

Desarrollo de un Cuadro de Mando Integral para el Mantenimiento Sostenible en HOLPLAST.

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN
AL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

Autora: Claudia Rodríguez Palomares
Tutora: MSc. Márian Pérez Pérez

HOLGUÍN 2019



PENSAMIENTO

“Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo.”

“Lo importante es no dejar de hacerse preguntas.”

Albert Einstein



DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo incondicional, principalmente a mi padre quien siempre ha sido mi motor impulsor, eternamente agradecida por formarme como persona de bien e impulsarme con su amor, comprensión.

A todos mis familiares que de una forma u otra me han apoyado para lograr llegar a la meta.



AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a todas las personas que han hecho posible el desarrollo de esta tesis, a toda mi familia, sin su ayuda no lo hubiese logrado, a mis abuelos que con su amor me han dado fuerzas. A mi tutora, por su apoyo y confianza, a los profesores de la Universidad de Holguín que han ayudado en mi formación y que me han apoyado para seguir adelante. A mis compañeros de trabajo y a Labañino por su ayuda. En general a todos los que contribuyeron de alguna forma al desarrollo de este trabajo de Diploma, Muchas Gracias.



RESUMEN

El mantenimiento industrial en una empresa de producción es un tema clave; sin embargo, en un enfoque de proceso se suele clasificar como un proceso auxiliar para la producción. Mientras tanto, el proceso puede tener un impacto fundamental en la cantidad y el costo de producción, la calidad del producto final (dimensión económica), la seguridad de las personas (dimensión social) y el medio ambiente (dimensión ambiental). Por lo tanto, el reto de "diseñar" un procedimiento para conducir las actividades de mantenimiento se ha convertido en un tema de investigación y una cuestión fundamental para alcanzar la eficacia y la eficiencia de la gestión de mantenimiento para cumplir los objetivos de la empresa. El presente trabajo está dirigido al estudio y análisis de la gestión del mantenimiento sostenible en la industria de la transformación del plástico en Cuba y en particular en la fábrica de tubos Holplast de la Provincia de Holguín. Se partió de los antecedentes y el estado actual de la temática, donde se recogen los elementos fundamentales de la investigación, estableciendo las tareas que permitieron abordar el problema objeto de estudio. Como objetivo se estableció desarrollar un procedimiento para la definición de un Cuadro de Mando Integral en Holplast para la gestión del mantenimiento sostenible que permita el incremento de su eficiencia y eficacia. Como resultados cabe destacar el diseño del procedimiento, basado en uno ya existente, y su aplicación permitió la toma de medidas de control para eliminar las principales desviaciones.



ABSTRAC

Industrial maintenance in a production company is a key issue; however, in a process approach it is usually classified as an auxiliary process for production. Meanwhile, the process can have a fundamental impact on the quantity and cost of production, the quality of the final product (economic dimension), the safety of people (social dimension) and the environment (environmental dimension). Therefore, the challenge of "designing" a procedure to conduct maintenance activities has become a research topic and a fundamental issue to achieve the effectiveness and efficiency of maintenance management to meet the company's objectives. The present work is directed to the study and analysis of sustainable maintenance management in the plastic transformation industry in Cuba and in particular in the Holplast pipe factory in the Province of Holguin. It started from the background and the current state of the subject, which includes the fundamental elements of the research, establishing the tasks that allowed to address the problem under study. The objective was to develop a procedure for the definition of an Integral Balanced Scorecard in Holplast for the management of sustainable maintenance that allows the increase of its efficiency and effectiveness. The results include the design of the procedure, based on an existing one, and its application allowed the taking of control measures to eliminate the main deviations.



ÍNDICE

Introducción	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO-PRÁCTICO REFERENCIAL SOBRE LA SOSTENIBILIDAD DEL MANTENIMIENTO Y LAS HERRAMIENTAS DE CONTROL	5
1.1. Gestión de Mantenimiento	5
1.2. Gestión del mantenimiento sostenible	9
1.2.1 Herramientas de control para el mantenimiento sostenible	12
1.3. Definición de los indicadores	14
1.3.2. Factores Claves de Éxito.....	16
1.4. Generalidades sobre Cuadro de Mando Integral	18
1.4.1. Perspectivas del Cuadro de Mando Integral	20
1.4.2. Cuadro de Mando Integral del Mantenimiento o Maintenance Scorecard	22
1.4.3. Procedimientos para la implementación de un CMI	23
1.5. Situación actual de la gestión del mantenimiento en Holplast	26
1.6. Conclusiones parciales	27
CAPÍTULO 2 DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DE UN CUADRO DE MANDO INTEGRAL DEL MANTENIMIENTO SOSTENIBLE EN HOLPLAST ...	28
2.1 Perfeccionamiento de un procedimiento para la aplicación de un cuadro de mando integral del mantenimiento sostenible en HOLPLAST	28
Etapa 1: Involucramiento y compromiso.....	29
Etapa 2: Definición de las perspectivas del Cuadro de Mando Integral del Mantenimiento	31
Etapa 3: Selección de los indicadores por cada objetivo	33
Etapa 4. Desarrollar el plan de implantación	38
Etapa 5. Análisis de las desviaciones y ejecución de acciones correctivas, preventivas y proactivas	40
Etapa Transversal de Formación.....	41
2.2. Valoración del procedimiento propuesto empleando el método de Delphi.....	41
2.3 Desglose del procedimiento para la aplicación de un cuadro de mando integral del mantenimiento sostenible en HOLPLAST	43
Etapa 1: Involucramiento y compromiso.....	44
Etapa 2: Definición de las perspectivas del Cuadro de Mando Integral del Mantenimiento	50
Etapa 3: Selección de los indicadores por cada objetivo	54
Etapa 4. Desarrollar el plan de implantación	60
Etapa 5. Análisis de las desviaciones y ejecución de acciones correctivas, preventivas y proactivas	61
Etapa Transversal de Formación.....	63
2.4. Conclusiones parciales	64
Valoración del impacto económico social y medioambiental	64
Conclusiones	66
Recomendaciones	67
Bibliografía	¡Error! Marcador no definido.
Anexo	



Introducción

La gestión del mantenimiento ha progresado a lo largo del tiempo. Actualmente, muchas empresas aplican la frase: “el mantenimiento es inversión, no gasto”, pues es esencial para garantizar la continuidad de la actividad operativa, evitando rupturas en el proceso por averías de máquinas y equipos. Por lo tanto, la existencia de un mantenimiento eficaz constituye uno de los elementos más importantes para la consecución de la competitividad y operatividad empresarial en el actual marco económico de competencia global.

De hecho, el mantenimiento ha evolucionado, junto a la fabricación, desde la función reactiva sin ninguna acción preventiva hasta convertirse en un proceso ecológico (Ajukumar y Gandhi, 2013) siendo considerado, en la actualidad, un proceso que debe realizarse gestionado desde una perspectiva sostenible (Stuchly y Jasiulewicz-Kaczmarek, 2014). Sin embargo, son escasos los estudios que vinculan algunos indicadores, métodos y herramientas para controlar, evaluar y medir el nivel de sostenibilidad en las empresas (Demartini et al., 2016) y en el mantenimiento industrial (Tornese et al. 2014).

