

Departamento de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería

**AUDITORÍA A LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN EL
MANTENIMIENTO CON ENFOQUE MULTICRITERIO EN LA
UEB GEOMINERA HOLGUÍN.**

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO.

AUTOR: Carlos Alberto Pérez Cabrera.

Holguín 2022

Departamento de Ingeniería Mecánica
Faculta de Ingeniería

**AUDITORÍA A LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN EL
MANTENIMIENTO CON ENFOQUE MULTICRITERIO EN LA
UEB GEOMINERA HOLGUÍN.**

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO.

AUTOR: Carlos Alberto Pérez Cabrera.

TUTOR: MSc, Prof. Aux. Ing, Angel Eugenio Infante Haynes.

Holguín 2022

AGRADECIMIENTOS:

MSc. Ing. Angel Eugenio Infante Haynes, tutor, porque su dirección y tutoría conjuntamente con su conocimiento científico en el tema de investigación fueron fundamentales a lo largo de toda la investigación.

DEDICATORIA

Esta investigación se la dedico a todos aquellos que de una forma u otra me ayudaron a llegar al final de la carrera.

RESUMEN:

La presente investigación está encaminada a brindar un procedimiento de auditoria de calidad en la gestión, mediante el empleo de un enfoque de modelación matemática multicriterio, que contribuya a la ayuda de la toma de decisiones en el campo del mantenimiento, proceso indispensable para mantener la vitalidad en todo proceso productivo y/o servicios.

Se utilizó un método muy robusto el Análisis Jerárquico de Procesos, para evaluar los juicios de los expertos en dos corridas. Mediante la investigación realizada se pueden precisar las principales fortalezas y debilidades que presenta el sistema de gestión de mantenimiento de la entidad productiva. Todo lo antes expresado permite valorar el impacto y la necesidad de auditar el sistema de gestión de mantenimiento en estas entidades de producción de materiales.

SUMMARY

This research is aimed at providing a quality audit procedure in management, through the use of a multi-criteria mathematical modeling approach, which contributes to the aid of decision-making in the field of maintenance, an essential process to maintain vitality. in all production processes and/or services.

A very robust method, Hierarchical Process Analysis, was used to evaluate the judgments of the experts in two runs. Through the research carried out, the main strengths and weaknesses of the maintenance management system of the productive entity can be specified. All of the above allows us to assess the impact and the need to audit the maintenance management system in these material production entities.



Contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
1.1 Introducción.....	5
1.2 Estado del arte.....	5
1.3 Fundamentación teórica.....	16
1.4 Conclusiones parciales.....	28
CAPITULO II MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
2.1 Introducción:.....	30
2.2 Descripción del objeto de estudio.....	30
2.3 Propuesta del procedimiento para la resolución del problema.....	39
2.4 Conclusiones del capítulo.....	53
CAPITULO III RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	54
3.1 Introducción.....	54
3.2 Caso de estudio.....	54
3.2.1 Resultado de la aplicación del procedimiento ante declarado.....	54
CONCLUSIONES GENERALES.....	73
RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	75
ANEXOS.....	80

INTRODUCCIÓN.

El mantenimiento en la Industria 4.0, surge en Alemania durante el año 2011, cuando el Gobierno y el sector empresarial, encabezado por Bosch, conforman un grupo de investigación para encontrar un marco común que permitiera la aplicación de las nuevas tecnologías, entregando su primer informe en el 2012, que luego fue presentado en público durante la Feria de Hannover en 2013. Así inicia el paradigma de lo que hoy se conoce como la cuarta revolución industrial, referenciada bajo diferentes términos de acuerdo con el país en donde se desarrollen iniciativas para su investigación (Sittón, Rodríguez, & Muñoz, 2018).

“En la industria, se estima que la identificación temprana y la solución de problemas antes de que ocurran pueden ahorrar un 40% en costes de mantenimiento” (Fujitsu, 2019, pág. 12). La industria 4.0 se refiere a un nuevo modelo de organización y de control de la cadena de producción, permitiendo incrementar el ciclo de vida del motor o de la maquina apoyado por las nuevas tecnologías de la información.

Entre los aspectos principales para apostar por la industria 4.0 son:

- El tiempo dedicado al mantenimiento se reduce hasta en un 50%.
- Aplicación de técnicas sofisticadas de monitoreo.
- La aplicación de sensores es una manera segura de llevar control de los equipos.
- Incremental la rentabilidad en corto plazo.

La aplicación de esta industria permite la reducción de gran parte de costos de mantenimiento o reparación, permitiendo mejorar la gestión de las líneas de producción (Fujitsu, 2019). La Industria 4.0 se encuentra centrada en abordar el análisis de datos y los métodos de aprendizaje automático para cambiar los procedimientos y técnicas de producción comunes, una de las ciencias que más está involucrada dentro de esta industria es la informática, incluida la inteligencia artificial y los campos de la computación (Einabadi&Baboli, 2019)

La implementación de este tipo de mantenimiento permite a las empresas procesos más eficientes, incrementar el valor agregado en sus productos y servicios, mayor competencia nacional e internacional (Dueñas Ramírez y Villegas López, 2020).

Para poseer un buen sistema de Gestión de mantenimiento es necesario contar con servicios de mantenimiento adecuadamente organizados, dotados con personal idóneo y con equipos e instalaciones apropiadas [2] y dentro de estos equipos no menos importante, es poder contar con un instrumental adecuado, así como una efectiva gestión de repuesto.

Los gerentes de mantenimiento están recibiendo, cada vez más, mayores responsabilidades, en muchos casos, con una estructura "enjugada" y buscan responder a las nuevas exigencias de los consumidores o clientes, perfeccionándose y buscando el perfeccionamiento de su personal, a través de mayor capacitación y de intercambio de informaciones". [Tabares 2004]

Los responsables tanto de gestionar como de poner en práctica los planes de mantenimiento cuentan hoy día con una herramienta muy particular, muy sui generis, la cual se ha probado durante estas dos últimas décadas, a través del análisis, revisión e inspección formal de los elementos tangibles e intangibles involucrados en la producción, el mantenimiento de la propiedad, planta y equipos destinados a tales fines, pueden efectivamente identificarse los problemas en esta área y proponer soluciones viables a los mismos (Salas Hernández, 2018).

Definido por este autor como un proceso complejo, sistemático y organizado mediante el cual pueden detectarse a través de métodos formales las fallas, desviaciones u omisiones en cuanto al mantenimiento y su situación más óptima esperada según los indicadores de mantenimiento particulares para cada empresa, cada instalación, cada proceso productivo. Proceso que, como tal, posee un inicio, un final con una periodicidad.

La auditoría en función de sus objetivos debe comprobar que los trabajos se hayan realizado en el tiempo planificado, que los mismos posean la calidad requerida, que exista un uso adecuado de los recursos asignados y que de acuerdo a las actividades programadas exista una correspondencia de recursos materiales, humanos, financieros y tecnológicos, verificar que la operación de equipos e instalaciones sea segura, ambientalmente aceptable y brinde la máxima eficiencia, eficacia y funcionalidad.

Situación problemática.

En la actualidad en Cuba, ministerios y entidades tienen establecido cómo llevar a cabo el mantenimiento en las organizaciones, pero no cómo evaluar la gestión del mantenimiento a través de la realización de una auditoría operacional, por lo que existe una carencia en cuanto a un procedimiento de auditoría para la evaluación de la calidad del mantenimiento, y su gestión, teniendo en cuenta que los criterios para esa actividad son insuficientes, verificándose solamente listas de chequeo de los equipos aplicado solo a tres variables o dimensiones y un número reducido de indicadores, además se desconoce por parte de la entidad las herramientas para evaluar la gestión del mantenimiento.

Problema científico a resolver en la investigación: la inexistencia de un procedimiento para la realización de la auditoría y evaluación de la gestión de la calidad en el mantenimiento **en la UEB Geominera Holguín.**

Objeto: las áreas de operación **en la UEB Geominera Holguín.**

Campo de acción: la auditoría de la gestión de la calidad en el mantenimiento y los métodos multicriterio para la evaluación de las áreas de operación **en la UEB Geominera Holguín.**

Hipótesis general de la investigación la siguiente: Si se realiza una auditoría a la gestión de la calidad del mantenimiento, a través de un procedimiento, que tenga en cuenta áreas y funciones de la entidad, será

posible identificar y definir entonces su Efectividad (fortalezas y debilidades), para la ayuda a la toma de decisiones **en la UEB Geominera Holguín.**

Objetivo general: Diseño y realización de una auditoría a la calidad de la gestión del mantenimiento mediante el diseño de un procedimiento con enfoque multicriterio para la ayuda a la toma de decisión y poder direccionar eficientemente los recursos humanos, materiales y financieros, **en la UEB Geominera Holguín.**

Objetivos específicos:

1. Elegir un procedimiento de auditoría de calidad de mantenimiento que permita evaluar la situación actual de la gestión de mantenimiento en la empresa objeto de estudio y adecuarlo a las características propias de dicha entidad (**De Posada Lemus y Borroto Pentón (2009)**)
2. Rediseñar el procedimiento con enfoque multicriterio para la ayuda la toma dedecisión.
4. Conocer la situación actual de la organización, buscar los puntos de mejoras y diseñar un plan de acción para revertir la situación.

Tareas de investigación:

1. Construir el marco teórico referencial de la investigación, a través de la consulta de la literatura más actualizada relacionada con el tema, ya sea nacional o internacional, Sitios y Páginas Web, recopilando los elementos necesarios para realizar la misma.
2. Conseguir precisar las principales fortalezas y debilidades que presenta en su sistema de gestión de mantenimiento, en la Empresa objeto de estudio
3. Identificar, clasificar y documentar las áreas y funciones a auditar para medir el nivel de desempeño de las mismas.
4. Valorar el impacto y la necesidad de auditar el sistema de gestión de mantenimiento en la empresa objeto de estudio.

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1 Introducción

En este capítulo se dará a conocer los procedimientos que existen relacionado con el objeto de estudio, igualmente las principales teorías que están vinculadas con la auditorias, la calidad de la gestión del mantenimiento y la propuesta de ver el problema con un nuevo enfoque, el enfoque multicriterio, debido a que es muy complejo ver la problemática de los sistema de ingeniería desde una sola dimensión, casi siempre confluyen más de una, por lo que se debe tener en cuenta para una mejor toma de decisión por parte de los decisores.

1.2 Estado del arte

En la industria, se estima que la identificación temprana y la solución de problemas antes de que ocurran pueden ahorrar un 40% en costes de mantenimiento” (Zhang et al., 2019). La industria 4.0 se refiere a un nuevo modelo de organización y de control de la cadena de producción, permitiendo incrementar el ciclo de vida del motor o de la máquina apoyado por las nuevas tecnologías de la información.

Entre los aspectos principales para apostar por la industria 4.0 son:

- El tiempo dedicado al mantenimiento se reduce hasta en un 50%.
- Aplicación de técnicas sofisticadas de monitoreo.
- La aplicación de sensores es una manera segura de llevar control de los equipos.
- Incremental la rentabilidad en corto plazo.

La aplicación de esta industria permite la reducción de gran parte de costos de mantenimiento o reparación, permitiendo mejorar la gestión de las líneas de producción (Seino, 2019). La Industria 4.0 se encuentra centrada en abordar el análisis de datos y los métodos de aprendizaje automático para cambiar los procedimientos y técnicas de producción comunes, una de las ciencias que más está involucrada dentro de esta industria es la informática, incluida la

inteligencia artificial y los campos de la computación (Einabadi, Baboli, & Ebrahimi, 2019)

La implementación de este tipo de mantenimiento permite a las empresas procesos más eficientes, incrementar el valor agregado en sus productos y servicios, mayor competencia nacional e internacional (Dueñas Ramírez, Villegas López, Castiblanco Tique, & Castaño Restrepo, 2021) Con el surgimiento del Ministerio de Industrias en Cuba, se introduce el Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP), el cual es adaptado a las condiciones específicas de cada ministerio en el país. Antes de 1959 no existía en Cuba una cultura de mantenimiento, ya que solo empresas como la eléctrica, refinación de petróleo y telefónica entre otras lo empleaban. La escasez de insumos, materiales y recursos humanos calificados que presentaba el país por sufrir un bloqueo económico y tecnológico eran realidades que afectaban la realización de esta actividad. Desde 1961 ha existido un reconocimiento a la importancia del mantenimiento, en particular desde el proceso de institucionalización del país, a partir del cual se fomenta y establece su dirección por parte del Estado y el Partido, por su decisiva influencia en el ahorro de recursos. El desarrollo tecnológico y el reordenamiento económico - social posterior a 1961, sentó pautas para crear empresas especializadas de servicios de reparación y mantenimiento en sectores industriales como la eléctrica, azucarera, salud, mecánica y transporte entre otras. Fueron definidos los lineamientos para la preservación y mantenimiento de los medios básicos productivos en la industria y el sector de los servicios. Sin embargo, el mantenimiento en Cuba se caracterizó por los siguientes factores:

- ❖ Falta de políticas generales de mantenimiento.
- ❖ Se obviaron los avances de la práctica mundial en materia de gestión de mantenimiento.
- ❖ Se copiaron esquemas tecnológicos de mantenimiento, los cuales se mantuvieron estancados, sin cambio alguno.
- ❖ Deficiente capacitación y desarrollo de los recursos humanos dedicados a la actividad de mantenimiento.

- ❖ Insuficiencia de recursos financieros que garantizaran el suministro sostenido de materiales, insumos y piezas de repuesto.
- ❖ Deficiente gestión de mantenimiento, caracterizada por una burocracia poco racional e ineficaz.

Actualmente en Cuba se crearon dos ministerios para dar respuestas a los problemas actualmente identificados. El de energías y minas a partir del ya existente ministerio de industrias básicas (MINBAS) el cual desarrollará las funciones estatales en las actividades petroleras, la energía eléctrica y la minería; y se aprobó la creación de un Ministerio de Industrias a partir de la fusión de las industrias sideromecánica, Ligera y Química. Ambos con el único objetivo de erradicar los errores cometidos anteriormente, como el de la zafra azucarera, la cual presenta atrasos por incumplimientos debido a fallas técnicas e interrupciones operativas presentando los recursos y piezas necesarios. Para erradicar errores como la insuficiente atención a la actividad del mantenimiento industrial presente en un cuantioso grupo de empresas Cubanas se ha indicado por la dirección del país al recién creado Ministerio de Industrias, trabajar fuerte en función de implementar los lineamientos 117 y 220 del VI Congreso PCC, lo cual permitirá revertir esta situación en el menor plazo posible, dada la necesidad de incrementar los niveles de producción y servicios que favorezcan las exportaciones y sustitución de importaciones.

Los activos fijos se definen como aquellas propiedades, bienes materiales o derechos que en el curso normal de los negocios no están destinados a la venta, sino que representan la inversión de capital o patrimonio de una dependencia o entidad en las cosas usadas o aprovechadas por ella.

Algunos autores como (Weston & Brigham (1994), White & James (2000), Gitman (2003) y Office of Financial Management (2004) -referenciado en Borroto Pentón, 2005-) plantean que los activos fijos se clasifican en tangibles e intangibles. Los activos fijos tangibles comprenden las propiedades o bienes que pueden ser tocados, tales como terrenos equipos y maquinarias, mientras

los activos fijos intangibles incluyen a aquellos elementos que no poseen forma corpórea, como los derechos de patentes, los de vías o créditos mercantiles.

