	
1.3 La Gestión o Administración del mantenimiento	
1.3.1 La planificación del mantenimiento	
1.3.2 La organización de mantenimiento	
1.3.3 La ejecución del mantenimiento	
1.3.4 El control del mantenimiento	
1.3.5 ¿Cómo evaluar la gestión del mantenimiento?	
1.3.6 Las herramientas informáticas en mantenimiento	
1.4 El mantenimiento en los equipos transmisores	
1.5 La gestión del mantenimiento en las telecomunicaciones	
1.6 Conclusiones parciales	
CAPÍTULO 2 PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD EN LA DIVISIÓN PROVINCIAL RADIOCUBA SANCTI SPÍRITUS	
2.1 “Reconceptualización” del mantenimiento en la radiodifusión	
2.1.1 Objetivos del mantenimiento en la radiodifusión	
2.1.2 Funciones del mantenimiento en la radiodifusión	
2.1.3 Organización del mantenimiento en la radiodifusión	
2.2 Características del procedimiento para la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad	
2.3 Desarrollo del procedimiento para la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad	
2.3.1 Fase: Preparación	
2.3.2 Fase: Realización de la auditoría de mantenimiento	

2.3.3 Interfase

2.3.4 Fase: Sistema Alternativo de Mantenimiento en la radiodifusión

2.3.5 Seguimiento de las acciones correctivas, preventivas y/o de mejora

2.4 Conclusiones parciales

## CAPÍTULO 3 APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD

3.1 Aplicación del procedimiento general al centro de Televisión objeto de estudio

3.1.1 Estudio del caso del centro de Televisión y Frecuencia Modulada “San Isidro”

3.1.1.1 Fase: Preparación

3.1.1.2 Fase: Realización de la auditoría de mantenimiento

3.1.1.3 Fase: Sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por

Computadora

3.1.2 Generalización de resultados

3.2 Beneficios de la aplicación del procedimiento general para el mejoramiento de la  
gestión del mantenimiento en la radiodifusión

3.3 Conclusiones parciales

CONCLUSIONES GENERALES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## INTRODUCCIÓN

El mundo en la actualidad se debate entre crisis y carencias, transformándose el entorno con el vertiginoso desarrollo las nuevas tecnologías, las cuales son indispensables para mantenerse a la par del desarrollo. Alcanzado el desarrollo en las tecnologías corresponde una explotación más eficiente de estas para que se pueda producir con eficiencia y calidad a pesar de los limitados recursos.

La actividad de mantenimiento mundialmente está destinada con independencia de la entidad en que se desarrolle a lograr la reducción de las fallas imprevistas y del tiempo de reparación de los activos fijos, debe procurar la prolongación de la vida útil de los componentes, con el correspondiente ahorro de recursos y energía y con ello reducir el costo de mantenimiento de las instalaciones, dando como resultado la mejora continua de la calidad y la eficiencia de los servicios.

En su conceptualización propone control constante de las instalaciones y/o componentes, así como del conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema, siendo sus principales objetivos:

- Evitar, reducir y, en su caso, reparar las fallas.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se puedan evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paros de los equipos.
- Evitar accidentes.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras de operación.
- Reducir costes.
- Prolongar la vida útil de los bienes.

En el año 1910 la firma Ford de los Estados Unidos de América, productora de automóviles, introdujo el Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP), éste fue ensanchándose por el resto del mundo hasta llegar a Cuba, donde se conoce que su introducción extensiva se remonta al 1910. Con la llegada al país del MPP, se implementó una política de generalización donde cada ministerio intentó adaptarlo a sus condiciones concretas con resultados relativamente satisfactorios. Sin embargo, el Mantenimiento Preventivo no puede encubrir sus principales desventajas que se manifiestan con el deterioro de mecanismos y sistemas, a causa de los continuos montajes y desmontajes para garantizar las operaciones profilácticas. Y en segundo término no aprovecha la total vida útil de los elementos al ser sustituidos con antelación a su vencimiento, requiriendo gran cantidad de repuestos e incremento de los costos.

Los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobados en el VI Congreso del PCC, plantean que esta visión estratégica en la que existe la necesidad de definir una política tecnológica que contribuya a reorientar el desarrollo industrial, y que comprenda el control de las tecnologías existentes en el país; a fin de promover su modernización sistemática atendiendo a la eficiencia energética y eficacia productiva, todo lo anterior expresado en la máxima de elevar la soberanía tecnológica. En una de las más recientes alocuciones, cito el Informe Central al VII Congreso

del Partido Comunista Cuba, donde se planteó: ...Nuestro Héroe Nacional, José Martí, razonó que “Gobernar es prever”... Esta es en apretada síntesis la filosofía actual del mantenimiento.

En Radiocuba se le proporciona gran importancia la actividad de Mantenimiento de esto se derivan procedimientos para su ejecución y cuantiosos recursos materiales y de protección personal para mantener la red de radiodifusión en condiciones óptimas para su explotación no obstante persisten problemas en la gestión del mantenimiento, lo que constituye en apretada síntesis, la situación problemática identificada que fundamentó la investigación que se resume en esta Tesis. En aras de revertir los resultados de hoy día existe la posibilidad de implementación del Mantenimiento Predictivo, que surge en los 60 como un conjunto de actividades de seguimiento y diagnóstico continuo que permiten una intervención correctora inmediata como consecuencia de la detección de algún síntoma de fallo mediante la monitorización de diferentes parámetros. Este es el más eficiente y flexible de los tipos de mantenimiento pues mediante el mismo se puede realizar control sin interrupción de la operación del equipo y programar la parada del equipo con antelación al fallo evitando impactos financieros negativos.

Presenta entre sus principales ventajas:

- Registro del historial de fallas.
- Programación del mantenimiento en el momento más adecuado.
- Control de la red de equipos a distancia.
- Disminución del uso de transporte automotor.
- Reducción de los correctivos y la cantidad de piezas a sustituir.

Principales desventajas:

- No todas las causas de fallo pueden ser detectadas con antelación.

A nivel mundial con el paso de los años, los empresarios han entendido la importancia que tiene el correcto funcionamiento de los equipos que participan en los sistemas de producción con respecto a las ganancias de sus organizaciones. Por tal motivo invierten parte de sus recursos para mejorar su área de mantenimiento contratando personal altamente calificado que planifique actividades de prevención y detección de fallas que les permita garantizar la operación óptima de su proceso de producción facilitando con esto, el éxito del Sistema de Gestión y evitando pérdidas en materias primas y paradas de producción. Con la globalización de los mercados, las empresas en el mundo se han visto obligadas a cumplir con estándares de calidad internacionales que les permita ser cada vez más competitivas a nivel regional, nacional e internacional.

En Cuba el escenario actual se debate en lograr un cambio de conceptos, de mentalidad en relación a la importancia del mantenimiento y las formas de aplicarlo. Se necesita personal preparado para enfrentar el rigor de la situación actual donde las escasas asignaciones hay que distribuirlas lo mejor posible y la falta de los repuestos óptimos hay que suplirlas con talento. Las técnicas avanzadas de mantenimiento ayudan a decidir dónde y cuándo hacer mejor uso de los recursos, la superación profesional de los

trabajadores (incluyendo a la dirección) es un factor clave para la comprensión y asimilación de las técnicas modernas de explotación de equipos. Actualmente en la industria cubana se utiliza con excelentes resultados el Mantenimiento Alterno, que es una mezcla del correctivo, preventivo planificado y predictivo. El Mantenimiento Alterno tiene como objetivo central asociar a la atención de un activo productivo, trabajos o gamas correctivas, preventivas, predictivas, o Mantenimiento Basado en Condición en función de su importancia y repercusión para el proceso de producción. Esta filosofía de trabajo lleva asociada una ardua tarea de organización, planificación y control, así como una elevada manipulación de información por lo que se hace imprescindible el uso de la computación. Solución ésta que ha revolucionado la gestión del mantenimiento, tanto como concepto general, como en cada una de las etapas con las que está indisolublemente ligado. La revolución antes mencionada se conoce mundialmente como Gestión de Mantenimiento Asistida por Computadora (GMAC). Berger, D., P.Eng. (2006) "Six steps to condition-based maintenance"

Los directivos de Radiocuba en todo el país han planteado como uno de los problemas de mayor incidencia en sus Divisiones la poca garantía que ofrece la actual gestión de mantenimiento para el buen desempeño de los procesos principales de la entidad, solicitando que fueran desarrollados estudios sobre la gestión del mantenimiento, los que se están llevando a cabo en las provincias de Cienfuegos, Sancti Spíritus y Las Tunas. Esto constituye un antecedente importante de la presente investigación.

En la actualidad las estrategias del mantenimiento ofrecen recursos que contribuyen a optimizar los niveles de confiabilidad de los activos, pero no pueden hacer realidad la decisión y el compromiso de ser consecuentes con ellas en el actuar cotidiano. Esa misión corresponde a la dirección de las organizaciones, nosotros los que conducimos en el camino correcto al Capital Humano, o sea que está guiado por el liderazgo que sea capaz de ejercerse al ser la actividad mantenimiento que es un caso particular del círculo administrativo general y lo comprenden las etapas de: Planificación, Organización, Mando y Control.

Los primeros estudios realizados evidenciaron deficiencias en la gestión del mantenimiento, ausencia de herramientas que permitan la evaluación de dicha gestión, así como la existencia de limitaciones en la disponibilidad de algunos recursos materiales y financieros para esta actividad que conllevan a la **situación problemática** siguiente:

- 1- Pérdidas de transmisión por fallas en la red de equipamiento.
- 2- Existencia de mantenimientos correctivos que no garantizan la calidad de los servicios prestados, con la consiguiente afectación a los clientes.
- 3- Escases de repuestos óptimos para la solución de fallas.
- 4- Deficiente explotación del Sistema de Monitoreo.
- 5- Atrasos en la inserción por Fibra Óptica lo que dificulta la automatización de la red y la informatización de los sistemas de transmisión.



De lo anterior se deriva como **problema científico**: Inexistencia de un procedimiento para la gestión del mantenimiento predictivo en la División Radiocuba Sancti Spíritus.

Del problema científico se formula la siguiente **hipótesis de la investigación**: con la implementación de un procedimiento para la gestión del mantenimiento de tipo predictivo en la División Radiocuba Sancti Spíritus se contribuye a elevar los niveles de eficacia del proceso de transmisión de Radio y Televisión.

La anterior hipótesis quedará validada si al diseñar e implementar la Gestión del Mantenimiento Predictivo, según el procedimiento propuesto se logra elevar el nivel de servicio al cliente y la disminución paulatina de los fallos de equipos de radiodifusión en la División Provincial Radiocuba Sancti Spíritus.

**Objetivo general**: Desarrollar un procedimiento para la gestión del mantenimiento predictivo en la División Provincial Radiocuba Sancti Spíritus, que contribuya a elevar la eficacia de las transmisiones de Radio y Televisión en el territorio.

El anterior objetivo se ha desglosado en los siguientes **objetivos específicos**:

1. Desarrollar marco teórico referencial sobre la gestión del mantenimiento con énfasis en el sector de las comunicaciones y la eficacia en la transmisión de señales de Radio y Televisión.
2. Diseñar un procedimiento para la gestión del mantenimiento predictivo en la División Provincial Radiocuba Sancti Spíritus.
3. Implementar el procedimiento para la gestión del mantenimiento predictivo en la División Provincial Radiocuba Sancti Spíritus.
4. Evaluar la eficacia de las transmisiones bajo las nuevas condiciones de gestión del mantenimiento.

**Objeto de estudio teórico**: La Gestión del Mantenimiento.

**Campo de acción**: el sistema de mantenimiento predictivo División Provincial Radiocuba Sancti Spíritus.

Los **resultados esperados** una vez implementada la propuesta de este trabajo son que exista una disminución significativa de las pérdidas de producción, ahorro de combustible y mejorar la calidad en los servicios de radiodifusión por Ondas Medias, Frecuencia Modulada y Televisión analógica y Digital. Este trabajo de implementación llegará hasta el punto en que las personas que asuman el proyecto lo establezcan, sin ser este recurso de mejoramiento algo impositivo o estricto en su ejecución, sino verlo como una excelente herramienta para mejorar infinidad de procesos, ya que este sistema ha garantizado excelentes resultados en industrias que buscan la categoría de clase mundial.

La **significación práctica** del trabajo es haber identificado, estudiado y propuesto soluciones encaminadas a resolver los problemas fundamentales que tiene la División, teniendo en cuenta la participación y el criterio de los integrantes del Consejo de Dirección mediante el diagnóstico y la proyección propuesta.

La **significación teórica** de la investigación realizada en la actualización y “reconceptualización” pertinente de conocimientos universales alrededor de temas relacionados con el mantenimiento, con la adopción de un sistema de mantenimiento adecuado para la red de radiodifusión, el análisis del

mantenimiento predictivo, sus posibilidades de adaptación y aplicación en Radiocuba, así como el desarrollo de nuevas herramientas para la gestión de esta actividad en el resto de las Divisiones del país. El **valor metodológico** se manifiesta en la posibilidad de integrar diferentes conceptos y herramientas en los procedimientos desarrollados, ordenando el proceso de gestión del mantenimiento de tipo predictivo en todas las Divisiones de Radiocuba en el país, permitiendo incluirlos y aplicarlos en la actual estrategia adoptada por la Dirección del país en el sector de las telecomunicaciones. El procedimiento general, caracterizado por su flexibilidad, la posibilidad de mejorar continuamente, por su pertinencia, racionalidad y generalidad, puede ser utilizado en la enseñanza de la gestión de mantenimiento en cursos para ingenieros y gestores de mantenimiento. Lo anteriormente afirmado, se encuentra expresado en los resultados siguientes:

- “Reconceptualización” del mantenimiento en la radiodifusión, considerando la definición, los objetivos, las funciones y la organización del mantenimiento en las telecomunicaciones.
- Desarrollo de un procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento en la radiodifusión.
- Desarrollo de un procedimiento específico para la realización de la auditoría de mantenimiento, que contiene métodos y herramientas analíticas de diagnóstico y evaluación de la gestión del mantenimiento.
- Establecimiento de un conjunto de expresiones matemáticas para realizar la evaluación de la gestión del mantenimiento, así como de un indicador de estructura multicriterio para ello, fundamentado este último, en un procedimiento específico para la determinación del peso o importancia relativa de los equipos y funciones a auditar.
- Desarrollo de un procedimiento específico para la aplicación del mantenimiento predictivo mediante la Gestión de mantenimiento asistido por computadora (GMAC), considerando a este como la estrategia de mantenimiento adecuada para los equipos de radiodifusión según las condiciones actuales de la empresa Radiocuba.

La significación social de la investigación radica en la contribución que tiene el procedimiento propuesto a la garantía del funcionamiento de la red de radiodifusión, a partir de la incidencia de la gestión de mantenimiento de tipo predictivo encaminada a evitar que, debido a un fallo de un equipo, se produzcan interrupciones de las transmisiones y quejas de la población.

En el transcurso de la vida de los equipos transmisores estos se desgastan gradualmente, pierden exactitud y potencia y en última instancia se rompen. Las fallas, también conocidas como averías, crean interrupciones del servicio que provocan pérdidas económicas irreversibles, de ello se deriva que la significación económica de la investigación sea revertir la interrupción de los procesos no solo por lo que significa en el resultado productivo en cuanto a costo, sino además por la eficiencia y seguridad.

#### **Métodos y Técnicas de investigación:**

- Análisis y síntesis de la información obtenida en la literatura necesaria para la investigación.
- Histórico-lógico para estudiar antecedentes, causas, condiciones históricas en las que surgió el problema y lo que se repite en el proceso de desarrollo del objeto.
- Métodos de expertos para validar instrumentos.
- Técnicas de trabajo en grupo.

### **Justificación y viabilidad.**

Entre las limitaciones, se encuentra la falta de tiempo para su generalización, debido a la cantidad de datos a procesar para llegar a determinar verdaderamente su factibilidad en la aplicación práctica. Otra de las limitaciones es la dificultad para acceder a la información especializada actualizada (revistas de primer mundo, libros clásicos, sitios de internet sin permiso a entrar, etc.). También trabajar sobre una base abstracta al no contar con una planta real puesta en marcha donde se puedan reafirmar los resultados obtenidos, o la obtención de datos de consumo de producción.

Además de lo mencionado anteriormente cabe señalar que en la literatura especializada consultada, la mayoría de los autores se han dedicado a investigar sobre el mantenimiento industrial [Kohler, 1990; Van Kessel 1992; Pérez Jaramillo, 1992; Encinas Beltrán, 1994; Tavares de Carvalho, 1994; Monteiro Leite, 1995; De la Paz Martínez, 1996; Gilbert Chevalier, 1996; Moubray, 1997; Dounce Villanueva, 1998; Lourival Tavares, 1999; Sánchez Sánchez, 1999; Sotuyo Blanco, 2000; Améndola, 2002] y pocos han tratado el mantenimiento en las organizaciones de servicios, específicamente en la radiodifusión.

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron métodos y técnicas de análisis y síntesis, dinámica de grupos, análisis comparativo, herramientas de la Investigación de Operaciones, Cuadro de mando integral, entrevistas y encuestas, así como el procesamiento computacional de los resultados, el análisis lógico, la reflexión y otros procesos mentales que también le son esenciales en toda actividad de investigación científica.

La actualización y “reconceptualización” pertinente de conocimientos universales alrededor de temas novedosos relacionados con el mantenimiento, con la adopción de un sistema de mantenimiento adecuado para cada activo fijo, el análisis de sus posibilidades de adaptación y aplicación a la realidad de la empresa Radiocuba, así como el desarrollo de herramientas nuevas para la gestión de la actividad de mantenimiento en la radiodifusión, fundamentan el valor teórico de la investigación realizada.

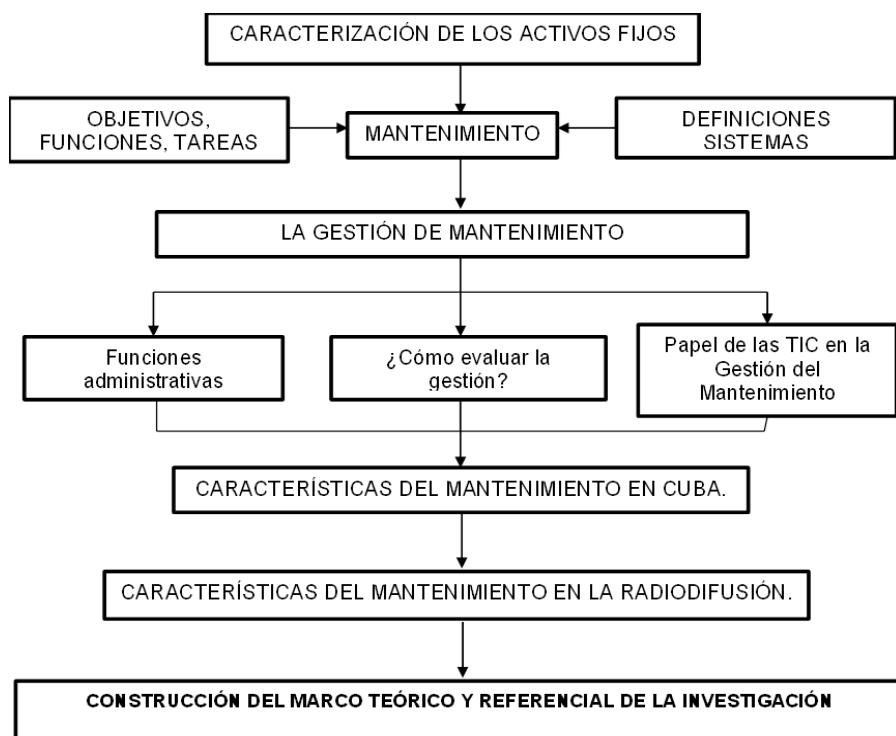
Para la presentación de esta Tesis de Maestría, se estructuró de la forma siguiente: una Introducción, donde se caracteriza la situación problemática y se fundamenta el problema científico a resolver; un primer Capítulo donde se define, en lo fundamental, el marco teórico - referencial de la investigación efectuada; un segundo Capítulo, en el que se resumen y explican los instrumentos metodológicos desarrollados; un tercer Capítulo, donde se muestran aplicaciones prácticas y formas de estudio de casos que evidencian la factibilidad de aplicación de los instrumentos metodológicos desarrollados; un grupo de Conclusiones y

Recomendaciones derivadas de la investigación realizada; la Bibliografía consultada y finalmente, un grupo de Anexos de necesaria inclusión, como complemento de los resultados expuestos.

## CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO - REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. Introducción

El presente capítulo tiene como objetivo fundamental la revisión del estado del arte y de la práctica sobre la gestión del mantenimiento la estrategia seguida para el desarrollo del mismo se refiere en la figura 1.1, donde se exponen temáticas relacionadas con la gestión de mantenimiento, definiciones, enfoques y procedimientos, así como las tendencias actuales y sistemas de gestión, todo lo cual conforma el cuerpo principal del marco teórico referencial. Este sienta las bases teórico-prácticas del proceso de investigación.



**Figura 1.1** Estrategia seguida en el análisis de la bibliografía para la construcción del marco teórico - referencial de la investigación. **Fuente:** elaboración propia.

### 1.2. Caracterización de los activos fijos

Para lograr el desarrollo económico, es necesario invertir parte de la ganancia obtenida en adquirir nuevos medios de producción, que conducirán a la obtención de mejores resultados productivos.

Una parte importante de los medios de trabajo lo constituyen los medios básicos productivos, denominados en su expresión monetaria como fondos básicos productivos [Cruz Pérez, 1985;

Marrero & Guerra, 1986; Portuondo Pichardo, 1990] también llamados bienes de producción [Thuesen, Fabrycky & Thuesen, 1993]; o como activos fijos [Kohler, 1990].

En Cuba, el antiguo Comité Estatal de Finanzas (1979) utilizaba la denominación de medios básicos y los consideraba como aquellos objetos materiales con una duración de más de un año. Cuando la duración y las características de un objeto no resultaren suficientes para definir lo clasificación como medio básico, se utilizaría el criterio de que su valor excediera de cien pesos. A independencia de las diferentes denominaciones expresadas, por lo general los autores coinciden en que:

- Son medios creados por el trabajo humano.
- Tienen vida limitada.
- Son objetos físicos.
- Transfieren su valor a los productos que crean o a los servicios que prestan.
- Pierden su valor a medida que se desgastan física y moralmente.

A los efectos de esta investigación se asumirá la denominación de transmisores como activos fijos, aclarando que se tratan de activos fijos tangibles.

En el transcurso de la vida de los equipos transmisores estos sufren deterioro, se desgastan gradualmente, pierden exactitud y potencia y en última instancia se rompen. Las roturas, también conocidas como fallas, crean interrupciones del servicio que provocan pérdidas económicas irre recuperables y pueden llegar a detener los procesos, provocando pérdidas económicas. En la radiodifusión, objeto de estudio práctico de esta investigación, una avería puede implicar incluso la pérdida del transmisor.

Frente al desgaste de los transmisores se sigue un proceso decisorio que conduce a seleccionar una de las alternativas siguientes: ampliación, modernización, mantenimiento y reemplazo. De estas alternativas de decisión, se abordará en el presente trabajo, la alternativa de **mantenimiento** que constituye su objeto de estudio teórico.

## **1.2 El mantenimiento en las organizaciones**

La alternativa de decisión **mantenimiento** tiene su base en la definición dada sobre este término; diversos autores se han referido al tema, entre ellos: Omarov (1977), Kaufmann(1975), NC 92-10-78, Heber González (1984), Portuondo Pichardo (1990), Kohler (1990), Van Kessel (1992), Muntasell i Arcarons (1994), Payement (1994), Cáceres & Comando (1995) y Gilbert Chevalier (1996), la mayoría presentan puntos coincidentes.

En particular, Kamenitzer (1985) se refiere a la limpieza y lubricación de los equipos; Encinas Beltrán (1994) reduce su concepto a lograr que las máquinas no solo trabajen, sino que lo hagan con eficiencia, confiablemente y con calidad; Tavares de Carvalho (1994) lo define como la actividad encaminada a incrementar la disponibilidad de los equipos, Dounce Villanueva (1998) refiere que mantenimiento es una de las dos grandes ramas en que se divide la conservación y se encarga de cuidar el servicio que proporcionan los recursos físicos y Sotuyo Blanco (2000) plantea que es una función empresarial por medio de cuyas actividades de control, reparación y revisión, permite garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de las instalaciones.

Se han enunciado otras definiciones más específicas relacionadas con el objeto de estudio práctico de la presente Tesis de Maestría, entre ellas la de Benaim et al. que en su libro “Mantenimiento de edificios para la salud” (1994, p.9.) expresa que “... mantenimiento es el conjunto de actividades que permite la operación del edificio, las instalaciones y el equipamiento en forma continua, confiable, de la manera más eficaz y eficiente posible, respetando las normas, manteniendo el nivel de resolución tecnológica permanentemente actualizado; mediante la implementación de una metodología de trabajo desarrollada en base a grupos interdisciplinarios apoyados en una capacitación continua”. Esta es una de las definiciones más completas dentro de las que han sido analizadas por el autor de la presente tesis.

En el Procedimiento General de la Dirección de Mantenimiento de la empresa Radiocuba (Radiocuba, 2011, p.2) se plantea: “Mantenimiento Preventivo: Es aquel que se efectúa para mantener el sistema en condiciones óptimas de explotación y con sus parámetros dentro de lo estipulado por el fabricante, previendo cualquier falla o interrupción del sistema”. El autor de esta tesis no concuerda con la definición dada en este documento rector de la actividad de mantenimiento en todas las Divisiones del país, basado en que no ha evolucionado con las prácticas de clase mundial, desconociendo elementos esenciales (incremento de la disponibilidad del equipamiento, reducción de costos de mantenimiento, incremento de la vida útil económica de los activos fijos entre otros) que deberían hacer del mantenimiento una función capaz de garantizar la continuidad del proceso de radiodifusión; esa definición está escrita tan general que puede adecuarse a cualquier entidad.

A partir del análisis crítico realizado hasta aquí, se aprecia que la mayoría de los autores se han referido al concepto de mantenimiento industrial, abordándose insuficientemente el tema en otros sectores. La definición de mantenimiento en la radiodifusión en Cuba, referida en su

documento rector, presenta deficiencias e insuficiencias que requieren ser corregidas, independientemente de que se precisa además, analizar otros aspectos tales como sus objetivos, sus funciones y sus tareas, lo cual se efectuará a continuación.

### **1.2.1 Los objetivos de mantenimiento**

Toda organización avanza si sus objetivos han sido definidos, de lo contrario, su éxito llegará a ser un hecho aleatorio (Stoner 1987) un objetivo es una meta, que en términos comparativos se caracteriza por logros específicos susceptibles de ser cuantificados.

Varios autores (Pérez Jaramillo, 1992; Portuondo Pichardo & Pérez Tejeda, 1994; Monteiro Leite, 1995; De la Paz Martínez, 1996) han definido los objetivos de mantenimiento y de manera general son los siguientes:

- Mejorar la disponibilidad de las instalaciones.
- Mejorar la fiabilidad y la calidad del servicio.
- Incrementar la productividad de los recursos.
- Reducir los costos de mantenimiento.
- Aumentar la vida útil económica de los equipos.
- Garantizar la seguridad del personal y de las instalaciones.

Además de estos objetivos generales, se han considerado otros más específicos para el caso de Radiocuba tales como:

- Contribuir al ahorro de energía.
- Asegurar condiciones seguras en la ejecución del mantenimiento.
- Cuidar la imagen de la institución en lo referente al entorno físico.

En el Procedimiento General de la Dirección de Mantenimiento de la empresa Radiocuba (Radiocuba, 2011, p.2) se plantea como objetivo fundamental: “normar, organizar y controlar la ejecución de los mantenimientos con la calidad requerida y en el tiempo previsto según las indicaciones establecidas, logrando así mayor tiempo de vida útil en la tecnología instalada y un servicio de excelencia”.

### **1.2.2 Las funciones de mantenimiento**

Portuondo Pichardo (1990) plantea que las funciones de mantenimiento caracterizan y de hecho justifican la existencia de una subdivisión de la empresa dedicada al mantenimiento. Al respecto describió las funciones básicas de mantenimiento desglosadas en primarias y secundarias. Las primeras referidas al mantenimiento, inspecciones, servicio de lubricación y protección contra la corrosión, recuperación y modificación de equipos, instalaciones y



edificaciones. Las funciones secundarias incluyen la protección técnica y los medios técnicos para la limpieza tecnológica de equipos e instalaciones, la generación de algunas producciones auxiliares como energía eléctrica.

En Radiocuba el departamento de mantenimiento debe cumplir funciones técnicas directamente relacionadas con el buen funcionamiento de los equipos y la conservación de los edificios, áreas exteriores, instalaciones y equipos diversos que constituyen la instalación. Las funciones de dicho departamento se recogen en el En el Procedimiento General de la Dirección de Mantenimiento de la empresa Radiocuba (Radiocuba, 2011) y son las siguientes:

1. Confeccionar y ejecutar el programa de mantenimiento destinado a obtener la máxima utilidad y servicio de los equipos con un mínimo de costos e interrupciones.
2. Prestar servicio de reparación de emergencia cuando así lo requiera en las interrupciones. Siendo establecido que la prioridad para la ejecución de estos trabajos debe ser determinada por el Técnico del Puesto de Mando quien a su vez comunica a los directivos Jefe de División, de Mantenimiento y Operaciones.
3. Organizar y ejecutar los programas destinados a la conservación y buen funcionamiento del equipamiento cumpliendo las normas establecidas por el fabricante y las especificaciones para cada equipo.
4. Ejecutar el proceso inversionista en la puesta en marcha de equipos y aceptación del equipamiento.
5. Preparar datos para la elaboración de planes de mantenimiento y piezas de repuesto.
6. Asesorar a la dirección del centro en todo cuanto pueda constituir una mejora de los servicios.
7. Garantizar la continuidad de funcionamiento de los equipos.