Dentro del control de gestión moderno, cobran fuerza dos herramientas: la gestión por procesos y el cuadro de mando integral (Nogueira Rivera, 2002; Nogueira Rivera, et al., 2004; Hernández Nariño, 2010; Medina León, Nogueira Rivera, Hernández Nariño, et al., 2010). El cuadro de mando integral (CMI), como herramienta de gestión, se asocia al proceso de planificación estratégica desde su concepción al alinear los objetivos estratégicos de la organización con los objetivos del mantenimiento.

Es necesario, entonces, hacer uso de estas herramientas de control. La implementación de un Cuadro de Mando Integral a la función del Mantenimiento Sostenible (CMIM), le pone en las manos a los directivos una herramienta muy útil para gestionar esta función de manera eficiente y eficaz, solucionando los problemas que se vienen arrastrando en la gestión de este proceso, y garantizando un avance hacia el “óptimo” en el funcionamiento del equipamiento así como la descripción de una estrategia a seguir (Silverio Rodríguez y Alfonso Llanes, 2013).

En lo que respecta a Cuba, se aprecian avances en las últimas décadas en el desarrollo de la gestión del mantenimiento, ocupando un lugar fundamental en los objetivos y procesos de la actualización del modelo económico y social cubano. En los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y de la Revolución, aprobados en el VII Congreso del Partido Comunista de Cuba, se coloca al mantenimiento dentro de las primeras prioridades en todas las esferas (Lineamientos 18; 115 y 227). A tono con lo anterior, en la Resolución No. 116/2017 se establecen las "Indicaciones metodológicas que contienen los requisitos técnico-organizativos mínimos del sistema de mantenimiento industrial".

Entre las actividades desarrolladas para mejorar la actividad del mantenimiento en Cuba y a partir del mes de febrero del 2013, se encuentra la elaboración de un cronograma que comprendía el desarrollo de un proceso de diagnóstico del estado técnico de las instalaciones y de la gestión del mantenimiento, para dar respuesta a los lineamientos del VI Congreso del PCC y proponer lo que sería la "Política de Mantenimiento en Cuba". Con este objetivo se realizó el diagnóstico en 82 organizaciones de 8 provincias, detectándose de manera general 71 problemas, representando la problemática que afecta a esta importante actividad. La evaluación de la gestión del mantenimiento fue de 68,75 puntos que califica de mal el estado de las empresas seleccionadas. Los principales problemas identificados estaban relacionados con la gestión representando el 64,78%; vale destacar que entre las principales dificultades se encontraba la carencia de un procedimiento y herramientas para el control de esta actividad (Acosta Palmer, 2013).

Entre las entidades evaluadas se encontraban cinco fábricas transformadoras de polímeros: UEB Plásticos "Cajimaya" de Holguín, IMPUD "1ro de Mayo" de Villa Clara evaluadas de regular, la Empresa Poligón de La Habana, Recapadora (Poligón) de Villa Clara y Empresa Nacional de Astilleros de Cienfuegos, estas últimas evaluadas de mal. Debido a la importancia que representa Holplast para la región oriental y la provincia de Holguín, ya que es la encargada de abastecer la demanda de tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD) para la construcción y mantenimiento de sistemas de acueductos y alcantarillados del país, así como conexiones de PEAD, se realizó un diagnóstico a la gestión de la calidad del mantenimiento de la misma,

analizando cada una de las áreas del mantenimiento que están vinculadas con esta actividad en la empresa. Se pudo determinar que una de las áreas que se encontraba afectada fue la de ingeniería del mantenimiento. Además, del estudio realizado por Castillo Leyva (2018) sobre un procedimiento para el control del mantenimiento en fábricas de transformación del plástico, el cual se aplicó en Holplast, fue posible identificar los principales problemas que afectaban directamente la eficacia y eficiencia del sistema de control de la gestión del mantenimiento en esta entidad:

1. Las herramientas de control se aplican de forma aislada y sin integración.
2. Deficiente despliegue de las estrategias en la organización.
3. Limitado alineamiento estratégico en la gestión.
4. Inexistencia de un enfoque de sostenibilidad en la actividad de mantenimiento.
5. Insuficiente utilización de los factores clave del éxito (FCE).
6. No se aplican herramientas para un diagnóstico permanente.
7. Carencia de un sistema de comunicación de la estrategia.
8. Prevalencia de indicadores de resultados y necesidad de indicadores estratégicos.

A partir de este análisis, se puede concluir que el **problema profesional** de la investigación es: Insuficiencias en la gestión del mantenimiento dada por la carencia de una estrategia que alinee los objetivos del mantenimiento con los objetivos estratégicos de la organización.

El **objeto de estudio** es la gestión del mantenimiento. Para dar solución a la situación problemática, se define como objetivo general: desarrollar un procedimiento para la aplicación de un Cuadro de Mando Integral en Holplast para la gestión del mantenimiento sostenible, que permita el incremento de su eficiencia y eficacia. Como **objetivos específicos** se declaran:

1. Elaborar el marco teórico-práctico referencial acerca de la gestión del mantenimiento sostenible, específicamente en el control del mismo.
2. Seleccionar un procedimiento para la aplicación de un cuadro de mando integral para la gestión del mantenimiento sostenible, adecuándolo a las características de la fábrica de tubos Holplast.

3. Valorar los resultados de la implementación parcial del cuadro de mando integral para la gestión del mantenimiento sostenible en Holplast.

El **campo de acción** lo constituye la evaluación del mantenimiento sostenible en fábricas de transformación de plásticos. La **Idea a defender**: el desarrollo y aplicación de un cuadro de mando integral en Holplast permite mejorar la eficiencia y eficacia en la implementación del mantenimiento sostenible.

Para la realización de la investigación se utilizaron los siguientes métodos científicos:

Métodos Teóricos:

El análisis y síntesis: analizar la información obtenida a partir de la revisión bibliográfica, tanto internacional como nacional y la documentación especializada. También se utilizó la experiencia de especialistas y trabajadores consultados para desarrollar el diagnóstico de los riesgos y establecer las pautas necesarias en el desarrollo del procedimiento a emplear.

El método histórico – lógico: para analizar la evolución y el estado actual de la gestión del mantenimiento y del objeto de la investigación.

Métodos Empíricos: Encuestas, entrevistas, observación directa, revisión de documentos, la consulta o criterio de expertos para alcanzar consenso, trabajo en grupo (tormenta de ideas y dinámica de grupo) así como la utilización de técnicas para el procesamiento de la información y las herramientas del paquete de Microsoft Office.

Este trabajo queda estructurado de la siguiente forma:

Para su presentación, la investigación está estructurada de la siguiente manera: un primer capítulo que contiene el marco teórico-práctico referencial que sustentó el estudio realizado y un segundo capítulo donde se diseña e implementa un cuadro de mando integral de mantenimiento sostenible para evaluar el mismo de manera eficiente y eficaz en Holplast. Se presentan, además, las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación, la bibliografía y un conjunto de anexos como complemento de los resultados expuestos, lo que favorece la comprensión y el desarrollo del tema propuesto.



CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO-PRÁCTICO REFERENCIAL SOBRE LA SOSTENIBILIDAD DEL MANTENIMIENTO Y LAS HERRAMIENTAS DE CONTROL

En este capítulo se realiza un análisis de los aspectos fundamentales que sirven de soporte para el desarrollo de la investigación. Se abordan los elementos teóricos y prácticos fundamentales, resultado de la revisión de diferentes fuentes bibliográficas tanto nacional como internacional proveniente de autores de relevancia respecto al tema. Para el desarrollo del marco teórico-referencial, se siguió el hilo conductor que se muestra en la figura 1.1.