Otros autores van un poco más allá y toman en cuenta las inversiones en acciones, bonos y valores emitidos por empresas afiliadas, arribando a una tercera clasificación: inversiones en compañías afiliadas.

A pesar de lo ante dicho la mayoría de los autores coinciden en que son medios u objetos físicos con una vida limitada, que van perdiendo su valor en la medida que se van desgastando con el tiempo.

Estos activos fijos se valoran al precio de adquisición, o a su costo real de producción. El valor de estos bienes se actualizará contablemente por el registro de la depreciación, cuando corresponda, incluyéndose el importe de la misma en el resultado del ejercicio económico.

El mantenimiento constituye una certera alternativa de decisión frente al desgaste de los activos fijos. Diversas son las definiciones que sobre este tema se han originado. Autores como: Kaufman (1975); Kamenitzer (1985); Portuondo Pichardo (1990); NC 92-10-78; Muntaselli (1994) Benaim, et. al (1994); Encinas (1994); Tavares (1994); Gilbert (1996) al referirse al asunto han discrepado en algunos aspectos en la medida en que se han enfocado en determinada organización, pero todos de manera general coinciden en aspectos, tales como: conservar, mantener, restaurar, la función pretendida del activo fijo. Así mismo, por ejemplo, Kamenitzer (1985) se refiere solamente a la limpieza y lubricación de los equipos, mientras que Tavares (1994) amplía el concepto, definiéndolo como la actividad encaminada a incrementar la disponibilidad de los mismos. Por su parte Borda (1998) lo define como la restauración de la capacidad operativa de los equipos e instalaciones productivas con el fin de contribuir a que el objetivo fundamental de la empresa pueda efectuarse al más bajo costo posible. Tavares (1999) plantea que son aquellas medidas necesarias para la conservación o permanencia de alguna cosa o de alguna situación, coincidiendo con Sotuyo Blanco (2002) que lo definió como la función empresarial que por medio de sus actividades de control, reparación y revisión, permite garantizar el funcionamiento regular y el

buen estado de conservación de las instalaciones. De la Paz Martínez (1996) define el mantenimiento como la totalidad de las acciones técnicas, organizativas y económicas encaminadas a conservar o restablecer el buen estado de los medios básicos, a partir de la observancia y reducción de su desgaste y con el fin de alargar su vida útil, para lograr una mayor disponibilidad y cumplir con calidad y eficiencia su función productiva y de servicio, garantizando la seguridad del personal y del medio ambiente.

Para conocer el buen funcionamiento de una organización es importante poder medir sus indicadores de desempeño, dentro de ello aparecen en la literatura algunos ejemplos de indicadores de mantenimiento encontrados:

- * Costo total de mantenimiento / Costo total de producción.
- * Disponibilidad.
- * Horas-hombres planificadas de mantenimiento / Horas-hombres total de mantenimiento.
- * Horas-hombres no planificadas de mantenimiento / Horas-hombres total de mantenimiento.
- * Tiempo medio entre fallos.
- * Tiempo medio entre reparaciones.
- * Tiempo promedio de respuesta.
- * Plantilla de mantenimiento / plantilla de la planta.
- * Porcentaje de cumplimiento del plan.
- * Duración promedio de las intervenciones.
- * Porcentaje de utilización de la fuerza de trabajo de mantenimiento.

Se considera de gran relevancia los indicadores que se enuncian a continuación:

Tiempo Medio Entre Fallos: Relación existente entre el tiempo de operación de un equipo y el número total de fallos detectados en el período observado. Es calculado para artículos reparables.

Tiempo Medio Entre Fallos (TMEF) $TMEF = HROP / NTMC$

HROP: tiempo total de operación del equipo (h).

NTMC: fallos del equipo en el período analizado.

Tiempo Medio Para la Reparación: Comprende la relación entre el tiempo total de intervención correctiva y el número total de fallos detectados en el período analizado.

Tiempo Medio Para la Reparación (TMPR) $TMPR = HTMC / NTMC$

HTMC: tiempo total de intervenciones correctivas al equipo en el período analizado.

Disponibilidad: Relaciona a la diferencia del número de horas del período considerado con el número de horas de intervención (mantenimiento correctivo, preventivo, otros servicios) y el número de horas del período considerado.

Disponibilidad (D) $D = (HCAL - HMRN) / HCAL$ (1.3)

HCAL: horas de un período considerado (horas calendario)

HMRN: número de horas intervenidos por el personal de mantenimiento para cada equipo observado.

El costo de mantenimiento: Está formado por cinco elementos (personal, materiales, contratación, depreciación y pérdidas de facturación), de los cuáles en la mayoría de las empresas solo se tienen en cuenta el costo de personal y el costo de materiales.

$CTMN = CP + CM + CT + CD + CF$

Siendo:

CP: el costo de personal (aporte a la seguridad social y salario).

CM: el costo material.

CT: el costo de la tercerización.

CD: el costo de depreciación de los equipos.

CF: el costo por pérdida de facturación.

A pesar de ser los indicadores de mantenimiento elementos de control relativamente fáciles de aplicar muchas de las entidades cubanas no utilizan indicadores para evaluar la gestión de su mantenimiento y las que lo hacen se basan fundamentalmente en índices de costo y de disponibilidad (Alfonso Llanes et al., 2008).

Según Salas Hernández, (2018) la selección de los indicadores de mantenimiento a evaluar constituye un factor crucial para obtener resultados fiables, que expresen objetivamente el estado actual del mantenimiento y permitan detectar fallas, omisiones y/o desviaciones del deber ser.

Según Mantilla (2003), la auditoria como actividad de control en su evolución histórica transcurrió por cuatro fases, como se muestra en la figura 1

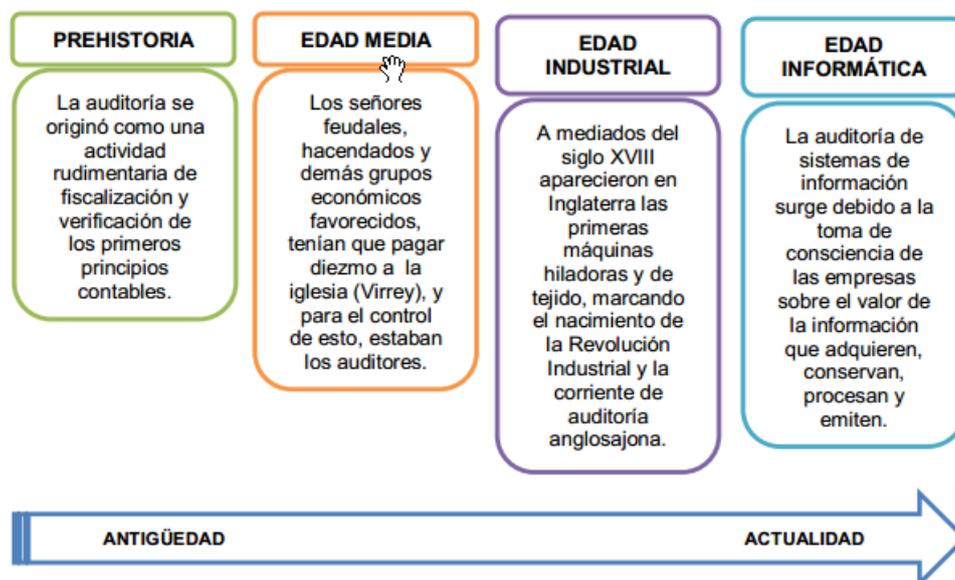


Figura 1 Evolución histórica de la auditoria como actividad de control

Según Rodríguez (2017) existen varios conceptos enunciados por un grupo de autores que se exponen a continuación:

American Accounting Association (1973), es un proceso sistemático para obtener y evaluar de manera objetiva las evidencias relacionadas con informes sobre actividades económicas y otros acontecimientos relacionados. El fin del proceso consiste en determinar el grado de correspondencia del contenido informativo con las evidencias que le dieron origen, así como determinar si dichos informes se han elaborado observando principios establecidos para el caso.

American Institute of Certified Public Accountants (1983): un examen que pretende servir de base para expresar una opinión sobre la razonabilidad, consistencia y apego a los principios de contabilidad generalmente aceptados, de estados financieros preparados por una empresa o por otra entidad para su presentación al Público o a otras partes interesadas.

Santillana (2013): es verificar que la información financiera, administrativa y operacional que se genera es confiable, veraz y oportuna. Es revisar que los hechos, fenómenos y operaciones se den en la forma en que fueron planteados, que las políticas y procedimientos establecidos se han observado y respetado. Es evaluar la forma en que se administra y opera para aprovechar al máximo los recursos.

Real Academia Española (2014): revisión sistemática de una actividad o de una situación para evaluar el cumplimiento de las reglas o criterios objetivos a que aquellas deben someterse.

Esta última al criterio del autor es una definición mucho más amplia que puede abarcar tanto otras áreas de la empresa como otras actividades no financieras, que muy bien pudiera contemplar la gestión del mantenimiento.

El Instituto de Auditores Internos de los Estados Unidos, define la auditoría interna como una actividad independiente que tiene lugar dentro de la empresa y que está encaminada a la revisión de operaciones contables y de otra naturaleza con la finalidad de prestar un servicio a la dirección.

La norma ISO 9001 tienen relación con las auditoría de mantenimiento y aunque, no tiene como objetivo prioritario asegurar que el mantenimiento se realice de forma correcta, aunque su incumplimiento generaría no conformidades, igualmente cuando se aplica con un enfoque excesivamente documental no se contempla el mantenimiento efectivo como factor prioritario, por lo que esta norma y una buena gestión del mantenimiento son compatible, pero diferentes e independientes (García 2018)

Dentro de las ventajas económicas de la realización de auditorías de mantenimiento tenemos: el seguro de maquinaria se abarata, la vida útil de la planta industrial aumenta, disminuyen los costos, estado técnico aceptable de los activos para su venta, aumento de la disponibilidad y fiabilidad aumenta, de lo contrario esta sería inútil.

Héctor R. y otros(2011) en busca de conocer los problemas que atentan contra la disponibilidad y confiabilidad del equipamiento médico, mostrando una metodología aplicada en los hospitales, e identificó las principales deficiencias de la gestión de mantenimiento; tomó algunos principios de la ISO 19011:2002, así como métodos de expertos en la definición del valor de las áreas funcionales, la metodología permitió identificar las principales deficiencias e insuficiencias de la función mantenimiento.

Según Héctor R y otros (2011) a auditoría a la gestión de mantenimiento consiste en el examen y evaluación que se realiza a una entidad para establecer el grado de economía, eficiencia y eficacia en la planificación, control y uso de los recursos y comprobar la observancia de las disposiciones establecidas, con el objetivo de verificar la utilización más racional de los recursos y mejorar las actividades y materias examinadas. Se trata de un

examen objetivo y sistemático de evidencias con el fin de proporcionar una evaluación independiente del desempeño de la función, la cual tiene como propósito mejorar la acción de la administración y facilitar la toma de decisiones de los responsables de supervisar o implementar las acciones recomendadas.

CorretgerRauet [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.

Según la norma ISO 9004 Anexo B, existen un grupo de principios para la gestión de la calidad, igualmente la norma de gestión de la calidad elaborada por el comité técnico ISO/TC 176, que pueden ser utilizado como marco de trabajo para la alta dirección guiando a la organización hacia la mejora de su desempeño, dentro de lo que se destacan:

1. **Enfoque al cliente:** la organización depende de sus clientes, por lo que deben comprender sus necesidades, para poder satisfacerla y esforzarse para poder exceder sus expectativas.
2. **Liderazgo:** lograr que las personas puedan involucrarse totalmente para lograr los objetivos de la organización.
3. **Participación de las personas:** son la esencia y su total compromiso posibilita que sus habilidades, se utilicen en beneficio de la organización.
4. **Enfoque basado en procesos:** los resultados deseados se alcanzan eficientemente, cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como procesos.

5. **Enfoque de sistema:** identificar, entender y gestionar procesos interrelacionado como un sistema contribuye a la eficacia y eficiencia de la organización en los logros de los objetivos.
6. **Mejora continua:** objetivo permanente de la organización.
7. **Enfoques basados en hechos:** basado en el análisis de datos y de la información.
8. **Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor:** relación interdependiente, mutuamente beneficiosa, aumentando la capacidad de ambos para crear valor

La función mantenimiento en el sector industrial o de los servicios, consiste en un examen y evaluación que se realiza a una entidad para establecer el grado de eficiencia, eficacia y efectividad en la planificación, control y ejecución de los trabajos de mantenimiento y comprobar la observancia de las disposiciones establecidas. El objetivo es verificar la utilización más racional de los recursos y mejorar las actividades y materias examinadas.

Knezevic (1990) define el mantenimiento es el conjunto de tareas realizadas por el usuario para mantener la funcionabilidad del sistema durante su vida operativa, este autor no considera otras dimensiones como la ambiental y la de seguridad.

John Woodhouse y se refiere a que “es el juego de disciplinas, métodos y procedimientos para optimizar el impacto total de costos, desempeño y exposición al riesgo en la vida del negocio, asociado con la confiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad, el ciclo de vida y la eficiencia y cumpliendo las regulaciones de seguridad, medio ambiente y calidad de los activos físicos de una entidad”, el autor considera las dimensiones que no tuvo en cuenta Knezevic, vinculando otros indicadores como son los antes mencionados. Otra definición es la que propone la “BS PAS 55: 2008 Asset Management”, que plantea que la “Gestión de Activos es un conjunto de actividades y prácticas

coordinadas y sistemáticas por medio de las cuales una organización maneja de manera óptima y sustentable sus activos y sistemas de activos, su desempeño, riesgo y gastos a lo largo de sus ciclos de vida, con el fin de lograr su plan estratégico organizacional”, sin embargo ninguno de ellos vinculan el ciclo de vida con la sostenibilidad.

Según Santiago García (2018), en su revista RENOVETEC una auditoría es una fotografía instantánea que se toma a una instalación o a un departamento de mantenimiento para verificar una de estas dos cosas el estado de una instalación (auditoría técnica) y en segundo lugar la calidad de la gestión de mantenimiento, llamada entonces auditoría de gestión, es esta la que será objeto de estudio de esta investigación.

Las auditorías técnicas, tratan de determinar el estado técnico de una instalación; sin embargo, las auditorías de gestión pueden ser cualitativas o cuantitativas,

Las primeras tratan de establecer si los métodos de trabajo y la gestión que se hace en el departamento es correcta, a partir de una valoración subjetiva (Calificación de una serie de cuestiones de forma subjetiva, a juicio del auditor, la segunda de gestión cuantitativa trata de establecer si los métodos de trabajo y la gestión que se hace en el departamento es la más correcta, pero a partir de indicadores de mantenimiento calculados automáticamente a partir del GMAO.

1.3 Fundamentación teórica

Según **Santiago García (2018)** existen un grupo de actividades a cumplir para la realización de una auditoría, tal como:

1. Identificar si la estructura del personal es adecuada.
2. Identificar problema en el personal: rendimiento, clima laboral, necesidades de formación.