En la literatura consultada y referida, las tareas de mantenimiento, por lo general, aparecen contenidas dentro de las funciones. No obstante, algunos autores (Pérez Jaramillo, 1992; De la Paz Martínez, 1996) resumen como principales tareas de mantenimiento las siguientes:

- Proponer una política y un sistema de mantenimiento y aplicarlos de manera consecuente.
- Planear el mantenimiento y desarrollar estudios conducentes a su mejoramiento continuo.
- Asegurar que se contemplen en el presupuesto de la empresa los recursos para la actividad.
- Ejecutar los trabajos con la calidad requerida.
- Llevar los registros requeridos sobre los trabajos ejecutados.

- Reducir los tiempos de paralización de los equipos y los costos de mantenimiento.

El autor considera que las funciones de mantenimiento deben estar enunciadas en correspondencia con los objetivos y que deben ser correctamente establecidas para la radiodifusión.

### **1.2.3 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. En la Tabla 1.1 se muestra una recopilación de tipos de mantenimiento extraídos de la bibliografía consultada.

Según Sánchez & Molina (1991) las políticas de mantenimiento tienen como fin primordial la reducción de tiempos de paradas, al menor costo. Las más conocidas son: política de mantenimiento por avería, política de mantenimiento preventivo y política de mantenimiento predictivo.

Por su parte, Crespo, Sánchez & Ruiz (1995) plantean que la política global de mantenimiento de un sistema heterogéneo vendrá integrada por toda una gama de políticas parciales adecuadas a las necesidades específicas de los distintos subsistemas y consideran que esas políticas parciales son: Política de mantenimiento exclusivamente correctivo, Mantenimiento periódico total (se procede periódicamente al mantenimiento preventivo de todos los equipos, independientemente del tiempo de funcionamiento sin fallos), Mantenimiento preventivo periódico en función del tiempo de funcionamiento sin fallos y Mantenimiento preventivo basado en los resultados de una inspección previa.

Son considerados como filosofías de mantenimiento (Nakajima, 1988; Ellmann, 1996; Lezana, 1996; Moubray, 1997; Roberts, 1999; Netherton 1999; Dunn, 1999; Auskamp, 1999; Moubray, 2000; Aladon, 2000; Sanz Sacristán, 2001; Améndola, 2002; Dagostino & Dirube, 2004)

El autor de la presente tesis considera que una adecuada selección del mantenimiento es la clave del éxito en la reducción de pérdidas económicas ocasionadas por fallas.

Lo más común en las denominaciones es el término de **sistemas**. En Cuba, algunos autores (Fernández, Matos & Prim, 1983; Navarrete Pérez & González Martín, 1986; Portuondo Pichardo, 1990; Taboada Rodríguez *et al.*, 1990) 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).

El autor de esta tesis, en lo adelante, asumirá la denominación de **sistemas de mantenimiento** y considerará que estos sistemas están basados de algún modo en los **métodos** correctivo y preventivo, coincidiendo con especialistas en el tema, como Idhammar (1984), Heber González (1984) y Lourival Tavares (1999), los cuales plantean que cualquier sistema que se adopte es, en definitiva, preventivo o correctivo.

El **Mantenimiento correctivo** consiste en la ejecución de las reparaciones programadas a partir de defectos detectados en las inspecciones de rutina y de las no programadas que se realizan posteriormente a la ocurrencia de una avería. En este último caso, se trata de aquellos equipos a los que se ha decidido dejar en servicio hasta que ocurra la avería, pues esta se encuentra localizada y puede ser controlada; se limita a reparar cuando se produce el fallo.

El **Mantenimiento preventivo** se basa en realizar inspecciones o pruebas periódicas para prevenir reparaciones de emergencia de alto costo, asegurando de ese modo la funcionalidad de los equipos. Este objetivo de funcionamiento es de vital importancia en el área de las telecomunicaciones en la cual el tiempo que un equipo permanece fuera de servicio puede ocasionar altos costos, tanto financieros como sociales.

Básicamente, el mantenimiento preventivo puede subdividirse en mantenimiento preventivo periódico o a intervalos constantes de tiempo y mantenimiento basado en la condición o mantenimiento predictivo (Saavedra, 2000). El mantenimiento a intervalos de tiempo comprende aquellas actividades que se realizan previamente a la aparición de un fallo en el equipo, con una frecuencia fija establecida en función de las horas de funcionamiento, tiempo calendario u otro criterio. El mantenimiento basado en la condición consiste en determinar en todo instante la condición mecánica real del equipo mientras se encuentre operando, a través de un programa sistemático de mediciones de algunos parámetros o síntomas. Este sistema de mantenimiento también es llamado mantenimiento según condición, mantenimiento sintomático (Márquez, 2000) y mantenimiento preventivo por estado (Lourival Tavares, 1999).

El concepto de mantenimiento preventivo debe asociarse con una inspección de evidencia de fallo, para evitar que este tenga consecuencias graves o para corregirlo en un tiempo que permita preparar la intervención sin que se produzca un paro del equipo.

Las aplicaciones del mantenimiento preventivo basado en la condición del equipo son cada vez más importantes y frecuentes, sobre todo en la industria de procesos y cuando existen equipos de gran complejidad tecnológica o de gran trascendencia en cuanto a seguridad para los trabajadores, personal en el local o para el medio ambiente, es una de las armas más formidables con la que puede contar cualquier entidad. Esto se ve reflejado, en la disponibilidad

de los equipos y en la reducción de las paradas imprevistas; la detección de fallos, no solo depende de los equipos que se utilicen para la detección de los mismos, sino también del correcto análisis de las tecnologías predictivas utilizadas Martín, A. (2003). En el Anexo 2 se muestra un resumen de algunas de las tecnologías predictivas utilizadas para identificar o corregir fallos.

Como ha podido apreciarse hasta aquí, son muchas las denominaciones de las formas en que se pretende efectuar el mantenimiento a los activos fijos, todos expresan como hacer el mantenimiento. La mayoría de los autores consideran evidente que a nivel empresarial no se opta por un solo sistema de mantenimiento, sino que se aplican varios de ellos, de forma integrada.

Para la selección de los sistemas que se van a integrar pueden utilizarse diferentes vías, una de ellas toma en consideración la “clasificación de los equipos que recibirán mantenimiento de acuerdo con las definiciones de Equipos Básicos y Equipos Auxiliares para determinar los diferentes mantenimientos que recibirá cada equipo durante el año”. Fuente: Procedimiento General de la Dirección de Mantenimiento de la empresa Radiocuba (Radiocuba, 2011, p.3)

Otra vía para la selección de sistemas es la referida por De la Paz Martínez (1996) que toma en consideración la manifestación del fallo, sus consecuencias económicas y la posibilidad de medir y establecer un estado de deterioro límite en el proceso de desgaste del equipo.

Una tercera vía es la que se basa en la clasificación de los fallos por su frecuencia y su severidad (ver Anexo 3), a partir de lo cual se construye una matriz de evaluación de riesgos (De la Paz Martínez & Borroto Pentón, 2002b) que sugiere las acciones a seguir.

Torres (1997) por su parte propone que la selección esté basada en la clasificación de los equipos y de sus fallos. Los equipos son clasificados en A, B o C atendiendo a las variables seguridad, calidad, utilización, afectaciones, frecuencia y costo. Los fallos son clasificados de acuerdo a su periodicidad y a la dificultad en su detección.

De todas las anteriores vías, el autor de la presente tesis considera que la más conveniente es la propuesta por Torres (1997), aunque, aún está requiere ser adaptada para el caso de la radiodifusión.

### **1.3 La Gestión o Administración del Mantenimiento**

Según la ISO 9000:2001, la gestión no es más que el conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización. A partir de esta definición se puede entender que para desarrollar una buena gestión es preciso conocer y haber definido el objetivo u objetivos a alcanzar.

Se ha definido la gestión de mantenimiento como las actuaciones con las que la dirección de una organización de mantenimiento sigue una política determinada”. (Asociación Española de Mantenimiento A.E.M., 1995, p.31.].

La gestión de mantenimiento es responsable de armonizar los activos fijos, minimizando los tiempos de parada y los costos asociados a los mismos. Es por esto, que una adecuada gestión de mantenimiento, en el marco de una filosofía del personal orientada hacia la calidad, ayuda a incrementar la productividad, por lo que es de vital importancia el estudio de los aspectos que pueden afectarla.

Fuertes, del Olmo & Hernández ya desde (1994), p.14; IFMA Internacional (2012), planteaban que “...algunos análisis sobre la efectividad de la gestión del mantenimiento indican que un tercio de todos los costos de mantenimiento se deben a una mala gestión”.

La gestión de mantenimiento abarca el cumplimiento de un conjunto de funciones: la planificación, la organización, la ejecución y el control.

### **1.3.1 La planificación del mantenimiento**

La planificación, en general, puede considerarse como un sistema de tratamiento de la información, ya que a partir de ciertas entradas, pretende tener una visión del futuro, reflejando a este como una salida en forma de plan (Taboada Rodríguez y otros., 1990; Morales Silverio,1993).

Se denomina planificación del mantenimiento al conjunto de actividades que a partir de las necesidades de mantenimiento, definen el curso de acción y las oportunidades más apropiadas para satisfacerlas, identificando los recursos necesarios y definiendo los medios para asegurar su oportuna disponibilidad. Deben ser cubiertos por la planificación los aspectos siguientes:

- Planes de mantenimiento.
- Manejo de repuestos y partes.
- Recursos Humanos.
- Manejo de contratistas.
- Recursos físicos.
- Recursos financieros.

### **1.3.2 La organización de mantenimiento**

La organización es un área más ampliamente desarrollada de la teoría administrativa, tiene dos vertientes fundamentales, una estética que es sinónimo de entidad u organización creada para alcanzar determinados objetivos, o colectivo de personas estructurado para la acción. La

vertiente dinámica es la organización como función de dirección, que consiste en ordenar y armonizar los recursos humanos, materiales y financieros de que se dispone con la finalidad de cumplimentar un objetivo dado con la máxima eficiencia. (Sánchez Sánchez, 1999).

Benaim y otros., [1994] plantean que es fundamental para el área de mantenimiento estudiar en detalle el diseño de su estructura interna y el organigrama (ver Anexo X). Estos denotan el reconocimiento correspondiente al mantenimiento y su jerarquización dentro del establecimiento; la presencia de profesionales al frente tanto del área como de las diferentes subáreas es parte de esta organización.

### **1.3.3 La ejecución del mantenimiento**

La ejecución del mantenimiento puede realizarse por medios propios, por contratación de los trabajos a terceros o, como es bastante común, contratar una parte y el resto ejecutarlo por medios propios, combinación conocida como mixta. La tendencia generalmente es a las organizaciones de tipo mixto, descentralizadas por sectores (Sotuyo Blanco, 2000).

Para ejecutar el mantenimiento por medios propios la empresa debe disponer de personal calificado y de los recursos materiales que se necesitan para desarrollar las labores. Se emplea cuando el volumen de trabajo de mantenimiento asegura una adecuada utilización de personal calificado y de los recursos materiales.

El caso objeto de estudio en la empresa Radiocuba el mantenimiento planificado y correctivo son ejecutados por personal especializado, el cual de ser necesaria una intervención a fin de solucionar un problema fuera de la programación del mantenimiento debe realizar un Autorizo de Trabajo en la Red (ver Anexo X) autorizado por el Director General de la entidad, permitiendo la intervención técnica.

### **1.3.4 El control del mantenimiento**

Desde 1992, Pérez Jaramillo planteaba que el control es el conjunto de actividades tendientes a verificar el desempeño correcto de la preparación, de su realización correcta, el control funcional y la información al sistema; posteriores a la ejecución.

En la función de control es donde se manifiesta en mayor grado la interrelación de las funciones generales de la dirección y el carácter único de este proceso. Esta consiste en determinar si la actividad o tarea realizada se efectúa de acuerdo con lo previsto (plan, norma, leyes, órdenes, disposiciones) o si el estado del sistema en un momento dado se corresponde con el estado planificado o normal, con el fin de rectificar o evitar las desviaciones en los casos en que existan.

Cuando el objeto de control es la organización del mantenimiento deben controlarse la planificación y la ejecución del mismo Heber González, R. (1984), de manera que el control empieza desde el momento en que es recibido el programa o un requerimiento de mantenimiento, incluyendo la preparación del trabajo, hasta la verificación del correcto funcionamiento del equipo, luego de la ejecución de las tareas concretas.

Las órdenes de trabajo son específicas para cada empresa, en función de la actividad, organización, cantidad de mano de obra y equipos que posea. Continuamente en el lugar de la ejecución de la actividad de mantenimiento se realiza el control del trabajo, registrando las órdenes de trabajo terminadas, las cuales deben reflejar los gastos a que dio lugar el trabajo ejecutado, tales como: las horas - hombre empleadas, incluyendo categoría y especialidad de la fuerza de trabajo, el material y repuestos utilizados y otros servicios requeridos. Todos estos gastos deben ser utilizados por la contabilidad para realizar las imputaciones a las áreas que correspondan.

En Radiocuba el documento básico del control del mantenimiento es la orden de trabajo DNM-2M (ver Anexo X), la cual puede ser correctiva o preventiva, en el caso de las correctivas le antecede una solicitud de servicio (ver Anexo X continuación) emitida por el personal del Taller Central de Reparaciones.

### **1.3.5 ¿Cómo evaluar la gestión del mantenimiento?**

Existen diversas formas de evaluar la gestión de mantenimiento aunque todas ellas pueden resumirse en dos grandes grupos:

- Medición de resultados a partir del cálculo y análisis de indicadores de mantenimiento.
- Valoración del desarrollo mediante control directo, principalmente a través de auditorías, que permiten realizar una evaluación más cualitativa y por tanto más flexible para su adecuación en el terreno, en dependencia de los puntos débiles y fuertes que vayan encontrando los auditores.

#### **Indicadores de mantenimiento**

Numerosos autores se han referido al tema de los indicadores de mantenimiento, proponiendo índices generales y particulares en dependencia del objeto de control. Algunos presentan una larga lista de indicadores (Pérez Jaramillo, 1992; Portuondo Pichardo & Pérez Tejeda, 1994, Gusmão, 2001; Durán, 2002; Dunn, 2004) mientras que otros concretan el listado, como Nakajima (1988); Palacio P., Alvaro. (2013) quienes proponen controlar la efectividad del TPM a partir de la valoración de solo tres indicadores: disponibilidad, cumplimiento o desempeño de la

eficiencia y razón de calidad, así como del producto de ellos, al que denomina indicador de efectividad global del equipamiento.

El autor de la presente tesis coincide con el autor Durán, J. B. (2002) que es de suma importancia la medición de indicadores para obtener resultados cuya función es proponer cambios para la toma de decisiones, midiendo si las acciones de mantenimiento son efectivas en cuanto al comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos y dispositivos (ISED), se permite medir la calidad de los trabajos y grado de cumplimiento de los planes de mantenimiento. Así como evaluar si estos planes están siendo efectivos.

Tiempo Promedio Para Fallas (TPPF).

Se refiere al tiempo promedio que es capaz de operar un ISED a capacidad requerida sin interrupciones dentro del periodo considerado del estudio.

$$TPPF = \frac{\text{Horas Operadas}}{\text{No de Fallas}}$$

Tiempo Promedio Para Reparar (TPPR).

Se refiere al tiempo promedio en que puede ser reparado un ISED. Entendiéndose como horas de fallas, el tiempo en horas que transcurre desde que el equipo falla, hasta que el equipo es nuevamente puesto en servicio. Es decir, las horas de fallas se consideran igual al tiempo para reparar.

$$TPPR = \frac{\text{Horas de fallas}}{\text{No de Fallas}}$$

Disponibilidad (D).

Se refiere a la capacidad de un ISED para realizar una función requerida bajo condiciones específicas en un periodo de tiempo determinado, asumiendo que los recursos requeridos son suministrados.

$$D = \frac{TPPF}{TPPF + TPPR}$$

Utilización (U).

Mide el tiempo efectivo de operación de un ISED durante un periodo determinado.

$$U = \frac{\text{Horas Operadas}}{\text{Horas en el Período}}$$

Confiabilidad (C).

Se refiere a la probabilidad de que un ISED pueda realizar una función requerida en un periodo considerado.



$$C e = \frac{-t}{TPPF}$$

t = Periodo considerado. TPPF = Tiempo promedio para fallar

Recomendaciones Técnicas Pendientes

Mide el cumplimiento en la ejecución de las recomendaciones técnicas emitidas sobre un ISED en un periodo dado con relación a los totales emitidos.

$$\%Recomen. Técnicas Pdtes = \frac{Recomen. Técnicas Pdtes}{Recomen. Técnicas Emitidas} x100$$

BACKLOG

Indica la carga de trabajo que se tiene para un periodo determinado en función de las Horas Hombres disponibles en una semana para ese periodo.

$$BACKLOG = \frac{Ordenes de trabajo (HH)pdtes por ejecución}{HH Disponibles por semana}$$

Desviaciones de la Planificación

Indica la efectividad en la planificación de los trabajos de mantenimiento con relación a los ejecutados en campo.

$$\%Desviaciones Planificadas = \frac{(HHPlanificadas - HH Ejecutadas)}{HH Planificadas} x100$$

Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo

Mide el cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo de los ISED en un periodo dado.

$$\%de Cump. de MTTO. Preventivo = \frac{Mtto Preventivo ejecutado}{Mtto Preventivo Programadas} x100$$

Índice de Rechazo en Unidades Reparadas

Índice que mide la calidad de ejecución de los trabajos de mantenimiento y se determina por el número de trabajos por el custodio del ISED. El tiempo de garantía se considerará 72 horas después de ser probado y operado el ISED. Una falla ocurrida en el periodo de prueba no se considera falla para el cálculo de TRRF y para el cálculo de la confiabilidad.

$$\%de Rechazos = \frac{No de Ordenes Rechazadas}{No de Ordenes Ejecutadas} x100$$

Se han utilizado índices como el de disponibilidad del equipamiento y el valor de las pérdidas de producción imputables a mantenimiento como métricas para la toma de decisiones en el proceso de mejora continua pero también se han utilizado otros índices que ayuden a

encontrar las causas de las desviaciones anormales respecto a los objetivos y metas establecidos.

En Radiocuba se realizan cálculos para evaluar la efectividad del mantenimiento teniendo en cuenta las interrupciones del servicio comparadas con el tiempo que el equipo debía permanecer activo.

- Fallo: la terminación de la capacidad de un equipo para realizar una función requerida. Tiempo Promedio para Fallar (TPPF)
- Tiempo de Fallo: es el tiempo que transcurre desde que el equipo está fuera de servicio por una falla.
- Tiempo de Reparación: Se considerara igual al tiempo de fallo. Tiempo Promedio para Reparar (TPPR)

El autor de la presente tesis considera oportuno el cálculo de estos indicadores pues han sido la base que ha permitido realizar cambios en la toma de decisiones de reconceptualizar la actividad de mantenimiento en la radiodifusión al medir la gestión y dar una indicación de cómo se comportaba el proceso de mantenimiento en la empresa antes de la aplicación del procedimiento para la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad.

### **Auditoría de mantenimiento**

Otra forma de evaluar la gestión de mantenimiento es a través de la realización de auditorías de mantenimiento.

Según Fabrés Díaz (1991), auditar en mantenimiento es mejorar la competitividad de las empresas, es decir saber exactamente dónde se está. Con una auditoría se descubre una situación y se detectan las áreas que presentan problemas, se puede intentar mejorar estas áreas por medios propios o mediante la contratación del mantenimiento. Este autor plantea que una auditoría no da soluciones, dice cómo se está, dónde se está y dónde se debería estar, pero no dice cómo se puede llegar. Esa es otra fase, y muy compleja, por lo que depende de cada entidad lograr el mejoramiento continuo de la gestión del mantenimiento; una auditoría es clave para el área de mantenimiento de cualquier entidad (ibidem).

Otra definición de auditoría de mantenimiento, con la que el autor de esta tesis coincide, es la dada por Corretger Rauet [1996] el cual plantea que consiste en la evaluación, análisis y la valoración objetiva, periódica y sistemática de las funciones, características esenciales del servicio, para comprobar la corrección del sistema de gestión de mantenimiento empleado y su evolución en el tiempo, ya que cuánto mejor aplicadas sean, se corregirán en mayor grado los problemas que se detecten, facilitando la consecución de sus objetivos.

Para llevar a cabo la auditoría de mantenimiento es necesario definir las áreas y funciones a auditar. En el Anexo 4 se muestran una serie de áreas y funciones a auditar según Fabrés Díaz (1991) y Corretger Rauet (1996). Otras áreas a auditar son las referidas por Lourival Tavares (1999) y SIGFA (2000).

En la literatura consultada se hace referencia a la auditoría operacional (SIGFA, 2000) la cual se lleva a cabo a través de un procedimiento que combina la aplicación de un conjunto de técnicas a una operación o actividad específica, para determinar si existen problemas o situaciones que afecten la eficacia, economía o eficiencia de dicha actividad y de ser así, el camino a seguir para establecer sus causas y efecto, que conduzcan a plantear la solución pertinente. Este procedimiento de manera general se asemeja a los procedimientos revisados sobre auditorías de mantenimiento.

Es importante señalar que las auditorías de operación se clasifican atendiendo a diferentes aspectos Vérez Basanta, (1982) entre ellos interna o externa en dependencia de quién la realice; por su frecuencia en sistemáticas, periódicas o eventuales; máximas o detalladas, por pruebas, especiales o de investigación según su extensión y alcance. Todas ellas pueden efectuarse por sorpresa o previo aviso.

Según Juric Komorski (1995) cuando se efectúa una auditoría de mantenimiento se recomienda que el equipo auditor esté integrado al menos por un experto de la organización auditada. Hace énfasis, además, en que en una auditoría externa, se profundiza en el aspecto de gestión y se minimizan otras variables de importancia, tales como el clima laboral, el nivel tecnológico del mantenimiento, etcétera.

En la ejecución de las auditorías, uno de los obstáculos que se presenta con frecuencia es la falta de información que, junto con las restricciones presupuestarias y de tiempo, dan como resultado, en algunos casos, unos estudios parciales, subjetivos y con gran incertidumbre, en cuanto a la validez de lo obtenido Corretger Rauet, (1996).

Otro asunto importante es el relacionado con la evaluación de las áreas y funciones definidas a auditar, SIGFA (2000) recomienda la comparación del rendimiento actual o real de la actividad u operación con los objetivos y metas propuestos, Corretger Rauet (1996) y Fabrés Díaz (1991) sugieren ponderar las áreas y funciones a auditar por consenso con respecto a la importancia que se le debe conceder a los aspectos objeto de la auditoría y determinar el diagnóstico global del servicio. En este sentido, el autor de esta Tesis de Maestría considera que la evaluación de la gestión de mantenimiento requiere del uso de métodos multicriterios, como los referidos por

Barba-Romero & Pomerol (1997), Marrero Delgado (2001), para la determinación del peso o importancia relativa de las áreas y funciones a auditar.

En la ISO 19011:2004 se establecen las directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de calidad y/o ambiental, la cual constituye una guía a la hora de realizar una auditoría de mantenimiento.

El autor considera que la auditoría de mantenimiento permite detectar los puntos fuertes y débiles de una organización respecto a la gestión de mantenimiento y evaluar dicha gestión, aspecto este último no explícitamente tratado en la bibliografía consultada; la auditoría de mantenimiento debe constituir un paso previo a cualquier proceso de reorganización que se pretenda enfrentar en una entidad. Las posibles áreas y funciones a auditar deben ser definidas y analizadas por un equipo de trabajo conformado por el cliente de la auditoría, el auditado y el equipo auditor Borroto Pentón, De la Paz Martínez & Marrero Delgado, (2003 a, 2004).

En la ISO 19011:2004 se establecen las directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de calidad y/o ambiental, la cual constituye una guía a la hora de realizar una auditoría de mantenimiento.

Una buena gestión de mantenimiento es posible en la medida que el responsable sea bien informado. Por este motivo resulta necesaria la introducción de un sistema que permita asegurar el flujo de información de manera eficaz para cada nivel de responsabilidad y la informatización del mismo.

### **1.3.6 Papel de las TIC en la Gestión del Mantenimiento**

La implantación de un sistema de mantenimiento informatizado en la empresa, representa para esta una mejora tecnológica y organizativa. La informatización del mantenimiento aporta al menos dos beneficios: el de la disponibilidad de información para tomar mejores decisiones y el de sistematizar, ordenar y controlar las acciones que se derivan de estas decisiones. Todo ello en menor tiempo, por tanto con mayor eficiencia.

Un sistema informático, si es suficientemente flexible, puede adaptarse a los procesos de la propia empresa, permitiendo organizar y controlar el trabajo administrativo, también reduce el tiempo de trabajo burocrático Martín Montoliu & Elaine Kepcia, (1995).

La incorporación de la informática al mantenimiento a la red de radiodifusión trae consigo ventajas, entre ellas se pueden citar las siguientes (Benaim et al., 1994] :

- Facilita la planificación del mantenimiento.
- Permite ejecutar Mantenimiento Predictivo.

- Simplifica y optimiza el control de costos.
- Mejora el control de los trabajos.
- Simplifica el registro de historial técnico de los equipos.
- Facilita el manejo, control y documentación del espacio.
- Mejora la adquisición, manejo y aprovechamiento de los recursos.
- Permite tener información actualizada y rápidamente accesible para la toma de decisiones.
- Facilita el análisis de alternativas y la confección de estadísticas.
- Permite el control a distancia de los sistemas, mejorando la rapidez y eficacia.

Existen en el mercado numerosas aplicaciones informáticas de mantenimiento, pero pocas se adaptan a la radiodifusión, su implantación es una tarea ardua cuya duración se estima en seis meses como promedio. Según Lourival Tavares & Silva Filho (2003) se comercializan en el mundo más de 300 software específicos de mantenimiento; este mercado representó en 1997 más de 900 millones de dólares, el 56.6 % en EUA, el 27.5 % en Europa, el 10.3 % en Asia y Oceanía y el 5.7 % en América Latina.

En Cuba se conocen más de 200 casos hasta el momento de la aplicación con excelentes resultados de la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad aplicando técnicas predictivas mediante sistemas informáticos en el área de mantenimiento, pero muy aislados casos de aplicación en las telecomunicaciones.

El autor de la Tesis de Maestría considera que el objetivo final de un sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora (GMAC) Berger, D., P.Eng. (2006) es proporcionar informaciones que permitan la toma de decisiones efectivas sobre los recursos humanos y materiales disponibles, el desempeño y la confiabilidad de los equipos en pos de aumentar la confiabilidad.

Existen en la actualidad varios softwares disponibles en internet para esta finalidad.

#### **1.4 Características del Mantenimiento en Cuba**

En Cuba el escenario actual se debate en lograr un cambio de conceptos, de mentalidad en relación a la importancia del mantenimiento y las formas de aplicarlo. Se necesita personal preparado para enfrentar el rigor de la situación actual donde las escasas asignaciones hay que distribuir las lo mejor posible y la falta de los repuestos óptimos hay que suplirlas con talento. Las técnicas avanzadas de mantenimiento ayudan a decidir dónde y cuándo hacer mejor uso de los recursos, la superación profesional de los trabajadores incluyendo a la dirección es un

factor clave para la comprensión y asimilación de las técnicas modernas de explotación de equipos.

La importancia del mantenimiento y su impacto en los resultados económicos, en el desarrollo inmediato y futuro de la nación, sobre todo en el Sistema Empresarial tanto de producción de bienes materiales como de servicios y otras áreas importantísimas que como la salud pública y la educación constituyen dos de las principales conquistas de la Revolución. En el país la desatención del mantenimiento tiene un carácter conceptual tanto o más que de recursos, cuya solución está asociada al proceso de adquisición de conocimientos gerenciales o de administración y de cambios profundos en la conducta a que está convocando la dirección del país. Manuel L. Ruiz González, (2015)

### **1.5 Características del Mantenimiento en la Radiodifusión.**

El caso de estudio, la Empresa Radiocuba invierte la mayor parte de su presupuesto a la actividad de mantenimiento y toda la logística que la apoya. Esta actividad cuenta con procedimientos de acciones preventivas y correctivas apoyadas por el área más numerosa de la plantilla, con personal especializado para las labores de mantenimiento que además de la radiodifusión abarca también la Planta Exterior atendida por Torreros personal que ejecuta las labores de más alto riesgo. Todas las áreas cuentan con las herramientas, equipos de medición y de protección necesarios para la ejecución de los mantenimientos con calidad, pero enfrentando en ocasiones las situaciones de escases de materias primas y partes y piezas. La actividad de Mantenimiento se apoya además en la estadística de reportes recopilada por el departamento de Operaciones, en la experiencia de los especialistas y técnicos, en los fabricantes que brindan capacitación. Radiocuba es una entidad en constante desarrollo pues es casi imposible dejar de invertir dada la globalización de los cambios tecnológicos a nivel mundial lo que ha llevado consigo ya estar inmersos en procesos de digitalización en áreas como el transporte de señales mediante equipos de transmisión, codificadores y decodificadores de fibra óptica y la Televisión Digital Terrestre TDT, por delante de varios de los países de América Latina. Invierte además en la automatización poseyendo equipos autómatas capaces de ser controlados remotamente, mediante una adecuada gestión del mantenimiento y un procedimiento al respecto estos equipos brindarían la posibilidad de realizar acciones de monitoreo en la red de equipos transmisores la cual mediante mediciones se tendría la posibilidad de accionar a tiempo en un equipo y evitar daños en este y planificar adecuadamente la parada preventiva. En la actualidad se desaprovechan este tipo de bondades, realizando únicamente labores correctivas con este sistema. Casi la totalidad de los

servicios que brinda la empresa trabajan las 24 horas del día, razón por la cual tiene la necesidad de reconceptualizar la Gestión del Mantenimiento de forma tal que permita llegar a un diagnóstico y solución de las fallas de los equipos con vistas a prolongar la vida útil de estos a un menor costo, aumentará la producción y por tanto disminuirán las quejas de la población.