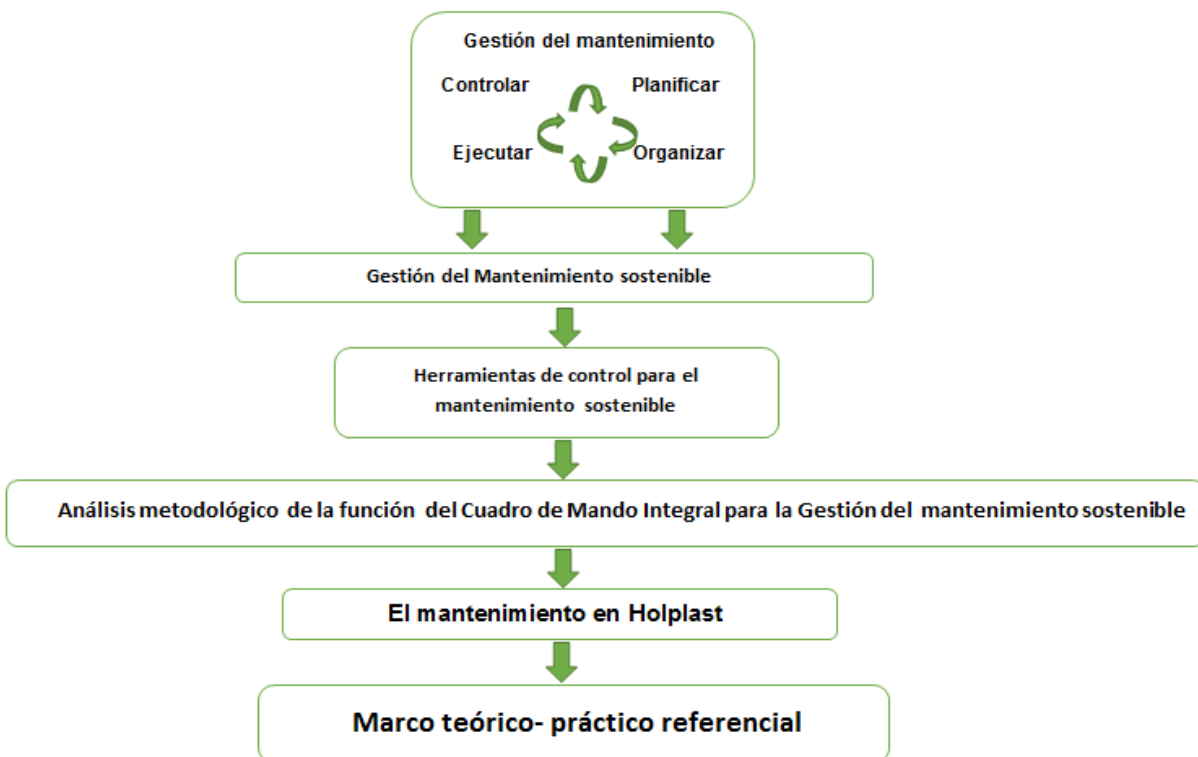


Figura 1.1. Hilo conductor del marco teórico referencial

1.1. Gestión del Mantenimiento

El mantenimiento es un sistema complejo que se encuentra en un proceso ininterrumpido de desarrollo, contando a la vez con múltiples eslabones internos y externos que ejercen diferentes influencias. En esas condiciones, la gestión del mantenimiento se hace cada vez más difícil por la multiformidad de decisiones que se toman a los diferentes niveles de dirección (Batista Rodríguez, 2018). La gestión de mantenimiento puede ser definida como: “el proceso de planificación, organización, ejecución e intervención en las tareas relacionadas con el mantenimiento, buscando la forma de retroalimentar el

ciclo para, en la medida de lo posible, mejorar la gestión logrando un alto índice de calidad de los productos y/o servicios y una mayor disponibilidad de los activos físicos” (Rodríguez Machado, 2012).

Según la NC-ISO 9000:2015, la gestión no es más que el conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización. A partir de estas definiciones se puede entender que para desarrollar una buena gestión es preciso conocer y haber definido el objetivo u objetivos a alcanzar.

La autora de esta tesis concuerda con el concepto referido por Rodríguez Machado, 2012, pues la gestión del mantenimiento es la responsable de armonizar los activos fijos, minimizando los tiempos de roturas y los costos asociados a los mismos. Para que exista una buena gestión de mantenimiento, el responsable de dicha actividad debe encontrarse bien informado por lo que se necesita introducir un sistema eficaz a todos los niveles de responsabilidad que permita asegurar el flujo e intercambio de información.

Una deficiente gestión del mantenimiento puede dar como resultado niveles más altos de fallas no planificadas del equipo, lo que conlleva muchos costos inherentes para la organización, incluidos trabajos de revisión, mano de obra y multas por pedidos tardíos, desguaces y pedidos perdidos debido a clientes insatisfechos (Moore y Starr, 2006). Las consecuencias de las actividades de mantenimiento no se circunscriben a los límites de la fábrica. Las averías frecuentes causan tiempos de inactividad no planificados que dificultan la entrega de productos a los clientes. El retraso de entrega persistente le da a la empresa una mala reputación de entrega. Las averías también influyen en la calidad de los productos. Los productos defectuosos dañan la reputación de la empresa, reduciendo el precio de venta y el número de clientes.

Ciclo de Gestión del Mantenimiento

Planificar, organizar, ejecutar y controlar son las funciones a las que responde la Gestión del mantenimiento. Estas funciones establecen lo siguiente:

Planificación:

La planificación estratégica del mantenimiento es un factor clave dentro del proceso que parte del análisis del pasado, del conocimiento del presente y de la visualización del futuro. Los desafíos del mantenimiento, en la mayoría de los casos, podrían haberse

originado en una planificación inadecuada. Por lo tanto, desde el inicio, se debe prestarse especial atención en este sentido

La planificación es el conjunto de actividades que, a partir de las necesidades de mantenimiento, definen el curso de acción y las oportunidades más apropiadas para satisfacerlas, identificando los recursos necesarios y definiendo los medios para asegurar su oportuna disponibilidad. Los aspectos que deben ser cubiertos por la planificación son:

- Manejo de repuestos y partes.
- Recursos humanos.
- Manejo de contratistas externos.
- Recursos físicos.
- Recursos financieros.

Según Hernández y Bonomie, 2013, el mantenimiento es un proceso que consiste en la definición de rutinas y procedimientos y en la elaboración de planes detallados para horizontes relativamente largos, usualmente trimestrales o anuales, lo cual implica la determinación de las operaciones necesarias, mano de obra requerida, materiales a emplear, equipos a utilizar y duración de las actividades.

En la fase de planificación se definen:

1. Las acciones de mantenimiento (predictivo, preventivo, correctivo) a realizar en los equipos o instalaciones.
2. Los recursos necesarios (materiales, recursos humanos, financieros).
3. Se establece el balance de las cargas de trabajo con las capacidades de medios y hombres para llevarlas a cabo (Troya Jorge y Borroto Pentón, 2016).

Organización:

La organización del mantenimiento debe contar con el recurso humano necesario para satisfacer eficientemente los requerimientos del departamento que realiza esta actividad, con líneas de mando y áreas de responsabilidad bien definidos. La estructura del departamento varía de acuerdo a muchos factores, entre los cuales podemos mencionar: el tamaño de la empresa (pequeña, mediana y grande), el tipo de producción (bienes y/o servicios), el tipo de proceso productivo, etc. Vale aclarar que existen algunos procesos que ocupan muchas máquinas pequeñas y otras con pocas

máquinas generalmente grandes, constituyendo un factor importante que se debe tener en cuenta para la organización del mantenimiento (Pérez Pérez, 2016).