3. Identificar si el plan de mantenimiento está bien planteado.
4. Identificar si el plan cumple las normativas legales.
5. Determinar si la gestión del mantenimiento correctivo es correcta.
6. Identificar si los medios son los adecuados.
7. Estudiar si la gestión de repuesto es correcta.
8. Estudiar si la gestión de la información es correcta y útil.
9. Analizar los resultados

El modelo o patrón a comparar la situación de cualquier organización, se basa en el método de comparación con un modelo de excelencia, para la creación de este modelo se debe tener en cuenta los aspecto clave que deben alcanzarse, fijando estándares de excelencia, de cómo debería ser la gestión ideal de cada esos aspectos, para nuestro caso utilizaremos una de la propuesta planteadas y luego a través de métodos matemáticos multicriterio recalcularemos los patrones a o metas a comparar de cada indicador, a través de un cuestionarios o encuesta, para detectar donde es acertada la gestión y donde existen no conformidades.

Las áreas a tener en cuenta para la aplicación de las auditorias de mantenimiento según (García 2018) se encuentran:

1. Ingeniería del mantenimiento.
2. Plan de inspecciones.
3. Planificación.
4. Análisis de averías.
5. Gestión de mantenimiento legal.
 1. Gestión de la obsolescencia.
 2. Diagnóstico.
 3. Rutas de operación.
 4. Correctivo.
 5. Gestión de repuestos.
 6. Herramientas y medios técnicos.

7. Recursos humanos en mantenimiento.
8. Mantenimiento contratado y gestión de contratos.
9. Gestión de la prevención.
10. Software de mantenimiento.

Para resolver de forma lingüística este cuestionario se debe de responder alrededor de 120 pregunta o meta como por ejemplo las siguientes.

Tabla 1.1 Cuestionario a responder por los encuestados

Personal	12
Plan de mantenimiento	10
Aplicación de técnicas predictivas	5
Mantenimiento contratado y gestión de contratos	5
Gestión de mantenimiento legal	7
Gestión de mantenimiento correctivo	8
Herramientas y medios técnicos	5
Repuestos y consumibles	5
Procedimiento de trabajo	5
Gestión de la información	5
Gestión de prevención	12
Resultados	10

Estas auditorías están relacionadas al tener en cuenta cada indicador a evaluar, tendrán entonces relación con las categorías de consecuencia, debido a que en dependencia del estado del indicador, como por ejemplo estar en un estado de no conformidad, podría llevar a un estado de fallo potencial,

contribuyendo entonces a una o varias consecuencias, estas categorías pueden ser: disponibilidad, fiabilidad, costo del mantenimiento, riesgo de gran avería, vida útil de la planta y por supuesto la seguridad en las personas y en los activos.

Existen para los doce áreas cuatro respuestas a comentar que serán convertidas igualmente en cuatro valores lingüísticos, como se muestra

Tabla 1.2 Valores lingüísticos para la evaluación

0	Si el aspecto estudiado está mal gestionado
1	Si la resolución del aspecto es deficiente
2	Se reserva para aquellos aspectos que no se pueden comprobar
3	Si está resuelto, pero puede ser mejorable
4	Si el punto gestionado está resuelto de forma óptima

La frecuencia de aplicación de estas auditorías de gestión, luego de proponerse los cambios, sugerencias, mejoras continuas, se diseña un plan de acción, que se concilia con las diferentes partes, después de esto se deben realizar auditorías de seguimientos, para comprobar la implementación de los cambios, según García 2018, la frecuencia recomendable es después de una auditoría inicial, realizar cada tres meses una de seguimiento y anualmente una nueva auditoría.

Algo importante a tener en cuenta es la aptitud que debe tener el evaluador, dentro de las que deben estar presentes las siguientes: debe ser una persona que conozca bien el entorno de mantenimiento, preferentemente un ingeniero, con al menos un año de experiencia en el mantenimiento industrial, no solo que conozca de calidad, pues no conocerá a fondo sobre las actividades de mantenimiento, conocer además como llevar a cabo una auditoría de gestión, debe ser minucioso y observador, no estar involucrado con el personal de

departamento, para garantizar su imparcialidad, constructivo en sus apreciaciones, ect

Sistemas de Gestión Integrados (SGI). La calidad y la eficiencia de los procesos de una organización, no debe asociarse a la buena gestión de un proceso aislado, sino al complemento de la gestión integral de dicha organización. ¿Qué espectro debe abarcar la mencionada integralidad?, depende del interés técnico económico, de la estrategia empresarial y de los objetivos que se trace la organización.

Existen varias formas de abordar la integración de los sistemas de gestión, y a todos los efectos este autor ha considerado como mejor método, el enfoque basado en procesos. En interés de alcanzar resultados satisfactorios en el proceso de integración se recomienda la aplicación de la NC PAS 99: 2008 Especificación de requisitos comunes del sistema de gestión como marco para la integración y la consulta de la UNE 66177: 2005 Guía para la integración de los sistemas de gestión, Principios y conceptos básicos del proceso de integración de los sistemas de gestión.

Para auditar y evaluar el estado de la gestión de la calidad en el mantenimiento es necesario trabajar organizadamente, para enfrentar esta tarea se propone utilizar como referencia la NC-ISO 19011:2004 “Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental”.

En Cuba no existe una dirección metodológica de cómo enfrentar el proceso de mejora continua en el área de mantenimiento, por lo que se impone establecer las bases generales sobre las cuales se empieza a organizar dicho proceso. Pentón B. en su Tesis Doctoral (2005) plantea que, si bien es cierto que en Cuba están establecidos los conceptos sobre mantenimiento hospitalario, será necesaria 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.

Metodología para auditar la gestión de la calidad en el mantenimiento.

Para controlar eficazmente la calidad de cualquier proceso o sistema se deben tener en consideración cuatro aspectos fundamentales: (Figura 1.2)

1. Entradas.
2. Resultados.
3. Mecanismos utilizados para garantizar los resultados.
4. Controles internos que se le ejecutan al proceso.

Los cuatro elementos mostrados no deben escapar al estudio y análisis de cualquier sistema evaluador

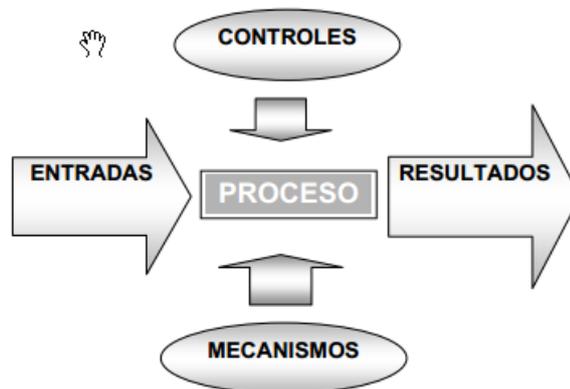


Figura 1.2 Elemento controlable de todo proceso

Esta propuesta constituye una metodología que se sustenta en seis etapas, las cuales tienen un orden lógico. En la figura 1.2 se muestra el vínculo de cada una de las etapas con sus principales características y salidas. Posteriormente se describe de manera abreviada cada una de estas etapas con el objetivo de exponer los principales elementos y tareas que deben ser acometidas para

desarrollar este diagnóstico y evaluación.

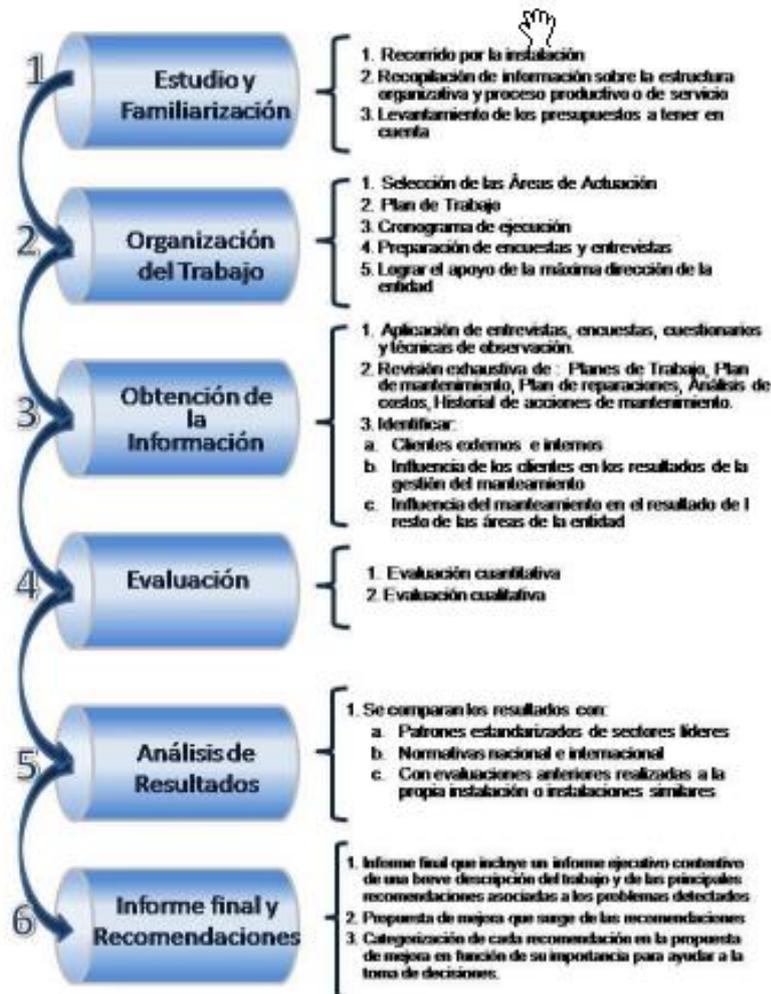


Figura 1.3 Etapas para el diagnóstico y evaluación de la gestión de la calidad en el mantenimiento

Etapas de trabajo [2].

1. Estudio y familiarización con la organización objeto de estudio.
2. Organización del trabajo.
3. Obtención de la información.
4. Evaluación.
5. Análisis de resultados.
6. Informe final y recomendaciones.

Estudio y familiarización: Es un trabajo de terreno que permitirá a los inspectores conocer in situ la instalación de que se trate y su situación real, esta fase es sumamente importante y no se puede pasar por alto ni delegar, ya que a partir de ese conocimiento es que se podrá modelar el cuestionario valorativo y las encuestas a realizar, así como trazar la estrategia y dirección de las acciones. El estudio y familiarización consiste en hacer un recorrido por la entidad a evaluar y conocer sus áreas productivas o de servicios, sus obreros y técnicos, la gerencia, la tecnología, el equipamiento, los sistemas de garantía de la calidad existentes y toda aquella información que permita conocer por dentro la instalación y sus recursos humanos.

Organización del trabajo: La planificación del trabajo tiene una importancia significativa en el empleo racional del tiempo y en el impacto moral ante la organización sujeta a evaluación. La información obtenida en el análisis de los “Presupuestos a tener en cuenta...”, desarrollado en el epígrafe, servirá de base para la elaboración de las encuestas y entrevistas que permitirán personalizar las acciones. Se elabora un Plan de Trabajo y un Cronograma de Ejecución, los cuales se analizan con el Gerente de la organización o su representante y una vez aprobados, son de estricto cumplimiento por todas las partes. En la tabla nnnn se muestra un ejemplo de un cronograma de ejecución.

Esta etapa incluirá la participación del líder del equipo controlador en una reunión con los ejecutivos involucrados, donde se coordinará la participación de los afectados en el cronograma mostrado en la figura 1.4 con la aprobación del Director General o Gerente de la entidad a evaluar. (Se refiere a las áreas o departamentos que interactúan con mantenimiento, pero que no se subordinan a este.)

No	Denominación	Marzo 6 - 10	Marzo 13 - 17	Marzo 27 - 31	Abril 3 - 7
1.	Organización.				
2.	RRHH				
3.	Ctrol Económico				
4.	Ingeniería.				
5.	Planificación.				

Firma del Gerente
 Firma del Responsable de Auditoría

Figura 1.4Cronograma de ejecución

También se coordinarán y planificarán las tareas de observación de los diferentes procesos que se considere importantes para la obtención de información. Cuando se tenga toda la información mencionada anteriormente, entonces el equipo controlador estará en condiciones de organizar adecuadamente el trabajo y se podrá pasar a la etapa de “Obtención de Información”.

Obtención de información: Consiste en desarrollar, a través de la técnica de recolección de información, las entrevistas personales, encuestas, cuestionarios, técnicas de observación y realizar una revisión exhaustiva de documentos (Planes de Trabajo, plan de Mantenimiento Preventivo, Plan de reparaciones, Análisis de costos, histórico de acciones de mantenimiento, etc.), esta etapa brindará la información necesaria para evaluar el estado de la Gestión de la calidad en el Mantenimiento en la instalación. En el Anexo nnn, Técnicas de recolección de información, se amplía sobre la utilización eficaz de estas técnicas y se muestran un grupo de procedimientos tales como entrevistas, encuestas, métodos de observación, etc. que sirven de referencia para modelar los que se ajusten a las características de la organización objeto de análisis.

En esta etapa es esencial la identificación de todas las partes involucradas con la gestión de mantenimiento, es decir, los clientes internos y externos, la manera en que estos se relacionan con el área de mantenimiento y la influencia que tienen sobre la gestión para poder

examinar los resultados y cuantificarlos de ser posible. Es importante determinar a su vez cómo influye el mantenimiento en el trabajo de cada una de las áreas del centro.

Evaluación: Una vez debidamente organizada y clasificada la información obtenida producto de las encuestas, entrevistas, observaciones, cuestionarios y revisión de documentos, el equipo controlador procederá a evaluar el trabajo. En la figura 1.5 se amplía sobre la evaluación cuantitativa y la cualitativa.

Análisis de resultados: Con los resultados obtenidos a partir de la evaluación de los problemas que presenta la organización se analiza el estado de la Gestión de la Calidad en el Mantenimiento. Se establecen comparaciones con patrones estandarizados de sectores líderes, normativas tanto nacionales como internacionales y si procediera, con la propia organización en etapas anteriores u otras evaluaciones similares. El cumplimiento de esta etapa es esencial si se considera en toda su magnitud su utilidad práctica, el análisis de los resultados permitirá elaborar un informe final con un cuerpo de recomendaciones que permitirán tomar las medidas que a la postre si se aplican resolverán los problemas detectados en la entidad evaluada.

Los problemas detectados (hallazgos) con sus recomendaciones asociadas se darán en forma de tabla según el formato que se representa en la figura 1.5. En el Anexo 7 se muestra un ejemplo de aplicación.

CUERPO DE RECOMENDACIONES			
No.	Hallazgo	Recomendaciones	Observaciones

Figura 1.5 Modelo para los hallazgos y sus recomendaciones

Informe final y Recomendaciones: El informe indica, con expresión numérica las áreas que requieren mayor atención, en él se agrupan los puntos débiles, se apuntan las acciones correctivas de manera que sirva de ayuda a los directivos de la organización a establecer sus objetivos y las oportunidades de mejora. Las inspecciones sucesivas o recurrentes posibilitarán el seguimiento y medición de su plan de mejoras. Se entregará dos informes, uno ejecutivo y otro extenso, el primero será una síntesis del segundo destinado para altos ejecutivos que lo puedan requerir, el extenso, como indica su nombre, será detallado y constituirá una verdadera herramienta de trabajo.