### **1.6 Conclusiones parciales**

1. La construcción del marco teórico y referencial de la investigación reveló la importancia que se le debe brindar al mantenimiento de activos fijos y a la gestión eficaz del mismo en todas las organizaciones, debido fundamentalmente al peso específico que poseen los equipos en los índices de competitividad empresarial.
2. El análisis del “estado del arte” ha permitido caracterizar el mantenimiento como alternativa de decisión frente al desgaste de los activos fijos, pudiéndose apreciar que en la literatura especializada consultada la mayoría de los autores se han dedicado a investigar sobre el mantenimiento industrial y pocos han tratado el mantenimiento en los servicios de radiodifusión.
3. Debido a las deficiencias e insuficiencias encontradas en la literatura consultada y referida en cuanto a la conceptualización y carácter integrador del mantenimiento, es necesario determinar la forma en que debe gestionarse el mantenimiento en la radiodifusión, debiendo desarrollarse herramientas metodológicas y de valor práctico que permitan el mejoramiento de la gestión del mantenimiento en la radiodifusión con lo que se daría respuesta al problema científico planteado.

## **CAPÍTULO 2 FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA DEL PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD EN LA DIVISIÓN PROVINCIAL RADIOCUBA SANCTI SPÍRITUS**

### **2.1. Introducción**

Para solucionar el problema científico planteado en esta tesis de maestría y como respuesta a lo expuesto en las conclusiones parciales derivadas de la construcción del marco teórico - referencial de la investigación, se desarrolla en este capítulo un procedimiento general para la aplicación del mantenimiento predictivo con vista al mejoramiento de la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad en la radiodifusión, que constituye la contribución fundamental de esta investigación.

En Cuba están establecidos los conceptos sobre mantenimiento, será pertinente la “reconceptualización” de esta función como parte del mejoramiento, partiendo de su definición y de la ampliación y/o establecimiento de sus objetivos y funciones en la radiodifusión.

### **2.2. “Reconceptualización” del mantenimiento en la radiodifusión**

El análisis crítico realizado en el marco teórico y referencial de esta tesis, la consulta a especialistas en el tema dentro y fuera del país y la aplicación de técnicas de trabajo en grupos de expertos, permitió obtener una definición de mantenimiento en la radiodifusión acorde con la situación actual de la empresa Radiocuba, la misma se enuncia a continuación:

Se coincide con Borroto Pentón [2005] en que el mantenimiento es un servicio que integra recursos técnicos, materiales, financieros y humanos, destinados a conservar el buen estado de las instalaciones y del equipamiento, garantizando un elevado nivel de servicio al cliente mediante la continuidad de la capacidad de los procesos que ahí se desarrollan, sin afectaciones al medio ambiente, ni a la seguridad de las personas y considerando además, un sistema de gestión que se adecue a las relaciones necesarias entre todos estos elementos.

#### **2.1.1 Objetivos del mantenimiento en la radiodifusión**

Los objetivos del mantenimiento en la radiodifusión, considerando la definición expresada anteriormente, son los siguientes:

- Garantizar la máxima disponibilidad del equipamiento y las instalaciones, al mínimo costo posible.
- Mejorar la fiabilidad del servicio, teniendo en cuenta las horas de funcionamiento del equipamiento, calidad del servicio, seguridad de las personas y mínimo deterioro ambiental.
- Prolongar la vida útil económica de los activos fijos de la red de radiodifusión.
- Cuidar la imagen de la institución desde el punto de vista de la calidad del servicio.



### **2.1.2 Funciones del mantenimiento en la radiodifusión**

Para asegurar el cumplimiento de los objetivos del mantenimiento en la radiodifusión deberán ser desarrolladas las funciones siguientes:

- Organizar el sistema de mantenimiento predictivo.
- Planificar, ejecutar y controlar las acciones técnicas de mantenimiento.
- Conservar en buen estado el equipamiento de la red y velar porque se cumplan las normas de seguridad en la operación y el mantenimiento de los equipos.
- Elaborar las solicitudes de herramientas y utillaje propios de la actividad de mantenimiento.
- Asesorar la gestión de inventarios de piezas de repuesto y materiales agregados para el mantenimiento.
- Participar en la concepción y ejecución del programa de conservación para los activos fijos en almacén y los instalados pero no en explotación.
- Registrar detalladamente los recursos de todo tipo, invertidos en el mantenimiento.
- Concebir y ejecutar programas de mejoramiento continuo del mantenimiento, con énfasis en la formación del personal.
- Participar en la evaluación y selección del personal para llevar a cabo estas funciones.
- Participar en la evaluación de nuevas inversiones (ampliaciones, modernizaciones o reemplazo), corroborando si se corresponden con las necesidades reales de la División.
- Participar con el inversionista en las tareas de puesta en marcha de equipamientos u objetos de obra.
- Realizar evaluaciones periódicas del cumplimiento de estas funciones.

### **2.1.3 Organización del mantenimiento en la radiodifusión**

Organizada la gestión del mantenimiento en la radiodifusión es que se debe informatizar la misma Martín Montoliu, M & Elaine Kepcia, S. [1995]. El autor de esta tesis considera que indudablemente que incorporar la informática al mantenimiento trae ventajas ya probadas ampliamente en el mundo con satisfactorios resultados. El uso del software de programación visual sobre los equipos IP2CHOICE para radiodifusión incorporando al sistema de gestión de mantenimiento para su integración.

### **2.3. Características del procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento en la radiodifusión**

**El procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad se sustenta sobre los principios siguientes:**

- a) Flexibilidad: capacidad de asimilar de manera rápida los cambios provenientes de los procesos principales adaptándose a estos.
- b) Mejoramiento continuo: capacidad de ser susceptible de mejoras basadas en la retroalimentación de sus resultados en cada período en el que se evalúe.
- c) Sinergia: capacidad para involucrar a todos en el cumplimiento de los objetivos y en el alcance de la meta de la organización.
- d) Simplicidad: existe una armonía entre los pasos del procedimiento, permite llevar a cabo un proceso complejo de forma relativamente sencilla.
- e) Pertinencia: posibilidad que tiene el procedimiento de ser aplicado en la red de radiodifusión sin tener consecuencias negativas para la misma.
- f) Fiabilidad: capacidad de funcionar continuamente sin obstaculizar el proceso de toma de decisiones.
- g) Racionalidad: capacidad de cumplir su objetivo y desarrollar sus funciones con los recursos necesarios y a un costo razonable.
- h) Apertura: capacidad de relacionarse con el resto de los sistemas de la División, tales como: servicios generales, contabilidad, recursos humanos, lo cual le permite asimilar de manera rápida los cambios del entorno adaptándose a estos.
- i) Generalidad: posibilidad de su extensión como instrumento metodológico para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento en otras organizaciones con características similares.

El procedimiento general tiene como **objetivo**: alternar la aplicación del mantenimiento preventivo planificado (MPP) y el mantenimiento predictivo y así contribuir al mejoramiento de la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad en la División Provincial Radiocuba Sancti Spiritus.

Las **entradas** del procedimiento son:

- Datos e informaciones sobre las áreas y funciones a auditar.
- Datos e informaciones referidas a las variables: seguridad, calidad, frecuencia, tiempo, afectaciones y utilización.
- Opiniones de los miembros de los equipos de trabajo sobre la importancia relativa de las áreas y las funciones a auditar, así como de los niveles de las variables.
- Datos reales y estimados para la evaluación de la gestión del mantenimiento.
- Resultados aportados por el autómata IP2CHOICE.

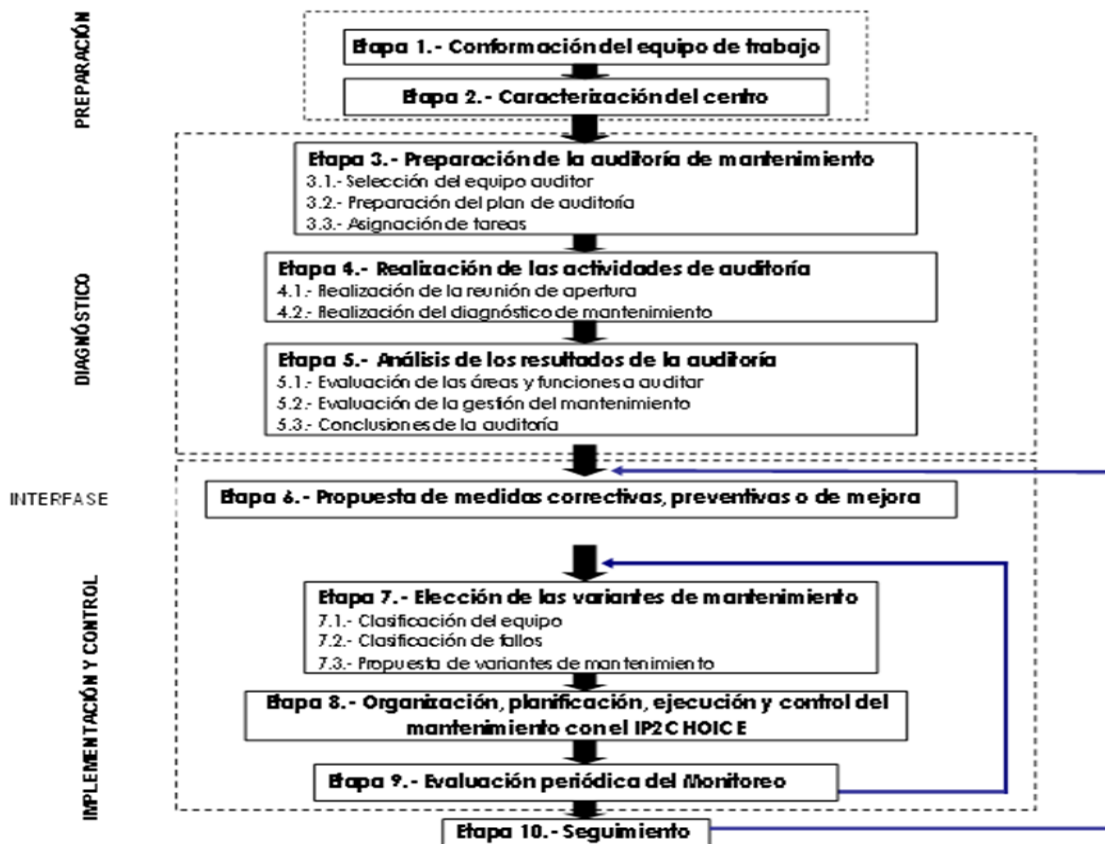
Las **salidas** del procedimiento son:

- Problemas que afectan la gestión del mantenimiento.
- Estrategia de mantenimiento.

- Clasificación del equipamiento teniendo en cuenta las variables: seguridad, calidad, frecuencia, tiempo, afectaciones y utilización.
- Variantes de mantenimiento para cada equipo.
- Evaluación de la gestión del mantenimiento antes y después de aplicar la estrategia seleccionada.

### 2.3 Desarrollo del procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento en la radiodifusión

Borrotto Pentón, [2005] diseñó un procedimiento general para la realización de la auditoría de mantenimiento en hospitales, que como procedimiento general será tomado como base para el diseño del nuevo procedimiento en la División Radiocuba, entidad objeto de estudio práctico de la investigación. El procedimiento general propuesto (ver Figura 2.1) se ha estructurado en 10 etapas distribuidas en tres fases y una interface, y una etapa final de seguimiento. A continuación se describen cada una de ellas en forma detallada.



**Figura 2.1** Procedimiento para la gestión del mantenimiento predictivo en la División Provincial Radiocuba Sancti Spíritus. **Fuente:** adaptado Borroto Pentón, 2005.

### **2.3.1 Fase 1: Preparación**

Esta fase constituye la primera del procedimiento general propuesto. Incluye dos etapas: la conformación del equipo de trabajo y la caracterización del centro objeto de estudio.

#### **Etapas 1.- Conformación del equipo de trabajo.**

En esta etapa se conforma el equipo de trabajo que tendrá como función la aplicación del procedimiento general propuesto en la presente Tesis de Maestría. Las personas seleccionadas para integrar este equipo deberán estar altamente calificadas en la temática de mantenimiento en la radiodifusión y ser capaces de llevar a cabo las tareas siguientes:

- 1) Organizar el trabajo de los auditores y de los grupos de trabajo que se formen en las distintas etapas del procedimiento donde sea necesario. Esta es una tarea específica del jefe del equipo de trabajo.
- 2) Recopilar la información necesaria para desarrollar cada una de las etapas del procedimiento general.

Realizar los cálculos incluidos en cada etapa, así como aplicar el software necesario.

#### **Etapas 2.- Caracterización del centro**

En esta etapa se definen las características del centro objeto de estudio, haciendo énfasis en los aspectos generales de su mantenimiento. La información necesaria para cumplimentar esta etapa es la siguiente:

- Datos generales (nombre del equipo, clasificación, fecha de puesta en marcha o años de explotación, servicio que se brinda y población a la que brinda servicios).
- Estructura organizativa de dirección.
- Objetivos del mantenimiento.
- Sistemas de mantenimiento que se aplican.

### **2.3.2 Fase 2: Diagnóstico**

Para la ejecución de esta fase se propone el procedimiento específico para la realización de la auditoría de mantenimiento, que incluye las etapas de la 3 a la 5 del procedimiento general (ver Figura 2.1). Estas se explican a continuación.

#### **Etapas 3.- Preparación de la auditoría de mantenimiento.**

Para la ejecución de esta fase se propone el procedimiento específico para la realización de la auditoría de mantenimiento, que incluye las etapas de la 3 a la 6 del procedimiento general (ver Figura 2.1). Estas se explican a continuación.

#### **3.1.- Selección del equipo auditor.**

En este paso se debe seleccionar el equipo auditor teniendo en cuenta la competencia necesaria para lograr los objetivos de la auditoría.

Los auditores deben tener conocimiento y capacidad para:

- Recopilar información a través de los métodos diseñados con estos fines.

- Verificar que la evidencia de la auditoría sea suficiente.
- Evaluar los resultados de la auditoría.
- Preparar el informe de la auditoría.

### 3.2.- Preparación del plan de auditoría.

El jefe del equipo auditor deberá preparar un plan de auditoría que proporcione la base para el acuerdo entre todos los implicados. Este plan incluirá: la definición de los objetivos, el alcance, los criterios de la auditoría, la asignación de recursos y la elaboración del cronograma de realización.

El **alcance** de la auditoría define la extensión y los límites de la misma. Para la definición del alcance de la auditoría de mantenimiento en la División se conforma un equipo de trabajo integrado por el Jefe de Mantenimiento y dos Especialistas de la División objeto de estudio y el equipo auditor, quienes determinarán las áreas y las funciones a auditar partiendo del resultado de un análisis detallado de la literatura especializada. En el Cuadro 2.1 se muestra la propuesta obtenida.

Este equipo de trabajo, definió también la duración de la auditoría de mantenimiento, la cual se estima como máximo en 5 días. De la misma forma, la información necesaria para la realización de la auditoría debe cubrir como mínimo un período de tiempo de seis meses.

Los **criterios** de la auditoría de manera general lo constituyen el conjunto de políticas, procedimientos y los requisitos los cuales se utilizan como una referencia con la cual es comparada la evidencia de la auditoría.

Los **recursos asignados** deben ser garantizados por el cliente de la auditoría. El **cronograma** de realización de la auditoría de mantenimiento es elaborado por el jefe del equipo auditor, considerando el alcance de las actividades de la auditoría.

**Cuadro 2.1 Áreas y funciones a auditar**

Áreas a auditar	Funciones correspondiente a cada área a auditar
Organización del mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentación técnica</li> <li>• Historial de equipos</li> <li>• Seguimiento de órdenes de trabajo</li> <li>• Nivel de informatización</li> </ul>
Administración del mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución presupuestaria</li> <li>• Planificación de las actividades de mantenimiento</li> <li>• Control de materiales y repuestos</li> <li>• Control de costos de mantenimiento</li> <li>• Índices de gestión</li> </ul>
Personal de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calificación técnica</li> <li>• Experiencia</li> <li>• Motivación</li> <li>• Desarrollo profesional</li> </ul>
Infraestructura y equipos de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas físicas</li> <li>• Herramientas y equipos</li> </ul>
Equipamiento e instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipamiento</li> <li>• Instalaciones</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

### **3.3.- Asignación de tareas.**

El jefe del equipo auditor realizará la asignación de tareas a cada miembro del equipo, considerando la competencia y la independencia de los auditores y el uso eficaz de los recursos.

### **Etapa 4.- Realización de las actividades de auditoría.**

En esta etapa se realiza la reunión de apertura de la auditoría y el diagnóstico de mantenimiento.

#### **4.1.- Realización de la reunión de apertura.**

Coincidiendo con lo planteado en la ISO 19011:2004 en esta reunión participa la dirección de los auditados y el equipo auditor. La misma es dirigida por el jefe del equipo auditor el cual presenta al equipo auditor y el plan de auditoría.

#### **4.2.- Realización del diagnóstico de mantenimiento.**

En este paso se propone realizar el diagnóstico del servicio de mantenimiento y el diagnóstico de recursos.

- En el diagnóstico del servicio de mantenimiento se analizan las funciones que forman parte de las áreas: organización, equipamiento e instalaciones.
- En el diagnóstico de recursos se analizan las funciones que forman parte de las áreas: personal de mantenimiento, infraestructura y equipos de mantenimiento.

Como punto de partida para la realización del diagnóstico de mantenimiento, se plantearon las interrogantes siguientes:

- ¿Se tienen suficientes y confiables registros sobre las averías con el fin de hacerle un buen seguimiento y análisis para tratar de corregirlas y llegar a eliminarlas?
- ¿Se establecen inspecciones predictivas con el fin de adelantarse a la aparición de fallos y minimizar las interrupciones?
- ¿Cómo es el seguimiento, supervisión, control y evaluación de las diferentes actividades de mantenimiento?
- ¿La organización del mantenimiento cuenta con recursos materiales, financieros y humanos, equipamiento, instrumentos y herramientas con calidad y en cantidad suficiente?
- ¿Está establecido quién debe ejecutar, qué se debe ejecutar, cómo se debe ejecutar, cuándo y con qué frecuencia se debe ejecutar y cuánto tiempo tarda la ejecución de cada actividad de mantenimiento?

A partir de estas interrogantes se obtuvieron los elementos que permitieron elaborar la encuesta, las guías de entrevista y guías de acción, aportes prácticos de esta investigación.

### **Etapa 5.- Análisis de los resultados de la auditoría.**

Para llevar a cabo el análisis de los resultados de la auditoría de mantenimiento se proponen los pasos siguientes:

### 5.1.- Evaluación de las áreas y funciones a auditar.

Para realizar la evaluación de las áreas y funciones a auditar, fueron adaptadas un conjunto de expresiones de cálculo propuestas por Corretger Rauet [1996], resultando un aporte de esta investigación el procedimiento para la determinación del peso de las áreas y funciones a auditar, aspecto este no tratado en la bibliografía consultada.

Cada una de las funciones es valorada por el equipo auditor, en una escala de cero a cinco (valores enteros), donde cero es el peor comportamiento y cinco el mejor, por lo que el factor recibe una calificación en este intervalo. Se propone que su evaluación se realice a través de la expresión siguiente:

$$EF_{dg} = \frac{W_{dg} \times C_{dg}}{5} \quad (2.1)$$

Siendo:

$EF_{dg}$  : evaluación de la función d correspondiente al área g.

$W_{dg}$  : peso de la función d correspondiente al área g.

$C_{dg}$  : calificación de la función d correspondiente al área g.

La suma de las evaluaciones de las funciones dará el resultado del área, esto es:

$$RA_g = \sum_{d=1}^{m_g} EF_{dg} \quad (2.2)$$

Siendo:

$RA_g$  : resultado del área g.

$d = \overline{1, m_g}$  Siendo m la cantidad de funciones a auditar en cada área g.

La evaluación de cada una de las áreas se calculará según la expresión siguiente:

$$EA_g = W_g \times RA_g \times 100 \quad (2.3)$$

Siendo:

$EA_g$  : evaluación del área g.

$W_g$  : peso del área g.

### 5.2.- Evaluación de la gestión del mantenimiento.

Para la evaluación de la gestión de manteniendo se propone el Indicador nivel de la gestión del mantenimiento ( $I_{NM}$ ):



$$I_{NM} = \sum_{g=1}^6 EA_g \quad (2.12)$$

Para la valoración del  $I_{NM}$  se decidió elaborar una escala en forma porcentual (Tabla 2.2), a través de un trabajo en grupo.

**Tabla 2.2 Escala para la evaluación de la gestión del mantenimiento**

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

Fuente: elaboración propia.

### 5.3.- Conclusiones de la auditoría.

Una vez obtenida la evaluación de la gestión del mantenimiento aplicada al centro objeto de estudio, el equipo auditor elabora un informe con los resultados obtenidos y las recomendaciones propuestas y se realiza la reunión de cierre de la auditoría.

Las conclusiones de la auditoría pueden indicar la necesidad de acciones correctivas, preventivas y/o de mejora, según sea aplicable. Para verificar la implementación de dichas acciones y su eficacia se recomienda realizar una auditoría de mantenimiento a los 6 meses de implementadas las mismas.

#### 2.3.3 Fase 3: Implementación y Control

##### **Etapas 6.- Propuesta de medidas correctivas, preventivas o de mejora.**

En esta etapa son decididas por los auditados las acciones correctivas, preventivas y/o de mejora y no se consideran parte de la auditoría realizada.

La esencia de esta investigación es hacerle frente a los problemas organizativos detectados en el diagnóstico de la gestión del mantenimiento, para lo cual se propone en esta etapa determinar la estrategia de mantenimiento más adecuada para la radiodifusión. Puede optarse por la aplicación de una de las estrategias siguientes: Mantenimiento Preventivo Planificado, Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Predictivo mediante la Gestión del Mantenimiento Asistido por Computadoras (GMAC) o un solo sistema de mantenimiento.

En esta investigación se propone una reconceptualización de la actividad de mantenimiento, la cual debe encaminarse hacia una nueva gestión basada en la confiabilidad Améndola, L. [2002]

alternando el uso de las tres estrategias Pérez Tejeda, A. [1992] insertándose el Mantenimiento Predictivo mediante el uso de un sistema de Gestión del Mantenimiento Asistido por Computadoras (GMAC) como estrategia de mantenimiento dentro de Preventivo Planificado, dadas sus características y bondades y las condiciones actuales de la radiodifusión en la provincia lo cual incidiría directamente en la confiabilidad del servicio de radiodifusión y disminuirían la cantidad de correctivos al aplicar el mantenimiento predictivo o basado en condición Saavedra, P. [2000].

Los problemas detectados en el diagnóstico de recursos son informados a la Dirección de la División objeto de estudio, la cual se encargará de conformar un equipo de trabajo que genere soluciones para los mismos.

#### **Etapa 7.- Elección de las variantes de mantenimiento.**

Esta etapa contempla la realización de tres pasos:

8.1 Clasificación del equipamiento.

8.2 Clasificación de los fallos.

8.3 Propuesta de variantes de mantenimiento.

##### **7.1.- Clasificación del equipamiento.**

Evaluadas todas las variantes de clasificación expuestas en el Capítulo 1 se decidió, para el caso de los centros, asumir la clasificación en tres clases denominadas: Clase "A", Clase "B" y Clase "C".

Para la selección de las variables se partió de criterios extraídos de la literatura consultada y en un trabajo en grupo realizado, se llegó al consenso de que las mismas eran perfectamente aplicables a los equipos de radiodifusión, adaptándose para su clasificación el algoritmo de Torres, 1997 (Anexo X).

Las variables consideradas son:

**Seguridad:** Capacidad del fallo del equipo de ocasionar riesgos, a las personas que se encuentran en la zona donde opera el equipo o en general al medio ambiente.

**Calidad:** Nivel de afectación de la calidad que conlleva el fallo del equipo.

**Utilización:** Se relaciona directamente con el régimen de trabajo del equipo.

**Afectaciones:** Está asociado al efecto del fallo del equipo sobre el servicio prestado y su capacidad de interrumpir de forma total o parcial el mismo.

**Frecuencia:** Cantidad de fallos por periodo de utilización (Fallos/unidad de tiempo)

**Tiempo:** Tiempo empleado para corregir el fallo.

##### **7.2.- Clasificación de fallos.**

Para la clasificación de los fallos es ideal revisar el historial de los equipos. Hasta tanto no se disponga de la información necesaria, se propone utilizar la clasificación expuesta por Torres [1997] basada en la periodicidad y facilidad de detección del fallo:

- Periódicos de Fácil Detección (PFD)
- Periódicos de Difícil Detección (PDD)
- Aleatorios Muy Frecuentes (AMF)

Aleatorios Poco Frecuentes (APF)

### 7.3.- Propuesta de variantes de mantenimiento.

Corresponde ahora, a partir de la clasificación de los equipos y de los fallos, definir las variantes de mantenimiento más convenientes.

En la Tabla 2.4 se observa la propuesta que el autor de esta Tesis de Maestría ha estado probando, con buenos resultados, en el Centro Transmisor de Televisión CTTV San Isidro, principal centro de la provincia de Sancti Spíritus.

**Tabla 2.4 Variantes de mantenimiento**

Clase	Periódico de Fácil Detección	Periódico de Difícil Detección	Aleatorio Poco Frecuente	Aleatorio Muy Frecuente
“A”	1,2,3	2,1,3	1,3	1,3
“B”	1,2,3	2,3	3	1,3
“C”	2,3	3	3	3

Fuente: elaboración propia.

Siendo:

1. Sistema de mantenimiento predictivo con base en la condición.
2. Sistema de mantenimiento preventivo a intervalos constantes.
3. Sistema de mantenimiento contra avería.

Como puede apreciarse, se ofrecen variantes con determinada prioridad, la decisión de qué subsistema de mantenimiento emplear en la radiodifusión para cada equipo deberá tener en cuenta el cumplimiento de ciertas condiciones que así lo permitan. Por ejemplo un equipo clase “A” con fallo PFD será atendido con el Sistema de mantenimiento predictivo con base en la condición, si cumple con que sus averías se manifiestan por síntomas y estos son medibles, si existen instrumentos para realizar dicha medición, sin embargo de no existir estas condiciones deberá aplicarse el Sistema de mantenimiento a intervalos constantes.

Considérese que:

- Si el fallo es Periódico y de Fácil Detección, lo más conveniente es el Mantenimiento Predictivo con base en la condición, preventivo a intervalos constantes y contra avería, en ese orden a no ser que el equipo fuese clase "C" (estrategia de costo mínimo) donde se recomienda un preventivo a intervalos constantes ya que se gastarían recursos en uno basado en la condición cuando realmente no vale la pena.
- Si el fallo es Periódico y de Difícil Detección, se recomienda mantenimiento preventivo a intervalos constantes, preventivo con base en la condición y contra avería en este orden para equipos clase "A" (estrategia de máxima disponibilidad); preventivo a intervalos constantes y contra averías para equipos clase "B" (estrategia de fallo mínimo) y contra averías para equipos clase "C".
- No se recomienda como estrategia factible el preventivo con base en la condición debido al alto costo en la detección del fallo, por lo que solo se valoraría su empleo para aquellos equipos que demandan de alta disponibilidad.
- Si el fallo es Aleatorio no se recomienda el empleo de mantenimiento preventivo a intervalos constantes debido a que se podrían desperdiciar recursos y/o alterar el funcionamiento de los equipos. En estos casos la estrategia recomendada es el mantenimiento contra avería, a no ser que se precise de una alta disponibilidad.

El procedimiento conlleva a un seguimiento constante del comportamiento de las variables analizadas en el mismo y un registro eficaz de las intervenciones de mantenimiento. Esto es de vital importancia ya que a pesar de que el análisis puede ser realizado sobre una base cualitativa, introduce determinados márgenes de errores, que pueden ser eliminados obteniéndose como resultado una decisión más confiable.

La implementación de la etapa hasta aquí descrita para la aplicación de la Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora se lleva a cabo con la ayuda de softwares.

#### **Etapa 8.- Organización, planificación, ejecución y control del mantenimiento con el IP2CHOICE.**

Esta etapa consta de cuatro pasos:

Paso 8.1 Organización del Sistema de mantenimiento predictivo con base en la condición.

Paso 8.2 Organización del Sistema de mantenimiento preventivo a intervalos constantes.

Paso 8.3 Organización del Sistema de mantenimiento contra avería.

Paso 8.4 Organización del trabajo de planificación, ejecución y control de la actividad de mantenimiento con el sistemas de gestión del mantenimiento asistido por computadora GMAC.

#### **Paso 8.1 Organización del Sistema de mantenimiento preventivo con base en la condición**

Para los equipos que se haya decidido que están aptos para el subsistema de Mantenimiento Preventivo con base en la condición, se debe determinar:

- los defectos secundarios (síntomas) tales como ruidos, vibraciones, variación de temperatura o de presión y otros que indiquen la presencia de algún defecto primario (desgaste, fisura, etcétera);
- los valores límites de los síntomas que provocan la necesidad de operaciones técnicas;
- el ritmo de variación de los síntomas, que permite prever los recursos necesarios para la próxima reparación;
- el personal de inspección, imponerlo e instruirlo de sus funciones;
- el grado de laboriosidad que se requiere para la determinación de la duración de las intervenciones;
- la frecuencia de inspección, su contenido y los medios de medición propios para la inspección objetiva;
- los documentos que se proponen y/o se racionalizan en este sistema.

### **Paso 8.2 Organización del Sistema de mantenimiento preventivo a intervalos constantes**

Para los equipos que se haya decidido mantener en el sistema de mantenimiento preventivo a intervalos constantes, se debe:

- revisar los ciclos establecidos, comprobando si aún tienen validez, para lo cual resulta imprescindible el análisis del comportamiento histórico de los equipos;
- revisar los contenidos de las reparaciones según el estado técnico actual de los equipos;
- seleccionar el personal idóneo para las reparaciones;
- determinar los recursos materiales necesarios, según el contenido de las intervenciones.
- revisar los documentos que existen y en caso en que sea conveniente, proponer nuevos para el sistema que se analiza.

### **Paso 8.3 Organización del Sistema de mantenimiento contra averías**

Para los equipos que pasan a este sistema se debe:

- definir el o los equipos sustitutos en el caso en que sea posible;
- determinar los documentos necesarios en el nuevo sistema.