Para llevar a cabo las funciones que permitan el cumplimiento de los objetivos y la meta del mantenimiento industrial, debe existir un ente organizativo que se encargue de ello, aunque debe haber quedado claro que muchas de las funciones enunciadas se deberán desarrollar en forma compartida con otras áreas de la empresa (Borroto Pentón, 2013). La organización del mantenimiento debe dar respuesta a las preguntas: ¿cómo hacerlo? y ¿cuándo hacerlo? (De la Paz Martínez, 2016).

Ejecución:

La ejecución del mantenimiento puede realizarse por medios propios, por contratación de los trabajos a terceros (outsourcing) o, como es bastante común, contratar una parte y el resto ejecutarlo por medios propios, combinación conocida como mixta. Son varios los autores que han tratado el tema de la contratación del mantenimiento, analizando los pros y los contras de la tercerización (Corretger Rauet, 2001), teniendo en cuenta que la contratación, o no, del mantenimiento se desarrolla a través de un proceso de toma de decisiones estratégicas (Dunn García, 2000; Borroto Pentón, 2005; Pérez Pérez, 2016).

La esencia de la ejecución del mantenimiento es realizar las actividades de mantenimiento de forma efectiva y eficiente¹, para aumentar la productividad en la gestión y cumplir exitosamente con los programas establecido. En ella se le debe dar respuesta a las preguntas: ¿con qué hacerlo? y ¿con quién hacerlo? (De la Paz Martínez, 2016).

Control:

El control es una acción a ser realizada de forma constante en la organización (aunque existe una fuerte tendencia al autocontrol), utilizando mecanismos simples, sobre la base de los objetivos definidos, para un período determinado. Está basado en patrones de comparación preestablecidos; en consecuencia, será eficiente en la medida en que

¹Los conceptos de eficiencia y efectividad se utilizan en el contexto del mantenimiento, donde la efectividad se refiere a la medida en que se cumplen los objetivos definidos para el proceso, mientras que la eficiencia es una medida de economía en la cual los recursos son utilizados para cumplir los objetivos establecidos (Koontz and Wehrich, 2003).

Según la ISO 9000/2015 Eficacia es el grado en que se realizan las actividades planificadas y se logran los resultados planificados

los resultados de su aplicación sean económicos y sirvan para tomar medidas de corrección.

En esencia, se trata de responder a las preguntas: qué, cómo, cuándo y cuánto se controlará y esto estará en dependencia no sólo de los objetivos de la organización o empresa, sino también de las herramientas de que se disponga para el control.

La orden de trabajo es el documento básico del control. Estas son específicas para cada empresa en función de la actividad, organización, cantidad de mano de obra y equipos que posea. Continuamente en el lugar de la ejecución de la actividad de mantenimiento se realiza el control del trabajo, registrado en las órdenes de trabajo terminadas, las cuales deben reflejar los gastos a que dio lugar el trabajo ejecutado, tales como: las horas - hombre empleadas, incluyendo categoría y especialidad de la fuerza de trabajo, el material y repuestos utilizados y otros servicios requeridos. El control del mantenimiento está orientado a determinar cómo marchan las cosas y por qué marchan, a fin de que permita tomar decisiones (De la Paz Martínez, 2016).

1.2. Gestión del mantenimiento sostenible

Un sistema de producción consta de diferentes tipos de equipos y todos deben estar disponibles y ser fiables al nivel más alto posible para garantizar la estabilidad de un proceso. El departamento de mantenimiento es responsable de mantener el equipo en la condición en que se le adquirió inicialmente y también de garantizar que pueda entregar las salidas de acuerdo con las especificaciones. Este es un papel importante en un sistema de producción y, si se realiza con éxito, puede facilitar el camino hacia la sostenibilidad a través de una alta utilización de los activos, proporcionando así la rentabilidad general.

Durante las últimas décadas, la teoría del mantenimiento ha cambiado. El término sostenibilidad² ha sido un criterio de moda desde el auge del pensamiento ambientalista en los años sesenta, y de allí surge el cuestionamiento de la armonía de diversas iniciativas asociadas con el crecimiento y el desarrollo con el ámbito físico y biológico. Sin embargo, solo en los últimos años, la función del mantenimiento como contribución a la operación sostenible ha atraído más atención (Liyanage, 2007; Ferreira, 2009; Lee,

²satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades.

2014). Jasiulewicz-Kaczmarek, 2013 y Saniuk, 2015 definieron el mantenimiento sostenible como “operaciones de mantenimiento proactivas que se esfuerzan por proporcionar un equilibrio en las dimensiones económica, ambiental y social”. Garetti y Taisch, 2012 así como como Lung y Levrat, 2014, señalaron que “la función de mantenimiento no es simplemente un servicio para reparar y conservar equipos, sino que se considera como un proceso amplio o una serie de actividades que deben gestionarse desde una perspectiva sostenible”.

Para que la gestión del mantenimiento se trabaje desde una perspectiva sostenible, tienen que desarrollarse y definirse nuevos servicios de mantenimiento sostenible de acuerdo con los paradigmas de la economía circular³ y fabricación sostenible, integrando la meta de sostenibilidad dentro de los procesos de mantenimiento convencionales con el objetivo de eliminar las fallas, el derroche de fuentes de energía y reducir los costos internos y externos (Jasiulewicz-Kaczmarek, 2013; Lung y Levrat 2014).

Este enfoque obliga a las empresas de producción a cambiar los modelos de gestión anteriores. El nuevo paradigma de gestión de mantenimiento debe identificar los problemas y desarrollar métodos, prácticas y tecnologías innovadoras que busquen resolver el problema de la escasez de recursos, disminuir la sobrecarga al entorno y permitir el desarrollo de productos con ciclo de vida respetuosos con el medio ambiente, reduciendo los impactos negativos en lo económico, ambiental y social de las actividades industriales. Los impactos económicos relacionados con una deficiente gestión del mantenimiento son bien conocidos y están profundamente investigados en la literatura. Se relacionan principalmente con los costos, el tiempo de inactividad, la avería, los desperdicios, el bajo rendimiento, el tiempo de espera, los defectos, el inventario adicional, el transporte extra, lo que afecta la calidad del producto y la productividad de la planta (Fagnoli, 2014; Jasiulewicz- Kaczmarek y Stachowiak, 2016; Sutrisno, 2015).

³ El mensaje conceptual de la economía circular es muy importante, ya que se basa en la reducción de los recursos innecesarios a través del diseño y la implementación efectiva de productos y procesos para mejorar la utilización eficiente de los recursos con un flujo circular de materiales que involucra la recuperación, reutilización, reciclaje y remanufactura de productos con el objetivo de reducir al mínimo los desechos.