En ningún caso el resultado puede ser la sumatoria fría de asignaciones numéricas a cada una de las actividades sin el consiguiente análisis y profundo estudio de cada caso, si es preciso se cruzarán las inspecciones y se tomarán todas las medidas que sean necesarias para lograr una evaluación justa que en realidad sea una fotografía del estado de la Gestión de la Calidad en el Mantenimiento en ese momento, teniendo en cuenta la necesidad de caracterizar el resultado obtenido se propone en el epígrafe El informe final constará de la evaluación cuantitativa de cada una de las funciones que desarrolla la actividad y de la evaluación general, además del cuerpo de recomendaciones que se dividirá en tres categorías:

Categoría I. A esta categoría pertenecen las recomendaciones dirigidas a solucionar desviaciones con respecto a las intenciones del diseño básico o requisitos establecidos en las normas, bases de diseño o similares. (Medidas obligatorias)

Categoría II. A esta categoría pertenecen las recomendaciones relacionadas con buenas prácticas en materia de Gestión de la Calidad en el Mantenimiento reconocidas internacionalmente, que pueden tener un impacto significativo para el desarrollo de la actividad.

Categoría III. A esta categoría pertenecen las recomendaciones relacionadas con las buenas prácticas en materia de Gestión de la Calidad en el Mantenimiento reconocidas internacionalmente, que pueden tener un impacto directo para mejorar el estado del arte y poder optar por la categoría de Mantenimiento Clase Mundial.

Criterio de Evaluación.

No obstante, la evaluación general producto del control de la actividad, considerando los aspectos cualitativos y cuantitativos correrá con el siguiente criterio:

Cada elemento auditado y evaluado a partir de las respuestas obtenidas en las entrevistas, las observaciones realizadas en las visitas a las instalaciones, los documentos revisados y otros mecanismos de comprobación utilizados, conformarán la evaluación general que tendrá la siguiente estructura:

Nivel 5 (Excelencia): La organización está revisando continuamente los sistemas e introduce mejoras. Es reconocida como líder entre las empresas de punta. Es necesario obtener entre 91 y 100 puntos en la evaluación cuantitativa.

Nivel 4 (Competencia): La organización ha implementado sistemas y mejoras y mantiene bajo control la gestión de la calidad en el Mantenimiento. Es necesario obtener entre 81 y 90 puntos en la evaluación cuantitativa.

Nivel 3 (Comprensión): La organización y los individuos están desarrollando planes de mejoras para los sistemas, los mismos están siendo aplicados gradualmente. Es necesario obtener entre 71 y 80 puntos en la evaluación cuantitativa.

Nivel 2 (Conciencia): La organización y los individuos se dan cuenta que las prácticas actuales son inadecuadas y que se imponen cambios para mejorar el sistema. Es necesario obtener entre 60 y 70 puntos en la evaluación cuantitativa.

Nivel 1 (Inocencia): La organización no está atenta a las nuevas alternativas existentes. No hay planes para dar el cambio a prácticas actuales y mejora continua. El sistema no está bajo control. Se establece cuando se obtiene menos de 60 puntos en la evaluación cuantitativa.

Evaluación cuantitativa y cualitativa

La etapa evaluativa comienza cuando se ha cumplido la etapa de obtención de información. La fuente para realizar el análisis es la información, debidamente organizada y clasificada, obtenida a partir de las encuestas, entrevistas, observaciones y revisión de documentos aplicadas. La evaluación tendrá un carácter cualitativo y cuantitativo. La evaluación cuantitativa consiste en valorar el estado de la gestión de la calidad en el mantenimiento teniendo en cuenta los criterios de auditoría definidos por los expertos.

La evaluación cualitativa se realiza a partir de la elaboración de una matriz DAFO y también puede apoyarse la evaluación en otras técnicas propuestas como la evaluación del resultado de los procesos, la evaluación del efecto de la cadena de mando y la evaluación del costo beneficio de las acciones de mantenimiento sobre los activos, estas últimas constituyen aportes de esta metodología.

1.4 Conclusiones parciales.

1. La construcción del marco teórico referencial de la investigación reveló la importancia de analizar la calidad de la gestión de mantenimiento, haciendo énfasis en las herramientas que permiten su evaluación, en nuestro caso las auditorías permiten conocer la situación del

mantenimiento en la empresa, establecer y priorizar las necesidades y sus medidas correctivas, también nos permite ayudar a los decisores a conocer las deficiencias para la mejora continua estableciendo un plan de acción para corregirlas.

2. El procedimiento seleccionado y propuesto permitirá evaluar la gestión del mantenimiento en la entidad objeto de estudio e identificar las principales problemáticas que se encuentran afectando el desempeño del mismo.

CAPITULO II MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Introducción:

En este capítulo se propone un procedimiento adaptado de Acosta Palmer (2012), profesor del centro de estudio de Ingeniería del mantenimiento de la CUJAE, el aporte fue la inserción de los métodos matemáticos multicriterio, así como los análisis de sensibilidad para conocer el peor y mejor resultado por los diferentes escenarios que se plantea, se demuestra además la robustez de la solución encontrada.

2.2 Descripción del objeto de estudio.

A 23 Km del nordeste de la provincia de Holguín y poco más o menos a cuatro km del poblado de San Andrés se encuentra situada la Unidad Empresarial de Base Geominera Holguín, ubicada en Loma Blanca.

En los primeros meses del año 1989 se inició el movimiento de tierra para la construcción y montaje de la Planta de Zeolita de San Andrés, obra que ejecuto la Empresa Constructora de Obras Publicas ECOI # 9 de Holguín. El 2 de mayo de 1990, constituida mediante la Resolución No 140 del 3 de agosto del 2001, subordinada al Ministerio de Energía y Minas, comienza a funcionar la línea de trituración primaria y el 16 de julio de 1990 se comienza la explotación de la línea de secado, trituración fina y envase. Al inaugurarse la Planta de Zeolita de San Andrés se subordino a la Empresa Minera de Santiago, con domicilio en el poblado del Cobre. En 1992 con la unión de la Geología y la Minería se constituye la Unidad Geólogo-Minera de Holguín, fusionándose la Brigada de Geología, la Mina de Oro de Aguas Claras y la Planta de Zeolita. El yacimiento de zeolita cuenta con grandes reservas que permiten su utilización por un periodo de 130 años, logrando abastecer el mercado interno y externo.

La fuerza de trabajo pilar fundamental de las proezas ganadas durante los primeros años de su fundación oscilaban entre 15 trabajadores, de los cuales ocho de ellos se encuentran actualmente trabajando. Pasado unos años se dan

la tarea de realizar remodelaciones que respondieran a los intereses tanto económico, productivo como social, incrementándose la fuerza laboral. La Planta se encuentra en condiciones tecnológicas óptimas para el procesamiento de materia prima mineral en sus diferentes clases granulométricas.

La UEB impulsa dos líneas de producciones: la de bienes terminados que tiene la zeolita natural en sus diferentes clases granulométricas e incluye el talco industrial, la bentonita y el vidrio volcánico. Así como, la línea de productos de alto valor agregado, que cuenta con 14 elaboraciones como polvos y mascarillas faciales, libres de compuestos químicos irritantes, talco tocador, polvo limpiador, productos para peceras y ceniceros, entre otros.

Actualmente, la entidad cuenta con dos productos novedosos en el mercado: *Nerea*, sustrato que funciona como fertilizante y está destinado para la agricultura y el *ZZ*, purificador doméstico de agua. El empleo de la zeolita en diferentes áreas de la ciencia la convierte en un mineral potencial, apreciada en el mundo para la producción de fertilizantes, la purificación del agua y como complemento para la alimentación animal.

Desde sus inicios el centro ha obtenido resultados meritorios, aunque con la llegada del periodo especial sufrió una crisis visible y palpable, logro reincorporarse al mercado. Ha obtenido condecoraciones, órdenes y títulos. Entre ellas podemos mencionar la Distinción Héroes del Moncada 2004, 2008, 2010 y 2011. La Orden Lázaro Peña I, II y III Grado. La entidad ha sido Vanguardia Nacional en los años 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2012, 2013, 2014, 2015 y 2016, en el 2020 y 2021 se le entregó a la UEB el Reconocimiento de Destacado Nacional. Además de ser reconocida por su participación en Ferias Comerciales debido a la calidad de nuestros productos, en varias ocasiones el Sindicato Nacional de Trabajadores de Energía y Minas y de la Asociación Nacional de Innovadores y Racionalizadores ha reconocido a la sección sindical por la realización y cumplimiento de las tareas desarrolladas e impulsadas, hemos merecido Reconocimientos especiales por nuestro valioso

aporte, dedicación empeño de vida de nuestros niños del Hospital Pediátrico de Holguín, siendo también reconocida nacional e internacionalmente por los resultados en la calidad de nuestras exportaciones.

Cada 24 de febrero, se celebra un aniversario más de su fundación, el colectivo laboral trabaja en aras de desarrollo político e ideológico, cultural y espiritual del ser humano para dar cumplimiento a retos más ambiciosos y obtener éxitos cada año, enfocándonos con énfasis en el desarrollo de la actividad comercial, trabajando con ahínco para insertar nuevos y excelentes productos en el mercado, así como obtener alta competitividad dentro y fuera del territorio.

La UEB Geominera Holguín tiene entre sus objetivos fundamentales la elevación del nivel científico y técnico de sus trabajadores y la promoción de los beneficios que puede reportar la utilización de la zeolita para el desarrollo de la economía en diferentes ramas, la industria, la agricultura, la salud y el mercado internacional.

MISIÓN:

La explotación, procesamiento y comercialización de minerales metálicos y no metálicos, productos industriales a partir de materias primas minerales, la ejecución de servicios técnicos mineros, acarreo de diferentes materias primas menas y otros materiales vinculados con la actividad minera, la prestación de servicios geológicos y la selección y suministro de fuerza de trabajo, además de brindar servicios de alquiler de instalaciones y equipos mineros.

VISIÓN:

Alcanzar la condición de Unidad Estatal Socialista Eficiente y Competitiva, conquistando plenamente el mercado nacional e insertarse establemente en el internacional, afianzándonos como “Líderes en las Producciones Mineras”.

POLÍTICA DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

La alta dirección de la Empresa Geominera Oriente (EGMO) está comprometida en organizar de forma consistente las necesidades, expectativas y requisitos exigidos por sus clientes; produce y comercializa:

1. Servicios Geológicos
2. Doré
3. Minerales Industriales
4. Productos de uso doméstico de alto valor agregado a partir de recursos minerales
5. Ensayos y Análisis de Laboratorio

Aspira a que el mercado nos reconozca como su mejor opción y para ello se trabaja en la Empresa y sus Unidades Empresariales de Base con un Sistema Integrado de Gestión, que abarca los siguientes Sistemas de Gestión: Calidad según la NC ISO 9001, Medio Ambiente según NC ISO 14001, Seguridad y Salud en el trabajo según NC 18001 y Control Interno por la Resolución 60/11 de la Contraloría General de la República, basado en la mejora continua de los procesos, productos y servicios.

Para lograr este propósito la organización:

- ✚ Un Consejo de Dirección que en su papel de líder del Sistema Integrado de Gestión, comparte sus responsabilidades a todos los niveles funcionales de la Empresa, establece y controla el cumplimiento de los objetivos de trabajo y de los requisitos legales, reglamentarios y normativos vigentes aplicables que permitan elevar la calidad de los productos y servicios, disminuir la contaminación ambiental y minimizar los riesgos asociados a la Seguridad y Salud en el Trabajo previniendo la accidentabilidad.
- ✚ Gestiona los recursos financieros y sus proveedores para garantizar los recursos materiales necesarios.
- ✚ Posee el personal preparado y motivado trabajando para seguir elevando su competencia.

- ✚ Se apoya en la opinión de sus clientes como fuente de mejora de la Gestión Empresarial.
- ✚ Revisa esta política periódicamente y la comunica a todo el personal de la organización y partes interesadas.

Tabla 2.1 Valores compartidos:

Valores	Expresiones
Éticos	
Calidad de los productos	Enfoque hacia el cliente, complacer y brindar un producto de excelencia.
Compromiso	Comprometimiento con los resultados de la entidad.
Conocimiento de los recursos humanos	Habilidades en la realización de las tareas en función del cargo que se desempeña.
Cooperación interna	Se evidencia el control y la cooperación entre áreas
Prácticos	
Democracia	Los trabajadores conocen y participan en las decisiones de la UEB
Disciplina	Cumplimiento cabal de las tareas
Eficacia	Capacidad para cumplir los compromisos planificados
Eficiencia	Metas cumplidas de forma óptima, identificadas con las metas de la organización y de resultados superiores a los esperados. Capacidad de innovación.
Éxito	Somos una UEB con resultados de eficiencia y eficacia favorables
Idoneidad	Trabajadores profesionales en la actividad que realizan.
Desarrollo.	
Orientación al cliente	Se cumple con los requisitos acordados con el cliente
Permanencia	Trabajadores con una trayectoria laboral superior a 5 o más años en el sector.
Perspectiva a largo plazo	El desarrollo productivo y la introducción de nuevas técnicas determinaran el desarrollo sostenido de la UEB
Profesionalismo	Contamos con trabajadores profesionales en su especialidad
Responsabilidad	Cumplimiento de las tareas de forma planificada y organizada
Sentido de pertenencia	Demostración práctica del compromiso de los trabajadores de cumplir las tareas y planes propuestos.

Análisis estratégico

Tabla 2.2 Factores Externos:

OPORTUNIDADES	Realización de Talleres de Zeolita cubana con participación extranjera
	Nichos de mercado y clientes potenciales con necesidades insatisfechas
	Priorizadas las exportaciones.
	Priorizada la sustitución de las importaciones.
	Priorizado el encargo estatal.
	Regulaciones de la Ley de Minas
AMENAZAS	Incremento de la cantidad de competidores nacionales
	Existencia de competidores internacionales
	Insuficiente asignación de profesionales jóvenes
	Mercado altamente competitivo
	Estrategia de diferenciación de mercado con base a precios
	Pérdida de posicionamiento ante la fuerte inversión de la competencia
	Las exportaciones e importaciones las negocia un tercero.
	Desabastecimientos de insumos básicos en el mercado estatal.
	Incremento de la cantidad de competidores nacionales.

Tabla 2.3 Factores Internos

FORTALEZAS	Transporte propio
	Conciencia de la alta dirección sobre la necesidad de adecuarse a las exigencias del entorno.
	Ser concesionario de los yacimientos explotados
	Producto líder y Sistema de Gestión Certificado
	Planta de procesamiento con estado técnico aceptable.
	Existencia de fuerza de trabajo calificada.
DEBILIDADES	Falta de Fluidez en la comunicación Interna
	Ausencia de estrategia de comunicación orientada al público objetivo externo
	Necesidades de motivación personal
	Imagen corporativa poco desarrollada
	Falta de Medios de Comunicación Externa (Correo, Internet etc.)
	Estado crítico del transporte y equipo decarga ventas y planta
	Débil programa de I +D
	Fuerte tendencia al pensamiento grupal
	Insuficiente equipamiento minero
	Insuficiente percepción de la seguridad, la prevención y disminución de riesgos
	Insuficiente gestión de cobro
	No hay gestión de disminución de costo
	Insuficiente nivel de respuesta de mantenimiento automotor e industrial.
	Insuficiente respuesta a las solicitudes de inversiones
	No se evalúa el costo beneficio de la capacitación sistemáticamente
	Insuficiente liderazgo de los mandos intermedios y especialistas.
Insuficiente respuesta de logística	
Equipamiento del laboratorio inexistente o deteriorado	

Estratégicas

1. Diversificación del producto.

- Evaluar las producciones actuales e idear posibles nuevos productos y/o servicios a introducir en la carpeta de productos y servicios.