### **Paso 8.4 Organización del trabajo de planificación, ejecución y control de la actividad de mantenimiento con el sistema de gestión del mantenimiento asistido por computadora**

Esta etapa se realiza con el objetivo de consolidar el GMAC propuesto a través de:

- capacitación a dirigentes, planificadores e inspectores en cuanto al contenido de su trabajo y sistema informativo;
- determinación del objeto de control: relación de equipos con su correspondiente codificación, tiempo de operación estimado de los equipos, tiempo de reparación, recursos materiales y suministros utilizados en la reparación, cantidad y calificación de los recursos humanos necesarios para la reparación, cantidad y magnitud de las averías, calidad de la reparación;
- determinación del sistema informativo para el registro del objeto de control;

- elaboración del plan anual de mantenimiento preventivo a intervalos constantes y su ejecución, desagregado por meses a los equipos que se les aplica este sistema;
- elaboración del plan anual de inspecciones, desglosado en planes mensuales según lo considere el inspector o el grupo técnico que lo elabora;
- elaboración del programa mensual de reparaciones a partir del resultado y de las recomendaciones de las inspecciones técnicas;

elaboración de las prioridades de ejecución de las órdenes de trabajo, una vez recepcionadas por el planificador.

### **Etapa 9.- Evaluación periódica del Monitoreo.**

Esta etapa permite evaluar el equipamiento mediante las labores predictivas usando el software de monitoreo propuesto y tomar decisiones sobre cambios o modificaciones en el mismo aprovechando su flexibilidad. Para evaluar los efectos del mantenimiento predictivo se calcularán, en una etapa inicial, la laboriosidad, la estadía y el costo total de mantenimiento con el sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado MPP y con el sistema propuesto.

### **Indicadores de uso general**

Los indicadores de uso general permitirán a los responsables de mantenimiento y a la alta dirección de la División Radiocuba en Sancti Spíritus conocer qué situación presenta la red de equipos respecto al mantenimiento en un momento determinado, así como tener información para la toma de decisiones acertadas en aras de lograr una mayor disponibilidad de equipos, piezas de repuesto y tiempo. Estos indicadores son: la disponibilidad del equipamiento, el costo de mantenimiento y la tasa de fallos observados y siempre serán calculados independientemente del tipo de mantenimiento que se efectúe.

#### Disponibilidad del equipamiento (Disp)

$$\text{Disp} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{HROP}_i}{\sum_{i=1}^n (\text{HROP}_i + \text{HTMN}_i)} \quad (2.13)$$

Siendo:

HROP<sub>i</sub>: tiempo total de operación del equipo i (h).

HTMN<sub>i</sub>: horas de intervención al equipo i por personal de mantenimiento en el período analizado.

n: cantidad de equipos

Este indicador de disponibilidad representa el porcentaje de tiempo en que el equipo está disponible para cumplir la función para la cual fue destinado [Améndola, 2003]. Se recomienda su cálculo mensual y para su análisis, elaborar una tabla de seguimiento de la disponibilidad del equipo (Tabla 2.5). Con esta

información, el Departamento de mantenimiento puede establecer un límite mínimo aceptable para los valores de disponibilidad. Para los equipos que presenten valores de disponibilidad inferiores al mínimo aceptable se recomienda elaborar el gráfico de disponibilidad del equipo, el cual indicará en qué mes o meses del año la disponibilidad fue baja y tomar acciones de mejora al respecto.

**Tabla 2.5 Seguimiento de la disponibilidad de equipos**

Centro:						Disponibilidad Año: _____								
Equipos	Promedio año anterior	MES												Promedio año actual
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	

Fuente: Lourival Tavares, 1999.

### Etapa 10.- Seguimiento.

El objetivo de esta etapa es evaluar cuan efectivas han sido las acciones correctivas, preventivas y/o de mejora propuestas como consecuencia del resultado de la auditoría inicial. Esta etapa se corresponde con el procedimiento específico descrito en la fase “Realización de las actividades de auditoría”. Como se planteó en el procedimiento, el seguimiento se realizará con una periodicidad de 6 meses.

### 2.3 Análisis de los resultados de la aplicación del procedimiento.

Para esta etapa se definen una serie de indicadores que evalúan los resultados de la aplicación del procedimiento y la nueva gestión de mantenimiento:

Quejas de la población.

Indicadores económicos: Ingresos & Perdidas por devolución.

### 2.4 Conclusiones parciales

1. Como parte del mejoramiento de la gestión del mantenimiento es necesaria la “reconceptualización” del mismo, conteniendo desde la definición hasta el esclarecimiento de los objetivos, funciones y características de la organización, todo esto considerando los requerimientos actuales de la entidad. Esta “reconceptualización” se convierte en el primer aporte teórico de esta Tesis de Maestría.
2. El procedimiento Desarrollo de un procedimiento para la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad en la División Provincial Radiocuba Sancti Spiritus, permiten llevar a cabo los procesos complejos que ellos incluyen, de forma relativamente sencilla, destacándose por su carácter práctico y constituyendo el mismo la novedad principal de esta Tesis de Maestría.
3. En esta Tesis de Maestría se propone un indicador de estructura multicriterio para realizar la evaluación de la gestión del mantenimiento, así como un procedimiento específico para la determinación de la importancia relativa de las áreas y funciones a auditar.

4. El Sistema de Gestión del Mantenimiento Asistido por Computadora (GMAC) se considera como la estrategia de mantenimiento adecuada para los activos fijos en la radiodifusión. El Sistema presenta como principal característica, que lo diferencia de otros sistemas integradores, el hecho de considerar, además de la clasificación de los equipos, la clasificación de los fallos para la elección de las variantes de mantenimiento y la selección de los indicadores de uso general y de uso específico para cada uno de los subsistemas incluidos.



## **CAPÍTULO 3 IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD EN LA DIVISIÓN PROVINCIAL RADIOCUBA SANCTI SPÍRITUS**

### **3.1 Introducción**

Teniendo en cuenta el enfoque dado al problema científico caracterizado en la introducción de esta Tesis de Maestría, se consideró pertinente orientar la comprobación práctica de la hipótesis de investigación hacia el estudio de un centro transmisor de la provincia Sancti Spíritus. Con ello, se pretende demostrar la viabilidad y validez de los instrumentos metodológicos desarrollados para determinar los problemas que afectan la gestión del mantenimiento, evaluar esta e implementar, como la estrategia más adecuada para los equipos de radiodifusión, el Sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora ((GMAC)) aplicando mediante este el mantenimiento predictivo. Treto Cárdenas, O. & Navarrete Pérez, E. [1993],

### **3.1 Aplicación del procedimiento general en el centro objeto de estudio**

La provincia Sancti Spíritus cuenta con 17 centros transmisores para la radiodifusión de señales de radio y televisión. Para la selección del centro objeto de estudio, se consideraron seis criterios (en el rango de  $7 \pm 2$ ) de decisión para ordenar los centros de la provincia Sancti Spíritus, cumpliendo con lo planteado por autores que han trabajado el paradigma decisional multicriterio [Barba-Romero Casillas & Pomerol, 1997; Marrero Delgado, 2001]. Como resultado de la aplicación de métodos discretos de ayuda a la decisión multicriterio, se muestra en el Anexo 11 el ordenamiento de los centros. Traer la tabla de los anexos

El autor de esta Tesis de Maestría decide seleccionar los primeros cuatro centros de dicho ordenamiento como objeto de estudio práctico específico para validar la hipótesis de la investigación, aplicando en ellos los instrumentos metodológicos desarrollados. Estos centros fueron: Centro Transmisor de Televisión (CTTV) San Isidro, Centro Transmisor de Televisión (CTTV) Las Llanadas, Centro Transmisor de Televisión (CTTV) La Vigía en Trinidad, y Centro Transmisor de Ondas Medias (CTOM) Sancti Spíritus.

#### **3.1.1 Estudio del caso del Centro Transmisor de Televisión (CTTV) San Isidro**

El procedimiento general propuesto en el Capítulo 2 de esta Tesis de Maestría fue aplicado al Centro Transmisor de Televisión (CTTV) San Isidro.

### **3.1.1.1 Fase: Preparación**

#### **Etapa 1: Conformación del equipo de trabajo.**

El equipo de trabajo quedó conformado como se muestra:

1. Jefe de Mantenimiento.
2. Dos Especialistas graduados de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

#### **Etapa 2: Caracterización del centro.**

El Centro Transmisor de Televisión (CTTV) San Isidro se encuentra ubicado en la ciudad de Sancti Spíritus, específicamente en las afueras de la ciudad Zona la Sierrita, Loma San Isidro. Fue fundado en el 1977, siendo este el centro principal de televisión de la provincia.

Este centro brinda servicio a cinco de los ocho municipios de la provincia, Sancti Spíritus, La Sierpe, Taguasco, Jatibonico, Cabaiguán.

En el Anexo 16 se muestra la descripción de los equipos con que cuenta el centro.

#### **Definición de los objetivos del mantenimiento**

Los objetivos de mantenimiento según el Procedimiento General de la Dirección de Mantenimiento, Radiocuba [2011], están dirigidos a proporcionar un servicio con la mayor calidad posible, con el propósito de aumentar el rendimiento y la vida útil de la tecnología; así como que exista garantía de calidad y seguridad de los técnicos y operarios, los cuales deben responder a la integridad y conservabilidad de los edificios, instalaciones y equipos.

**El sistema de mantenimiento** que se aplica en el centro es el mantenimiento preventivo planificado (MPP), al cual ya se ha hecho referencia, los tipos de operaciones que comprende son el mantenimiento tipo 1 (T1), tipo 2 (T2), tipo 3 (T3) y tipo 4 (T4) para los equipos auxiliares, los cuáles se corresponden con los tipos de operaciones que comprende el MPP en las industrias del país: revisión, reparación pequeña, mediana y general respectivamente y para los equipos principales: reparaciones mensuales, trimestrales, semestrales, anuales y quinquenales. Se debe señalar que aunque los ciclos de MPP existen, se aplica el mantenimiento correctivo en la mayoría de los equipos principales.

Los equipos auxiliares para su atención se dividen en los grupos siguientes:

- Grupos electrógenos.
- PGD.
- Climas.

Para la ejecución del MPP a los equipos principales, el Departamento de Mantenimiento cuenta con un procedimiento general que ofrece orientaciones de cómo proceder y los materiales y equipos necesarios para desarrollar la actividad de mantenimiento, para cada grupo de equipos de los anteriormente citados. Dicho procedimiento aparece recogido en el Manual de organización y procedimiento [Radiocuba, 2002].

### **3.1.1.2 Fase 2: Diagnóstico**

#### **Etapas 3.- Preparación de la auditoría de mantenimiento.**

##### **Paso 3.1 Selección del equipo auditor**

El equipo auditor es creado ad hoc y está conformado por:

1. Jefe de Mantenimiento.
2. Dos Especialistas graduados de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (ambos Ingenieros en Telecomunicaciones, especialistas en mantenimiento, uno de ellos Master en Telemática, jefe del equipo auditor) Ambos con 10 años de experiencia en labores de mantenimiento.

##### **Paso 3.2 Preparación del plan de auditoría**

El jefe del equipo auditor prepara el plan de auditoría de mantenimiento. El cliente de la auditoría, en este caso el Centro Transmisor de Televisión (CTTV) San Isidro, representado por el jefe del equipo de trabajo conformado en la etapa 1 del procedimiento general, define como **objetivo** general determinar los problemas que afectan la gestión del mantenimiento y evaluar dicha gestión.

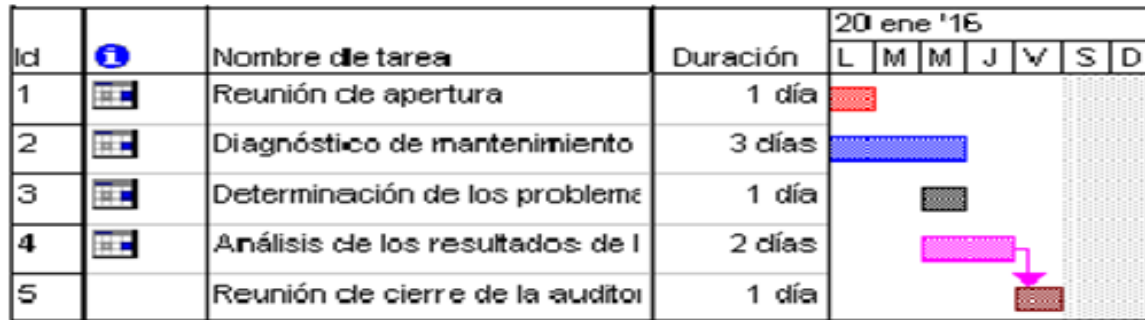
Ya en el Capítulo 2 se definieron las áreas y funciones a auditar, así como la duración de la auditoría y el período de tiempo en el cual se debe tomar la información necesaria. La auditoría que se describe a continuación fue realizada en el mes de enero del año 2017 y se tomó la información en el período comprendido entre los meses de enero a diciembre del año 2016. En la Figura 3.1 se muestra el cronograma para la realización de la auditoría.

Preparado el plan de auditoría, el jefe del equipo auditor asigna las tareas al equipo auditor y se realizan las actividades de la auditoría in situ.

#### **Etapas 4 Realización de las actividades de auditoría.**

Como se había planteado, la recopilación, verificación y análisis de la información se realizó a través de examen documental, observación directa, entrevistas (Anexo 9 parte I), guías de

acción (ver Anexo 9 parte II) y encuestas realizadas al personal de mantenimiento (ver Anexo 9).



**Figura 3.1 Cronograma para la realización de la auditoría de mantenimiento** (Fuente: elaboración propia).

#### 4.2.- Realización del diagnóstico del servicio de mantenimiento.

A continuación se realiza el registro de la información obtenida para cada área auditada.

##### Área Organización

##### **Documentación técnica**

Existe documentación técnica para todos los equipos, en los que está presente, se reflejan datos como: nombre del equipo, marca, modelo, capacidad, país de fabricación y ciclos de mantenimiento.

##### **Historial de equipos**

En los centros transmisores no existe el historial de equipos. La ausencia de este trae consigo que no se registre el tiempo de operación del equipo, el tiempo entre fallos, la frecuencia y duración de las averías, sus causas y otros datos que son importantes a la hora tomar decisiones sobre los mismos.

##### **Seguimiento de órdenes de trabajo**

La elaboración de una orden de trabajo correctiva o imprevista se emite posterior al surgimiento de una “solicitud de servicio” la cual se archiva en el centro. En el Anexo 14 aparece el modelo DNM-2-M solicitud de servicio utilizado en Radiocuba.

La orden de trabajo utilizada por el Departamento de Mantenimiento a equipos principales y auxiliares es un modelo oficial, el jefe de mantenimiento es el encargado de emitirlo, en ella aparece la información siguiente: número de orden, nombre del equipo, lugar de ubicación,

fecha de inicio y terminación, nombre y firma de la persona que ejecuta el trabajo, descripción del trabajo a realizar y materiales utilizados.

Existe además un vale de solicitud de los materiales y repuestos. Esta solicitud se debe hacer triplicada para que el almacén y el Departamento de contabilidad lleven sus registros. En la práctica, esta solicitud (un solo ejemplar) la hace el técnico que realiza el mantenimiento y a fin de mes se envía al Departamento de contabilidad para que se le carguen, a cada centro de costo, los materiales empleados.

Una vez que el trabajo es realizado y la orden sea cumplimentada, esta se guarda en una carpeta en el centro.

### **Nivel de informatización**

Ya en el epígrafe 1.3.6 del Capítulo 1 de esta Tesis se mencionaron las principales ventajas de la incorporación de la informática al mantenimiento.

En el centro objeto de estudio existe un sistema informatizado para la gestión de mantenimiento. Según el resultado de la encuesta aplicada a los trabajadores del Departamento de Mantenimiento, el 100% de ellos reconocen la importancia y necesidad de un sistema informatizado de gestión del mantenimiento.

### **Administración**

#### **Planificación de las actividades del mantenimiento**

En la Planificación Anual de Mantenimiento (Anexo 13) aparece la frecuencia con que debe efectuarse cada intervención de mantenimiento (Diaria, Mensual, Trimestral, Semestral, Anual y Quinquenal) según el tipo de equipo y la descripción de las actividades a realizar en cada intervención de mantenimiento, así como el tiempo establecido para cada intervención. Los ciclos de mantenimiento están implantados desde 1996 y en todos estos años no han sido revisados y no se conoce si son adecuados o no. El Departamento de mantenimiento solo efectúa el plan de Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP), sin hacer uso del equipamiento de automática disponible mediante el cual pudiera favorecer en la disminución de mantenimientos correctivos entre otras ventajas antes mencionadas que ofrece el mantenimiento predictivo o basado en condición.

Además de lo ya planteado, es importante señalar el insuficiente suministro de materiales y piezas de repuesto para efectuar los mantenimientos correctivos.

#### **Índices de gestión**

En el centro objeto de estudio no se calculan índices de gestión del mantenimiento, el 60% de los trabajadores de mantenimiento plantean que, aunque el conocimiento de índices de gestión es muy importante, su cálculo resulta engorroso y ya con el trabajo que actualmente realizan es suficiente. El departamento de Operaciones tiene orientado realizar el cálculo mensual de la disponibilidad técnica del equipamiento.

## **Equipamiento e instalaciones**

### **Equipamiento**

El estado técnico del equipamiento principal y auxiliar del centro se resume en la Tabla 3.1. El levantamiento del equipamiento aparece conjuntamente con la información referida a la clasificación del equipo, la clasificación del fallo y las variantes de mantenimiento propuestas en la fase tercera del procedimiento general, con el objetivo de evitar redundancia de información.

**Tabla 3.1 Estado técnico de los equipos**

Estado Técnico	Bueno	Regular	Malo
Equipos principales	75%	22%	3%
Equipos auxiliares	85%	10%	5%

Fuente: elaboración propia

En la radiodifusión se tiene estipulado que se clasifique el equipamiento atendiendo a lo siguiente, Procedimiento General de la Dirección de Mantenimiento, Radiocuba [2011]:

Equipos Principales: comprende los sistemas que pueden hacer colapsar la instalación, por su prolongado fallo.

Equipos Auxiliares: tendrá en cuenta los sistemas que le podrán crear grandes problemas en el funcionamiento.

## **Servicios de terceros**

### **Políticas de contratación**

En Radiocuba existen documentos que definen los objetivos de la contratación o tercerización del mantenimiento, aunque está definido a que equipos se les debe efectuar el mantenimiento por parte de terceros. Estos equipos son los siguientes: equipos de clima, grupos electrógenos, y equipos de medición. A su vez la División presta servicios de arrendamiento de local y espacio en torres y de mantenimiento a sistemas de antena a entidades que tienen servicios de comunicaciones propios.

Los documentos legales de contrato de mantenimiento tienen en cuenta condiciones generales, exclusiones, formas de pago y garantías entre otros datos.

### **Selección del contratista**

Según Bernal Muñoz [2003] el contratista debe demostrar la experiencia suficiente, tener solvencia económica, asumir todas las garantías y poseer seriedad y credibilidad en el servicio que presta. Ya en el Capítulo 1 de esta Tesis, en el epígrafe 1.3.3, se hacía referencia a la poca cultura sobre la tercerización del mantenimiento existente en Cuba y las razones fundamentales por las que se considera así.

El centro objeto de estudio recurre a la tercerización por que no cuenta la División con el personal capacitado y con la infraestructura adecuada para llevar a cabo el mantenimiento con medios propios de los sistemas de clima y grupos electrógenos. Esta actividad dispone de registro de proveedores de servicios de mantenimiento, entre otros factores, por ser limitada la cantidad de empresas en el país prestadoras de estos servicios, fundamentalmente en la región central.

### **Control en la recepción**

Una vez realizado el mantenimiento a los equipos por parte de la empresa contratada, el Jefe de Mantenimiento y los Energéticos, según corresponda, firman un documento de conformidad con el servicio recibido.

### **Garantía**

Como todo contrato, debe exigirse por parte de la División, la garantía para que el contratista deba responder por la calidad del servicio, la garantía por la calidad de los repuestos y materiales suministrados y la garantía por la calidad del trabajo realizado, entre otras.

Aunque están claramente definidas en el contrato elaborado, estas garantías con frecuencia se incumplen.

### **Diagnóstico de recursos**

A continuación, se realiza el registro de la información obtenida para cada área auditada.

### **Personal**

En el Anexo 15 se muestra el levantamiento del personal de mantenimiento de la División Radiocuba en Sancti Spíritus. En el área de mantenimiento las encuestas aplicadas a todo el personal permitieron conocer que el 95% de los trabajadores se sienten motivados por su actividad y esto se debe a que consideran que su remuneración salarial está acorde con sus

esfuerzos, la atención al hombre es adecuada, y reciben estímulos con los que pueden contribuir a la satisfacción de sus necesidades, las herramientas de trabajo son suficientes y precisas, además las áreas de trabajo tiene las condiciones necesarias para ejecutar la gran mayoría de las actividades que se asignan. Los integrantes de la brigada poseen como promedio 8 años de experiencia y el 95% de ellos ha recibido al menos un curso de capacitación en los últimos 2 años.

### **Herramientas y equipos**

El levantamiento de las herramientas y equipos, con que cuentan el departamento de mantenimiento se encuentran en buen estado, aunque no son suficientes para ejercer las actividades de mantenimiento y llevan en explotación aproximadamente 16 años.

### **Etapas 5.- Análisis de los resultados de la auditoría.**

Una vez realizada la auditoría se determinaron los problemas que afectan la gestión del mantenimiento, los cuales se listan a continuación.

Diagnóstico del servicio de mantenimiento

- Ausencia de historial de equipos.
- No se registra la información precisa en las órdenes de trabajo en el Departamento de mantenimiento a equipos, además de no llenarse correctamente.
- No existe un sistema informatizado para la gestión de mantenimiento.
- No se conoce si los ciclos de mantenimiento existentes son adecuados o no.
- No se calculan índices de gestión del mantenimiento.
- El 22% del equipamiento se encuentra en estado técnico regular y el 3% en mal estado técnico.
- El 10% del equipamiento auxiliar se encuentra en estado técnico regular y el 5% en mal estado técnico.
- Existencia de equipos obsoletos con más de 16 años de explotación, aunque con un programa nacional de renovación.
- Desgaste de los equipos moralmente y por la carga de trabajo diaria.
- No existe un plan de Mantenimiento Preventivo Planificado **MPP** para la tercerización, el cual se incumple regularmente.
- Incumplimiento de las garantías establecidas en los contratos de tercerización del mantenimiento.

Diagnóstico de recursos



- Insuficiente suministro de materiales y piezas de repuesto.
- Déficit de herramientas, y herramientas con más de 5 años de explotación.

#### **Paso 5.1.- Evaluación de las áreas y funciones a auditar**

Como se planteó anteriormente en esta Tesis de Maestría, el equipo auditor, teniendo en cuenta los problemas detectados con la realización del diagnóstico de mantenimiento, realiza la calificación de las funciones auditadas como se observa en la Tabla 3.2 en la columna  $C_{dg}$ .

Siguiendo el procedimiento descrito en la Figura 2.2, los expertos determinaron el peso de las áreas y las funciones. En la Tabla 3.2 se ofrecen los pesos finales calculados según las expresiones 2.10 y 2.11, así como la evaluación de las áreas y las funciones auditadas, aplicando las expresiones 2.1, 2.2 y 2.3 y siguiendo el procedimiento planteado en la Figura 2.2 del Capítulo 2.

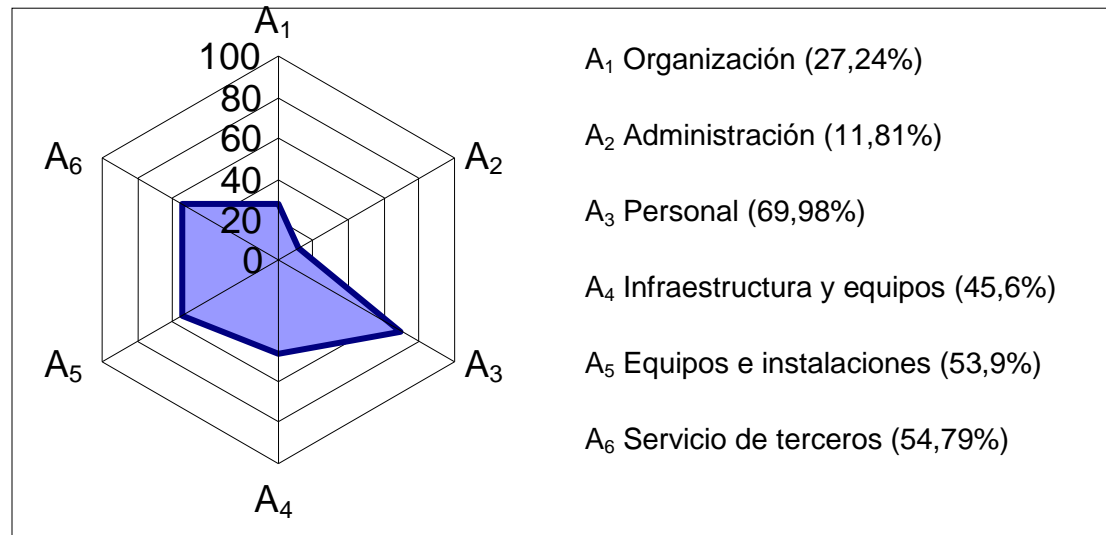
#### **Paso 5.2.- Evaluación de la gestión del mantenimiento**

Para la evaluación de la gestión del mantenimiento en el centro se propone el Indicador  $I_{NM}$ , el cual para el centro objeto de estudio mostró como resultado un valor de 44,92%, evaluándose entonces la gestión del mantenimiento de DEFICIENTE. Como se puede observar en la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2 Pesos finales y evaluación de las áreas y funciones auditadas**

Áreas	Funciones	C <sub>dg</sub>	Pesos finales	EF <sub>dg</sub>	RA <sub>g</sub>	EA <sub>g</sub> (%)
Organización del mantenimiento			0,11996		0,27245	3,27
	Documentación técnica	3	0,12685	0,07611		
	Historial de equipos	0	0,07167	0		
	Seguimiento de órdenes de trabajo	2	0,18023	0,07209		
	Nivel de informatización	1	0,62125	0,12425		
Administración del mantenimiento			0,12605		0,11814	1,49
	Distribución presupuestaria	1	0,04952	0,00990		
	Planificación de las actividades de mantenimiento	2	0,15779	0,06311		
	Índices de gestión	0	0,47657	0		
	Control de materiales y repuestos	1	0,22566	0,04513		
	Control de costos de mantenimiento	0	0,09046	0		
Personal de mantenimiento			0,09373		0,6998	6,56
	Calificación técnica	4	0,20378	0,16302		
	Experiencia	5	0,30649	0,30649		
	Motivación	1	0,15883	0,03176		
	Desarrollo profesional	3	0,33089	0,19853		
Infraestructura y equipos de mantenimiento			0,25072		0,456	11,44
	Áreas físicas	1	0,35964	0,07193		
	Herramientas y equipos	3	0,64036	0,38422		
Equipamiento e instalaciones			0,30306		0,539	16,49
	Equipamiento	2	0,30498	0,12199		
	Instalaciones	3	0,69501	0,41701		
Servicio de terceros			0,10348		0,54791	5,67
	Políticas de contratación	3	0,21647	0,12988		
	Selección del contratista	3	0,20709	0,12425		
	Control en la recepción	4	0,15803	0,12642		
	Garantía	2	0,41841	0,16736		

3.2 y en la Figura 3.2 las áreas que mayores dificultades presentan son las áreas “Organización” y “Administración” del mantenimiento.



**Figura 3.2 Radar de control** (Fuente: elaboración propia).

### 5.3.- Conclusiones de la auditoría.

Concluida la evaluación de la gestión del mantenimiento se realiza la reunión de cierre de la auditoría, informándose a la Dirección de la División los resultados obtenidos. El Departamento de Mantenimiento se encargará de solucionar los problemas detectados en el diagnóstico de recursos y se procede entonces a la aplicación de medidas correctivas, preventivas o de mejora aplicando el mantenimiento predictivo como la estrategia de mantenimiento adecuada para el equipamiento del centro mediante el Sistema de Gestión del Mantenimiento Asistido por Computadora.

#### 3.1.1.3 Fase 3: Implementación y Control

**Etapas 6.- Propuesta de medidas correctivas, preventivas o de mejora.**

### **Etapa 7.- Propuestas de variantes de mantenimiento.**

Quedando clasificados los equipos principales y auxiliares en clase "A", "B" o "C" y los fallos en PFD, PDD, AMF o APF. Con toda esta información se definieron las variantes de mantenimiento para cada equipo:

Clase A:

Objetivo: Lograr la máxima productividad del equipo.

Se Recomienda:

- 1- Máxima utilización del mantenimiento predictivo.
- 2- Amplia utilización del mantenimiento Preventivo con periodicidad frecuente para reducir posibilidad de fallo.
- 3- Uso del mantenimiento Correctivo como vía para reducir el tiempo medio de rotura.

Clase B:

Objetivo: Reducir los costos de mantenimiento sin que esto implique una catástrofe.

Se Recomienda:

- 1- Poca utilización del mantenimiento Predictivo.
- 2- Empleo de cálculos técnicos estadísticos para el mantenimiento Preventivo.
- 3- Empleo del mantenimiento Correctivo sólo en la ocurrencia aleatoria de fallos.

Clase C:

Objetivo: Reducir al mínimo los costos de mantenimiento.

Se Recomienda:

- 1- Mantenimiento Predictivo anulado.
- 2- Mantenimiento Preventivo sólo el que indique el fabricante.

3- Mantenimiento Correctivo a la ocurrencia de fallos.

#### **Etapas 8.- Organización, planificación, ejecución y control del mantenimiento con el IP2CHOICE.**

##### **Paso 8.1 Organización del Sistema de mantenimiento preventivo con base en la condición**

Para aplicar este subsistema de mantenimiento se necesitó instruir al personal encargado de las funciones de mantenimiento. Cada técnico inspecciona el grupo de equipos que tiene a su cargo.

Al aplicar las guías de inspección, desaparecen los conceptos de reparaciones pues a los equipos se les corrigen los defectos cuando sean detectados por el operario del equipo en el mantenimiento de uso al aparecer de forma imprevista.

##### **Paso 8.2 Organización del Sistema de mantenimiento preventivo a intervalos constantes**

El Jefe de Mantenimiento elabora el plan de mantenimiento preventivo a intervalos constantes, para todos los equipos. El Jefe de Mantenimiento confecciona las órdenes de trabajo, las cuales son entregadas a los técnicos que ejecutan el mantenimiento; estos, una vez realizada la intervención, devuelven la orden al jefe de mantenimiento quien a su vez entrega sin pérdida de tiempo la orden de trabajo al encargado de la actualización del historial de los equipos.