Los impactos ambientales relacionados con el mantenimiento no son de poca importancia por lo que es necesario que se consideren en las estrategias de este proceso. Las prácticas de la gestión del mantenimiento de los activos de producción mal definidas, conducen a numerosos problemas ambientales como emisiones peligrosas, desperdicios de producción debido a fallas del sistema, sobreconsumo de energía, consumo de recursos ineficiente y desperdicios de materiales almacenados (Liyanage y Badurdeen, 2010; Kazemi, 2013; Keivanpour y Kavi, 2015). Se debe señalar, además, y coincidiendo con Ajukumar y Ghandi, 2013, que la función de mantenimiento sobre el impacto ambiental negativo no se ha abordado adecuadamente en las investigaciones y la práctica. Por esta razón, en 2013, Ajukumar y Ghandi propusieron una primera clasificación de los requisitos de mantenimiento sostenible, incluida la compatibilidad ambiental (por ejemplo, la prevención de fugas, lubricantes y agentes de limpieza biodegradables, materiales de longevidad, etc.), eficiencia energética (por ejemplo, minimizando viajes innecesarios y fáciles de transportar) y riesgos para la salud y la seguridad humana (por ejemplo, el uso de lubricantes y solventes no tóxicos). En el mismo año, Jasiulewicz-Kaczmarek (2013) presentó los beneficios de la aplicación de prácticas de mantenimiento sostenible y Jasiulewicz-Kaczmarek y Drozyner (2013) analizaron el papel del mantenimiento en la reducción del impacto negativo de una empresa en el medio ambiente. Al ser los trabajadores y partes interesadas, los principales actores del entorno de la industria y, por lo tanto, de la sociedad, los efectos peligrosos acumulativos de los contaminantes debidos a las actividades de mantenimiento causan el cambio climático y los impactos en la salud humana (Liyanage, 2009; Ajukumar y Ghandi, 2013). El principal impacto social relacionado con la seguridad y salud en el trabajo en la actividad de mantenimiento y las malas prácticas del mismo, podrían causar condiciones de trabajo inseguras e insalubres, accidentes e incidentes inseguros (Khan y Haddara, 2003; Jasiulewicz-Kaczmarek y Drozyner, 2013; Amrina y Aridharma, 2016). Del análisis se desprende que, si bien los impactos económicos de los sistemas de mantenimiento se consideraron en profundidad, es necesario investigar mejor cuáles son los impactos sociales y ambientales que la función de mantenimiento puede mitigar y proponer una

clasificación más detallada de los impactos relacionados con una incorrecta gestión del mantenimiento sostenible.

1.2.1 Herramientas de control para el mantenimiento sostenible

Los documentos que apuntan a incluir los impactos relacionados con el mantenimiento dentro de la gestión del mismo o el esfuerzo por la propuesta de nuevas metodologías para la gestión del mantenimiento sostenible, se encontraron a través de la revisión de la literatura especializada en la base de datos ScienceDirect. Pocos documentos se centraron en la integración de los impactos de mantenimiento dentro de las diferentes políticas de mantenimiento convencionales y en el papel que algunas podrían tener para mitigar dichos impactos en la transición hacia la sostenibilidad. Afrinaldi (2017), desarrolló un modelo matemático que optimiza el programa de reemplazo preventivo para minimizar el impacto económico y ambiental total de un activo, mientras que Hennequin (2016), propuso una estrategia de producción conjunta y mantenimiento preventivo periódico para minimizar los impactos ambientales como los contaminantes y las emisiones de gases de efecto invernadero. Cannata (2009), profundizó en los beneficios provenientes de la aplicación del mantenimiento electrónico para la fabricación sostenible.

Algunos investigadores se centraron principalmente en la eficiencia energética a través de actividades de mantenimiento que buscan evaluar y reducir el consumo de energía como un tema importante para los sistemas industriales que apuntan al desarrollo sostenible (Darabnia y Demichela, 2013; Emec, 2016; Hoang, 2015; 2016; 2017; Rodseth y Schjolberg, 2016). Darabnia y Demichela (2013), propusieron un procedimiento de toma de decisiones que permite la selección de un conjunto óptimo de procedimientos de mantenimiento para obtener ahorros de energía. En cambio, Hoang et al. (2015; 2016) se centraron en la propuesta y la integración de los indicadores de eficiencia energética dentro de la gestión de mantenimiento convencional, en particular en la toma de decisiones de mantenimiento basado en la condición. Hoang (2017), propuso un concepto nuevo de vida de eficiencia de energía residual (VEER), en lugar del de vida útil restante convencional, para estimar el tiempo restante antes de que el objeto pierda su propiedad de eficiencia energética. Propusieron un enfoque para la estimación de la VEER para que se realice una acción de mantenimiento debido no solo

a la confiabilidad, al deterioro físico, a la edad (indicadores convencionales) sino también a la eficiencia energética (indicador sostenible). Rodseth y Schjolberg (2016) discutieron el papel del mantenimiento predictivo basado en datos alineado con el concepto de indicador de pérdida de ganancias (PG) para reducir los recursos y el consumo de energía.

En otros dos trabajos se propusieron metodologías basadas en criterios sostenibles para seleccionar la estrategia de mantenimiento más adecuada entre una variedad de alternativas, considerando que la calidad del trabajo de mantenimiento y su impacto ambiental dependen, en gran medida, de la política de mantenimiento adoptada (Nezami y Yildirim, 2013; Ozcan, 2017).

Pires (2015), realizó una revisión sistemática de la literatura con el objetivo de encontrar todos los artículos que utilizan enfoques semánticos e interoperables para la toma de decisiones en el contexto del desempeño de la gestión del mantenimiento sostenible, concluyendo que tales enfoques rara vez se vieron en este campo y que el desarrollo de una ontología para el mantenimiento sostenible ayudaría a los sistemas de mantenimiento a interoperar y luego ser más sostenibles.

Otros documentos propusieron la modificación de los métodos convencionales de AMEF/ FMECA para integrar la evaluación ambiental de los modos de falla en la planificación de mantenimiento de los sistemas de producción y, por lo tanto, priorizar las fallas y programar actividades de mantenimiento considerando la criticidad ambiental de las consecuencias de la falla (Costantino et al., 2013), identificar y clasificar las consecuencias negativas de los residuos de mantenimiento y el riesgo de su ocurrencia (Sutrisno et al., 2015a; 2015b; 2016) e integrar las cuestiones sociales, como los factores de edad y género, en el AMEF (Savino et al., 2015).

Dentro de este grupo de investigación, un tema importante se refiere al papel del mantenimiento como función habilitadora para el paradigma de la economía circular. Por primera vez, Takata et al. (2004) discutieron la necesidad de redefinir el papel del mantenimiento para la gestión del ciclo de vida y promover la fabricación en circuito cerrado con el objetivo de recuperar y reciclar partes y materiales de productos. Más adelante, otros investigadores discutieron sobre la potencialidad del mantenimiento como una palanca importante con respecto al proceso de reutilización y regeneración,

considerándolo como el mejor candidato para mantener el potencial de regeneración (Diez et al., 2016; Hanatani et al., 2007; lung y Levrat, 2014). En particular, los procesos de pronóstico no solo analizan los síntomas de las fallas para predecir la condición futura y la vida residual, sino que también analizan los requisitos de regeneración para predecir cuándo debe interrumpirse el uso de un elemento para cumplir con los requisitos de descomposición (Diez., 2016). Hu (2015), desarrollo un método de decisión analítica basado en la predicción en línea de la evaluación de la vida útil residual para las decisiones de remanufactura para dispositivos mecánicos, mientras que Yan (2011; 2012) propone metodologías basadas en métodos de pronóstico y confiabilidad, para tomar decisiones de mantenimiento con el fin de evaluar y reevaluar. Garantiza la reutilización de la instalación muchas veces durante su vida útil hasta que su reutilización ya no sea económica.