2. Innovación.

- Aprovechar las ventajas de contar con un personal preparado y crear acciones para motivar las acciones de innovación de los procesos, productos y servicios que oferta la UEB, pues somos una entidad que se caracteriza por su poder de invención, "HACEMOS MAGIA CON LAS ROCAS."

3. Capacitación y desarrollo

- Lograr que con las acciones planificadas se logre el objetivo principal de las mismas, la superación profesional de los trabajadores en los diferentes temas desarrollados.

4. Mejora continua del capital humano.

- Crear las condiciones necesarias para el mejoramiento de las condiciones laborales de los trabajadores.

5. Rentabilidad económica.

- Evaluar la marcha del proceso del control interno con la participación de los Especialistas, Técnicos y trabajadores.

6. Reducción de los costos de producción.

1. Implementar la mejora continua de la Calidad.
2. Desarrollar las condiciones necesarias para evaluar los costos de producción hasta el nivel de trabajador.

PRINCIPALES CLIENTES:

- Empresa Municipal de Comercio Holguín
- Empresa Municipal de Comercio Ciego de Ávila
- PROVARI Artemisa
- Universal Ciego de Ávila
- Universal Las Tunas
- Unidad Básica Centro Habana
- Empresa Municipal Comercio Santa Clara
- Empresa Municipal de Comercio Colón

PRINCIPALES PROVEEDORES:

- Empresa Eléctrica Holguín
- CUPET
- Gases Industriales
- Materia Prima
- GEOCUBA
- NUMA
- Pesca Caribe
- SERVISA
- Oficina Territorial de Normalización
- ENAST

CARPETA DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

- | | |
|--|---|
| • Talco Industrial en Sacos 10kg | Bolsos 500g |
| • Talco Industrial en Sacos 20kg | |
| • Talco Industrial en Sacos 40kg | • Amzena Producto para Cenicero |
| • Talco Industrial en Sacos 50kg | • Fango Minero Medicinal en Potes 200 g |
| • Polvo Limpiador Pulina en envases plásticos de 200g. | • Amzena Lacho de Animal Domestico |
| • Talco en bolsos de 500g. | • Polvo Facial estuche de 100 g |
| • Talco uso tocador en potes plásticos de 150g. | • Polvo Limpiador en saco 30 kg |
| • Aditivo Alimentación Animal Adina Bolsas 500 g | • Zeolita env -0.8mm en saco 25kg |
| • Talco uso tocador 300g | • Zeolita env -0.8 mm en saco 40 kg |
| • Mascarilla Facial en potes de 170 g | • Zeolita env -0.8 mm en Big Bag |
| • Amzena Producto Macetero 3kg | • Zeolita env -0.8 mm en saco 50 kg |
| • Producto Peceras Anzena | • Zeolita a granel 1 a 3 mm |
| | • Zeolita env 1 a 3 mm en saco 50kg |
| | • Zeolita env Big Bag 1 a 3mm |
| | • Zeolita env 1 a 3 mm en saco 25 kg |

- Zeolita env 1 a 3 mm en saco 40kg
- Zeolita a Granel -8+3 mm
- Zeolita env 3 a 8 mm en saco 25kg
- Zeolita Env big bags 3 a 8 mm
- Zeolita env 3 a 8 mm en saco 40kg
- Zeolita env 3 a 8 mm en saco 50kg
- Zeolita 12 a 25 mm a granel
- Zeolita 12 a 25 mm en Big Bag
- Mezcla Mineral
- Zeolita env 0.4 a 1mm en saco 25kg
- Zeolita env 0.4 a 1mm en saco 40kg
- Zeolita env 0.4 a 1mm en saco 50kg
- Zeolita env 0.4 a 1mm en Big Bag
- Zeolita env 0.4 a 1mm a granel
- Zeolita Micronizada en saco 25kg
- Zeolita 0.8 a 1.25 mm Big Bag
- Zeolita 0.8 a 1.25 mm en saco 25kg
- Zeolita 0.8 a 1.25 mm en saco 40kg
- Zeolita 0.8 a 1.25 mm en saco 50 kg
- Zeolita 2 a 4 mm a granel
- Zeolita 2 a 4 mm en Big Bag
- Zeolita 2 a 4 mm en saco 25kg
- Zeolita 2 a 4 mm en saco 40kg
- Zeolita 2 a 4 mm en saco 50kg
- Zeolita rajón
- Bentonita en saco 50 kg
- Bentonita en saco 25 kg
- Nerea en sacos de 500 kg

2.3 Propuesta del procedimiento para la resolución del problema.

El procedimiento está compuesto de varias etapas de trabajo como se muestra a continuación

Etapas de trabajo

1. Estudio y familiarización de la organización objeto de estudio.
2. Organización del trabajo.
3. Obtención de la información.
4. Evaluación cuantitativa y cualitativa.
5. **Introducción de los métodos matemáticos multicriterio para la nueva propuesta de pesos en las áreas funcionales**
5. Análisis de resultados.

6. Informe final y recomendaciones.

Descripción de las etapas de trabajo:

Estudio y familiarización: es un trabajo de terreno que permitirá a los inspectores conocer in situ la instalación y su situación real, esta fase es sumamente importante y no se puede pasar por alto ni delegar, ya que a partir de ese conocimiento es que se podrá modelar el cuestionario valorativo y las encuestas a realizar, así como trazar la estrategia y dirección de las acciones.

Organización del trabajo: la planificación del trabajo tiene una importancia significativa en el empleo racional del tiempo y en el impacto moral ante la organización sujeta a evaluación. Se elabora un Plan de Trabajo y un Cronograma de Ejecución, los cuales se analizan con el Gerente de la organización o su representante y, unavez aprobados, son de estricto cumplimiento por todas las partes.

Obtención de información: consiste en desarrollar, a través de la técnica de recolección de información, las entrevistas personales, encuestas, comprobaciones, observaciones y revisión exhaustiva de documentos (Planes de Trabajo, plan de Mantenimiento Preventivo, Plan de reparaciones, Análisis de costos, etc.). Esta etapa brindará la información necesaria para evaluar el estado de la Gestión de Mantenimiento en la instalación.

Evaluación cuantitativa y cualitativa: una vez, debidamente organizada y clasificada la información obtenida producto de las encuestas, entrevistas, observaciones y revisión de documentos, el equipo controlador procederá a evaluar el trabajo, tanto cuantitativa como cualitativamente.

Introducción de Métodos Matemáticos Multicriterio (AHP): se utilizarán los métodos matemáticos para la nueva ponderación de cada área de funcionales, siendo esta nuestra nueva meta, estableciéndose un nivel de comparación con la meta o patrón evaluado en las dos corridas.

Análisis de resultados: con los resultados obtenidos a partir de la evaluación de los problemas que presenta la organización se analiza el estado de la Gestión de Mantenimiento. Se establece comparaciones con patrones estandarizados de sectores líderes, normativas tanto nacionales como internacionales y si procediera, con la propia organización en etapas anteriores u otras evaluaciones similares.

Informe final y Recomendaciones: el informe indica, con expresión numérica, las áreas que requieren mayor atención, en él se agrupan los puntos débiles, se apuntan las acciones correctivas de manera que sirva de ayuda a los directivos de la organización a establecer sus objetivos y las oportunidades de mejora. Las inspecciones sucesivas o recurrentes posibilitarán el seguimiento y medición de su plan de mejoras.

El diseño del plan de la auditoría debe ser un elemento indispensable debiendo contener los siguientes elementos: los objetivos de la auditoría; los criterios de auditoría y los documentos de referencia; el alcance de la auditoría, incluyendo la identificación de las unidades de la organización y unidades funcionales y los procesos que van a evaluarse; las fechas y lugares donde se van a realizar las actividades de la auditoría in situ; la hora y la duración estimadas de las actividades de la auditoría in situ, incluyendo las reuniones con la dirección del auditado y las reuniones del equipo auditor; las funciones y responsabilidades de los miembros del equipo auditor y de los acompañantes; la asignación de los recursos necesarios a las áreas críticas de la auditoría.

Evaluación cuantitativa

La evaluación cuantitativa impone hacer un alto para escrutar en lo más profundo de tal manera que permita identificar las deficiencias e insuficiencias que frenan el desarrollo de la actividad. Para convertir estas debilidades en oportunidades de mejora, primero hay que estar convencidos de ellas y no hay

mejor instrumento que una evaluación cuantitativa en que la causalidad es un concepto objetivo y la casualidad no funciona como argumento holístico.

Modelo matemático propuesto:

Como se ha explicado tenemos variables o dimensiones, y luego los criterios o funciones, primero para se comenzó a evaluar las funciones a través de la expresión siguiente, ecuación 1:

$$EF_{dg} = \frac{W_{dg} * \bar{C}_{dg}}{10} \text{ ecuación 1}$$

Siendo:

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

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

C̄_{dg}: valoración promedio de la función d correspondiente al área g.

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

$$RA_g = \sum_{d=1}^{m_g} EF_g \text{ ecuación 2}$$

Siendo:

RA_g: resultado de área g (g = 1 ... n).

d = 1, ... m_g siendo m la cantidad de funciones a auditar en cada área g

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

$$EA_g = W_g * RA_g \text{ ecuación 3}$$

Siendo:

EA_g: evaluación del área g.

W_g: peso del área g.

Para la evaluación de la gestión de manteniendo se propone el Indicador nivel de la gestión del mantenimiento (INM):

$$I_{NM} = \sum_{g=1}^n EA_g * 100 \text{ ecuación 4}$$

Para la obtención de la ponderación o pesos se utilizó los juicios o criterios de expertos mediante el método Análisis Jerárquico de Procesos (AHP), que será detallado más adelante.

En la Figura 2.1 se muestra un ejemplo de las áreas de actuación y su desglose en dependencia de las características de la institución, esta propuesta no constituye una regla es solo un ejemplo, debe ser modificada convenientemente según sea el caso, utilizando un método de expertos.

En la Figura 2.1 de la metodología de Acosta 2012 se muestra una propuesta de modelo que facilita la operación de cálculo. En la columna A de la Figura 3.1 se ponderan sobre 100 la importancia y repercusión relativas de cada área respecto al total de la gestión de mantenimiento.

$$D = \frac{B \times C}{10} \quad 2.1$$

$$E = \frac{A \times D}{100} \quad 2.2$$

Ponderación de funciones.

En la columna B de la Figura 2.1 se ponderan sobre 100 las funciones dentro de cada área según su importancia y repercusión relativas.

Tratamiento de Datos.

A continuación, se operan los datos de las columnas A, B y C en las columnas D y E según se indica en los respectivos encabezamientos de cada columna. Expresiones 2.1 y 2.2 Los valores de la columna C se obtienen calculando el porcentaje de cumplimiento de los componentes de cada función, para ello se tiene en cuenta la calificación obtenida y el patrón propuesto. Por ejemplo un área de actuación que tenga 4 componentes y en cada uno de ellos se puede obtener como máximo 5 puntos, significa que el 100% es 20, si la calificación real suma 18 puntos, entonces se calcula el porcentaje de cumplimiento que sería 85%, como la columna C presenta una escala de uno a diez, donde 1 es pésimo y 10 es excelente, entonces el porcentaje obtenido se divide entre diez y ese es el valor que se coloca en la columna C.

A	Áreas de Actuación	B	C										D	E
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
25	Organización General	100												
	Política	20												
	Informática	10												
	Reportes	40												
	Almacenes	30												

Figura 2.1 Ponderación de función de cada área de actuación y sus funciones Acosta 2012

Análisis de resultados de la Figura 2.1

Con las valoraciones obtenidas para cada área en la columna D y del total final de la columna E de la Figura 3.1 se tiene una medición en expresiones numéricas del resultado de la auditoría. Estas calificaciones constituyen su análisis espectral y pueden servir tanto para identificar áreas y funciones de mejora como para comparar resultados con sucesivas auditorías. En la Figura 2.2 se muestra un ejemplo de cómo se refleja el resultado de cada Área de Actuación en el informe final y en la figura 3.3, se muestra tal como se refleja el resultado graficado de cada área de actuación.

Valor del Área (A)	Área de Actuación/Funciones	% Ponderaciones (B)	Calificación de cada Función	% Calificación Áreas $D=B \cdot C/10$	% Calificación Mantenimiento $E=A \cdot D/100$
9	Organización General del Mantenimiento	100	-	-	6.38
	1. Política general	15	9	13.50	Bien
	2. Medios informáticos	36	4	14.40	Mal
	3. Informes y reportes	15	6	9.00	Regular
	4. Almacenes	34	10	34.00	Excelente

Figura 2.2 Ejemplo de resultado de un área de actuación después de evaluada. Acosta 2012

Definición de las áreas de actuación, sus funciones y sus respectivos pesos.

Acosta P (2011), encontró más apropiado para la definición de los pesos, el método Delphi, el método consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a aspectos de su competencia. Las estimaciones de los expertos se realizan en sucesivas rondas, anónimas, al objeto de tratar de conseguir consenso, pero con la máxima autonomía por parte de los participantes.

Linston y Turrof definen la técnica Delphi como un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar un problema complejo. Este método es uno de tantos de los que se puede aplicar, lo importante es que la decisión de cuáles serán las áreas de actuación, sus respectivas funciones y el peso correspondiente a cada área y a cada función debe ser tomado teniendo en cuenta la opinión de los expertos en cada lugar. A continuación, en la tabla 3.5, se presentan de manera sucinta una descripción de cada una de las áreas de actuación que integran la función mantenimiento y las funciones asociadas a cada una de ellas

ÁREAS DE ACTUACIÓN	FUNCIONES
Organización General	<ul style="list-style-type: none"> • Política • Informática • Informes • Almacenes
Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación • Entrenamiento • Estimulación
Control Económico	<ul style="list-style-type: none"> • Costos • Indicadores económicos • Presupuesto • Plan Económico
Planificación, Programación y Control	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación • Programación • Control • Ordenes de Trabajo • Tercerización
Ingeniería de Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento Preventivo • Tecnologías • Documentación • Calidad • Medioambiente • Seguridad

Figura 2.4 ejemplo de área de actuación

Organización general del mantenimiento

Como toda área de la empresa, mantenimiento también debe de tener una organización formal, con la adecuada descripción de funciones y la

consiguiente asignación y control de las responsabilidades de cada puesto. Así mismo debe ocupar un lugar de primer orden en la estructura organizativa y de mando de la empresa u organización. Debe de existir entre el personal una actitud de esfuerzo y orgullo en la consecución de los objetivos organizacionales. Se evaluará con mucho peso la utilización adecuada y eficiente del software que a ese efecto existe y si no está implantado ninguno se analizarán las causas.

Estar continuamente informado de la gestión que se realiza y sus resultados para darla a conocer a los niveles superiores y a todas las partes involucradas son fundamentales para la toma de decisiones adecuadas.

Es también una forma de hacer públicos los avances y problemas que enfrenta el área de mantenimiento, así como los esfuerzos que se realizan por superar los primeros y erradicar los segundos. La información que se elabore debe ser útil y veraz, que permita conocer la situación y el estado de las edificaciones, sistemas y equipos, que permita tomar decisiones correctas y adecuadas, debe ser concreta y clara con gran poder de síntesis.

Recursos humanos.