##### **Paso 8.3 Organización del Sistema de mantenimiento contra avería**

En este subsistema, una vez reportada una avería (solicitud de servicio, Anexo 17), la cual pudo ser detectada por los inspectores o el operador del equipo, se procede a emitir la orden de trabajo que será atendida en el tiempo mínimo posible y concluido el trabajo, es entregada al encargado de la actualización del historial de los equipos quien facilitará el registro contable de la información.

#### **Etapas 9.- Evaluación periódica del Monitoreo.**

Llevadas a cabo las etapas 7 y 8 del procedimiento general, se procedió a evaluar las labores predictivas mediante el uso del Sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora (GMAC). Fueron calculados la estadía, la laboriosidad y el costo total de mantenimiento para los equipos en seis meses de trabajo con el (GMAC).

En la Tabla 3.3 se resume el cálculo de la estadía, la laboriosidad y los costos de mantenimiento.

**Tabla 3.3** Resultados del análisis de indicadores para la evaluación del (GMAC) aplicando el mantenimiento predictivo.

<b>Indicador</b>	<b>unidad de medida</b>	<b>MPP</b>	<b>(GMAC)</b>	<b>Ahorros</b>
Laboriosidad	horas-hombre	6 546	5 486	1 060
Estadía	horas	8 155	6 276,88	1 878,12
CTM	\$	12 584,25	11 577,38	1 006,87

Fuente: elaboración propia.

Comprobados los ahorros obtenidos mediante la aplicación del Mantenimiento Predictivo se da cumplimiento a la etapa 6 del procedimiento general, solo resta llevar a cabo la etapa de seguimiento de las acciones propuestas a través de una auditoría de mantenimiento para verificar la efectividad de la nueva forma de gestión y de la aplicación del mantenimiento predictivo, tal y como se ha planteado en la **etapa 8** del procedimiento general (Figura 2.1).

Esta auditoría se desarrolló posteriormente a la implementación de la nueva forma de gestión y del mantenimiento predictivo, de enero a diciembre de 2016, comprobándose que la mayoría de los problemas relacionados en el diagnóstico de recursos en enero diciembre de 2015 han disminuido. En cuanto a los problemas detectados en el diagnóstico del servicio de mantenimiento, al realizar la evaluación de las áreas y funciones a auditar, se obtuvo un incremento en el valor del INM. Este había alcanzado en la auditoría inicial solo un 44,92% (evaluación DEFICIENTE) y al implementarse la nueva forma de gestión y el mantenimiento predictivo se obtuvo un valor del INM del 61,21% lo cual permitió evaluar de ACEPTABLE la gestión del mantenimiento en el CTTV San Isidro. No obstante, hasta tanto la Dirección de la Empresa Radiocuba no solucione los problemas detectados en el diagnóstico de recursos de mantenimiento, no se podrá alcanzar una evaluación de la gestión de BIEN y mucho menos de EXCELENTE. Debe destacarse que la mejoría en las áreas “Organización” y

“Administración” del mantenimiento es notable, no obstante se debe trabajar en el correcto llenado de los modelos establecidos de cada subsistema de mantenimiento aplicado.

### **3.3 Análisis de los resultados de la aplicación del procedimiento.**

La aplicación del procedimiento ha incidido en los indicadores de nivel de servicio al cliente disminuyendo las quejas de la población disminuyendo en X%.

**Tabla 3.4** Resultados del análisis de indicadores de nivel de servicio al cliente.

<b>Año</b>	<b>Cantidad</b>
2015	203
2016	144

Fuente: informe comercial, cierre de balance 2015 & 2016.

De la evaluación de los indicadores económicos se puede apreciar como disminuyen las pérdidas por devoluciones al ICRT y a su vez aumentan los ingresos en comparación con el periodo en que se aplicó el procedimiento para la nueva forma de gestión del mantenimiento.

**Tabla 3.5** Comparación de resultados de Ingresos & Devoluciones.

<b>Año</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Perdidas por devolución</b>
2015	6,137,875.02	17,567.89
2016	6,503,980.09	15,321.28
<b>TOTAL</b>	366,105.07	-2,246.61

Fuente: informe cierre económico de Balance Pérdidas y Ganancia comercial, cierre 2015 & 2016.

La nueva forma de gestión del mantenimiento a permitido identificar posibilidades de mejora en el proceso productivo, oportunidades de optimización de la gestión del mantenimiento, pudiéndose comparar la situación actual como de mejora, pudiendo llegar a situarse en un estándar de excelencia.

### **3.4 Conclusiones parciales**

1. Se valida la hipótesis de investigación planteada al implementar el procedimiento para la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad en la División Provincial Radiocuba Sancti Spíritus y los procedimientos específicos asociados y demostrar la efectividad de las medidas organizativas propuestas.
2. De los 17 centros con que cuenta Radiocuba en la Provincia se seleccionó el CTTV San Isidro, partiendo de un análisis multicriterio en el que se tomaron como criterios de decisión los siguientes: cantidad de equipos y cantidad de población a la que presta servicio.
3. Mediante el cálculo del indicador  $I_{NM}$ , es posible evaluar la confiabilidad y la gestión del mantenimiento.
4. La aplicación total del Mantenimiento Predictivo mediante el ((GMAC)) permitió comprobar la superioridad de este sistema con respecto al sistema de MPP, a través de la comparación de los costos de mantenimiento, la laboriosidad, la estadía y el  $I_{NM}$  con ambos sistemas. En particular el  $I_{NM}$  mejoró su comportamiento de 44,92% a 62,6%.



## **RECOMENDACIONES**

1. Utilizar el procedimiento para la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad en las divisiones de Radiocuba de todo el país con el fin del mejoramiento de la gestión del mantenimiento.
2. Culminar la aplicación del procedimiento para la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad en todos los centros de la División Radiocuba Sancti Spíritus.
3. Para contribuir a la generalización de los resultados obtenidos, se recomienda continuar la divulgación de esta investigación mediante su publicación y presentación en eventos científicos, particularmente relacionados con la gestión del mantenimiento.
4. Continuar y enriquecer la presente investigación con el perfeccionamiento de las guías de entrevista y las guías de acción de la auditoría de mantenimiento, el completamiento de las guías de inspección para el mantenimiento preventivo con base en la condición, así como realizar estudios relacionados con los costos del mantenimiento en la radiodifusión.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A.E.M. (1995). El mantenimiento en España. Asociación española de mantenimiento. Barcelona.
2. Aguilera Martínez, A. F. (2001). Perfeccionamiento de la planificación de recursos humanos en el Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM). Una aplicación en la Industria Textil Cubana. Ingeniería Industrial. Santa Clara, Cuba, UCLV. Tesis de Maestría.

3. Aladon. (2000). Reliability Centered Maintenance. An Introduction. <http://www.aladon.co.uk/10intro.html>.
4. Améndola, L. (2003). Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión del mantenimiento. <http://www.mantenimientomundial.com/notas/propulsores.asp>.
5. Améndola, L. (2002). Modelos Mixtos de Confiabilidad. <http://datastream.net/latinamérica/libroaméndola/default.asp?lang=esp>.
6. Araya Schulz, R. (1991). Mantenimiento según condición: una herramienta de productividad (parte 1). <http://www.mantencion.com/articulos/rev5art2.php3>.
7. Auskamp, J. (1999). Cómo Hacer al TPM la Prioridad de Todos. [http://www.tpmonline.com/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/tpm/.htm](http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/.htm).
8. Barba-Romero, S. & Pomerol, J. C. (1997). Decisiones multicriterio. Fundamentos teóricos y utilización práctica. Universidad de Alcalá. Madrid, Colección de Economía.
9. Benaim, S. (1992). La organización de la gerencia de mantenimiento y servicios generales en el Hospital de Pediatría "Prof. Dr. Juan P. Garrahan". Revista Mantenimiento, España. 58: 5-9.
10. Benaim, S. et al. (1994). Mantenimiento de edificios para la salud. Buenos Aires, Argentina, OPS, CAM.
11. Berger, D., P.Eng. (2006) "Six steps to condition-based maintenance" Plant Services <http://www.plantservices.com/articles/2006/199.html>
12. Bernal Muñoz, E. A. (2003). La contratación de mantenimiento. <http://www.datastream.net/latinamerica/InfoStream/adjuntos/Congresos/PonenciaEdgar%20E%20DITADA.doc>.
13. Bollman, B. (1995). Notas sobre el mantenimiento predictivo proactivo. <http://www.mantencion.com/articulos/rev21.html/rev21art2.html>.

14. Borda Elejabarrieta, J. (1993). El mantenimiento moderno (proactivo). Revista Mantenimiento, España. 70: 37-38.
15. Borroto Pentón, Yodaira, De la Paz Martínez, Estrella M. & Marrero Delgado, F. (2004). El análisis multicriterio en la realización de la auditoría de mantenimiento en instalaciones hospitalarias de segundo nivel asistencial. I Taller de Mantenimiento e Ingeniería en la Industria Biofarmacéutica, Habana, Cuba.
16. Borroto Pentón, Yodaira. (2001). Auditoría de mantenimiento en el Hospital provincial Clínico Quirúrgico "Celestino Hernández Robau". Biblioteca "Chiqui Gómez Lubián" (658 Bor. A.), UCLV, Santa Clara, Cuba.
17. Borroto Pentón, Yodaira., De la Paz Martínez, Estrella M. & González Hernández, Kaisa. (2003c). Bases para el perfeccionamiento de la gestión de mantenimiento en el Hospital Gineco Obstétrico "Mariana Grajales". Biblioteca "Chiqui Gómez Lubián" (658.202 Borr.), UCLV, Santa Clara, Cuba.
18. Borroto Pentón, Yodaira, De la Paz Martínez, Estrella M. & Marrero Delgado, F. (2003a). Contribución al perfeccionamiento de la gestión de mantenimiento en instalaciones hospitalarias de segundo nivel asistencial. Aplicación en el Hospital Provincial Docente Clínico Quirúrgico "Celestino Hernández Robau" de la provincia de Sancti Spíritus. Biblioteca "Chiqui Gómez Lubián" (658.202 Borr.), UCLV, Santa Clara, Cuba.
19. Borroto Pentón, Yodaira, De la Paz Martínez, Estrella M. & Marrero Delgado, F. (2004). El análisis multicriterio en la realización de la auditoría de mantenimiento en instalaciones hospitalarias de segundo nivel asistencial. IV Internacional Conference of Enterprises Science, Santa Clara, Cuba.
20. Boznak, R. G. (1990). Improving Reliability and Maintainability Programs With Configuration Management. The Next Revolution. Annual Reliability and Maintainability Symposium, USA.

21. Brenes Trejo, M. A. (2000). Un software para mantenimiento. Revista Mantenimiento, Costa Rica. 10: 10-13.
22. Cáceres, Susana. & Comando, Rita. (1995). Mantenimiento Hospitalario de Don José a los edificios inteligentes. Octavo Congreso Iberoamericano de Mantenimiento.
23. Comité Estatal de Finanzas. (1979). Resolución No. 611-79, del 9 de Agosto de 1979. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Año LXXVI. #32. Ciudad de La Habana.
24. Congreso del Partido Comunista de Cuba, 2. (1981). Lineamientos económicos y sociales para el quinquenio 1981-1985. Editora Política, La Habana.
25. Capítulo Español de IFMA, Asociación Internacional de Mantenimiento (2012). <http://www.ifma-spain.org/699/index.html>
26. Corretger Rauet, M. (1994). El mando intermedio en mantenimiento. Funciones, formación, responsabilidad. Revista Mantenimiento, España. 77: 41-53.
27. Corretger Rauet, M. (1996). Auditoría y autoevaluación del mantenimiento. Revista Mantenimiento, España. 100: 21-28.
28. Corretger Rauet, M. (2001). La contratación de mantenimiento nuevas tendencias. <http://www.puntex.es/mantenimiento/141corretger.htm>.
29. Crespo, A., Sánchez, J. & Ruiz, R. (1995). Diseño y desarrollo de políticas de mantenimiento mediante modelos cuantitativos. Ponencia presentada en el 8. Congreso Iberoamericano de Mantenimiento, Buenos Aires, Argentina.
30. Cruz Pérez, R. (1985). Algunos elementos sobre el análisis de los fondos básicos. Revista Economía y Desarrollo, Cuba. 88: 23-33.
31. Dagostino, H. & Dirube, D. (2004). Integración del RCM dentro de un programa de TPM. <http://www.mantencion.com/articulos/rev31art2.php3>.

32. De la Paz Martínez, Estrella M. (1996). Perfeccionamiento del sistema de mantenimiento en la Industria Textil Cubana. Aplicación en la Empresa Textil "Desembarco del Granma". Santa Clara, Cuba, UCLV. Tesis de Maestría.
33. De la Paz Martínez, Estrella M. (1998). Mantenimiento y Fiabilidad. Santa Clara, Cuba, UCLV. Monografía.
34. De la Paz Martínez, Estrella M. (2001). Curso de Mantenimiento Hospitalario. Diplomado de garantía de Calidad de los servicios de salud. Santa Clara, Cuba, UCLV. Monografía.
35. De la Paz Martínez, Estrella M. (2002). Proyecto Gestión Integral del Mantenimiento Hospitalario. Informe final de proyecto. México.
36. Delgado Acevedo, A. (2003). La gerencia en la administración del mantenimiento hospitalario. <http://sme.uni.edu.pe/MHospitalario.htm>.
37. Dounce Villanueva, E. (1998). La productividad en el mantenimiento industrial. Compañía Editorial Continental, S.A. de C. V. México.
38. Dunn, R. L. (2001). Benchmarking maintenance. <http://www.manufacturing.net/ple/index.asp?layout=articleWebzine&articleid=CA65609>
39. Dunn, R. L. (2004). Basic guide to maintenance benchmarking. <http://www.manufacturing.net/ple/index.asp?layout=articleWebzine&doc-id=66165&industry>.
40. Dunn, S. (1999). Integrating RCM with Effective Planning and Scheduling - Part 1. West Australian Optimising Maintenance Conference, Australia.
41. Dunn, S. (2000). Maintenance Outsourcing - Critical Issues. [http://www.plant-maintenance.com/outsourcing\\_crit\\_issues.shtml](http://www.plant-maintenance.com/outsourcing_crit_issues.shtml).
42. Durán, J. B. (2002). Indicadores de mantenimiento. Seminario Internacional. Viña del Mar, Chile.

43. Eade, R. (1997). The importance of predictive maintenance. <http://www.newsteel.com/features/NS9709f5.htm>.
44. Elías Gutiérrez, C. (2003). Control de procesos en mantenimiento. Revista Ingeniería y Arquitectura. Edición Especial: 6-7.
45. Ellmann, H. (1996). Costo beneficio de la implantación de RCM2, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. <http://www.mantenion.com/articulos/rev26art1.php3>.
46. Ellmann, H. (1997). ¿Por qué el mantenimiento predictivo antes que preventivo? Revista Mantenimiento, España. 10: 44-51.
47. Encinas Beltrán, V. (1994). La visión del mantenimiento basado en la fiabilidad para la maximización de la productividad. Revista Mantenimiento, Perú. 4, 2: 15-18.
48. Encinas Beltrán, V. (2000). Mantenimiento basado en tecnología de avanzada: un enfoque para el próximo milenio. Revista Mantenimiento, Costa Rica. 11: 3-7.
49. Fabrés Díaz, J. L. (1991). Auditorías en mantenimiento: un paso inicial para mejorar la competitividad. <http://www.apics.org/sigs/articles/fall99PI.htm>.
50. Fernández, J., Matos, J. & Prim, R. (1983). Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado. Editorial Científico-Técnica. Ciudad de La Habana.
51. Fucci, T. A. (2000). Tipos de mantenimiento. <http://www.geocities.com/Eureka/Enterprises/6527/LECCION3.htm>.
52. Fuertes, A., del Olmo, R. & Hernández, C. (1994). La gestión informatizada de mantenimiento: una fuente de ventajas competitivas para la empresa. Revista Mantenimiento, España. 79: 5-14.
53. Gil Diez-Ticio, J. R & Madurga Rivera, J. (1994). Informatización de la gestión de mantenimiento. Una necesidad. Revista Mantenimiento, España. 80: 35-41.

54. Gilbert Chevalier, M. (1996). El control centralizado desde la perspectiva del usuario y el Mantenedor. Revista Mantenimiento, España. 92: 48-49.
55. Gómez, C. A. (2002). Filosofía e implantación del kaizen gambea. Estrategia fundamental del Mantenimiento Productivo Total (primera parte). Revista Con Mantenimiento Productivo, México. 16: 4-9.
56. González Danger, A. H. & Hechavarría Pierre, L. (2002). Metodología Para Seleccionar Sistemas de Mantenimiento. <http://www.datastream.net/latinamerica/mm/articulos/club.asp>.
57. Granela Martín, H., De la Paz Martínez, Estrella M. & Muñoz, O. (1994). Estudios de fiabilidad como base para el perfeccionamiento de la actividad de mantenimiento. V Congreso Nacional de Matemática y Computación: COMPUMAT '94. UCLV, Santa Clara, Cuba.
58. Gusmão, C. A. (2001). Indices de desempenho da manutenção. <http://www.mantenimentomundial.com/articulos/4indices.asp>.
59. Hartmann, E. (1993). Cómo instalar con éxito el TPM en su empresa a través del original proceso TPPEM. USA, International TPM Institute, Inc.
60. Heber González, R. (1984). Mantenimiento industrial: organización, gestión y control. Buenos Aires, Editorial Alsina.
61. Hernández Cruz, E. & Navarrete Pérez, E. (2001). Sistema de cálculo de indicadores para el mantenimiento. <http://www.ispjae.cu>>[consulta/.
62. Ibáñez, M. del Olmo, R. & Hernández, C. (1992). El mantenimiento preventivo como elemento de optimización de la gestión empresarial. Revista Mantenimiento, España. 60: 23-30.
63. Idhammar, B. (1984). Maintenance and Reliability. North Carolina, USA, Idhammar Konsult AB.



64. Jofré Vartanián, A. (2000). Cómo administrar los procesos de downsizing y outsourcing. Revista Mantenimiento, Costa Rica. 14: 3-4.
65. Juric Komorski, Z. (1995). La auditoría y el autodiagnóstico del mantenimiento industrial. Revista Mantenimiento, España. 84:
66. Kamenitzer, S. E. (1985). Organización, planificación y dirección de la actividad de las empresas industriales. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
67. Kaufmann, A. (1975). Métodos y modelos de la investigación de operaciones. La Habana, Edición Revolucionaria. Instituto Cubano del Libro.
68. Kohler, E. L. (1990). Diccionario para contadores. México, Editorial Hispano Americana (UTEHA).
69. Larralde Ledo, E. (1994). Métodos de evaluación de la gestión de mantenimiento. Revista Mantenimiento, España. 72: 7-13.
70. Lezana, E. (1995). RCM después de TPM. Revista Mantenimiento, España. 81: 39-45.
71. Lezana, E. (1996). Mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM). Revista Mantenimiento, España. 91: 25-36.
72. Lourival Tavares, A. (1999). Administración moderna de Mantenimiento, Editorial Novopolo, Publicaciones Brasil.
73. Lourival Tavares, A. & Silva Filho, A.A. (2003). Mantenimiento como una actividad corporativa. Revista Ingeniería y Arquitectura, Panamá. Edición Especial: 4-5.
74. Márquez, A. (2000). Tipos de mantenimiento. <http://www.geocities.com/webmq2000/amg16.html>.
75. Marrero Delgado, F. (2001). Procedimientos para la toma de decisiones logísticas con enfoque multicriterio en la cadena de corte, alza y transporte de la caña de azúcar.

Aplicaciones en CAI de la provincia Sancti Spíritus. Ingeniería Industrial. Santa Clara, Cuba, UCLV. Tesis de Maestría.

76. Marrero, M. & Guerra, R. (1986). Algunas consideraciones sobre el nivel de utilización y la efectividad de los fondos básicos productivos en la agricultura cañera. Revista Economía y Desarrollo, Cuba. 92: 103-107.
77. Martín Montoliu, M & Elaine Kepcia, S. (1995). Justificación de la implantación de un sistema informatizado de gestión del mantenimiento. Revista Mantenimiento, España. 88: 17-26.
78. Martín, A. (2003). ¿Qué resultados se obtienen del mantenimiento predictivo? Revista Ingeniería y Gestión de Mantenimiento, España. 29: 39-42.
79. Martín de Santiago, C. (1994). Contribución de mantenimiento a la mejora de calidad. Revista Mantenimiento, España. 71: 39-40.
80. Martorell Alsina, S. (2000). Confiabilidad y su relación con la Calidad. [http://www.alcatel.es/eventos/ponencias/conferencia\\_inaugural.htm](http://www.alcatel.es/eventos/ponencias/conferencia_inaugural.htm).
81. McGregor, M. A. (1990). MTBCF Calculation for System With Unequal Periodic Maintenance Times. Annual Reliability and Maintainability Symposium, USA.
82. MINBAS. (1986). Sistema de mantenimiento preventivo por diagnóstico. Unión de empresas del papel. MINBAS. Ciudad de La Habana.
83. Ministerio de Finanzas y Precios. (2004). Normas Generales de Contabilidad. Actividad Empresarial. <http://www.mfp.cu/>.
84. Monteiro Leite, A. (1995). A Manutenção na U.E. e a crise: alguns aspectos. Revista Manutenção, Portugal. 47: 5-20.
85. Morales Silverio, R. (1993). Tendencias actuales para el perfeccionamiento de la actividad de mantenimiento. UCLV. Trabajo de Diploma.
86. Moubray, J. (1997). Reliability Centered Maintenance, Industrial Press Inc.

87. Moubray, J. (2000). Reliability Centered Maintenance. An introduction. <http://www.aladon.co.uk/10intro.html>.
88. Muntasell i Arcarons, J. (1994). Como gestionar el mantenimiento contratado de grandes edificios. Revista Mantenimiento, España. 73: 11-19.
89. Nachlas, J. A. (1995). Fiabilidad. Madrid, España. Isdefe.
90. Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM. Productivity Press. Cambridge, Massachusetts.
91. Navarrete Pérez, E. & González Martín, J. R. (1986). Mantenimiento Industrial. ISPJAE. Ciudad de la Habana.
92. NC 19-02-37. (1985). Sistema de normas de protección e Higiene del trabajo. Equipos de la técnica médica. Seguridad eléctrica. Requisitos generales, Ciudad de la Habana, Cuba, Comité Estatal de Normalización.
93. NC 92-10-78. Control de la calidad. Fiabilidad. Términos y definiciones Ciudad de la Habana, Cuba, Comité Estatal de Normalización.
94. NC-ISO 19011. (2004). Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental.
95. NC-ISO 9000. (2001). Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario.
96. NC-ISO 10993-1. (1999). Evaluación biológica de los equipos médicos-Parte1: Evaluación y ensayo. Ciudad de la Habana, Cuba, Oficina Nacional de Normalización.
97. NC-ISO 14121. (2000). Seguridad y salud en el trabajo. Seguridad de las máquinas. Principios para la evaluación de riesgos. Ciudad de la Habana, Cuba, Oficina Nacional de Normalización.
98. NC-ISO 14123-2. (2000). Seguridad de las máquinas. Reducción de los riesgos para la salud debido a sustancias peligrosas emitidas por la máquinas-Parte2. Ciudad de la Habana, Cuba, Oficina Nacional de Normalización.

99. Netherton, D. (1999). Standard to define RCM. Maintenance Technology Magazine. 6: 17.
100. Palacio P., Alvaro. (2013). "Total Productive Maintenance: Implementando el TPM", 2013. www.autoreseditores S.A. <http://www.autoreseditores.com/libro/210/alvaro-palacio-p/total-productive-maintenance-tpm.html>
101. Radiocuba. (2011). Procedimiento General de la Dirección de Mantenimiento.
102. Ruiz González, Manuel. L. (2015) El mantenimiento en Cuba. Revista CubaMan. No 023.
103. Omarov, A. M. (1977). Economía de empresas industriales. La Habana, Editorial Orbe.
104. Ortiz Álvarez, V. (2000). Aplicación del TPM (primera parte). Revista Mantenimiento, Costa Rica. 13: 3-7.
105. Payment, S. (1994). La certificación de las empresas de servicio de mantenimiento. Revista Mantenimiento, Perú. 4, 2: 10-14.
106. Pérez Jaramillo, C. (1992). Gerencia de Mantenimiento y Sistemas de Información. Colombia, Soporte y CIA. LTDA.
107. Pérez Tejeda, A. (1992). SEDAM. Sistema de apoyo computacional para el Sistema Alterno de Mantenimiento. Ponencia presentada en la VII Conferencia de Ingeniería y Arquitectura del ISPJAE., Ciudad de La Habana, Cuba.
108. Portuondo Pichardo, F & Pérez Tejeda, A (1994). Selección y diseño de un sistema de mantenimiento. Ciudad de La Habana, ISPJAE.
109. Portuondo Pichardo, F. (1990). Economía de Empresas Industriales. (2 partes). Ciudad de la Habana, Editorial Pueblo y Educación.
110. Portuondo Pichardo, F., Montes de Oca Oubiña, B. & Morera Morera, J.D. (1989). Sistema alternativo de mantenimiento. Revista Ingeniería Industrial, Cuba. 10: 113-120.

111. Quevedo Lora, F. R., Nácer Colmenero, A. & Pérez Sánchez, R. (2001). Software para la determinación de los indicadores de Fiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad de máquinas y equipos. Metánica 2001, Ciudad de la Habana, Cuba.
112. Ríos, F. (1994). Cómo diseñar y desarrollar un plan de mejora global del mantenimiento. Revista Mantenimiento, España. 76: 37-40.
113. Roberts, J. (1999). TPM Total Productive Maintenance. History and basic implementation. [http://www.tpmonline.com/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/tpm/tpmroberts.htm](http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpmroberts.htm).
114. Roda Vázquez, C. y. Sal García, C. (1992). El mantenimiento predictivo como mejora en la productividad y en los costes de las instalaciones fuertemente mecanizadas. Revista Mantenimiento, España. 59: 17-21.
115. Roman, P. A. & Simas, B. W. (1990). Radio Network Modeling Using Criticality and Conditional Probability Theory. Annual Reliability and Maintainability Symposium.
116. Romero, C. (1993). Teoría de la decisión multicriterio: conceptos, técnicas y aplicaciones. Alianza Editorial, Madrid.
117. Saavedra, P. (2000). Mantenimiento predictivo y monitoreo según condición. <http://www.mantencion.com/articulos/rev03/rev3.art2html>.
118. Sánchez Sánchez, R. (1999). Contribución al perfeccionamiento del sistema de gestión del mantenimiento a las máquinas y equipos productivos y energéticos en la fase de operación en las fábricas de azúcar crudo cubanas. Ingeniería Industrial. Santa Clara, Cuba, UCLV. Tesis de Maestría.
119. Sánchez, A. & Molina, R. (1991). Implantación de un sistema de mantenimiento en la Planta de Sidetur en Barquisimeto. Revista Insumo Industrial, Venezuela. 23: 60-68.
120. Sanz Sacristán, J. (2001). Importancia del mantenimiento para mejorar la eficiencia de una instalación. Aplicación del método RCM. <http://www.puntex.es/mantenimiento/141sanz.htm>.

121. SIGFA. (2000). Metodología de la auditoría operacional y el proceso de auditoría. <http://www.hacienda.gob-ni/saigfa/sin-frames>.
122. Sotuyo Blanco, S. (2000). El hombre de mantenimiento. Revista Mantenimiento, Costa Rica. 10: 3-8.
123. Sotuyo Blanco, S. (2002). La optimización integral de mantenimiento. <http://www.mantenimientomundial.com/articulos/11optimizacion.asp>.
124. Stoner, J.A. (1987). Administración. (Segunda parte). University of New Haven, Prentice may Hispanoamérica S:A:
125. Taboada Rodríguez, C. et al. (1990). Organización y planificación de la producción. (Primera parte). Ciudad de La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
126. Tavares de Carvalho, L. (1994). Mantenimiento en empresas competitivas. Revista Mantenimiento, Chile. Enero-Marzo: 20-23.
127. Thuesen, H. G., Fabrycky. W. J. & Thuesen, G. J (1993). Ingeniería Económica. México, Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
128. Tobalina, F. (1992). Una nueva dirección en la producción: TPM. Revista Mantenimiento, España. 60: 19-21.
129. Toledo Gascón, D. & Borroto Pentón, Yodaira. (2001). La auditoría de mantenimiento en el Hospital Provincial Docente Clínico Quirúrgico "Arnaldo Milián Castro". Santa Clara, Cuba, UCLV. Trabajo de Diploma.
130. Torres, J. (1997). A MCC- Manutenção Centrada na Confiabilidade e o Capítulo-4 do Manual de diretrizes da linha seg: Uma proposta para racionalização das tarefas e redução do custo de manutenção. II Seminario de Manutenção CEMAN, Brasil.

131. Treto Cárdenas, O. & Navarrete Pérez, E. (1993). El mantenimiento predictivo en un sistema GMAC. Ponencia presentada en el evento provincial de la UNAICC, previo a la Conferencia Internacional FEMOI '93, Ciudad de la Habana, Cuba.
132. Van Kessel, N. I. (1992). Searching for the optimum through maintenance concepts: maintenance engineering in theory and practice. Euromaintenance '92, Lisboa.
133. Vérez Basanta. (1982). Auditoría. Ciudad de la Habana, Editorial Pueblo y Educación.
134. Vicent Hernández, R. (1996). Implantación del sistema GMAC en el Hospital Clínico Quirúrgico "Hermanos Ameijeiras". Ciudad de la Habana, ISPJAE. Trabajo de Diploma.

**Anexo 1** Clasificación de los medios básicos en Cuba

<b>Grupo</b>	<b>Denominación</b>	<b>Ejemplos</b>
1	Edificios	Industriales, de vivienda, para deportes, naves.
2	Otras construcciones	Cimentaciones, carreteras, tanques, torres de enfriamiento.
3	Máquinas y equipos energéticos	Compresores, bombas, calderas, motores, transformadores.
4	Máquinas y equipos productivos	Hornos, máquinas y equipos de industrias específicas.
5	Aparatos y equipos técnicos especiales	Instrumentos de medición, máquinas de oficina, computadoras.
6	Medios y equipos de transporte	Camiones, barcos, aviones, ferrocarril.
7	Muebles y otros objetos	Equipos de iluminación de uso doméstico, muebles, objetos de protección.
8	Animales	Animales de trabajo.
9	Otros medios básicos	Plantaciones permanentes agrícolas.