En cuanto a la utilización del cuadro de mando integral como herramienta se encontraron las investigaciones realizadas por Emelia Sari, et.al. (2015) y Pires, S. P et.al. (2016) sin embargo ambos trabajos realizan una revisión teórica de la importancia del cuadro de mando integral para lograr el objetivo de la sostenibilidad en el mantenimiento, pero no se aplican en las organizaciones por lo que carecen de la validación práctica.

1.3. Definición de los indicadores

La gestión consta de cuatro etapas: planificación, organización, ejecución y control. Para el desarrollo de esta última, se han planteado una variedad relativamente grande de métricas o indicadores para monitorear el desempeño de cada área específica dentro de las organizaciones, con resultados no siempre consistentes (Soler González, 2009; Agudelo Tobón y Escobar Bolívar, 2010; Contreras Alday y Arantes Salles, 2011; Rivera Martín y Alfonso Llanes 2013). Los indicadores de gestión se pueden utilizar para el análisis de factores que se interrelacionan con la función mantenimiento, lo que permite resaltar las principales causas de falla de los equipos, rendimiento de la mano de obra y/o recursos, frecuencia de ocurrencia de averías con vistas a establecer mejoras en los planes de inspecciones y reparaciones correspondientes para el buen desempeño de la organización.

Los indicadores son parámetros que contienen información importante, que a partir de datos definidos con anterioridad conforman el criterio para la toma de decisiones de los individuos que intervienen en el proceso existiendo un balance previo entre ellos, que permita valorar la decisión desde diferentes enfoques (Rodríguez, 2012).

En el proceso de búsqueda para la selección de los indicadores o grupo de ellos más recomendables a la hora de realizar la evaluación, se consultaron varias referencias bibliográficas y no se encontró una clasificación general de indicadores de desempeño sostenible para el mantenimiento. El mantenimiento aún se centra principalmente en los indicadores claves de rendimiento convencionales (KIP por sus siglas en inglés) como la productividad, la confiabilidad y la disponibilidad. Existen pocos estudios específicos que evalúan indicadores sostenibles en el mantenimiento. Para cambiar la visión de mantenimiento convencional, será necesaria la integración de dichos indicadores en las políticas de mantenimiento. De acuerdo con estos desafíos, es necesario definir nuevos procesos e indicadores de mantenimiento sostenible para integrar los aspectos relacionados con la sostenibilidad en la gestión de mantenimiento convencional (Lung y Levrat, 2014).

Partiendo de la base de que no es fácil elegir y medir indicadores, Espinosa Fuentes (2010) plantea diez reglas que se deben considerar para que el seguimiento de los resultados de la empresa sea realmente eficaz, que son las siguientes:

1. Los resultados deben medir lo que realmente la empresa espera del departamento.
2. Los indicadores deben ser representativos y fáciles de medir.
3. Los indicadores de resultados deben tener en cuenta a los clientes internos.
4. Analizar la posibilidad de medir tiempos de ciclos y procesos.
5. Analizar indicadores de la competencia.
6. Tratar de implantar una cultura de medición en los técnicos de la empresa.
7. Utilizar solo e indispensablemente, los indicadores que le interesen.
8. Involucrar al equipo en la definición del indicador.
9. Analizar la eficacia de cada indicador.
10. Eliminar o cambiar aquellos indicadores que lo precisen.

Otro elemento importante a tener en cuenta a la hora de seleccionar los indicadores de mantenimiento y de apoyo a la toma de decisiones en la organización, es haber definido de manera acertada los Factores Claves de Éxito (FCE).

1.3.2. Factores Claves de Éxito

Dentro de cualquier actividad existe un pequeño número de aspectos que, si no se tienen en cuenta de manera específica, se puede perder todo el esfuerzo que se le dedica, porque el papel que juegan es fundamental para la misma. Mucho se ha enfatizado acerca de la importancia de la búsqueda de los factores claves de éxito en los negocios, algunos afirman que es necesario determinarlos incluso antes de realizar cualquier planteamiento de las estrategias y en base a ellos establecer las acciones para minimizar el riesgo y maximizar su éxito (Pinto Jiménez, 2000; Bahamón Lozano, 2003; Küllmer, 2001, (Díaz Crespo, 2005; Torres, 2005) referenciado en (Rivera Martín y Alfonso Llanes, 2011).

Una aproximación válida para entender los FCE son sus características, de las cuales se ha extraído una representación, se muestra en la figura 1.2. Con estos elementos se toman las decisiones claves del negocio, por lo que se recomienda que sean definidos por el personal más experimentado y responsable de la empresa.



Figura 1.2. Características principales de los FCE. Fuente: adaptado de Kowalski y Swanson (2005); Achanga, (2006); Alfonso Llanes (2009) y Comas Rodríguez, (2013)

1.3.3 Los Factores Claves de Éxito de Mantenimiento

Son varios los autores que se han referido indirectamente al tema de los factores claves de éxito del mantenimiento (FCEM). A continuación, se detallan algunas de las maneras de abordarlos para concluir con el señalamiento de aquellos elementos que se consideran coincidentes. Dos Santos Méndez (2002), plantea que los factores de percepción del valor de las actividades de mantenimiento agregan valor al desempeño de la organización y tienden a ser de características altamente personales, idiosincrásicas y varían grandemente de un consumidor a otro. Este autor coincide con Lapierre (2000), referenciado en (Alfonso Llanes, 2009), al llamar “value-drivers” o “direccionadores de valor” a estos factores. Como resultado de sus estudios detallan los factores que consideran influyentes en la percepción de valor en los consumidores de operaciones de mantenimiento así como los indicadores utilizados para su evaluación. García González-Quijano (2004) por su parte, expone que los FCEM son la disponibilidad y la eficacia. Por otro lado, García-Ahumada (2001) señala que para garantizar la confiabilidad adecuada de un dispositivo se debe accionar sobre las cualidades del mismo que integren las capacidades de fiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y seguridad.

Cuando se analiza un proceso de mantenimiento es imperativo considerar tanto los recursos como las restricciones, a fin de conseguir un óptimo control de sus operaciones, las cuales tienen un gran impacto en la seguridad, fiabilidad, costo, prestigio y otras características decisivas para la conducción competitiva de éstas (Ripoll, 2004 referenciado en Alfonso Llanes, 2009).

Torres (2005), expone que para interpretar la forma en que actúa el mantenimiento se hace necesario analizar distintas variables de significación que repercuten en el desempeño de los sistemas y destaca las siguientes: fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad, calidad, seguridad, costo y entrega/plazo. Si se resumen los elementos presentados, a partir del criterio de los diferentes autores consultados (anexo 1), se destacan como los factores más abordados, los siguientes: disponibilidad, confiabilidad/fiabilidad, mantenibilidad, costo, calidad, seguridad y medio ambiente; aunque se ha podido observar que no existe consenso al respecto.

La autora de esta investigación considera que, al enfrentar cualquier decisión relativa al mejoramiento del desempeño de la Gestión del Mantenimiento, ya sea por medios

propios o por tercerización, se debe partir de la definición de los FCEM y utilizarlos como portadores del proceso de mejora.

1.4. Generalidades sobre Cuadro de Mando Integral

El Cuadro de Mando Integral (CMI) es una herramienta de gestión, que traduce la estrategia de la organización en un conjunto coherente de indicadores, los cuales deben medir, de forma eficiente, el cumplimiento de la estrategia, alinear los objetivos en todos los niveles y plazos de tiempo, permitiendo la realización de revisiones estratégicas periódicas, aumentar la retroalimentación, favorecer la capacitación y participación, y que permita medir la creación del valor (Kaplan y Norton, 2000). El CMI, es la organización de un conjunto de indicadores que le permiten a un gerente tomar decisiones, saber qué pasa y completar sus actividades gerenciales (Biasca, 2000).