Es indiscutible en el Mantenimiento Clase Mundial la necesidad del entrenamiento, capacitación y formación continua de los recursos humanos, pues es una forma de obtener el rendimiento esperado de la maquinaria que se debe de atender, así como el dominio de sistemas modernos para su implantación y su adecuada explotación. La utilización eficiente de estas oportunidades incrementará el conocimiento tácito de la organización.

Este entrenamiento y/o capacitación debe de ser considerado como un plan formal, en donde el avance en las destrezas sea adecuadamente controlado y conduzca a mayores responsabilidades y oportunidades de desarrollo del personal.

Ingeniería

La ingeniería cubren los aspectos más técnicos que habitualmente deben existir en un área de mantenimiento para poder desarrollar sus cometidos principales.

- Se valoran las edificaciones, instalaciones, equipos y maquinarias existentes, analizándolo desde el punto de vista de las necesidades de mantenimiento, calidad, mantenibilidad, fiabilidad, etc.
- Se analizará la cantidad y calidad de la documentación técnica disponible: planos generales y de detalle, normas e instrucciones de los fabricantes, listas de recambios de cada máquina o instalación, etc.
- Se trata de valorar la existencia o no del Expediente Histórico de cada equipo donde, además de indicar las características del mismo, se disponga de las principales modificaciones que se le han realizado, averías, principales incidencias, así como los costos anuales de Mantenimiento.
- Se ha de valorar también si existe por parte de la Dirección de Mantenimiento el criterio de que a través del análisis sistematizado de las averías más frecuentes o crónicas puedan obtenerse propuestas para su eliminación.
- Tener en cuenta si la ejecución de los trabajos de mantenimiento se realizan de forma totalmente rutinaria o bien partiendo de su análisis y dando instrucciones detalladas a los operarios, indicando herramientas a utilizar, etc.
- Se valorará si la duración promedio de los trabajos es más o menos correcta y lógicamente la actividad del personal que realiza los mismos.
- Se valorará el cumplimiento de los plazos comprometidos, así como su control y métodos para definir los mismos. Se tendrá en cuenta si se registran los incumplimientos y las medidas que se toman en estos casos

- Una política de eficiente realización de los trabajos de mantenimiento debe reportar, entre otros beneficios, una disminución progresiva de las averías, así como una visible mejora de las instalaciones y su valoración tiene un importante peso específico en la evaluación general.
- Se valorará si funciona un Comité de Calidad o en su defecto como se mide la misma, cómo se registran las insatisfacciones de los clientes, cómo afecta a los trabajadores directos la no calidad de su trabajo.
- Se calificará la correcta relación entre el plazo, el costo y la calidad de las acciones que realiza el área de mantenimiento para conseguir los resultados adecuados y el grado de satisfacción que necesita el cliente.
- Los sistemas de mantenimiento preventivo ayudan a mantener altos estándares de calidad y a crear y consolidar un pensamiento preventivo tanto en el personal de mantenimiento como en el de operación, por tanto, es preciso conocer a qué nivel está esta actividad. También se tendrá en cuenta la filosofía que sustenta el trabajo en este sentido, o sea, el lugar que ocupa en realidad el manejo proactivo de los planes y su concepción práctica. Debe incluirse en la calificación de este apartado todos los aspectos relacionados con el mantenimiento preventivo y las inspecciones, instrucciones técnicas, programas, planes, etc

Planificación, programación y control

El Plan de Mantenimiento anual es un documento primario de excepcional importancia debido que, a partir del mismo, se asignan los recursos materiales y humanos que posibilitarán su cumplimiento. Es imprescindible una adecuada programación de ese plan que responda a las condiciones reales de la organización, con las respectivas coordinaciones de todas las partes involucradas.

La Orden de Trabajo es un documento formalmente aceptado a nivel mundial en la organización del mantenimiento. Su importancia radica en el hecho de que es la fuente principal para obtener gran cantidad de información sobre el desempeño del departamento de mantenimiento. En la tercerización se recogerán los aspectos que se han de analizar para poder valorar la contratación de trabajos de Mantenimiento que no se pueden ejecutar con medios propios.

Existe la tendencia a la especialización de entidades dedicadas por completo a mantener y reparar los sistemas más complejos que requieren personal especialmente calificado y herramientas y equipos especiales. La correcta y oportuna contratación de estos servicios es importante para garantizar una disponibilidad efectiva.

Control económico

Los objetivos fundamentales del Control Económico son entre otros, evaluar el control de la actividad administrativa y sus resultados, prevenir el uso indebido de recursos y propender a su correcta protección, examinar las operaciones contables y financieras y la aplicación de las correspondientes disposiciones legales, esto permite el fortalecimiento de la disciplina administrativa, económica y tecnológica. En el área de mantenimiento esto se traduce en cumplimentar estrictamente las disposiciones que a tal efecto se han establecido.

No es posible pasar por alto la elaboración del Plan de mantenimiento anual desde la concepción del presupuesto hasta su aprobación definitiva y la participación real del área de mantenimiento en esta importantísima etapa.

Luego de concluir esta parte del procedimiento y como antes se había declarado, se introducen los métodos matemáticos multicriterio para la una nueva evaluación lingüística, convocando nuevamente a los expertos, por lo

que se utilizó el método Análisis Jerárquico de Procesos (AHP), con el objetivo de encontrar nuevas ponderaciones y comparar con los propuesto Acosta P (2011)

La jerarquía Saaty como modelo quedaría de la siguiente forma, figura 2.5

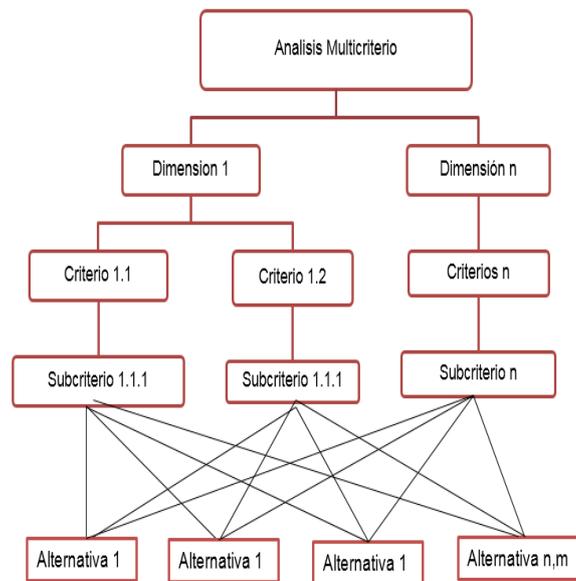


figura 2.5 Jerarquía Saaty como modelo quedaría de la siguiente forma,

La evaluación de cada dimensión en busca del peso o ponderación para evaluar cada alternativa, donde se aplicó la escala Saaty, figura 2.5, obtenemos los siguientes resultados, figura 2.6.

Escala Saaty.

wi/wj	DEFINICIÓN	EXPLICACIÓN
1	Igual	Ampos criterios se consideran <i>igualmente importantes</i> .
3	Moderada	El criterio i es <i>ligeramente más importante</i> que el criterio j.
5	Fuerte	El criterio i es <i>fuertemente más importante</i> que el criterio j.
7	Muy fuerte o demostrada	El criterio i es <i>mucho más importante</i> que el criterio j.
9	Extrema	El criterio i es <i>incuestionablemente más importante</i> que el criterio j.
2,4,6,8	Valores intermedios	Valores intermedios

Figura 2.6 Escala Saaty

Y previamente se define el índice de consistencia, $IC = (\lambda_{max} - n) / (n-1)$ y la relación de consistencia, $RC = IC / RI$; donde RI es un promedio de los índices de consistencia de una gran muestra de matrices cuyas entradas se escogen de forma aleatoria. Saaty [1986] obtuvo los siguientes resultados para RI,

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

La experiencia [Saaty, 2006a; Saaty, 2005a] sugiere que la relación de consistencia debe ser menor a 0.1 para que los resultados sean confiables.

	Dimensiones	Metas	D1	D2	D3	D4	D5
D1	Organización general del mantenimiento.	18	1	D12	D13	D14	D15
D2	Recursos humanos.	9	1/D	1	D23	D24	D25
D3	Control Económico.	13	1/D	1/D	1	D34	D35
D4	Planificación, programación y control.	28	1/D	1/D	1/D	1	D45

D5	Ingeniería de mantenimiento.	32	1/D	1/D	1/D	1/D	1
----	------------------------------	----	-----	-----	-----	-----	---

Analytic Hierarchy Template: n= 5 Criteria	
Fundamental Scale (Row v Column)	
Extremely less important	1/9
	1/8
Very strongly less important	1/7
	1/6
Strongly less important	1/5
	1/4
Moderately less important	1/3
	1/2
Equal Importance	1
	2
Moderately more important	3
	4
Strongly more important	5
	6
Very strongly more important	7
	8
Extremely more important	9

Análisis de Sensibilidad.

Con esta nueva propuesta se realiza un análisis de sensibilidad, para conocer bajo esta circunstancia la robustez de la solución, para ello se crearon tres nuevos escenarios, como se muestran a continuación:

1. **Primer escenario:** Cuando todas las dimensiones y criterios tendrían los mismos pesos.
2. **Segundo escenario:** Cuando le asignamos los pesos propuesto por Palmer A (2011).
3. **Tercer escenario:** Cuando aplicando el método AHP, recalculamos los pesos de las dimensiones.

Luego se realizarían las valoraciones pertinentes, tomando el peor y el mejor de los escenarios.

2.4 Conclusiones del capítulo.

1. El procedimiento propuesto por Acosta Palmer, es una buena herramienta que combina, la teoría y la práctica, dentro de una herramienta informática, para conocer de la mejor forma como se encuentran las organizaciones.
2. El análisis de sensibilidad nos muestra varios escenarios, que sirve para conocer la rebutes de la solución encontrada, pudiendo trabajar con la peor y mejor solución.

CAPITULO III RESULTADO Y DISCUSIÓN.

3.1 Introducción

En el capítulo se resume la evaluación final de la de la auditoría con los consiguientes comentarios, como caso particular la introducción de la modelación matemática multicriterio, para el cálculo de los pesos o grado de importancia de criterios y dimensiones, para ello se realizó un análisis de sensibilidad para conocer el grado de robustez de la evaluación realizada, conel empleo tres escenario, primero ponderando los criterios y dimensiones con el mismo valor, segundolos pesos propuesto por el procedimiento y finalmente recalculandopor el método AHP.

3.2 Caso de estudio

Unidad Empresarial de Base Geominera Holguín se encuentra situada a 23 Km del nordeste de la provincia de Holguín y poco más o menos a cuatro km del poblado de San Andrés, ubicada en Loma Blanca.

3.2.1 Resultado de la aplicación del procedimiento ante declarado.

Luego de ser aplicado el instrumento encuesta que se muestra a continuación, figura 3.1

Áreas de actuación:	Nueva Meta 1	Valor de la Función	Nueva Meta 2
Organización General.	20	18	
Recursos humanos.	20	9	
Control Económico	20	13	
Planificación, producción y control.	20	28	
Ingeniería del Mantenimiento.	20	32	

Descripción por Áreas: Evaluar del 1 hasta 5 como máximo

Ponderación del Área	Área	Ponderación de Funciones
20	Organización General.	
Hasta 5	1.1- Política general.	
Hasta 5	1.2- Medios informáticos.	
Hasta 5	1.3- Informes y reportes.	
Hasta 5	1.4- Almacenes y recursos materiales.	
20	Control Económico.	
Hasta 5	1.1- Control de costos.	
Hasta 5	1.2- Indicadores Económicos.	
Hasta 5	1.3- Presupuesto Económico Anual.	
Hasta 5	1.4- Plan Económico y Financiero Anual.	
20	Planificación, Programación y Control.	
Hasta 5	1.1- Programación.	
Hasta 5	1.2- Planificación.	
Hasta 5	1.3- Control.	
Hasta 5	1.4- Ordenes de Trabajo.	
Hasta 5	1.5- Tercerización.	
20	Ingeniería del Mantenimiento.	
Hasta 5	1.1- Mantenimiento Preventivo.	
Hasta 5	1.2- Gestión de Lubricación.	
Hasta 5	1.3- Documentación Técnica.	
Hasta 5	1.4- Calidad.	
Hasta 5	1.5- Medio Ambiente.	
Hasta 5	1.6- Seguridad.	
Hasta 5	1.7- Tecnologías.	
20	Recursos Humanos	
Hasta 5	Capacitación	

Hasta 5	Entrenamiento	
Hasta 5	Estimulación	

Se obtienen los siguientes resultados, figura 3.2 listos a ser procesado a través de una herramienta informática que nos calculará la media geométrica.

GEOMINERA HOLGUÍN								
	Media Geom.	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5	Experto 6	Experto 7
Indicadores evaluados								
Política	4.5440	4	4	5	4	5	5	5
Informática	4.0000	4	4	4	4	4	4	4
Informes y reportes	4.6912	5	5	4	5	4	5	5
Almacenes y recursos	4.4014	4	5	4	5	4	5	4
Control de los costos	5.0000	5	5	5	5	5	5	5
Indicadores económicos	4.8431	5	4	5	5	5	5	5
Presupuesto	4.8431	5	4	5	5	5	5	5
Plan económico	5.0000	5	5	5	5	5	5	5
Programación	4.4014	4	4	4	4	5	5	5
Planificación	4.6912	5	4	5	4	5	5	5
Control	4.5440	5	4	5	5	4	4	5
Ordenes de Trabajo	4.8431	5	5	4	5	5	5	5
Tercerización	4.2633	4	5	4	4	4	4	5
Mantenimiento Preventivo	3.1259	3	3	3	4	3	3	3
Gestion Lubricación	3.1259	3	3	3	4	3	3	3

Documentación	4.5440	4	5	5	5	4	4	5
Calidad	5.0000	5	5	5	5	5	5	5
Medioambiente	5.0000	5	5	5	5	5	5	5
Seguridad	5.0000	5	5	5	5	5	5	5
Tecnología	4.0000	4	4	4	4	4	4	4
Capacitación	5.0000	5	5	5	5	5	5	5
Entrenamiento	5.0000	5	5	5	5	5	5	5
Estimulación	4.2242	5	3	4	4	5	5	4

Con estos resultados más cerca de un número producto del consenso de los juicios de los expertos, pasamos

20	Organización General	99.4	4.44	87.72	17.54	
	Política	33.4	4.54	30.35	90.88	BIEN
	Informática	33	4.00	26.40	80.00	REGULAR
	Informes y reportes	33	4.69	30.96	93.82	EXCELENTE
20	Recursos Humanos	99.4	4.77	94.28	18.86	
	Capacitación	33.4	5.00	33.40	100.00	EXCELENTE
	Entrenamiento	33	5.00	33.00	100.00	EXCELENTE
	Estimulación	33	4.22	27.88	84.48	BIEN
20	Control económico	100	4.92	98.43	19.69	
	Costos	25	5.00	25.00	100.00	EXCELENTE
	Indicadores económicos	25	4.84	24.22	96.86	EXCELENTE
	Presupuesto	25	4.84	24.22	96.86	EXCELENTE
	Plan económico	25	5.00	25.00	100.00	EXCELENTE
20	Planificación, Programación y Control	100	4.55	90.97	18.19	
	Planificación	20	4.40	17.61	88.03	BIEN
	Programación	20	4.69	18.76	93.82	EXCELENTE
	Control	20	4.54	18.18	90.88	BIEN
	Ordenes de Trabajo	20	4.84	19.37	96.86	EXCELENTE
	Tercerización	20	4.26	17.05	85.27	BIEN
20	Ingeniería de Mantenimiento	100	4.53	90.68	18.14	
	Mantenimiento Preventivo	20	3.13	12.50	62.52	REGULAR
	Documentación	20	4.54	18.18	90.88	BIEN
	Calidad	20	5.00	20.00	100.00	EXCELENTE
	Medioambiente	20	5.00	20.00	100.00	EXCELENTE
	Seguridad	20	5.00	20.00	100.00	EXCELENTE

Áreas de actuación	Meta	Evaluación	%
Organización General	20	15.88	79.40
Recursos Humanos	20	8.58	42.90
Control Económico	20	12.81	64.05
Planificación, programación, control	20	25.47	127.35
Ingeniería de mantenimiento	20	29.76	148.80
Total	100	92.50	Excelencia

Con estos resultados podemos apreciar que casi todas las funciones están entre bien y excelente, excepto informática y el mantenimiento preventivo, el primero no demuestra que no existen herramienta informática para la gestión del mantenimiento y el segundo que los mantenimientos preventivos no se realizan según normas del fabricante, ya sea por falta de piezas de repuesto o porque no se planifican o no se cumple por el personal asociado al área.