Fuente: Ministerio de Finanzas y Precios, 2004.



**Anexo 2** Tecnologías predictivas para identificar y/o corregir fallos.

<b>Tecnologías</b>	<b>Referencias</b>
--------------------	--------------------

Análisis vibracional	[Bolaños, 1992; Aduvire, López & Aduvire, 1992; González García, 1997; Encinas, 2000; Estupiñán & Saavedra, 2002]
Análisis de aceite	[Payri González, Macián Martínez & Espinosa Bejerano, 1992; Saavedra, 2000; Encinas, 2000; Estupiñán & Saavedra, 2002]
Análisis Ultrasónico	[Encinas Beltrán, 2000]
Análisis espectral de corriente en motores de inducción	[Encinas Beltrán, 2000]
Análisis de cables de acero	[Encinas Beltrán, 2000]
Inspecciones electromagnéticas	[Encinas Beltrán, 2000]
Control y automatización	[Encinas Beltrán, 2000]
Alineamiento láser	[Encinas Beltrán, 2000]
Balanceo dinámico	[Encinas Beltrán, 2000]
Ensayos no destructivos (líquidos penetrantes, partículas magnéticas, ultrasonidos, radiografía, técnicas microestructuradas, medida de deformaciones, variaciones de dureza, medidas de capas internas de óxido, etcétera)	[Aduvire, López Y Aduvire, 1992; Naval, 1997]
Detección de problemas (Espectro Spike Energy)	[Rayo, 1992]
Inspecciones visuales (estroboscopia, endoscopia, fotografía y video, perfilometría, sonda de luz, baroscopio, etcétera)	[Aduvire, 1992; Eade, 1997; Améndola, 2002]
Inspecciones acústicas (sonómetros, vibrómetros, Análisis de Impulsos de choque)	[Aduvire, 1992; Améndola, 2002]
Ensayos tribológicos (ferrografía, ferroscofia, análisis de lubricantes)	[Aduvire, 1992; Verdini & Veratti, 2000]
Medidas de magnitudes físicas en general (corrosión, presión)	[Aduvire, 1992]
Inspecciones térmicas (termómetros de expansión de fluidos, análisis termográficos, termoindicadores, etcétera.)	[Aduvire, 1992; González García, 1997; Eade, 1997; Verdini & Veratti, 2000; Encinas Beltrán, 2000; Estupiñán & Saavedra, 2002]

Fuente: elaboración propia.

### Anexo 3 Criterios Clasificación de los fallos

Criterio de clasificación	Tipo de fallo
---------------------------	---------------

Por su influencia en la capacidad de trabajo	Total Parcial
Por su interacción con otros fallos	Dependiente Independiente
Por las causas que lo provocan	Constructivos Tecnológicos De explotación Por desgaste
Por su modo de manifestación respecto al tiempo	Repentino Gradual
Por el período de la vida del artículo en que se manifiestan	Prematuro Casual De desgaste o envejecimiento
Por su severidad	Aceptable Marginal Crítico Catastrófico
Por su frecuencia de ocurrencia	Frecuente Probable Ocasional Remoto Extremadamente remoto
Por el tiempo de ocurrencia del fallo	Estable Temporal Alternante

Fuente: De la Paz Martínez, 1998.

#### **Anexo 4. Guía para la confección del informe del oponente de la tesis o trabajo final**

##### **Datos del Oponente:**

- ♦ Nombres y apellidos:
- ♦ Grado Científico:
- ♦ Categoría Docente o Científica:
- ♦ Máster en:
- ♦ Especialista en:
- ♦ Centro de Trabajo:

##### **Datos sobre la tesis:**

- ♦ Título:
- ♦ Nombres y apellidos del alumno:
- ♦ CES o UCT:
- ♦ Tutor:
- ♦ Institución:

##### **Contenido de la opinión crítica del oponente:**

##### **El oponente elaborará un informe escrito en el que valorará los aspectos siguientes:**

- ♦ Actualidad e importancia del tema.
- ♦ Características de la investigación y valor de los resultados.
- ♦ Utilización y pertinencia de la bibliografía.
- ♦ Estructura y presentación.
- ♦ Señalamientos críticos y preguntas.
- ♦ Conclusiones.

##### **Fecha de elaboración y firma**

### **Anexo 5. Guía para la opinión del tutor**

El tutor, durante el acto de defensa hará una valoración del trabajo del alumno, de forma escrita u oral en la que abordará, entre otros, los aspectos siguientes:

- ♦ Grado de independencia alcanzado.
- ♦ Desarrollo de habilidades investigativas.
- ♦ Aplicación de los conocimientos adquiridos en el trabajo de investigación.
- ♦ Valor científico de la tesis.
- ♦ Utilización de la bibliografía relacionada con el tema de investigación.
- ♦ Dedicación y disciplina del alumno al trabajo de investigación.

**Anexo 6** Recopilación de áreas y funciones a auditar según diferentes autores.

Autor	Áreas a auditar	Funciones a auditar
Fabrés Díaz [1991]	1. Organización. Personal. Relaciones.	1.1 Adecuación y balance del organigrama. 1.2 Directrices de mantenimiento 1.3 Formación y calificación del personal 1.4 Planes de formación 1.5 Motivación del personal 1.6 Comunicación
	2. Preparación y Planificación del Trabajo.	2.1 Sistemática de órdenes de trabajo (O.T.) 2.2 Coordinación de especialidades 2.3 Establecimiento de programas 2.4 Definición de materiales 2.5 Estimación de tiempos 2.6 Estimación de fechas de finalización 2.7 Recepción de trabajos terminados 2.8 Evaluación de necesidades externas
	3. Ingeniería. Inspección y Mantenimiento Preventivo.	3.1 Diseño y montaje instalaciones existentes 3.2 Documentación técnica disponible 3.3 Historial equipos 3.4 Investigación sistemática de averías. 3.5 Gamas de mantenimiento preventivo 3.6 Análisis de métodos de trabajo 3.7 Dotación de medios de mantenimiento e inspección
	4. Compras y Almacenes de Materiales.	4.1 Sistemática de la gestión de compras 4.2 Recepción de materiales 4.3 Locales. Disposición física de los materiales. Localización 4.4 Codificación. Estandarización de recambios 4.5 Calidad del servicio de los almacenes de mantenimiento

### Continuación Anexo 6

	5. Contratación.	5.1 Política de Contratación de trabajos 5.2 Especificación técnica de los trabajos a contratar. 5.3 Selección de Contratistas 5.4 Supervisión de Contratistas
Fabrés Díaz [1991]	6. Presupuestos de Mantenimiento. Control de costos.	6.1 Preparación de presupuesto anual de Mantenimiento 6.2 Definición de tipos de Mantenimiento. 6.3 Documentos de Gestión Económica 6.4 Informatización del Control de Costes 6.5 Seguimiento y Control de Costes. 6.6 Existencia y evolución de índices económicos.
	7. Contratación.	7.1 Duración de los trabajos de Mantenimiento. Rendimiento de la Mano de Obra 7.2 Cumplimiento de los plazos 7.3 Calidad de los trabajos realizados 7.4 Coste de los trabajos realizados 7.5 Estado de las Instalaciones-Averías 7.6 Calidad de servicio
Corretger Rauet [1996]	1. Organización.	1.1 Organigrama 1.2 Definición de funciones 1.3 Efectivos y su distribución 1.4 Sistemáticas de mantenimiento aplicadas 1.5 Administración de los trabajos. 1.6 Planes de formación 1.7 Medios técnicos
	2. Personal.	2.1 Calificación del personal con mando 2.2 Calificación del personal operario 2.3 Comunicación 2.4 Motivación 2.5 Rendimiento
	3. Ejecución, preparación y planificación.	3.1 Sistemáticas de funciones 3.2 Coordinación de especialidades 3.3 Proporción trabajos preparados

		3.4 Estimación de tiempos 3.5 Nivel preventivo 3.6 Planificación 3.7 Cumplimiento de programas 3.8 Documentación 3.9 Históricos de mantenimiento
--	--	---

**Continuación Anexo 6**

Corretger Rauet [1996]	4. Almacenes y aprovisionamiento.	4.1 Estado físico de los almacenes 4.2 Respuesta a peticiones urgentes 4.3 Codificación 4.4 Control de recepción materiales 4.5 Sistemas aprovisionamiento 4.6 Gestión y control de existencias
	5. Presupuesto y su control.	5.1 Presupuesto anual y su preparación 5.2 Distribución presupuestaria 5.3 Documentación de control 5.4 Control analítico de costos 5.5 Informes presupuestarios 5.6 Aplicación informática
	6. Control del servicio.	7.1 Índices de control 7.2 Estado de las instalaciones 7.3 Calidad de los trabajos 7.4 Cumplimiento de prioridades 7.5 Satisfacción de usuarios 7.6 Nivel informático

Fuente: elaboración propia.



**Anexo 7** Guía de evaluación y chequeo de los sistemas ingenieros.

<b>GUÍA DE EVALUACIÓN</b>	Puntos a alcanzar	puntos alcanzados
1. Levantamiento físico técnico de los sistemas ingenieros	20	
2. Poseer carpeta de lubricación	5	
3. Carpetas técnicas confeccionadas y actualizadas	15	
4. Plan de mantenimiento confeccionado y actualizado	15	
5. Manuales de explotación y mantenimiento de equipos	10	
6. Disponibilidad técnica de los sistemas ingenieros	5	
7 Poseer el Manual de Normas y Procedimientos de mantenimiento	10	
8. Estructura con la categorización de los sistemas ingenieros	5	
9. Control de los recursos asignados	5	
10. Estado de conservación de agregado, piezas y equipos	5	
11. Limpieza y organización en áreas y locales de mantenimiento	5	
<b>TOTAL</b>	100	

Evaluación:

Mal 0-70

Regular 71-79

Bien 80-89

Muy bien 90-100

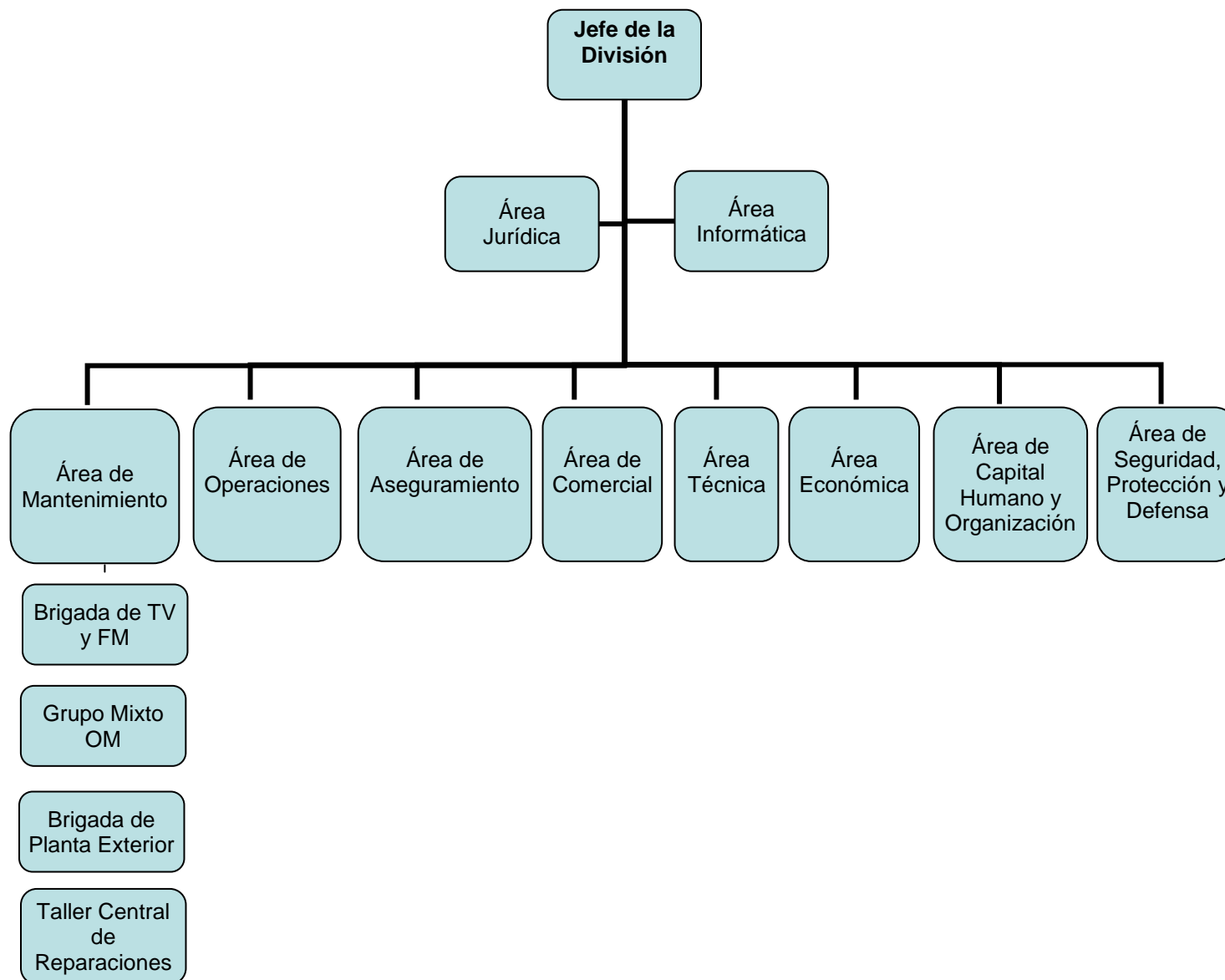
Índice alcanzado:

Deficiencias:

Firma Jefe de mantenimiento

Fuente: Documentos de Servicios, Sancti Spíritus.

## Anexo 8 Estructura Organizativa Radiocuba Sancti Spíritus



**Anexo 9** Guías de entrevista y guías de acción para la realización de la auditoría de mantenimiento.

**Parte I**

**Guías de entrevista**

**Guía de entrevista para el área Organización de mantenimiento**

**Factor: documentación técnica**

1. ¿Existe la documentación técnica para todos los equipos médicos y no médicos o los sistemas ingenieros del hospital?
2. ¿Se refleja en la documentación técnica el nombre del equipo, marca, modelo, país, ciclos de mantenimiento, piezas importantes del equipo y su costo, función que realiza el equipo, fecha de puesta en marcha?
3. ¿Se conoce por parte de los trabajadores de mantenimiento de la existencia del Manual normas y procedimientos?
4. ¿El Manual de normas y procedimientos es usado como guía en el trabajo diario de los trabajadores de mantenimiento?
5. ¿Los ciclos de mantenimiento son adecuados, con que frecuencia se revisan?

**Factor: historial de equipos**

1. ¿Existe el historial de los equipos?
2. ¿Con que frecuencia se actualiza?
3. ¿Se refleja en él, el tiempo de operación del equipo, la frecuencia, duración y causas de las averías, las intervenciones de mantenimiento y su duración, los recursos materiales y humanos a emplear en cada intervención?
4. ¿Se realiza una investigación sistemática de las averías más frecuentes?

**Continuación Anexo 9** Guías de entrevista y guías de acción para la realización de la auditoría de mantenimiento

Factor: seguimiento de órdenes de trabajo

1. ¿Existe el documento orden de trabajo?
2. ¿Se recoge en el mismo 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?
3. Valorar el flujo informativo de este documento desde que se emite hasta su recepción.

Factor: distribución presupuestaria

1. ¿Cómo se desglosa el presupuesto anual del hospital?
2. ¿Existe un presupuesto para mantenimiento?
3. ¿El presupuesto para mantenimiento garantiza la adquisición de los recursos necesarios para la organización, planificación, ejecución y control de mantenimiento?
4. ¿El departamento de mantenimiento o la Vicedirección a la cual se subordina participa en la previsión del presupuesto para mantenimiento?

Factor: Planificación y programación de las actividades de mantenimiento

1. ¿Existe, la descripción de las actividades a realizar para cada intervención de mantenimiento, su duración, la cantidad de horas-hombre necesarias para llevarlas a cabo?
2. ¿Existe el plan de mantenimiento para los equipos que así lo requieran?. ¿En que % se cumple?
3. ¿Existe el plan de lubricación y conservación de los equipos?
4. ¿Existe la planificación de las inspecciones para los equipos que así lo requieran?
5. ¿Está establecido quién elabora, quién ejecuta, quién controla los planes antes mencionados?

## **Continuación Anexo 9**

### **Guía de entrevista para el área Administración de mantenimiento**

#### Factor: control de materiales y repuestos

1. ¿Existe el documento para el control de materiales y repuesto a utilizar?
2. Verificar si en el documento para el control de materiales y repuestos a utilizar se 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. Valorar el flujo informativo de este documento desde que se emite hasta su recepción.

#### Factor: control de costos de mantenimiento

1. ¿Existe el documento para el control de costos de mantenimiento a utilizar?
2. Se llevan por el Departamento de mantenimiento, Departamento de electromedicina y el Departamento de contabilidad los costos de salario para mantenimiento, los costos de materiales, los costos de la tercerización, los costos de depreciación, todos esto, para cada una de las intervenciones a los equipos médicos y no médicos del hospital.
3. Valorar el flujo informativo de este documento desde que se emite hasta su recepción.

#### Factor: índices de gestión

1. ¿Se tiene conocimiento sobre que indicadores de gestión debe llevar el área de mantenimiento?
2. ¿Se calculan o estiman índices de gestión, cuáles y su cuantía?
3. ¿Son utilizados para la toma de decisiones en el mantenimiento hospitalario?

## **Continuación Anexo 9**

### **Guía de entrevista para el área Administración de mantenimiento**

#### **Guía de entrevista para el área Servicio de terceros**

##### Factor: políticas de contratación

1. ¿se establecen metas y objetivos para la tercerización del mantenimiento en el hospital?
2. ¿Está establecido cuáles servicios de mantenimiento tercerizar?
3. ¿Está definido el documento legal que permite la tercerización de mantenimiento en el hospital?
4. ¿Existe un presupuesto para la tercerización de mantenimiento en el hospital?

##### Factor: selección del contratista

1. ¿Se conoce la calificación del personal técnico que presta el servicio de tercerización?
2. ¿Cómo se realiza la selección del contratista en el hospital?
3. ¿Cuáles son las empresas que brindan servicios de tercerización en el área del mantenimiento a equipos médicos y no médicos.

##### Factor: control en la recepción

1. ¿Cómo se realiza el control en la recepción del equipo o equipos intervenidos por el contratista?
2. ¿Se verifica la calidad de la intervención de mantenimiento ejecutada?

##### Factor: garantía

1. ¿Se establece en el contrato los términos de garantía del servicio contratado?
2. ¿Se verifica el cumplimiento de la garantía, por parte del hospital?

## **Parte II**

### **Guías de acción**

Estas guías se establecen para las áreas de “personal”, “Infraestructura y equipos de mantenimiento” y “Equipamiento e instalaciones”.

➤ **Guía de acción para el área Personal**

**Anexo 10** Coeficiente de concordancia de Kendall.

$H_0$  : no existe asociación entre el juicio de los expertos

$H_1$  : Existe asociación entre el juicio de los expertos

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12}k^2(N^3 - N)}$$

donde:

S : suma de los cuadrados de las desviaciones observadas de la media de  $R_j$

$R_j$ : suma de rangos asignados a cada solicitante

k : número de conjuntos de rangos u ordenaciones

N : número de entidades (objetos, individuos, factores) ordenados

$$S = \sum_{j=1}^k \left( R_j - \frac{\sum R_j}{N} \right)^2$$

$\frac{1}{12}k^2(N^3 - N)$  : máxima suma posible de las desviaciones al cuadrado, es decir, la suma S que

ocurrirá al darse un perfecto acuerdo entre las k ordenaciones.

- Prueba de la significación de W

Para muestras pequeñas  $N < 7$ : RC: Si  $S \geq S^*$  (tabulada), se rechaza la hipótesis de nulidad

Para muestras grandes  $N > 7$

Estadígrafo:  $X^2 = K(N-1)W$

RC: Si  $X^2 \geq X^2$  tabulada, se rechaza la hipótesis de nulidad.

Fuente: Siegel, 1972.

**Anexo 11** Resultados obtenidos al aplicar métodos multicriterios discretos para el ordenamiento de los centros transmisores de la provincia Sancti Spíritus.

Hospital	Criterios						Suma ponderada	Orden de selección
	1	2	3	4	5	6		
Comunitaria Sancti Spíritus	94	14	6	71964	2	86	0,03003	10
Comunitaria Yaguajay	80	10	7	37978	2	75	0,02681	11
CTOM Radio Trinidad	110	18	9	46529	2	70	0,03591	9
CTOM Sancti Spíritus Trinidad	300	55	19	106284	2	80	0,08599	6
CTTV Las Llanadas	228	99	21	816741	3	100	0,13325	2
CTTV San Isidro	533	176	20	816741	3	100	0,18951	1
CTOM Sancti Spíritus	107	88	10	816741	3	100	0,10075	4
CTTV Fomento	47	77	4	816741	3	100	0,08204	7
CTTV La Vigía	303	127	4	405207	3	95	0,10451	3
CTTV El Pedrero	50	5	3	35836	2	89	0,01621	12
CTOM Progreso	296	60	21	66556	3	100	0,08929	5
Comunitaria La Sierpe	10	4	1	33633	1	50	0,00713	17
CTTV Gavilanes	10	10	1	46529	1	50	0,00975	14
Comunitaria Cabaiguán	3	10	1	73448	1	50	0,01038	13
Comunitaria Taguasco	4	6	1	73448	1	50	0,00919	15
Comunitaria Fomento	3	5	1	73448	1	50	0,00876	16
CTOM Yaguajay	80	5	3	816741	3	85	0,06050	8

Leyenda para los criterios

- 1- Cantidad de población a la que brinda servicio.
- 2- Cantidad de equipos principales.
- 3- Cantidad de equipos auxiliares.

Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación del método de la entropía y la suma ponderada.



**Anexo 12.** Claves para las afectaciones.

**Claves de Causas de Fallo de Interrupción**

- A. Energía externa.
- B. Energía interna (Planta eléctrica o batería).
- C. Información de programa.
- D. Equipos auxiliares.
- E. Sistema de radiación.
- F. Sistema de enfriamiento.
- G. Distribución de energía.
- H. Exitador de RF.
- I. Etapas intermedias RF.
- J. Etapa final RF.
- K. Etapa de audiofrecuencia.
- L. Modulador.
- M. Fuente alimentación de potencia (+1kV).
- N. Fuente alimentación media (-1kV).
- O. Sistemas de operación automático.
- P. Corrimiento de frecuencias.
- Q. Niveles de ruido excesivo.
- R. Desajuste.
- S. Unidad Manipuladora.
- T. Acoplador de antena.
- U. Malas Operación.
- V. Equipos Terminales.
- W. Filtros.
- X. Mala calidad en vídeo.
- Y. Otros.

### Anexo 13 Modelo de reporte Anual de Mantenimientos. DNM-1-M

Empresa Nacional Radiocuba  
 Dirección de Mantenimiento  
 Programación y Control del Mantenimiento Preventivo.

(11) J' Mtto. Prov. Gilberto Rodríguez Valdés  
 (12) Aprobado \_\_\_\_\_  
 (1) Año 2018

(2) Unidad CTTV San Isidro TV  
 (3) Municipio Sancti Spiritus  
 (4) Provincia Sancti Spiritus

No(5)	EQUIPO(6)	(7)Hr/Hm.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	Cubavisión CH – 9 Transm R&S – 2 KW San Isidro. S.Spiritus	M-1												
		T-2						T						T
		S-4									S			
		A-8			A									
			8					2		4			2	
2	Telerebelde CH – 11 Transm R&S – 2 KW San Isidro . S.Spiritus	M-1												
		T-2						T						T
		S-4									S			
		A-8			A									
			8					2		4			2	
3	Educativo CH – 23 DMT0,300 Kw San Isidro S.Spiritus	M-1												
		T-2						T						T
		S-4									S			
		A-8			A									
			8					2		4			2	
4	Educ. 2 CH – 35 DMT0,300 Kw San Isidro S.Spiritus	M-1												
		T-2						T						T
		S-4									S			
		A-8			A									
			8					2		4			2	
5	Multivisión CH-47 Transmisor EUROTEL 0,500 San Isidro S.Spiritus	M-1												
		T-2						T						T
		S-2			S						S			
		A-6												

Fuente: Planificación Anual de Mantenimientos de Televisión, Centro San isidro. Procedimiento General de la Dirección de Mantenimiento. Radiocuba. (2011).

**Anexo 14** Modelo de reporte de los Mantenimientos Preventivos Planificados MPP y Mantenimientos Correctivos. DNM-2-M

<b>Empresa Nacional Radiocuba</b> <b>Dirección de Mantenimiento</b> <b>Reporte de Mantenimiento</b>		(1) Preventivo ( __ )	
		Correctivo ( __ )	
		(2) No. _____	
Planta Interior (3) Centro: _____ (4) Equipo: _____	Planta Exterior (5) Código Sist. Radiación: _____ (6) Indicativo: _____	(7) Fecha	(8) Hora
(9) Reportado por:		(10) A:	
(11) Objetivo ó defecto que presenta:			
(12) Acción Tomada:			
(13) Asuntos Pendientes			
(14) Material Empleado:			
(15) Ejecutado por:		(16) Fecha	(17) Hora
(18) Horas / Hombre		(19) Recibido por:	

**DNM-2M**

Fuente: Procedimiento General de la Dirección de Mantenimiento. Radiocuba. (2011).

**Anexo 15** Levantamiento del personal de mantenimiento de la División Radiocuba Sancti Spíritus.

Trabajadores del departamento de mantenimiento

Nombre y Apellidos	Denominación del puesto	Salario básico
Gilberto Rodríguez Valdés	Jefe de Mantenimiento	425.00
Alberto Cabezas Cañizares	Especialista Principal en Tecnología de las comunicaciones, la automática y los servicios.	395.00
Yosvani Echemendía Marín	Especialista Principal en Tecnología de las comunicaciones, la automática y los servicios.	395.00

Jesús Alonso Jaramillo	Espec. General en tecnología de las comunicaciones, la electrónica, la automática y los servicios técnicos	355.00
Lidio H. Díaz Fasco	Espec. General en tecnología de las comunicaciones, la electrónica, la automática y los servicios técnicos	355.00
Yoandy Marín Alomá	Técnico Superior en tecnología de la información, las comunicaciones, la automática, la electrónica y los servicios técnicos	315.00
Normando Romero Cañizares	Torrero "A" (Jefe de Brigada)	425.99
Sudany Romero Echevarría	Torrero "B"	335.99
Yosdany Gómez Ramírez	Torrero "B"	335.99
Yusnier Rodríguez Delgado	Torrero "C"	320.99
Jorge Sobrino Quesada	Operario "A" de Equipos Electrónicos, Electromecánicos y de Telecomunicaciones	285.00
Eddiee Guerra Rodríguez	Operario "A" de Equipos Electrónicos, Electromecánicos y de Telecomunicaciones	285.00
Abel Perez Caballero	Operario "A" de Equipos Eléctricos, Electromecánicos y Telecomunicaciones	285.00

Continuación **Anexo 15** Levantamiento del personal de mantenimiento de la División Radiocuba Sancti Spíritus.

<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>Denominación del puesto</b>	<b>Salario básico</b>
Mario Lucas Pérez Medina	Operario "C" de Equipos Eléctricos, Electromecánicos y Telecomunicaciones	250.00
Antonio Meneses Fernández	Operario "C" de Equipos Eléctricos, Electromecánicos y Telecomunicaciones	250.00
Elpidio García Gutierrez	Esp "B" en Ahorro y Uso Racional Energía	395.00
Eriel Castillo Arcia	Técnico en Ahorro y Uso Racional Energía	315.00

Grupo Técnico del Municipio Trinidad.

<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>Denominación del puesto</b>	<b>Salario básico</b>
René Luis Fritze Pineda	Jefe Centro Transmisor Internacional	425.00
José Fco. López Vera	Especialista Principal en Tecnología de las Comunicaciones, la automática y los servicios técnicos	395.00
Marilén Alvarez Rodríguez	Operario "A" de Equipos Eléctricos, Electromecánicos y telecomunicaciones	285.00
David Cristobal Rubia Ramírez	Tecnico Superior en tecnología de la información, las comunicaciones, la automática, la electrónica y los servicios técnicos	315.00

Fuente: P-4 Plantilla de Radiocuba.

**Anexo 16** Levantamiento de equipos de radiodifusión del Centro de Televisión San Isidro en Sancti Spíritus.

<b>EMISORA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>SERVICIO</b>
TDT	17	TV
TDT HD	29	TV
MULTIVISION	31	TV
CUBAVISION	9	TV
TELEREBELDE	11	TV
C.EDUCATIVO	23	TV
C.EDUCATIVO (2)	35	TV
SANCTI SPIRITUS	106.3	FM
REBELDE	99.9	FM
PROGRESO	97.9	FM
HABANA RADIO	92.5	FM
RELOJ	95.9	FM
ENCICLOPEDIA	91.1	FM
MUSICAL	93.9	FM
VITRAL+SANCTI SPIRITUS	101.1	FM
TAINO	107.9	FM

**Anexo 17** Orden de trabajo del Taller Región Centro.

		<b>ORDEN DE TRABAJO</b>		Fecha entrega Taller			Orden No
				D	M	A	
Datos cliente							
Organismo: MC	Empresa: Radiocuba			División: Sancti Spíritus			
Centro :							
Datos del equipo.							
Medio Técnico	Marca	No. Serie		No. Inventario.			
Servicio Realizado.							
Especialistas Participantes:							
Nombres y Apellidos.			Tiempo	Tarif H	Importe		
Sub- Total							
Componentes, Partes, Piezas y Materiales a Utilizar.							
Código	Descripción	U/M	Cantidad	Precio	Importe		
Sub- Total							
Certificado Por:		Conforme Por:		Fecha			
Nombres y Apellidos:		Nombres y Apellidos:		D	M	A	
Yosvani Echemendia Marín		Gilberto Rodríguez Valdés					
Cargo: Especialista		Cargo: J Mantenimiento					
Firma:		Firma:		Observaciones:			
		Fecha:					

**CONCLUSIONES GENERALES**

1. El estudio bibliográfico realizado para la construcción del marco teórico - referencial de la investigación confirma la existencia de una amplia base conceptual sobre el mantenimiento y sus aplicaciones en el sector industrial. Sin embargo, son escasos los precedentes, en la bibliografía consultada sobre el tratamiento del mantenimiento en organizaciones de servicio, específicamente en la radiodifusión.