El Balanced Scorecard (BSC), o en su traducción al español, Cuadro de Mando Integral (CMI), es una herramienta desarrollada y publicada por dos economistas norteamericanos Robert Kaplan y David Norton en Enero de 1992 en un artículo de la revista Harvard Business Review. El objeto del trabajo fue introducir elementos de medida en las actividades de las compañías desde un punto de vista de estrategia a largo plazo, de forma que en el instante de tomar decisiones pudieran tener una visión global la evolución y/o el presente.

Con el paso del tiempo, esta herramienta ha evolucionado y combina no solo indicadores financieros, sino también indicadores no financieros que permiten controlar los diferentes procesos del negocio (Rivera Martín et al., 2011). Las definiciones de Cuadro de Mando Integral de los autores (Wegmann, 2001; Bobillo 2009; Tseng, 2010) giran alrededor de la planteada por (Kaplan and Norton, 1996): “herramienta revolucionaria para movilizar a la gente hacia el pleno cumplimiento de la misión, a través de canalizar las energías, habilidades y conocimientos específicos de la gente en la organización hacia el logro de metas estratégicas de largo plazo”. Permite tanto guiar el desempeño actual como apuntar al desempeño futuro. Usa medidas en cuatro categorías: desempeño financiero, conocimiento del cliente, procesos internos de negocios y aprendizaje y crecimiento, para alinear iniciativas individuales, organizacionales y trans-departamentales e identifica procesos enteramente nuevos para cumplir con objetivos del cliente y de los accionistas. El CMI es un robusto sistema

de aprendizaje para probar, obtener retroalimentación y actualizar la estrategia de la organización. Provee el sistema gerencial para que las compañías inviertan en el largo plazo en clientes, empleados, desarrollo de nuevos productos y sistemas, en lugar de gerenciar la última línea para bombear utilidades de corto plazo. Cambia la manera en que se mide y gerencia un negocio.

De forma general, el CMI cumple las siguientes funciones dentro del Control de Gestión, según (Machado Noa, 2010) referenciado por (Silverio Rodríguez and Alfonso Llanes, 2013):

- Comunicar y explicar el papel de cada uno de los trabajadores de la empresa, lo que favorece la coordinación de esfuerzos.
- Permitir el seguimiento de las actividades mediante la utilización de los indicadores del cuadro de mando, por lo que se convierte en un instrumento de control.
- Distinguir los casos en los que se requieren simples ajustes en las actividades, de aquellos en los que es necesario cambiar de modelo de negocio e incluso de estrategia.

Beneficios y riesgos del Cuadro de Mando Integral

La aplicación del Cuadro de Mando Integral si se realiza correctamente es de máxima utilidad para el logro de las metas de la organización, pero no está exento de riesgos a los cuales hay que prestar toda la atención posible para evitar problemas o contradicciones dentro de la estructura de procesos de la empresa. Estos beneficios y riesgos son descritos por Biasca (2002), Kaplan y Norton (2002, 2009), y Perkinson (2010), referenciado en (Silverio Rodríguez y Alfonso Llanes, 2013) como sigue:

Beneficios del Cuadro de Mando Integral

- La forma de explicar un modelo de negocio y traducirlo en indicadores, facilita el consenso en toda la empresa, no solo de la dirección, sino también de cómo alcanzarlo.
- Un Cuadro de Mando Integral es un instrumento que sirve para ejecutar el cambio y medir su progreso.
- Clarifica cómo las acciones del día a día afectan no solo al corto plazo, sino también al largo plazo.
- Una vez que el Cuadro de Mando Integral está en marcha, se puede utilizar para comunicar los planes de la empresa, aunar los esfuerzos en una sola dirección y evitar la dispersión, en este caso, el CMI actúa como un sistema de control por excepción.

- También se puede utilizar como una herramienta para aprender acerca del negocio en efecto; la comparación entre los planes y los resultados actuales ayuda al equipo de dirección a reevaluar y ajustar tanto la estrategia como los planes de acción.

Riesgos del Cuadro de Mando Integral

- Es un modelo poco elaborado, y sin la colaboración de la dirección es papel mojado y el esfuerzo será en vano.
- Si los indicadores no se escogen con cuidado, el Cuadro de Mando Integral pierde una buena parte de sus virtudes, porque no comunica el mensaje que se quiere transmitir.
- Cuando la estrategia de la empresa está todavía en evolución, es contraproducente que esta herramienta se utilice como un sistema de control clásico y por excepción, en lugar de usarlo como una herramienta de aprendizaje.

1.4.1. Perspectivas del Cuadro de Mando Integral

El CMI constituye el puente que permite conectar el rumbo estratégico de la empresa con la gestión de sus procesos. Su implantación será en “cascada” a través de la “pirámide de cuadros de mando”, comenzando por la alta dirección, derivándose a los mandos intermedios, hasta llegar al sistema físico o núcleo operacional. El enfoque de proceso se integra al análisis a través de las siguientes perspectivas: financiera, la de aprendizaje y crecimiento, la de los procesos internos y la del cliente definiéndose, en cada caso, los indicadores en términos de eficiencia y eficacia, todo lo cual garantiza que estén alineados con los objetivos de la organización y con los factores claves de éxito (Pérez Campaña, 2005; citado por Pérez Pérez, 2016).

Perspectiva financiera

El CMI retiene la perspectiva financiera, ya que los indicadores financieros resumen el estado y las consecuencias económicas de las acciones que se hayan realizado. Gracias a estas variables se puede valorar si la ejecución de una estrategia es exitosa, sin olvidar que el objetivo de la organización es principalmente crear valor desde la inversión de los accionistas. Los resultados financieros proveen a los gerentes información sobre el impacto de sus estrategias, inversiones, actuaciones pero regularmente de lo que pasó y de lo que no debe pasar. Podemos recurrir a indicadores comunes como: rendimiento del capital, beneficios y costos unitarios. Esta perspectiva

debe responder a: ¿Cómo se debe aparecer ante nuestros accionistas para tener el éxito financiero?

Perspectiva del cliente

La perspectiva del cliente es un aspecto primordial en cualquier modelo de negocio. La opinión que estos se formen de nuestros productos y/o servicios, debe ser analizada como un valor de la compañía. Se medirán: calidad y rendimiento del servicio, grados de satisfacción, desviación del servicio contratado, reclamaciones, fidelidad y captación, por lo que esta perspectiva debe responder a: ¿Cómo se debería aparecer ante los clientes para alcanzar la visión?

Perspectiva de procesos internos

En esta perspectiva, los ejecutivos identifican los procesos claves internos en los que la organización debe ser excelente. Estos procesos permiten a la unidad de negocio: entregar las propuestas de valor que atraerán y retendrán a los clientes de los segmentos de mercado seleccionados y satisfacer las expectativas de excelentes rendimientos financieros de los accionistas. Se consideran procesos: operacionales, de gestión de clientes y de innovación. Esta perspectiva responde a: ¿En qué procesos se debe ser excelentes para satisfacer a los accionistas y clientes?