Segundo escenario.

Se introducen los pesos a las variables o dimensiones, así como los criterios o funciones, tabla 3.1 dado por el procedimiento ante descrito Acosta Palmer, 2009.

A	Áreas de actuación	B	C (1-5)	D	E	EVALUACIÓN
18	Organización General	100	4.41	88.20	15.88	
	Política	50	4.54	45.44	90.88	BIEN
	Informática	30	4.00	24.00	80.00	REGULAR
	Informes y reportes	20	4.69	18.76	93.82	EXCELENTE
9	Recursos Humanos	100	4.74	95.35	8.58	
	Capacitación	40	5.00	40.00	100.00	EXCELENTE
	Entrenamiento	30	5.00	30.00	100.00	EXCELENTE
	Estimulación	30	4.22	25.35	84.48	BIEN
13	Control económico	100	4.92	98.53	12.81	
	Costos	20	5.00	20.00	100.00	EXCELENTE
	Indicadores económicos	22	4.84	21.31	96.86	EXCELENTE
	Presupuesto	25	4.84	24.22	96.86	EXCELENTE
	Plan económico	33	5.00	33.00	100.00	EXCELENTE
28	Planificación, Programación y Control	100	4.55	90.97	25.47	
	Planificación	18	4.40	15.85	88.03	BIEN
	Programación	15	4.69	14.07	93.82	EXCELENTE
	Control	12	4.54	10.91	90.88	BIEN
	Ordenes de Trabajo	28	4.84	27.12	96.86	EXCELENTE
	Tercerización	27	4.26	23.02	85.27	BIEN

32	Ingeniería de Mantenimiento	100	4.53	93.01	29.76	
	Mantenimiento Preventivo	15	3.13	9.38	62.52	REGULAR
	Documentación	15	4.54	13.63	90.88	BIEN
	Calidad	18	5.00	18.00	100.00	EXCELENTE
	Medioambiente	12	5.00	12.00	100.00	EXCELENTE
	Seguridad	40	5.00	40.00	100.00	EXCELENTE

Áreas de actuación	Meta	Evaluación	%
Organización General	18	15.88	88.22
Recursos Humanos	9	8.58	95.33
Control Económico	13	12.81	98.54
Planificación, programación, control	28	25.47	90.96
Ingeniería de mantenimiento	32	29.76	93.00
Total	100	92.50	Excelencia

Igualmente hay amplia coincidencia cuando los pesos eran igualitarios a los pesos o ponderaciones dadas en el segundo escenario, coincidiendo los criterios y funciones en regular con el mantenimiento preventivo y la informática.

La evaluación de cada dimensión en busca del peso o ponderación para evaluar cada alternativa, donde se aplicó la escala Saaty, figura 3.3, obtenemos los siguientes resultados, tabla 3.2.

Escala Saaty.

w _i /w _j	DEFINICIÓN	EXPLICACIÓN
1	Igual	Amos criterios se consideran <i>igualmente importantes</i> .
3	Moderada	El criterio i es <i>ligeramente más importante</i> que el criterio j.
5	Fuerte	El criterio i es <i>fuertemente más importante</i> que el criterio j.
7	Muy fuerte o demostrada	El criterio i es <i>mucho más importante</i> que el criterio j.
9	Extrema	El criterio i es <i>incuestionablemente más importante</i> que el criterio j.
2,4,6,8	Valores intermedios	Valores intermedios

Y previamente se define el índice de consistencia, $IC = (\lambda_{\text{máx}} - n) / (n-1)$ y la relación de consistencia, $RC = IC / RI$; donde RI es un promedio de los índices de consistencia de una gran muestra de matrices cuyas entradas se escogen de forma aleatoria. Saaty [1986] obtuvo los siguientes resultados para RI,

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

La experiencia [Saaty, 2006a; Saaty, 2005a] sugiere que la relación de consistencia debe ser menor a 0.1 para que los resultados sean confiables.

	Dimensiones	Metas	D1	D2	D3	D4	D5
D1	Organización general del mantenimiento.	18	1	1/5	1/3	3	1/7
D2	Recursos humanos.	9	5	1	2	3	1/3
D3	Control Económico.	13	3	1/2	1	3	1/3
D4	Planificación, programación y control.	28	1/3	1/3	1/3	1	1/5
D5	Ingeniería de mantenimiento.	32	7	3	3	5	1

Analytic Hierarchy Template: n= 5 Criteria	
Fundamental Scale (Row v Column)	
Extremely less important	1/9
	1/8
Very strongly less important	1/7
	1/6
Strongly less important	1/5
	1/4
Moderately less important	1/3
	1/2
Equal Importance	1
	2
Moderately more important	3
	4
Strongly more important	5
	6
Very strongly more important	7
	8
Extremely more important	9

EVALUACIÓN DE LAS DIMENSIONES					
Pairwise Comparison Matrix					
	Organización gene	Recursos human	Control económi	Planificación y cc	Ingeniería mante
Organización general	1	1/5	1/3	3	1/7
Recursos humanos	5	1	2	3	1/3
Control económico	3	1/2	1	3	1/3
Planificación y control	1/3	1/3	1/3	1	1/5
Ingeniería mantenimiento	7	3	3	5	1

Normalización de los datos:

	16.3333	5.0333	6.6667	13.0000	2.1429
Cw (Normalised)					
1	0.06122449	0.039735099	0.05	0.230769231	0.066666667
2	0.306122449	0.198675497	0.3	0.230769231	0.155555556
3	0.183673469	0.099337748	0.15	0.230769231	0.155555556
4	0.020408163	0.066225166	0.05	0.076923077	0.155555556
5	0.428571429	0.59602649	0.45	0.230769231	0.466666667

	AHP		Consistency check
1	0.084	8.4%	Check your results 10%
2	0.234	23.4%	
3	0.160	16.0%	
4	0.061	6.1%	
5	0.461	46.1%	

AHP-1	CA	Lambda	CI	CI/RI
0.084	1.378695	5.457453059	0.11436326	0.102110058
0.234	1.178479		Randomness Index, RI	
0.160	1.065184		3 0.58	1.12
0.061	0.908478		4 0.9	
0.461	0.926616		5 1.12	

Tomando como referencia nuevamente los resultados obtenidos en la evaluación de cada encuesta, tabla 3.3

Dimensiones	Metas
Organización general del mantenimiento.	18
Recursos humanos.	9
Control Económico.	13
Planificación, programación y control.	28
Ingeniería de mantenimiento.	32

Evaluamos las alternativas, respecto a cada criterio y obtenemos los siguientes datos, primero para la dimensión, **Organización general del mantenimiento**, tabla 3.4.

Organización general del mantenimiento.				
	Funciones	C ₁	C ₂	C ₃
C ₁	Política	1	1/3	5
C ₂	Informática	3	1	5
C ₃	Informes y reportes	1/5	1/5	1

Al introducir los datos a la herramienta informática se obtuvo los siguientes resultados, figura 3.4

	4.2000	1.5333	11.0000
Cw (Normalised)			
1	0.238095238	0.217391304	0.454545455
2	0.714285714	0.652173913	0.454545455
3	0.047619048	0.130434783	0.090909091

AHP-1	CA	Lambda	CI	CI/RI
0.303	1.274045	3.190978104	0.09548905	0.164636297
0.607	0.930736		Randomness Index,RI	
0.090	0.986197		3 0.58	0.58

	AHP		Consistency check
1	0.303	30.3%	Check your results 16%
2	0.607	60.7%	
3	0.090	9.0%	

Para la dimensión **Recursos humanos**, tabla 3.5

Recursos humanos.				
	Funciones.	C ₁	C ₂	C ₃
C ₁	Capacitación	1	1/5	3
C ₂	Entrenamiento	5	1	5
C ₃	Estimulación	1/3	1/5	1

Al introducir los datos a la herramienta informática se obtuvo los siguientes resultados, figura 3.5

AHP-1	CA	Lambda	CI	CI/RI
0.211	1.338624	3.219437483	0.10971874	0.189170244
0.686	0.961014		Randomness Index,RI	
0.102	0.919799		3 0.58	0.58

	6.3333	1.4000	9.0000
Cw (Normalised)			
1	0.157894737	0.142857143	0.333333333
2	0.789473684	0.714285714	0.555555556
3	0.052631579	0.142857143	0.111111111

	AHP		Consistency check
1	0.211	21.1%	Check your results 19%
2	0.686	68.6%	
3	0.102	10.2%	

Para la dimensión **Control Económico**, tabla 3.6

Control Económico.					
	Funciones	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
C ₁	Costos	1	5	1/3	2
C ₂	Indicadores económicos		1	1/6	1/2
C ₃	Presupuesto			1	5
C ₄	Plan económico				1

Al introducir los datos a la herramienta informática se obtuvo los siguientes resultados, figura 3.6

	Evaluación de la funciones			
Pairwise Comparison Matrix				
	Costos	Indicadores econ	Presupuesto	Plan económico
Costos	1	5	1/3	2
Indicadores económicos	1/5	1	1/6	1/2
Presupuesto	3	6	1	5
Plan económico	1/2	2	1/5	1

	AHP		Consistency check
1	0.250	25.0%	Consistency OK 4%
2	0.068	6.8%	
3	0.561	56.1%	
4	0.121	12.1%	

AHP-1	CA	Lambda	CI	CI/RI
0.250	1.176506	4.107516092	0.0358387	0.039820775
0.068	0.947956		Randomness Index, RI	
0.561	0.953419		3	0.58
0.121	1.029635		4	0.9

Para la dimensión **Planificación, programación y control**, tabla 3.7

Planificación, programación y control.						
	Funciones	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
C ₁	Planificación	1	5	3	3	3
C ₂	Programación		1	1/7	1/3	1/5
C ₃	Control			1	3	5
C ₄	Ordenes de trabajo				1	1/2
C ₅	Tercerización					1

Al introducir los datos a la herramienta informática se obtuvo los siguientes resultados, figura 3.7

Evaluación de la funciones					
Pairwise Comparison Matrix					
	Planificación	Programación	Control	Ordenes de trab:	Tercerización
Planificación	1	5	3	3	3
Programación	1/5	1	1/7	1/3	1/5
Control	1/3	7	1	3	5
Ordenes de trabajo	1/3	3	1/3	1	1/2
Tercerización	1/3	5	1/5	2	1

	2.2000	21.0000	4.6762	9.3333	9.7000
Cw (Normalised)					
1	0.454545455	0.238095238	0.641547862	0.321428571	0.309278351
2	0.090909091	0.047619048	0.030549898	0.035714286	0.020618557
3	0.151515152	0.333333333	0.213849287	0.321428571	0.515463918
4	0.151515152	0.142857143	0.071283096	0.107142857	0.051546392
5	0.151515152	0.238095238	0.042769857	0.214285714	0.103092784

AHP-1	CA	Lambda	CI	CI/RI
0.393	0.864554	5.680730837	0.17018271	0.151948848
0.045	0.946726	Randomness Index,RI		
0.307	1.436143	3	0.58	1.12
0.105	0.978777	4	0.9	
0.150	1.454532	5	1.12	

AHP		Consistency check
1	0.393	39.3%
2	0.045	4.5%
3	0.307	30.7%
4	0.105	10.5%
5	0.150	15.0%

Para la dimensión **Ingeniería de mantenimiento**, tabla 3.8

Ingeniería de mantenimiento.						
	Funciones	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
C ₁	Mtto Preventivo	1	5	1/5	1/3	1/3
C ₂	Documentación		1	1/7	1/5	1/7
C ₃	Calidad			1	5	5

C4	Medio ambiente				1	1/5
C5	Seguridad					1

Al introducir los datos a la herramienta informática se obtuvo los siguientes resultados, figura 3.8

Evaluación de la funciones					
Pairwise Comparison Matrix					
	Mttyo preventivo	Documentación	Calidad	Medio ambiente	Seguridad
Mttyo preventivo	1	5	1/5	1/3	1/3
Documentación	1/5	1	1/7	1/5	1/7
Calidad	5	7	1	3	3
Medio ambiente	3	5	1/3	1	1/2
Seguridad	3	7	1/3	2	1

	12.2000	25.0000	2.0095	6.5333	4.9762
Cw (Normalised)					
1	0.081967213	0.2	0.099526066	0.051020408	0.066985646
2	0.016393443	0.04	0.071090047	0.030612245	0.028708134
3	0.409836066	0.28	0.497630332	0.459183673	0.602870813
4	0.245901639	0.2	0.165876777	0.153061224	0.100478469
5	0.245901639	0.28	0.165876777	0.306122449	0.200956938

AHP-1	CA	Lambda	CI	CI/RI
0.100	1.218778	5.380722161	0.09518054	0.084982625
0.037	0.934019		Randomness Index, RI	
0.450	0.904093		3	0.58
0.173	1.130682		4	0.9
0.240	1.193149		5	1.12

	AHP		Consistency check
1	0.100	10.0%	Consistency OK 8%
2	0.037	3.7%	
3	0.450	45.0%	
4	0.173	17.3%	
5	0.240	24.0%	

Con estos resultados de pesos se procede a introducirlo en la herramienta informática, como se muestra en la tabla 3.9.