2. En el contexto de la investigación realizada en esta Tesis de Maestría, quedó demostrado que es necesaria la “reconceptualización” del mantenimiento aplicando el mantenimiento predictivo, basado en la confiabilidad, acorde con los requerimientos actuales de la empresa.
3. El análisis de la situación problemática que fundamentó esta Tesis de Maestría, demostró la necesidad de desarrollar un procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad en la División Provincial Radiocuba Sancti Spíritus y los procedimientos específicos que lo complementan. En particular, la aplicación del procedimiento específico para la realización de la auditoría de mantenimiento, reveló que los principales problemas que afectan la gestión del mantenimiento se centran en las áreas “Organización” y “Administración”.
4. El procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad en la División Provincial Radiocuba Sancti Spíritus y los procedimientos específicos asociados, así como las técnicas y herramientas utilizadas, se constituyen en un complemento necesario en los estudios a realizar para alcanzar la excelencia que requieren los servicios de radiodifusión del sector de las comunicaciones.
5. La aplicación del Sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora (GMAC) en la radiodifusión, mostró su efectividad como estrategia de mantenimiento adecuada para los equipos de la red de transmisores, quedando evidenciado en un mejor comportamiento de los costos de mantenimiento.
6. La aplicación del procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento en la radiodifusión y los procedimientos específicos que lo complementan, en el Centro de Televisión San Isidro, permitió la determinación de los problemas que afectan la gestión del mantenimiento, la elección de las variantes de mantenimiento predictivo para los equipos principales, basada en la clasificación de los equipos y la clasificación de los fallos, así como la evaluación de la Sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora (GMAC), contribuyendo a elevar la efectividad de la gestión del mantenimiento, quedando con ello validada la hipótesis general de la investigación.





## **RECOMENDACIONES**

5. Utilizar el procedimiento para la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad en las divisiones de Radiocuba de todo el país con el fin del mejoramiento de la gestión del mantenimiento.
6. Culminar la aplicación del procedimiento para la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad en todos los centros de la División Radiocuba Sancti Spíritus.
7. Para contribuir a la generalización de los resultados obtenidos, se recomienda continuar la divulgación de esta investigación mediante su publicación y presentación en eventos científicos, particularmente relacionados con la gestión del mantenimiento.
8. Continuar y enriquecer la presente investigación con el perfeccionamiento de las guías de entrevista y las guías de acción de la auditoría de mantenimiento, el completamiento de las guías de inspección para el mantenimiento preventivo con base en la condición, así como realizar estudios relacionados con los costos del mantenimiento en la radiodifusión.
9. Utilizar el procedimiento para la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad en las divisiones de Radiocuba de todo el país con el fin del mejoramiento de la gestión del mantenimiento.
10. Culminar la aplicación del procedimiento para la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad en todos los centros de la División Radiocuba Sancti Spíritus.
11. Para contribuir a la generalización de los resultados obtenidos, se recomienda continuar la divulgación de esta investigación mediante su publicación y presentación en eventos científicos, particularmente relacionados con la gestión del mantenimiento.
12. Continuar y enriquecer la presente investigación con el perfeccionamiento de las guías de entrevista y las guías de acción de la auditoría de mantenimiento, el completamiento de las guías

de inspección para el mantenimiento preventivo con base en la condición, así como realizar estudios relacionados con los costos del mantenimiento en la radiodifusión.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

135. A.E.M. (1995). El mantenimiento en España. Asociación española de mantenimiento. Barcelona.

136. Aguilera Martínez, A. F. (2001). Perfeccionamiento de la planificación de recursos humanos en el Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM). Una aplicación en la Industria Textil Cubana. Ingeniería Industrial. Santa Clara, Cuba, UCLV. Tesis de Maestría.
137. Aladon. (2000). Reliability Centered Maintenance. An Introduction. <http://www.aladon.co.uk/10intro.html>.
138. Améndola, L. (2003). Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión del mantenimiento. <http://www.mantenimientomundial.com/notas/propulsores.asp>.
139. Améndola, L. (2002). Modelos Mixtos de Confiabilidad. <http://datastream.net/latinamérica/libroaméndola/default.asp?lang=esp>.
140. Araya Schulz, R. (1991). Mantenimiento según condición: una herramienta de productividad (parte 1). <http://www.mantencion.com/articulos/rev5art2.php3>.
141. Auskamp, J. (1999). Cómo Hacer al TPM la Prioridad de Todos. [http://www.tpmonline.com/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/tpm/.htm](http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/.htm).
142. Barba-Romero, S. & Pomerol, J. C. (1997). Decisiones multicriterio. Fundamentos teóricos y utilización práctica. Universidad de Alcalá. Madrid, Colección de Economía.
143. Benaim, S. (1992). La organización de la gerencia de mantenimiento y servicios generales en el Hospital de Pediatría "Prof. Dr. Juan P. Garrahan". Revista Mantenimiento, España. 58: 5-9.
144. Benaim, S. et al. (1994). Mantenimiento de edificios para la salud. Buenos Aires, Argentina, OPS, CAM.
145. Berger, D., P.Eng. (2006) "Six steps to condition-based maintenance" Plant Services <http://www.plantservices.com/articles/2006/199.html>

146. Bernal Muñoz, E. A. (2003). La contratación de mantenimiento. <http://www.datastream.net/latinamerica/InfoStream/adjuntos/Congresos/PonenciaEdgar%20E DITADA.doc>.
147. Bollman, B. (1995). Notas sobre el mantenimiento predictivo proactivo. <http://www.mantenccion.com/articulos/rev21.html/rev21art2.html>.
148. Borda Elejabarrieta, J. (1993). El mantenimiento moderno (proactivo). Revista Mantenimiento, España. 70: 37-38.
149. Borroto Pentón, Yodaira, De la Paz Martínez, Estrella M. & Marrero Delgado, F. (2004). El análisis multicriterio en la realización de la auditoría de mantenimiento en instalaciones hospitalarias de segundo nivel asistencial. I Taller de Mantenimiento e Ingeniería en la Industria Biofarmacéutica, Habana, Cuba.
150. Borroto Pentón, Yodaira. (2001). Auditoría de mantenimiento en el Hospital provincial Clínico Quirúrgico "Celestino Hernández Robau". Biblioteca "Chiqui Gómez Lubián" (658 Bor. A.), UCLV, Santa Clara, Cuba.
151. Borroto Pentón, Yodaira., De la Paz Martínez, Estrella M. & González Hernández, Kaisa. (2003c). Bases para el perfeccionamiento de la gestión de mantenimiento en el Hospital Gineco Obstétrico "Mariana Grajales". Biblioteca "Chiqui Gómez Lubián" (658.202 Borr.), UCLV, Santa Clara, Cuba.
152. Borroto Pentón, Yodaira, De la Paz Martínez, Estrella M. & Marrero Delgado, F. (2003a). Contribución al perfeccionamiento de la gestión de mantenimiento en instalaciones hospitalarias de segundo nivel asistencial. Aplicación en el Hospital Provincial Docente Clínico Quirúrgico "Celestino Hernández Robau" de la provincia de Sancti Spíritus. Biblioteca "Chiqui Gómez Lubián" (658.202 Borr.), UCLV, Santa Clara, Cuba.

153. Borroto Pentón, Yodaira, De la Paz Martínez, Estrella M. & Marrero Delgado, F. (2004). El análisis multicriterio en la realización de la auditoría de mantenimiento en instalaciones hospitalarias de segundo nivel asistencial. IV Internacional Conference of Enterprises Science, Santa Clara, Cuba.
154. Boznak, R. G. (1990). Improving Reliability and Maintainability Programs With Configuration Management. The Next Revolution. Annual Reliability and Maintainability Symposium, USA.
155. Brenes Trejo, M. A. (2000). Un software para mantenimiento. Revista Mantenimiento, Costa Rica. 10: 10-13.
156. Cáceres, Susana. & Comando, Rita. (1995). Mantenimiento Hospitalario de Don José a los edificios inteligentes. Octavo Congreso Iberoamericano de Mantenimiento.
157. Comité Estatal de Finanzas. (1979). Resolución No. 611-79, del 9 de Agosto de 1979. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Año LXXVI. #32. Ciudad de La Habana.
158. Congreso del Partido Comunista de Cuba, 2. (1981). Lineamientos económicos y sociales para el quinquenio 1981-1985. Editora Política, La Habana.
159. Capítulo Español de IFMA, Asociación Internacional de Mantenimiento (2012). <http://www.ifma-spain.org/699/index.html>
160. Corretger Rauet, M. (1994). El mando intermedio en mantenimiento. Funciones, formación, responsabilidad. Revista Mantenimiento, España. 77: 41-53.
161. Corretger Rauet, M. (1996). Auditoría y autoevaluación del mantenimiento. Revista Mantenimiento, España. 100: 21-28.
162. Corretger Rauet, M. (2001). La contratación de mantenimiento nuevas tendencias. <http://www.puntex.es/mantenimiento/141corretger.htm>.

163. Crespo, A., Sánchez, J. & Ruiz, R. (1995). Diseño y desarrollo de políticas de mantenimiento mediante modelos cuantitativos. Ponencia presentada en el 8. Congreso Iberoamericano de Mantenimiento, Buenos Aires, Argentina.
164. Cruz Pérez, R. (1985). Algunos elementos sobre el análisis de los fondos básicos. Revista Economía y Desarrollo, Cuba. 88: 23-33.
165. Dagostino, H. & Dirube, D. (2004). Integración del RCM dentro de un programa de TPM. <http://www.mantencion.com/articulos/rev31art2.php3>.
166. De la Paz Martínez, Estrella M. (1996). Perfeccionamiento del sistema de mantenimiento en la Industria Textil Cubana. Aplicación en la Empresa Textil "Desembarco del Granma". Santa Clara, Cuba, UCLV. Tesis de Maestría.
167. De la Paz Martínez, Estrella M. (1998). Mantenimiento y Fiabilidad. Santa Clara, Cuba, UCLV. Monografía.
168. De la Paz Martínez, Estrella M. (2001). Curso de Mantenimiento Hospitalario. Diplomado de garantía de Calidad de los servicios de salud. Santa Clara, Cuba, UCLV. Monografía.
169. De la Paz Martínez, Estrella M. (2002). Proyecto Gestión Integral del Mantenimiento Hospitalario. Informe final de proyecto. México.
170. Delgado Acevedo, A. (2003). La gerencia en la administración del mantenimiento hospitalario. <http://sme.uni.edu.pe/MHospitalario.htm>.
171. Dounce Villanueva, E. (1998). La productividad en el mantenimiento industrial. Compañía Editorial Continental, S.A. de C. V. México.
172. Dunn, R. L. (2001). Benchmarking maintenance. <http://www.manufacturing.net/ple/index.asp?layout=articleWebzine&articleid=CA65609>
173. Dunn, R. L. (2004). Basic guide to maintenance benchmarking. <http://www.manufacturing.net/ple/index.asp?layout=articleWebzine&doc-id=66165&industry>.

174. Dunn, S. (1999). Integrating RCM with Effective Planning and Scheduling - Part 1. West Australian Optimising Maintenance Conference, Australia.
175. Dunn, S. (2000). Maintenance Outsourcing - Critical Issues. [http://www.plant-maintenance.com/outsourcing\\_crit\\_issues.shtml](http://www.plant-maintenance.com/outsourcing_crit_issues.shtml).
176. Durán, J. B. (2002). Indicadores de mantenimiento. Seminario Internacional. Viña del Mar, Chile.
177. Eade, R. (1997). The importance of predictive maintenance. <http://www.newsteel.com/features/NS9709f5.htm>.
178. Elías Gutiérrez, C. (2003). Control de procesos en mantenimiento. Revista Ingeniería y Arquitectura. Edición Especial: 6-7.
179. Ellmann, H. (1996). Costo beneficio de la implantación de RCM2, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. <http://www.mantencion.com/articulos/rev26art1.php3>.
180. Ellmann, H. (1997). ¿Por qué el mantenimiento predictivo antes que preventivo? Revista Mantenimiento, España. 10: 44-51.
181. Encinas Beltrán, V. (1994). La visión del mantenimiento basado en la fiabilidad para la maximización de la productividad. Revista Mantenimiento, Perú. 4, 2: 15-18.
182. Encinas Beltrán, V. (2000). Mantenimiento basado en tecnología de avanzada: un enfoque para el próximo milenio. Revista Mantenimiento, Costa Rica. 11: 3-7.
183. Fabrés Díaz, J. L. (1991). Auditorías en mantenimiento: un paso inicial para mejorar la competitividad. <http://www.apics.org/sigs/articles/fall99PI.htm>.
184. Fernández, J., Matos, J. & Prim, R. (1983). Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado. Editorial Científico-Técnica. Ciudad de La Habana.
185. Fucci, T. A. (2000). Tipos de mantenimiento. <http://www.geocities.com/Eureka/Enterprises/6527/LECCION3.htm>.



186. Fuertes, A., del Olmo, R. & Hernández, C. (1994). La gestión informatizada de mantenimiento: una fuente de ventajas competitivas para la empresa. Revista Mantenimiento, España. 79: 5-14.
187. Gil Diez-Ticio, J. R & Madurga Rivera, J. (1994). Informatización de la gestión de mantenimiento. Una necesidad. Revista Mantenimiento, España. 80: 35-41.
188. Gilbert Chevalier, M. (1996). El control centralizado desde la perspectiva del usuario y el Mantenedor. Revista Mantenimiento, España. 92: 48-49.
189. Gómez, C. A. (2002). Filosofía e implantación del kaizen gambea. Estrategia fundamental del Mantenimiento Productivo Total (primera parte). Revista Con Mantenimiento Productivo, México. 16: 4-9.
190. González Danger, A. H. & Hechavarría Pierre, L. (2002). Metodología Para Seleccionar Sistemas de Mantenimiento. <http://www.datastream.net/latinamerica/mm/articulos/club.asp>.
191. Granela Martín, H., De la Paz Martínez, Estrella M. & Muñoz, O. (1994). Estudios de fiabilidad como base para el perfeccionamiento de la actividad de mantenimiento. V Congreso Nacional de Matemática y Computación: COMPUMAT '94. UCLV, Santa Clara, Cuba.
192. Gusmão, C. A. (2001). Índices de desempenho da manutenção. <http://www.mantenimentomundial.com/articulos/4indices.asp>.
193. Hartmann, E. (1993). Cómo instalar con éxito el TPM en su empresa a través del original proceso TPem. USA, International TPM Institute, Inc.
194. Heber González, R. (1984). Mantenimiento industrial: organización, gestión y control. Buenos Aires, Editorial Alsina.
195. Hernández Cruz, E. & Navarrete Pérez, E. (2001). Sistema de cálculo de indicadores para el mantenimiento. <http://www.ispjae.cu>>[consulta/.

196. Ibáñez, M. del Olmo, R. & Hernández, C. (1992). El mantenimiento preventivo como elemento de optimización de la gestión empresarial. Revista Mantenimiento, España. 60: 23-30.
197. Idhammar, B. (1984). Maintenance and Reliability. North Carolina, USA, Idhammar Konsult AB.
198. Jofré Vartanián, A. (2000). Cómo administrar los procesos de downsizing y outsourcing. Revista Mantenimiento, Costa Rica. 14: 3-4.
199. Juric Komorski, Z. (1995). La auditoría y el autodiagnóstico del mantenimiento industrial. Revista Mantenimiento, España. 84:
200. Kamenitzer, S. E. (1985). Organización, planificación y dirección de la actividad de las empresas industriales. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
201. Kaufmann, A. (1975). Métodos y modelos de la investigación de operaciones. La Habana, Edición Revolucionaria. Instituto Cubano del Libro.
202. Kohler, E. L. (1990). Diccionario para contadores. México, Editorial Hispano Americana (UTEHA).
203. Larralde Ledo, E. (1994). Métodos de evaluación de la gestión de mantenimiento. Revista Mantenimiento, España. 72: 7-13.
204. Lezana, E. (1995). RCM después de TPM. Revista Mantenimiento, España. 81: 39-45.
205. Lezana, E. (1996). Mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM). Revista Mantenimiento, España. 91: 25-36.
206. Lourival Tavares, A. (1999). Administración moderna de Mantenimiento, Editorial Novopolo, Publicaciones Brasil.
207. Lourival Tavares, A. & Silva Filho, A.A. (2003). Mantenimiento como una actividad corporativa. Revista Ingeniería y Arquitectura, Panamá. Edición Especial: 4-5.

208. Márquez, A. (2000). Tipos de mantenimiento. <http://www.geocities.com/webmq2000/amg16.html>.
209. Marrero Delgado, F. (2001). Procedimientos para la toma de decisiones logísticas con enfoque multicriterio en la cadena de corte, alza y transporte de la caña de azúcar. Aplicaciones en CAI de la provincia Sancti Spíritus. Ingeniería Industrial. Santa Clara, Cuba, UCLV. Tesis de Maestría.
210. Marrero, M. & Guerra, R. (1986). Algunas consideraciones sobre el nivel de utilización y la efectividad de los fondos básicos productivos en la agricultura cañera. Revista Economía y Desarrollo, Cuba. 92: 103-107.
211. Martín Montoliu, M & Elaine Kepcia, S. (1995). Justificación de la implantación de un sistema informatizado de gestión del mantenimiento. Revista Mantenimiento, España. 88: 17-26.
212. Martín, A. (2003). ¿Qué resultados se obtienen del mantenimiento predictivo? Revista Ingeniería y Gestión de Mantenimiento, España. 29: 39-42.
213. Martín de Santiago, C. (1994). Contribución de mantenimiento a la mejora de calidad. Revista Mantenimiento, España. 71: 39-40.
214. Martorell Alsina, S. (2000). Confiabilidad y su relación con la Calidad. [http://www.alcatel.es/eventos/ponencias/conferencia\\_inaugural.htm](http://www.alcatel.es/eventos/ponencias/conferencia_inaugural.htm).
215. McGregor, M. A. (1990). MTBCF Calculation for System With Unequal Periodic Maintenance Times. Annual Reliability and Maintainability Symposium, USA.
216. MINBAS. (1986). Sistema de mantenimiento preventivo por diagnóstico. Unión de empresas del papel. MINBAS. Ciudad de La Habana.
217. Ministerio de Finanzas y Precios. (2004). Normas Generales de Contabilidad. Actividad Empresarial. <http://www.mfp.cu/>.

218. Monteiro Leite, A. (1995). A Manutenção na U.E. e a crise: alguns aspectos. Revista Manutenção, Portugal. 47: 5-20.
219. Morales Silverio, R. (1993). Tendencias actuales para el perfeccionamiento de la actividad de mantenimiento. UCLV. Trabajo de Diploma.
220. Moubray, J. (1997). Reliability Centered Maintenance, Industrial Press Inc.
221. Moubray, J. (2000). Reliability Centered Maintenance. An introduction. <http://www.aladon.co.uk/10intro.html>.
222. Muntasell i Arcarons, J. (1994). Como gestionar el mantenimiento contratado de grandes edificios. Revista Mantenimiento, España. 73: 11-19.
223. Nachlas, J. A. (1995). Fiabilidad. Madrid, España. Isdefe.
224. Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM. Productivity Press. Cambridge, Massachusetts.
225. Navarrete Pérez, E. & González Martín, J. R. (1986). Mantenimiento Industrial. ISPJAE. Ciudad de la Habana.
226. NC 19-02-37. (1985). Sistema de normas de protección e Higiene del trabajo. Equipos de la técnica médica. Seguridad eléctrica. Requisitos generales, Ciudad de la Habana, Cuba, Comité Estatal de Normalización.
227. NC 92-10-78. Control de la calidad. Fiabilidad. Términos y definiciones Ciudad de la Habana, Cuba, Comité Estatal de Normalización.
228. NC-ISO 19011. (2004). Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental.
229. NC-ISO 9000. (2001). Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario.
230. NC-ISO 10993-1. (1999). Evaluación biológica de los equipos médicos-Parte1: Evaluación y ensayo. Ciudad de la Habana, Cuba, Oficina Nacional de Normalización.

231. NC-ISO 14121. (2000). Seguridad y salud en el trabajo. Seguridad de las máquinas. Principios para la evaluación de riesgos. Ciudad de la Habana, Cuba, Oficina Nacional de Normalización.
232. NC-ISO 14123-2. (2000). Seguridad de las máquinas. Reducción de los riesgos para la salud debido a sustancias peligrosas emitidas por la máquinas-Parte2. Ciudad de la Habana, Cuba, Oficina Nacional de Normalización.
233. Netherton, D. (1999). Standard to define RCM. Maintenance Technology Magazine. 6: 17.
234. Palacio P., Alvaro. (2013). "Total Productive Maintenance: Implementando el TPM", 2013. www.autoreseditores S.A. <http://www.autoreseditores.com/libro/210/alvaro-palacio-p/total-productive-maintenance-tpm.html>
235. Radiocuba. (2011). Procedimiento General de la Dirección de Mantenimiento.
236. Ruiz González, Manuel. L. (2015) El mantenimiento en Cuba. Revista CubaMan. No 023.
237. Omarov, A. M. (1977). Economía de empresas industriales. La Habana, Editorial Orbe.
238. Ortiz Álvarez, V. (2000). Aplicación del TPM (primera parte). Revista Mantenimiento, Costa Rica. 13: 3-7.
239. Payment, S. (1994). La certificación de las empresas de servicio de mantenimiento. Revista Mantenimiento, Perú. 4, 2: 10-14.
240. Pérez Jaramillo, C. (1992). Gerencia de Mantenimiento y Sistemas de Información. Colombia, Soporte y CIA. LTDA.
241. Pérez Tejeda, A. (1992). SEDAM. Sistema de apoyo computacional para el Sistema Alternativo de Mantenimiento. Ponencia presentada en la VII Conferencia de Ingeniería y Arquitectura del ISPJAE., Ciudad de La Habana, Cuba.
242. Portuondo Pichardo, F & Pérez Tejeda, A (1994). Selección y diseño de un sistema de mantenimiento. Ciudad de La Habana, ISPJAE.

243. Portuondo Pichardo, F. (1990). Economía de Empresas Industriales. (2 partes). Ciudad de la Habana, Editorial Pueblo y Educación.
244. Portuondo Pichardo, F., Montes de Oca Oubiña, B. & Morera Morera, J.D. (1989). Sistema alternativo de mantenimiento. Revista Ingeniería Industrial, Cuba. 10: 113-120.
245. Quevedo Lora, F. R., Nácer Colmenero, A. & Pérez Sánchez, R. (2001). Software para la determinación de los indicadores de Fiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad de máquinas y equipos. Metánica 2001, Ciudad de la Habana, Cuba.
246. Ríos, F. (1994). Cómo diseñar y desarrollar un plan de mejora global del mantenimiento. Revista Mantenimiento, España. 76: 37-40.
247. Roberts, J. (1999). TPM Total Productive Maintenance. History and basic implementation. [http://www.tponline.com/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/tpm/tpmroberts.htm](http://www.tponline.com/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpmroberts.htm).
248. Roda Vázquez, C. y. Sal García, C. (1992). El mantenimiento predictivo como mejora en la productividad y en los costes de las instalaciones fuertemente mecanizadas. Revista Mantenimiento, España. 59: 17-21.
249. Roman, P. A. & Simas, B. W. (1990). Radio Network Modeling Using Criticality and Conditional Probability Theory. Annual Reliability and Maintainability Symposium.
250. Romero, C. (1993). Teoría de la decisión multicriterio: conceptos, técnicas y aplicaciones. Alianza Editorial, Madrid.
251. Saavedra, P. (2000). Mantenimiento predictivo y monitoreo según condición. <http://www.mantencion.com/articulos/rev03/rev3.art2html>.
252. Sánchez Sánchez, R. (1999). Contribución al perfeccionamiento del sistema de gestión del mantenimiento a las máquinas y equipos productivos y energéticos en la fase de operación en las fábricas de azúcar crudo cubanas. Ingeniería Industrial. Santa Clara, Cuba, UCLV. Tesis de Maestría.

253. Sánchez, A. & Molina, R. (1991). Implantación de un sistema de mantenimiento en la Planta de Sidetur en Barquisimeto. Revista Insumo Industrial, Venezuela. 23: 60-68.
254. Sanz Sacristán, J. (2001). Importancia del mantenimiento para mejorar la eficiencia de una instalación. Aplicación del método RCM. <http://www.puntex.es/mantenimiento/141sanz.htm>.
255. SIGFA. (2000). Metodología de la auditoría operacional y el proceso de auditoría. <http://www.hacienda.gob-ni/saigfa/sin-frames>.
256. Sotuyo Blanco, S. (2000). El hombre de mantenimiento. Revista Mantenimiento, Costa Rica. 10: 3-8.
257. Sotuyo Blanco, S. (2002). La optimización integral de mantenimiento. <http://www.mantenimientomundial.com/articulos/11optimizacion.asp>.
258. Stoner, J.A. (1987). Administración. (Segunda parte). University of New Haven, Prentice may Hispanoamérica S:A:
259. Taboada Rodríguez, C. et al. (1990). Organización y planificación de la producción. (Primera parte). Ciudad de La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
260. Tavares de Carvalho, L. (1994). Mantenimiento en empresas competitivas. Revista Mantenimiento, Chile. Enero-Marzo: 20-23.
261. Thuesen, H. G., Fabrycky. W. J. & Thuesen, G. J (1993). Ingeniería Económica. México, Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
262. Tobalina, F. (1992). Una nueva dirección en la producción: TPM. Revista Mantenimiento, España. 60: 19-21.
263. Toledo Gascón, D. & Borroto Pentón, Yodaira. (2001). La auditoría de mantenimiento en el Hospital Provincial Docente Clínico Quirúrgico "Arnaldo Milián Castro". Santa Clara, Cuba, UCLV. Trabajo de Diploma.

264. Torres, J. (1997). A MCC- Manutenção Centrada na Confiabilidade e o Capítulo-4 do Manual de directrizes da linha seg: Uma proposta para racionalização das tarefas e redução do custo de manutenção. II Seminario de Manutenção CEMAN, Brasil.
265. Treto Cárdenas, O. & Navarrete Pérez, E. (1993). El mantenimiento predictivo en un sistema GMAC. Ponencia presentada en el evento provincial de la UNAICC, previo a la Conferencia Internacional FEMOI '93, Ciudad de la Habana, Cuba.
266. Van Kessel, N. I. (1992). Searching for the optimum through maintenance concepts: maintenance engineering in theory and practice. Euromaintenance '92, Lisboa.
267. Vérez Basanta. (1982). Auditoría. Ciudad de la Habana, Editorial Pueblo y Educación.
268. Vicent Hernández, R. (1996). Implantación del sistema GMAC en el Hospital Clínico Quirúrgico "Hermanos Ameijeiras". Ciudad de la Habana, ISPJAE. Trabajo de Diploma.

**Anexo 1** Clasificación de los medios básicos en Cuba

<b>G r u p o</b>	<b>Denominación</b>	<b>Ejemplos</b>
1	Edificios	Industriales, de vivienda, para deportes, naves.
2	Otras construcciones	Cimentaciones, carreteras, tanques, torres de enfriamiento.
3	Máquinas y equipos energéticos	Compresores, bombas, calderas, motores, transformadores.
4	Máquinas y equipos productivos	Hornos, máquinas y equipos de industrias específicas.
5	Aparatos y equipos técnicos	Instrumentos de medición, máquinas



	especiales	de oficina, computadoras.
6	Medios y equipos de transporte	Camiones, barcos, aviones, ferrocarril.
7	Muebles y otros objetos	Equipos de iluminación de uso doméstico, muebles, objetos de protección.
8	Animales	Animales de trabajo.
9	Otros medios básicos	Plantaciones permanentes agrícolas.

---

Fuente: Ministerio de Finanzas y Precios, 2004.

**Anexo 2** Tecnologías predictivas para identificar y/o corregir fallos.

<b>Tecnologías</b>	<b>Referencias</b>
--------------------	--------------------

Análisis vibracional	[Bolaños, 1992; Aduvire, López & Aduvire, 1992; González García, 1997; Encinas, 2000; Estupiñán & Saavedra, 2002]
Análisis de aceite	[Payri González, Macián Martínez & Espinosa Bejerano, 1992; Saavedra, 2000; Encinas, 2000; Estupiñán & Saavedra, 2002]
Análisis Ultrasónico	[Encinas Beltrán, 2000]
Análisis espectral de corriente en motores de inducción	[Encinas Beltrán, 2000]
Análisis de cables de acero	[Encinas Beltrán, 2000]
Inspecciones electromagnéticas	[Encinas Beltrán, 2000]
Control y automatización	[Encinas Beltrán, 2000]
Alineamiento láser	[Encinas Beltrán, 2000]
Balanceo dinámico	[Encinas Beltrán, 2000]
Ensayos no destructivos (líquidos penetrantes, partículas magnéticas, ultrasonidos, radiografía, técnicas microestructuradas, medida de deformaciones, variaciones de dureza, medidas de capas internas de óxido, etcétera)	[Aduvire, López Y Aduvire, 1992; Naval, 1997]
Detección de problemas (Espectro Spike Energy)	[Rayo, 1992]
Inspecciones visuales (estroboscopia, endoscopia, fotografía y video, perfilometría, sonda de luz, baroscopio, etcétera)	[Aduvire, 1992; Eade, 1997; Améndola, 2002]
Inspecciones acústicas (sonómetros, vibrómetros, Análisis de Impulsos de choque)	[Aduvire, 1992; Améndola, 2002]
Ensayos tribológicos (ferrografía, ferroscofia, análisis de lubricantes)	[Aduvire, 1992; Verdini & Veratti, 2000]
Medidas de magnitudes físicas en general (corrosión, presión)	[Aduvire, 1992]
Inspecciones térmicas (termómetros de expansión de fluidos, análisis termográficos, termoindicadores, etcétera.)	[Aduvire, 1992; González García, 1997; Eade, 1997; Verdini & Veratti, 2000; Encinas Beltrán, 2000; Estupiñán & Saavedra, 2002]

Fuente: elaboración propia.