A	Áreas de actuación	B	C (1-5)	D	E	EVALUACIÓN
8.4	Organización General	100	4.41	84.54	7.10	

	Política	30.3	4.54	27.54	90.88	BIEN
	Informática	60.7	4.00	48.56	80.00	REGULAR
	Informes y reportes	9	4.69	8.44	93.82	EXCELENTE
23.4	Recursos Humanos	99.9	4.75	98.32	23.01	
	Capacitación	21.1	5.00	21.10	100.00	EXCELENTE
	Entrenamiento	68.6	5.00	68.60	100.00	EXCELENTE
	Estimulación	10.2	4.22	8.62	84.48	BIEN
16	Control económico	100	4.92	98.03	15.68	
	Costos	25	5.00	25.00	100.00	EXCELENTE
	Indicadores económicos	6.8	4.84	6.59	96.86	EXCELENTE
	Presupuesto	56.1	4.84	54.34	96.86	EXCELENTE
	Plan económico	12.1	5.00	12.10	100.00	EXCELENTE
6.1	Planificación, Programación y Control	100	4.55	89.68	5.47	
	Planificación	39.3	4.40	34.60	88.03	BIEN
	Programación	4.5	4.69	4.22	93.82	EXCELENTE
	Control	30.7	4.54	27.90	90.88	BIEN
	Ordenes de Trabajo	10.5	4.84	10.17	96.86	EXCELENTE
	Tercerización	15	4.26	12.79	85.27	BIEN
46.1	Ingeniería de Mantenimiento	99.7	4.55	95.61	44.08	
	Mantenimiento Preventivo	10	3.13	6.25	62.52	REGULAR
	Documentación	3.7	4.54	3.36	90.88	BIEN

Calidad	45	5.00	45.00	100.00	EXCELENTE
Medioambiente	17	5.00	17.00	100.00	EXCELENTE
Seguridad	24	5.00	24.00	100.00	EXCELENTE

Obteniéndose los siguientes resultados, como se muestra en la tabla 3.10

Áreas de actuación	Meta	Evaluación	%
Organización General	8.4	7.10	84.52
Recursos Humanos	23.4	23.01	98.33
Control Económico	16	15.68	98.00
Planificación, programación, control	6.1	5.47	89.67
Ingeniería de mantenimiento	46.1	44.08	95.62
Total	100	95.34	Excelencia

Cuando la organización en esta posición de Excelencia, está revisando continuamente los sistemas e introduce mejoras continuas, para ser reconocida como líder entre las empresas de punta.

Cada una de estas dimensiones y funciones se representa en los gráficos que se muestran a continuación.

Dimensión Organización general, la función que más se aleja de la meta es la informática, carencia de software para la gestión del mantenimiento.

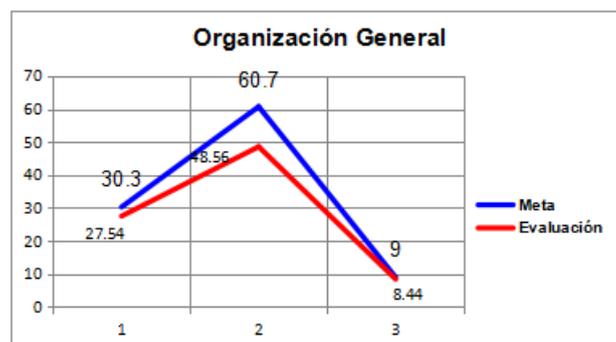


Gráfico 3.1

La dimensión Recursos humanos, así como Control económico están sobre la meta, algo muy positivo.

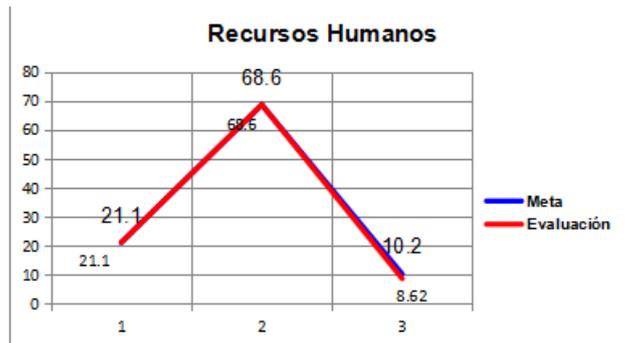


Grafico3.2

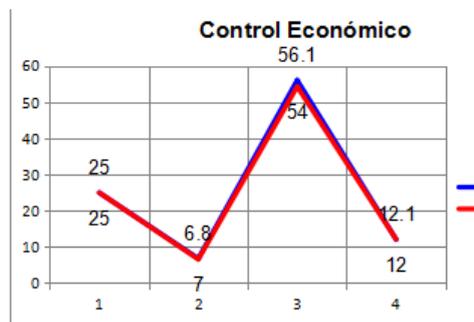


Grafico3.3

Las demás dimensiones cumplen con la meta, por estar muy cerca de ella, planificación ingeniería gráfico 3.2 y 3.3.

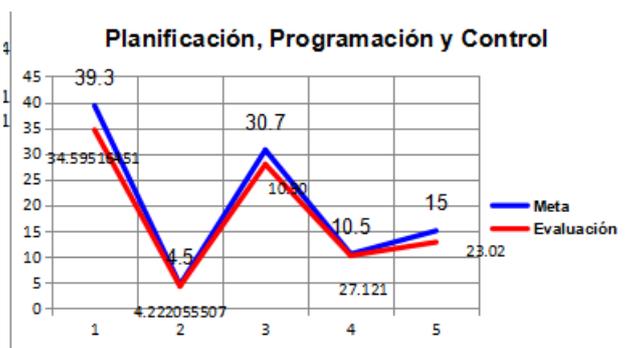


Gráfico 3.4

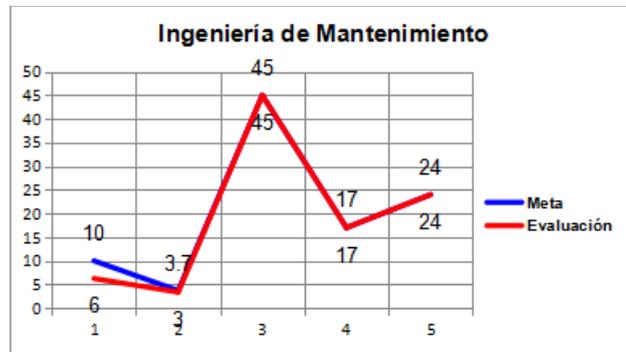


Gráfico 3.5

Finalmente todas las dimensiones se encuentran solapada con la meta es por eso que la organización esta en la posición de excelencia.

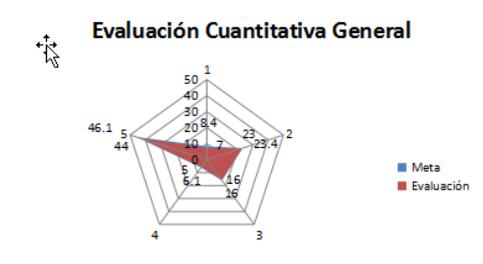


Gráfico 3.6

CONCLUSIONES GENERALES

1. Se diseñó y aplicó un procedimiento con enfoque multicriterio para la ayuda a la toma de decisiones para la realización de una auditoría y evaluación de la gestión de la calidad del mantenimiento y de esta forma poder direccionar eficientemente los recursos humanos, materiales y financieros, en la UEB Geomiera Holguín.
2. El procedimiento diseñado se puede aplicar en cualquier organización del país, no solo a empresas de producción, sino de servicios también

RECOMENDACIONES

1. Proponer la metodología diseñada para la evolución de Empresas de producción y servicios de la provincia Holguín, en aras de garantizar la calidad de la gestión del mantenimiento y de esta forma la fiabilidad de equipos y maquinarias.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.

- Acosta-Palmer, H. R., & Troncoso-Fleitas, M. d. I. C. (2011). Auditoría integral de mantenimiento en instalaciones hospitalarias, un análisis objetivo. *Ingeniería Mecánica*, 14(2), 107-118.
- AENOR. (2005). UNE 66177: 2005. Sistemas de Gestión. Guía para la integración de los sistemas de gestión: AENOR–Asociación Española de Normalización y Certificación Madrid.
- Bezares, F. G. (1985). Weston, J. Fred; Brigham, Eugene F.: "Fundamentos de Administración Financiera"(Book Review). *Boletín de Estudios Económicos*, 40, 199.
- Blanco, S. S. (2002). Optimización Integral de mantenimiento: ABRAMAN.
- Borroto Pentón, Y. (2005). *Contribución al mejoramiento de la gestión del mantenimiento en hospitales en Cuba. Aplicación en la provincia Villa Clara*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Bosch, I. (2019). Investigación de mercados. *Técnicas cualitativas*.
- Candanedo, I. S., González, S. R., & Muñoz, L. (2018). Diseño de un modelo predictivo en el contexto Industria 4.0. *KnEEngineering*, 543-551.
- Cepeda Romero, O., Gallardo Fernández, I. M., & Rodríguez Rodríguez, J. (2017). La evaluación de los materiales didácticos digitales. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 2017, vol. 16, num. 2, p. 79-95.
- Concepts, A. A. A. C. o. B. A. (1973). *A statement of basic auditing concepts*: American Accounting Association.
- CorretgerRauet, M. (1996). Auditoría y autoevaluación del mantenimiento. *Revista Mantenimiento. España* (100), 21-28.
- Davis, G. B., Adams, D. L., & Schaller, C. A. (1983). *Auditing & EDP*. New York: American Institute of Certified Public Accountants: Inc.
- De la Paz Martínez, E. M. (1996). *Perfeccionamiento del sistema de mantenimiento en la Industria Textil Cubana. Aplicación en la Empresa Textil" Desembarco del Granma*. Tesis Doctoral.
- Dueñas Ramírez, L. M., Villegas López, G. A., Castiblanco Tique, S., & Castaño Restrepo, C. A. (2021). Casos de éxito en la implementación

del mantenimiento predictivo mediante el uso de tecnologías de la industria 4.0 en empresas colombianas.

- Einabadi, B., Baboli, A., & Ebrahimi, M. (2019). Dynamic Predictive Maintenance in industry 4.0 based on real time information: Case study in automotive industries. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 1069-1074.
- Española, R. A. (2014). Política. *Recuperado de <http://dle.rae.es>*.
- Fals-Borda, O. (1998). *Participación popular: retos del futuro*: Univ. Nacional de Colombia.
- García-Martín, E., Martínez, C., Tabarés, B., Frías, J., & Agúndez, J. A. (2004). Interindividual variability in ibuprofen pharmacokinetics is related to interaction of cytochrome P450 2C8 and 2C9 amino acid polymorphisms. *ClinicalPharmacology&Therapeutics*, 76(2), 119-127.
- García, A. E. (2018). Estilos de aprendizaje y rendimiento académico. *Revista Boletín Redipe*, 7(7), 218-228.
- Gitman, L. J. (2003). *Principios de administración financiera*: Pearson educación.
- Hurtado, F. A. (2005). Auditorías internas a los sistemas de gestión de la calidad según la norma ISO 19011: 2002. *Gestión y auditoría de la calidad para organizaciones públicas: normas NTCGP 1000: 2004 conforme a la ley 872 de 2003*, 151.
- ISO, N. (2004). 19011: 2004. *Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental*". Oficina Nacional de Normalización. Cuba.
- Kaufman, A. S. (1975). Factor analysis of the WISC-R at 11 age levels between 61/2 and 161/2 years. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 43(2).
- Khan, M. Y. (2004). *Financial management: text, problems and cases*: Tata McGraw-Hill Education.
- Lang, M., López, C., Santillana, A., Ortiz, C., & Ojeda, S. (2013). *Alternativas al capitalismo/colonialismo del siglo XXI*: Fundación Rosa Luxemburg Quito.
- Llanes, A. A., Martín, H. G., & Pascual, K. H. (2008). Propuesta de procedimiento para determinar la política de mantenimiento a partir de

análisis de criticidad del equipamiento productivo de los centrales azucareros. *Revista Centro Azúcar*, 35(1).

- Ma, Z., Zhou, L., & Sheng, W. (2014). *Analysis of the new asset management standard ISO 55000 and PAS 55*. Paper presented at the 2014 China International Conference on Electricity Distribution (CICED).
- Mantilla, R. V. (2003). Hacia un nuevo enfoque de la evaluación de impacto de proyectos de desarrollo rural. *Cuadernos de Desarrollo Rural* (50).
- Martínez, E., & Ulivis, J. (2013). *Auditoría de mantenimiento en la Empresa Constructora Militar "El Vaquerito"*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Martínez, J. A. G. (2015). *Guía para la aplicación de UNE-EN ISO 9001: 2015*: AENOR.
- Norma, I. (2001). 9001: 2000, Documento ISO/TC 176/SC 2/N 525R, Marzo 2001. *Traducción aprobada el*, 05-31.
- Palmer, A. (2012). *Introduction to marketing: Theory and practice*: Oxford University Press.
- Pérez, G., Giraldo, B., & Serna, J. (2006). El mejoramiento de procesos y su aplicación bajo norma ISO 9004: caso compañía de aceites. *DYNA*, 73(150), 97-106.
- Pérez, M. P., & Rodríguez, Á. T. P. *Proposal of procedure for maintenance management in plastics processing factories of Cuba*. Paper presented at the Proc. Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag.
- Portuondo Pichardo, F. (1990). *Economía de empresas industriales*. Ciudad Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Posada Lemus, Y. d. (2009). *Realización de la Auditoría de Mantenimiento en la Empresa de Muebles Lidex de Ciego de Ávila*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Reguant Álvarez, M., & Torrado Fonseca, M. (2016). El método delphi. *REIRE. Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 2016, vol. 9, num. 2, p. 87-102.
- Rodríguez-García, A.-M., Reche, M. P. C., & García, S. A. (2018). La competencia digital del futuro docente: Análisis bibliométrico de la productividad científica indexada en Scopus The digital competence of the future teacher:

- Bibliometric analysis of scientific productivity indexed in Scopus. *Int. J. Educ. Res. Innov.*, 10, 317-333.
- Saaty, T. L. (1986). Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process. *Management Science*, 32(7), 841-855.
- Saaty, T. L. (2005). *Theory and applications of the analytic network process: decision making with benefits, opportunities, costs, and risks*: RWS publications.
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2006). *Decision making with the analytic network process* (Vol. 282): Springer.
- Salas-Hernandez, I. Z., Sagbini-Henriquez, H. S., & Salazar-Araujo, E. J. (2019). Emprendimiento y trabajo informal de migrantes venezolanas, caso Barranquilla 2015-2018. *Revista Científica Profundidad Construyendo Futuro*, 11(11), 53-58.
- Salas Hernández, E. D. (2018). *Registro y transmisión de información en los talleres del programa de educación en la Fundación niñas sin miedo*. Universidad Piloto de Colombia.
- Seino, N. (2019). SAP Global LCM services to realize global operation and maintenance. *Fujitsu Scientific and Technical Journal*, 55(1), 59-63.
- Stone, J. K., Bacon, C. W., & White Jr, J. F. (2000). An overview of endophytic microbes: endophytism defined. *Microbial endophytes*, 17-44.
- Tavares, H. M. (1994). *Classroom management and subjectivity: A genealogy of educational identities*: University of Hawai'i at Manoa.
- Tavares, L. A. (1999). *Administración moderna de mantenimiento*: Novo Polo Publicacoes.
- Velazquez Pérez, E. (2014). *Implementación del sistema alternativo de Mantenimiento en la Empresa Gráfica de Villa Clara*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Weston, J. F., & Brigham, E. F. (1990). *Essentials of managerial finance*: Dryden Press.
- Woodhouse, J. H., & Dziewonski, A. M. (1984). Mapping the upper mantle: Three-dimensional modeling of Earth structure by inversion of seismic waveforms. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 89(B7), 5953-5986.

- Zappala, V., Cellino, A., Farinella, P., & Knezevic, Z. (1990). Asteroid families. I- Identification by hierarchical clustering and reliability assessment. *The Astronomical Journal*, 100, 2030-2046.
- Zhang, S., Zhou, E., Pi, B., Sun, J., Yamashita, K., & Nomura, Y. (2019). *A solution for the risk of non-deterministic transactions in hyperledger fabric*. Paper presented at the 2019 IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency (ICBC).

ANEXOS

Empresa Geominera Holguín





<https://es.m.wikipedia.org>