### Anexo 3 Criterios Clasificación de los fallos

Criterio de clasificación	Tipo de fallo
---------------------------	---------------

Por su influencia en la capacidad de trabajo	Total Parcial
Por su interacción con otros fallos	Dependiente Independiente
Por las causas que lo provocan	Constructivos Tecnológicos De explotación Por desgaste
Por su modo de manifestación respecto al tiempo	Repentino Gradual
Por el período de la vida del artículo en que se manifiestan	Prematuro Casual De desgaste o envejecimiento
Por su severidad	Aceptable Marginal Crítico Catastrófico
Por su frecuencia de ocurrencia	Frecuente Probable Ocasional Remoto Extremadamente remoto
Por el tiempo de ocurrencia del fallo	Estable Temporal Alternante

Fuente: De la Paz Martínez, 1998.

#### **Anexo 4. Guía para la confección del informe del oponente de la tesis o trabajo final**

##### **Datos del Oponente:**

- ♦ Nombres y apellidos:
- ♦ Grado Científico:
- ♦ Categoría Docente o Científica:
- ♦ Máster en:
- ♦ Especialista en:
- ♦ Centro de Trabajo:

##### **Datos sobre la tesis:**

- ♦ Título:
- ♦ Nombres y apellidos del alumno:
- ♦ CES o UCT:
- ♦ Tutor:
- ♦ Institución:

##### **Contenido de la opinión crítica del oponente:**

##### **El oponente elaborará un informe escrito en el que valorará los aspectos siguientes:**

- ♦ Actualidad e importancia del tema.
- ♦ Características de la investigación y valor de los resultados.
- ♦ Utilización y pertinencia de la bibliografía.
- ♦ Estructura y presentación.
- ♦ Señalamientos críticos y preguntas.
- ♦ Conclusiones.

##### **Fecha de elaboración y firma**

### **Anexo 5. Guía para la opinión del tutor**

El tutor, durante el acto de defensa hará una valoración del trabajo del alumno, de forma escrita u oral en la que abordará, entre otros, los aspectos siguientes:

- ♦ Grado de independencia alcanzado.
- ♦ Desarrollo de habilidades investigativas.
- ♦ Aplicación de los conocimientos adquiridos en el trabajo de investigación.
- ♦ Valor científico de la tesis.
- ♦ Utilización de la bibliografía relacionada con el tema de investigación.
- ♦ Dedicación y disciplina del alumno al trabajo de investigación.

**Anexo 6** Recopilación de áreas y funciones a auditar según diferentes autores.

Autor	Áreas a auditar	Funciones a auditar
Fabrés Díaz [1991]	1. Organización. Personal. Relaciones.	1.1 Adecuación y balance del organigrama. 1.2 Directrices de mantenimiento 1.3 Formación y calificación del personal 1.4 Planes de formación 1.5 Motivación del personal 1.6 Comunicación
	2. Preparación y Planificación del Trabajo.	2.1 Sistemática de órdenes de trabajo (O.T.) 2.2 Coordinación de especialidades 2.3 Establecimiento de programas 2.4 Definición de materiales 2.5 Estimación de tiempos 2.6 Estimación de fechas de finalización 2.7 Recepción de trabajos terminados 2.8 Evaluación de necesidades externas
	3. Ingeniería. Inspección y Mantenimiento Preventivo.	3.1 Diseño y montaje instalaciones existentes 3.2 Documentación técnica disponible 3.3 Historial equipos 3.4 Investigación sistemática de averías. 3.5 Gamas de mantenimiento preventivo 3.6 Análisis de métodos de trabajo 3.7 Dotación de medios de mantenimiento e inspección
	4. Compras y Almacenes de Materiales.	4.1 Sistemática de la gestión de compras 4.2 Recepción de materiales 4.3 Locales. Disposición física de los materiales. Localización 4.4 Codificación. Estandarización de recambios 4.5 Calidad del servicio de los almacenes de mantenimiento

### Continuación Anexo 6

	5. Contratación.	5.1 Política de Contratación de trabajos 5.2 Especificación técnica de los trabajos a contratar. 5.3 Selección de Contratistas 5.4 Supervisión de Contratistas
Fabrés Díaz [1991]	6. Presupuestos de Mantenimiento. Control de costos.	6.1 Preparación de presupuesto anual de Mantenimiento 6.2 Definición de tipos de Mantenimiento. 6.3 Documentos de Gestión Económica 6.4 Informatización del Control de Costes 6.5 Seguimiento y Control de Costes. 6.6 Existencia y evolución de índices económicos.
	7. Contratación.	7.1 Duración de los trabajos de Mantenimiento. Rendimiento de la Mano de Obra 7.2 Cumplimiento de los plazos 7.3 Calidad de los trabajos realizados 7.4 Coste de los trabajos realizados 7.5 Estado de las Instalaciones-Averías 7.6 Calidad de servicio
Corretger Rauet [1996]	1. Organización.	1.1 Organigrama 1.2 Definición de funciones 1.3 Efectivos y su distribución 1.4 Sistemáticas de mantenimiento aplicadas 1.5 Administración de los trabajos. 1.6 Planes de formación 1.7 Medios técnicos
	2. Personal.	2.1 Calificación del personal con mando 2.2 Calificación del personal operario 2.3 Comunicación 2.4 Motivación 2.5 Rendimiento
	3. Ejecución, preparación y planificación.	3.1 Sistemáticas de funciones 3.2 Coordinación de especialidades 3.3 Proporción trabajos preparados



		3.4 Estimación de tiempos 3.5 Nivel preventivo 3.6 Planificación 3.7 Cumplimiento de programas 3.8 Documentación 3.9 Históricos de mantenimiento
--	--	---

**Continuación Anexo 6**

Corretger Rauet [1996]	4. Almacenes y aprovisionamiento.	4.1 Estado físico de los almacenes 4.2 Respuesta a peticiones urgentes 4.3 Codificación 4.4 Control de recepción materiales 4.5 Sistemas aprovisionamiento 4.6 Gestión y control de existencias
	5. Presupuesto y su control.	5.1 Presupuesto anual y su preparación 5.2 Distribución presupuestaria 5.3 Documentación de control 5.4 Control analítico de costos 5.5 Informes presupuestarios 5.6 Aplicación informática
	6. Control del servicio.	7.1 Índices de control 7.2 Estado de las instalaciones 7.3 Calidad de los trabajos 7.4 Cumplimiento de prioridades 7.5 Satisfacción de usuarios 7.6 Nivel informático

Fuente: elaboración propia.

**Anexo 7** Guía de evaluación y chequeo de los sistemas ingenieros.

<b>GUÍA DE EVALUACIÓN</b>	Puntos a alcanzar	puntos alcanzados
1. Levantamiento físico técnico de los sistemas ingenieros	20	
2. Poseer carpeta de lubricación	5	
3. Carpetas técnicas confeccionadas y actualizadas	15	
4. Plan de mantenimiento confeccionado y actualizado	15	
5. Manuales de explotación y mantenimiento de equipos	10	
6. Disponibilidad técnica de los sistemas ingenieros	5	
7 Poseer el Manual de Normas y Procedimientos de mantenimiento	10	
8. Estructura con la categorización de los sistemas ingenieros	5	
9. Control de los recursos asignados	5	
10. Estado de conservación de agregado, piezas y equipos	5	
11. Limpieza y organización en áreas y locales de mantenimiento	5	
<b>TOTAL</b>	100	

Evaluación:

Mal 0-70

Regular 71-79

Bien 80-89

Muy bien 90-100

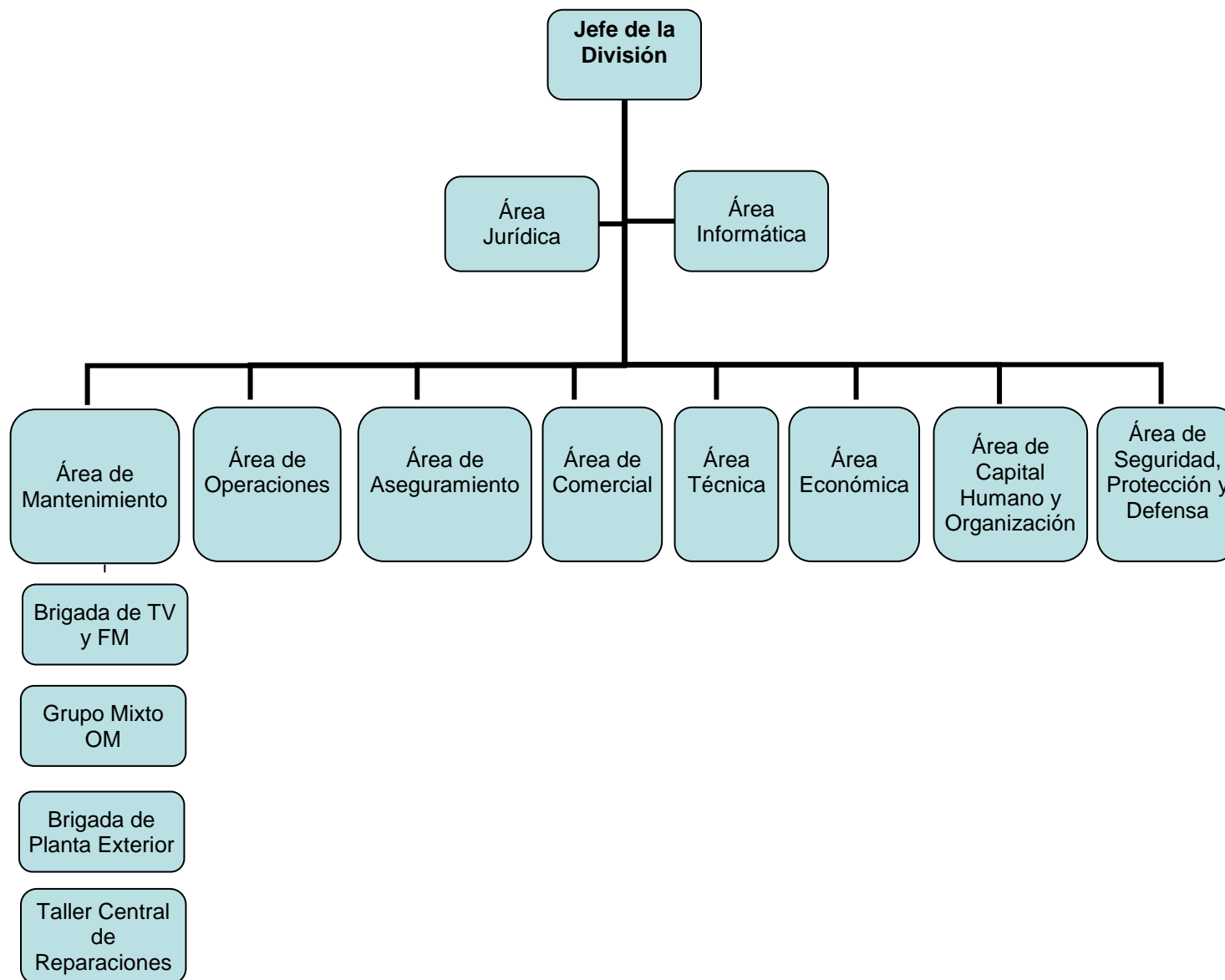
Índice alcanzado:

Deficiencias:

Firma Jefe de mantenimiento

Fuente: Documentos de Servicios, Sancti Spíritus.

## Anexo 8 Estructura Organizativa Radiocuba Sancti Spíritus



**Anexo 9** Guías de entrevista y guías de acción para la realización de la auditoría de mantenimiento.

**Parte I**

**Guías de entrevista**

**Guía de entrevista para el área Organización de mantenimiento**

**Factor: documentación técnica**

6. ¿Existe la documentación técnica para todos los equipos médicos y no médicos o los sistemas ingenieros del hospital?
7. ¿Se refleja en la documentación técnica el nombre del equipo, marca, modelo, país, ciclos de mantenimiento, piezas importantes del equipo y su costo, función que realiza el equipo, fecha de puesta en marcha?
8. ¿Se conoce por parte de los trabajadores de mantenimiento de la existencia del Manual normas y procedimientos?
9. ¿El Manual de normas y procedimientos es usado como guía en el trabajo diario de los trabajadores de mantenimiento?
10. ¿Los ciclos de mantenimiento son adecuados, con que frecuencia se revisan?

**Factor: historial de equipos**

5. ¿Existe el historial de los equipos?
6. ¿Con que frecuencia se actualiza?
7. ¿Se refleja en él, el tiempo de operación del equipo, la frecuencia, duración y causas de las averías, las intervenciones de mantenimiento y su duración, los recursos materiales y humanos a emplear en cada intervención?
8. ¿Se realiza una investigación sistemática de las averías más frecuentes?

**Continuación Anexo 9** Guías de entrevista y guías de acción para la realización de la auditoría de mantenimiento

Factor: seguimiento de órdenes de trabajo

4. ¿Existe el documento orden de trabajo?
5. ¿Se recoge en el mismo 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?
6. Valorar el flujo informativo de este documento desde que se emite hasta su recepción.

Factor: distribución presupuestaria

5. ¿Cómo se desglosa el presupuesto anual del hospital?
6. ¿Existe un presupuesto para mantenimiento?
7. ¿El presupuesto para mantenimiento garantiza la adquisición de los recursos necesarios para la organización, planificación, ejecución y control de mantenimiento?
8. ¿El departamento de mantenimiento o la Vicedirección a la cual se subordina participa en la previsión del presupuesto para mantenimiento?

Factor: Planificación y programación de las actividades de mantenimiento

6. ¿Existe, la descripción de las actividades a realizar para cada intervención de mantenimiento, su duración, la cantidad de horas-hombre necesarias para llevarlas a cabo?
7. ¿Existe el plan de mantenimiento para los equipos que así lo requieran?. ¿En que % se cumple?
8. ¿Existe el plan de lubricación y conservación de los equipos?
9. ¿Existe la planificación de las inspecciones para los equipos que así lo requieran?
10. ¿Está establecido quién elabora, quién ejecuta, quién controla los planes antes mencionados?

## **Continuación Anexo 9**

### **Guía de entrevista para el área Administración de mantenimiento**

#### Factor: control de materiales y repuestos

4. ¿Existe el documento para el control de materiales y repuesto a utilizar?
5. Verificar si en el documento para el control de materiales y repuestos a utilizar se 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).
6. Valorar el flujo informativo de este documento desde que se emite hasta su recepción.

#### Factor: control de costos de mantenimiento

4. ¿Existe el documento para el control de costos de mantenimiento a utilizar?
5. Se llevan por el Departamento de mantenimiento, Departamento de electromedicina y el Departamento de contabilidad los costos de salario para mantenimiento, los costos de materiales, los costos de la tercerización, los costos de depreciación, todos esto, para cada una de las intervenciones a los equipos médicos y no médicos del hospital.
6. Valorar el flujo informativo de este documento desde que se emite hasta su recepción.

#### Factor: índices de gestión

4. ¿Se tiene conocimiento sobre que indicadores de gestión debe llevar el área de mantenimiento?
5. ¿Se calculan o estiman índices de gestión, cuáles y su cuantía?
6. ¿Son utilizados para la toma de decisiones en el mantenimiento hospitalario?

## **Continuación Anexo 9**

### **Guía de entrevista para el área Administración de mantenimiento**

#### **Guía de entrevista para el área Servicio de terceros**

##### Factor: políticas de contratación

5. ¿se establecen metas y objetivos para la tercerización del mantenimiento en el hospital?
6. ¿Está establecido cuáles servicios de mantenimiento tercerizar?
7. ¿Está definido el documento legal que permite la tercerización de mantenimiento en el hospital?
8. ¿Existe un presupuesto para la tercerización de mantenimiento en el hospital?

##### Factor: selección del contratista

4. ¿Se conoce la calificación del personal técnico que presta el servicio de tercerización?
5. ¿Cómo se realiza la selección del contratista en el hospital?
6. ¿Cuáles son las empresas que brindan servicios de tercerización en el área del mantenimiento a equipos médicos y no médicos.

##### Factor: control en la recepción

3. ¿Cómo se realiza el control en la recepción del equipo o equipos intervenidos por el contratista?
4. ¿Se verifica la calidad de la intervención de mantenimiento ejecutada?

##### Factor: garantía

3. ¿Se establece en el contrato los términos de garantía del servicio contratado?
4. ¿Se verifica el cumplimiento de la garantía, por parte del hospital?

## **Parte II**

### **Guías de acción**

Estas guías se establecen para las áreas de “personal”, “Infraestructura y equipos de mantenimiento” y “Equipamiento e instalaciones”.

➤ **Guía de acción para el área Personal**

**Anexo 10** Coeficiente de concordancia de Kendall.

$H_0$  : no existe asociación entre el juicio de los expertos

$H_1$  : Existe asociación entre el juicio de los expertos

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12}k^2(N^3 - N)}$$

donde:

S : suma de los cuadrados de las desviaciones observadas de la media de  $R_j$

$R_j$ : suma de rangos asignados a cada solicitante

k : número de conjuntos de rangos u ordenaciones

N : número de entidades (objetos, individuos, factores) ordenados

$$S = \sum_{j=1}^k \left( R_j - \frac{\sum R_j}{N} \right)^2$$

$\frac{1}{12}k^2(N^3 - N)$  : máxima suma posible de las desviaciones al cuadrado, es decir, la suma S que

ocurrirá al darse un perfecto acuerdo entre las k ordenaciones.

- Prueba de la significación de W

Para muestras pequeñas  $N < 7$ : RC: Si  $S \geq S^*$  (tabulada), se rechaza la hipótesis de nulidad

Para muestras grandes  $N > 7$

Estadígrafo:  $X^2 = K(N-1)W$

RC: Si  $X^2 \geq X^2$  tabulada, se rechaza la hipótesis de nulidad.

Fuente: Siegel, 1972.



**Anexo 11** Resultados obtenidos al aplicar métodos multicriterios discretos para el ordenamiento de los centros transmisores de la provincia Sancti Spíritus.

Hospital	Criterios						Suma ponderada	Orden de selección
	1	2	3	4	5	6		
Comunitaria Sancti Spíritus	94	14	6	71964	2	86	0,03003	10
Comunitaria Yaguajay	80	10	7	37978	2	75	0,02681	11
CTOM Radio Trinidad	110	18	9	46529	2	70	0,03591	9
CTOM Sancti Spíritus Trinidad	300	55	19	106284	2	80	0,08599	6
CTTV Las Llanadas	228	99	21	816741	3	100	0,13325	2
CTTV San Isidro	533	176	20	816741	3	100	0,18951	1
CTOM Sancti Spíritus	107	88	10	816741	3	100	0,10075	4
CTTV Fomento	47	77	4	816741	3	100	0,08204	7
CTTV La Vigía	303	127	4	405207	3	95	0,10451	3
CTTV El Pedrero	50	5	3	35836	2	89	0,01621	12
CTOM Progreso	296	60	21	66556	3	100	0,08929	5
Comunitaria La Sierpe	10	4	1	33633	1	50	0,00713	17
CTTV Gavilanes	10	10	1	46529	1	50	0,00975	14
Comunitaria Cabaiguán	3	10	1	73448	1	50	0,01038	13
Comunitaria Taguasco	4	6	1	73448	1	50	0,00919	15
Comunitaria Fomento	3	5	1	73448	1	50	0,00876	16
CTOM Yaguajay	80	5	3	816741	3	85	0,06050	8

Leyenda para los criterios

- 4- Cantidad de población a la que brinda servicio.
- 5- Cantidad de equipos principales.
- 6- Cantidad de equipos auxiliares.

Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación del método de la entropía y la suma ponderada.

**Anexo 12.** Claves para las afectaciones.

**Claves de Causas de Fallo de Interrupción**

- Z. Energía externa.
- AA. Energía interna (Planta eléctrica o batería).
- BB. Información de programa.
- CC. Equipos auxiliares.
- DD. Sistema de radiación.
- EE. Sistema de enfriamiento.
- FF. Distribución de energía.
- GG. Exitador de RF.
- HH. Etapas intermedias RF.
- II. Etapa final RF.
- JJ. Etapa de audiofrecuencia.
- KK. Modulador.
- LL. Fuente alimentación de potencia (+1kV).
- MM. Fuente alimentación media (-1kV).
- NN. Sistemas de operación automático.
- OO. Corrimiento de frecuencias.
- PP. Niveles de ruido excesivo.
- QQ. Desajuste.
- RR. Unidad Manipuladora.
- SS. Acoplador de antena.
- TT. Malas Operación.
- UU. Equipos Terminales.
- VV. Filtros.
- WW. Mala calidad en vídeo.
- XX. Otros.

### Anexo 13 Modelo de reporte Anual de Mantenimientos. DNM-1-M

Empresa Nacional Radiocuba  
 Dirección de Mantenimiento  
 Programación y Control del Mantenimiento Preventivo.

(11) J' Mtto. Prov. Gilberto Rodríguez Valdés  
 (12) Aprobado \_\_\_\_\_  
 (1) Año 2018

(2) Unidad CTTV San Isidro TV  
 (3) Municipio Sancti Spiritus  
 (4) Provincia Sancti Spiritus

No(5)	EQUIPO(6)	(7)Hr/Hm.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	Cubavisión CH – 9 Transm R&S – 2 KW San Isidro. S.Spiritus	M-1												
		T-2						T						T
		S-4									S			
		A-8			A									
				8				2		4			2	
2	Telerebelde CH – 11 Transm R&S – 2 KW San Isidro . S.Spiritus	M-1												
		T-2						T						T
		S-4									S			
		A-8			A									
				8				2		4			2	
3	Educativo CH – 23 DMT0,300 Kw San Isidro S.Spiritus	M-1												
		T-2						T						T
		S-4									S			
		A-8			A									
				8				2		4			2	
4	Educ. 2 CH – 35 DMT0,300 Kw San Isidro S.Spiritus	M-1												
		T-2						T						T
		S-4									S			
		A-8			A									
				8				2		4			2	
5	Multivisión CH-47 Transmisor EUROTEL 0,500 San Isidro S.Spiritus	M-1												
		T-2						T						T
		S-2			S						S			
		A-6												

Fuente: Planificación Anual de Mantenimientos de Televisión, Centro San isidro. Procedimiento General de la Dirección de Mantenimiento. Radiocuba. (2011).

**Anexo 14** Modelo de reporte de los Mantenimientos Preventivos Planificados MPP y Mantenimientos Correctivos. DNM-2-M

<b>Empresa Nacional Radiocuba</b> <b>Dirección de Mantenimiento</b> <b>Reporte de Mantenimiento</b>		(1) Preventivo ( __ )	
		Correctivo ( __ )	
		(2) No. _____	
Planta Interior (3) Centro: _____ (4) Equipo: _____	Planta Exterior (5) Código Sist. Radiación: _____ (6) Indicativo: _____	(7) Fecha	(8) Hora
(9) Reportado por:		(10) A:	
(11) Objetivo ó defecto que presenta:			
(12) Acción Tomada:			
(13) Asuntos Pendientes			
(14) Material Empleado:			
(15) Ejecutado por:		(16) Fecha	(17) Hora
(18) Horas / Hombre		(19) Recibido por:	

**DNM-2M**

Fuente: Procedimiento General de la Dirección de Mantenimiento. Radiocuba. (2011).

**Anexo 15** Levantamiento del personal de mantenimiento de la División Radiocuba Sancti Spíritus.

Trabajadores del departamento de mantenimiento

Nombre y Apellidos	Denominación del puesto	Salario básico
Gilberto Rodríguez Valdés	Jefe de Mantenimiento	425.00
Alberto Cabezas Cañizares	Especialista Principal en Tecnología de las comunicaciones, la automática y los servicios.	395.00
Yosvani Echemendía Marín	Especialista Principal en Tecnología de las comunicaciones, la automática y los servicios.	395.00

Jesús Alonso Jaramillo	Espec. General en tecnología de las comunicaciones, la electrónica, la automática y los servicios técnicos	355.00
Lidio H. Díaz Fasco	Espec. General en tecnología de las comunicaciones, la electrónica, la automática y los servicios técnicos	355.00
Yoandy Marín Alomá	Técnico Superior en tecnología de la información, las comunicaciones, la automática, la electrónica y los servicios técnicos	315.00
Normando Romero Cañizares	Torrero "A" (Jefe de Brigada)	425.99
Sudany Romero Echevarría	Torrero "B"	335.99
Yosdany Gómez Ramírez	Torrero "B"	335.99
Yusnier Rodríguez Delgado	Torrero "C"	320.99
Jorge Sobrino Quesada	Operario "A" de Equipos Electrónicos, Electromecánicos y de Telecomunicaciones	285.00
Eddiee Guerra Rodríguez	Operario "A" de Equipos Electrónicos, Electromecánicos y de Telecomunicaciones	285.00
Abel Perez Caballero	Operario "A" de Equipos Eléctricos, Electromecánicos y Telecomunicaciones	285.00

Continuación **Anexo 15** Levantamiento del personal de mantenimiento de la División Radiocuba Sancti Spíritus.

<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>Denominación del puesto</b>	<b>Salario básico</b>
Mario Lucas Pérez Medina	Operario "C" de Equipos Eléctricos, Electromecánicos y Telecomunicaciones	250.00
Antonio Meneses Fernández	Operario "C" de Equipos Eléctricos, Electromecánicos y Telecomunicaciones	250.00
Elpidio García Gutierrez	Esp "B" en Ahorro y Uso Racional Energía	395.00
Eriel Castillo Arcia	Técnico en Ahorro y Uso Racional Energía	315.00

Grupo Técnico del Municipio Trinidad.

<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>Denominación del puesto</b>	<b>Salario básico</b>
René Luis Fritze Pineda	Jefe Centro Transmisor Internacional	425.00
José Fco. López Vera	Especialista Principal en Tecnología de las Comunicaciones, la automática y los servicios técnicos	395.00
Marilén Alvarez Rodríguez	Operario "A" de Equipos Eléctricos, Electromecánicos y telecomunicaciones	285.00
David Cristobal Rubia Ramírez	Tecnico Superior en tecnología de la información, las comunicaciones, la automática, la electrónica y los servicios técnicos	315.00

Fuente: P-4 Plantilla de Radiocuba.

**Anexo 16** Levantamiento de equipos de radiodifusión del Centro de Televisión San Isidro en Sancti Spíritus.

<b>EMISORA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>SERVICIO</b>
TDT	17	TV
TDT HD	29	TV
MULTIVISION	31	TV
CUBAVISION	9	TV
TELEREBELDE	11	TV
C.EDUCATIVO	23	TV
C.EDUCATIVO (2)	35	TV
SANCTI SPIRITUS	106.3	FM
REBELDE	99.9	FM
PROGRESO	97.9	FM
HABANA RADIO	92.5	FM
RELOJ	95.9	FM
ENCICLOPEDIA	91.1	FM
MUSICAL	93.9	FM
VITRAL+SANCTI SPIRITUS	101.1	FM
TAINO	107.9	FM

**Anexo 17** Orden de trabajo del Taller Región Centro.

		<b>ORDEN DE TRABAJO</b>		Fecha entrega Taller			Orden No
				D	M	A	
Datos cliente							
Organismo: MC	Empresa: Radiocuba			División: Sancti Spíritus			
Centro :							
Datos del equipo.							
Medio Técnico	Marca	No. Serie		No. Inventario.			
Servicio Realizado.							
Especialistas Participantes:							
Nombres y Apellidos.			Tiempo	Tarif H	Importe		
Sub- Total							
Componentes, Partes, Piezas y Materiales a Utilizar.							
Código	Descripción	U/M	Cantidad	Precio	Importe		
Sub- Total							
Certificado Por:		Conforme Por:		Fecha			
Nombres y Apellidos:		Nombres y Apellidos:		D	M	A	
Yosvani Echemendia Marín		Gilberto Rodríguez Valdés					
Cargo: Especialista		Cargo: J Mantenimiento					
Firma:		Firma:		Observaciones:			
		Fecha:					

**CONCLUSIONES GENERALES**

- El estudio bibliográfico realizado para la construcción del marco teórico - referencial de la investigación confirma la existencia de una amplia base conceptual sobre el mantenimiento y sus aplicaciones en el sector industrial. Sin embargo, son escasos los precedentes, en la bibliografía consultada sobre el tratamiento del mantenimiento en organizaciones de servicio, específicamente en la radiodifusión.



8. En el contexto de la investigación realizada en esta Tesis de Maestría, quedó demostrado que es necesaria la “reconceptualización” del mantenimiento aplicando el mantenimiento predictivo, basado en la confiabilidad, acorde con los requerimientos actuales de la empresa.
9. El análisis de la situación problemática que fundamentó esta Tesis de Maestría, demostró la necesidad de desarrollar un procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad en la División Provincial Radiocuba Sancti Spíritus y los procedimientos específicos que lo complementan. En particular, la aplicación del procedimiento específico para la realización de la auditoría de mantenimiento, reveló que los principales problemas que afectan la gestión del mantenimiento se centran en las áreas “Organización” y “Administración”.
10. El procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento basado en la confiabilidad en la División Provincial Radiocuba Sancti Spíritus y los procedimientos específicos asociados, así como las técnicas y herramientas utilizadas, se constituyen en un complemento necesario en los estudios a realizar para alcanzar la excelencia que requieren los servicios de radiodifusión del sector de las comunicaciones.
11. La aplicación del Sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora (GMAC) en la radiodifusión, mostró su efectividad como estrategia de mantenimiento adecuada para los equipos de la red de transmisores, quedando evidenciado en un mejor comportamiento de los costos de mantenimiento.
12. La aplicación del procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento en la radiodifusión y los procedimientos específicos que lo complementan, en el Centro de Televisión San Isidro, permitió la determinación de los problemas que afectan la gestión del mantenimiento, la elección de la variantes de mantenimiento predictivo para los equipos principales, basada en la clasificación de los equipos y la clasificación de los fallos, así como la evaluación de la Sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora (GMAC), contribuyendo a elevar la efectividad de la gestión del mantenimiento, quedando con ello validada la hipótesis general de la investigación.