Perspectiva de aprendizaje y crecimiento

En este punto, se analiza si el modelo de negocio puede mejorar y seguir incrementando variables de negocio como la facturación o el beneficio, partiendo de una inversión en la formación. Para ello se profundiza en ámbitos tales como: capacidad y competencia de los empleados, sistemas de información, cultura y motivación de equipos.

Las organizaciones deben invertir en su infraestructura, es decir, personal, sistemas y procedimientos, si es que quiere alcanzar objetivos de crecimiento financiero a largo plazo (Améndola, 2005, Kaplan and Norton, 2009, Rivera Martín et al., 2011). Esta perspectiva responde a: ¿Cómo se mantendrá y sustentará la capacidad de mejorar y cambiar para conseguir la misión?

Las cuatro perspectivas del CMI están estrechamente vinculadas entre sí y han demostrado ser válidas a través de una amplia variedad de empresas y sectores por lo que deben ser consideradas como plantilla.

1.4.2. Cuadro de Mando Integral del Mantenimiento o Maintenance Scorecard

El mantenimiento que fue visto como un "mal necesario" hace algunos años, ahora adquiere importancia estratégica para la mayoría de las organizaciones en todo el mundo (Fraser et al., 2015). Esta transformación que está ocurriendo en el mundo del mantenimiento, ha hecho patente la necesidad de una mejora sustancial y sostenida de los resultados operacionales y financieros de las empresas, lo que ha llevado a la progresiva búsqueda y aplicación de nuevas y más eficientes técnicas y prácticas gerenciales de planificación y medición del desempeño del negocio. En este epígrafe se hará un acercamiento a la aplicación del Cuadro de Mando Integral en el área del Mantenimiento. Al analizar la bibliografía disponible, se constató la existencia de una amplia base conceptual sobre la herramienta CMI y sus aplicaciones en el sector industrial, sin embargo, son escasos los precedentes, en la literatura especializada, sobre el tratamiento de la aplicación del CMI a una función específica como la de mantenimiento, por lo cual desarrollar la presente investigación se considera de gran actualidad y pertinencia en el plano práctico. La implementación de un CMI en un proceso determinado le pone en las manos a los directivos una herramienta muy útil para gestionarlo de manera eficiente y eficaz, solucionando los problemas que se vienen arrastrando en la administración de dicho proceso.

Es un hecho que las operaciones de mantenimiento tienen una correlación muy fuerte con la productividad de los sistemas productivos y de servicios, puesto que actualmente es uno de los mayores contribuyentes al desempeño lucrativo de dichos sistemas, lo cual es admitido por varios autores como Amendola (2005) y Stefano (2006). Todo esto viene evidenciado por la participación del costo de mantenimiento en las pérdidas que se puedan ocasionar en las producciones o prestación de servicios de las organizaciones.

Según Amendola (2005), la importancia de la utilización de un CMI en el mantenimiento es la siguiente:

- El sistema de medición afecta muchísimo el comportamiento de la gente tanto del interior como del exterior de la empresa.

- El CMI conserva la medición técnica y financiera pero realiza, además, un conjunto de mediciones más generales e integradas, que vinculan los procesos internos, los empleados y la actuación de los sistemas, con el éxito a largo plazo.
- Los indicadores técnicos y financieros informan algo pero no todo, sobre la historia de las acciones pasadas y proporcionan una guía adecuada para las acciones que hay que realizar hoy en día y después, para crear un valor futuro.

La implementación del Cuadro de Mando Integral en el departamento de mantenimiento, según Espinosa Fuentes (2010), exige que la empresa haya definido claramente su misión y su estrategia. Posteriormente, la máxima dirección debe definir con qué estrategia piensa que los departamentos operativos deban implementar la misma. Se definirán, por tanto, actividades encaminadas a responder a la misión. Luego se precisarán los objetivos concretos para implementar la estrategia de empresa en la estrategia de mantenimiento, los cuales deben marcarse desde los enfoques económicos y financieros de los clientes, de los procesos internos y del aprendizaje y crecimiento de los empleados.

En nuestro país y desde el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, se ha reflejado un gran despertar en este sentido. Planteándose en la Resolución Económica de éste cónclave lo siguiente: “se debe fomentar el empleo de técnicas modernas de dirección empresarial, adecuadas a nuestras características y basadas en las mejores y más avanzadas prácticas contemporáneas...” Lo anterior conlleva a que la labor del empresario sea fundamental. La necesidad de hacer mucho en poco tiempo con un sentido integrador, obliga a buscar instrumentos que alerten de las situaciones problemáticas de la entidad con un sentido estratégico y corporativo, de ahí entonces la necesidad de considerar la implantación de Cuadros de Mando Integral con las características que las empresas cubanas requieren, teniendo en cuenta que es una economía abierta y centralizada que responde a los intereses de la sociedad en su conjunto (Armada Trabas et al., 2008).

1.4.3. Procedimientos para la implementación de un CMI

En las empresas se está considerando al CMI como una herramienta de gestión de máxima actualidad, ya que tiene la ventaja de su compatibilidad con cualquier otro modelo o paradigma que se haya implantado anteriormente. Una metodología práctica

para establecer esta herramienta incluye la combinación de todos los recursos de la empresa (tecnológicos, humanos y financieros). Los autores (Kaplan y Norton, 2000), presentan la metodología básica general para desarrollar un CMI. Otras metodologías encontradas en la bibliografía se muestran en el anexo 2, las cuales giran alrededor de las descritas por los autores antes mencionados, con algunas variaciones. En la búsqueda bibliográfica se constató que es poco tratada la aplicación de esta herramienta al proceso de mantenimiento.

Según Fernández Hatre, 2004, las diversas experiencias documentadas señalan los factores que pueden provocar el fracaso de la puesta en marcha del CMI, dígame:

- La definición de la estrategia y la selección de los indicadores no se considera una acción prioritaria, ni se dedican a ello los mejores recursos y personas.
- La dirección no se involucra en el proceso de implantación, a pesar de que en muchas ocasiones es la promotora, porque “es lo que está de moda”.
- Se confía la definición e implantación del CMI a un consultor, sin que la dirección se involucre en la definición ni el control de los indicadores.
- Se asigna la configuración del contenido del CMI a algún departamento de gestión económica, sin participación activa del resto de la organización.
- Los indicadores se redactan de forma muy general y no resultan útiles para definir una estrategia de progreso.
- El comienzo se desarrolla de forma vehemente, pero no se aplica la debida perseverancia al percibir que la actividad se prolonga en el tiempo.

Para determinar el procedimiento que más se adecua a la fábrica de tubos HOLPLAST, se elaboró la tabla 1.1 donde se indican las diferentes variables que contiene cada procedimiento. Las variables seleccionadas para este análisis son las siguientes:

Tabla 1.1 Análisis del procedimiento por variables

Fuente	Preparación Inicial	FCE	Mapa estratégico	Selección y diseñar los indicadores	Plan de implementación	Aplicado al mto
Kaplan y Norton, 2002				X	X	
Biasca, 2002				X		
Nogueira Rivera, 2002			X	X	X	
Gody Robles, 2004		X	X	X	X	
Améndola, 2005				X	X	
Rivero Lima, 2006		X	X	X	X	
Prieto Carvajal, 2007			X		X	
Araujo Concepción, 2008		X	X	X	X	
López Duran, 2008				X	X	
Ortiz Pérez y Pérez Campaña, 2010		X	X	X		
Rivera Martín, 2011		X	X	X		X
Arturo Morales, 2012			X	X	X	
Comas Rodríguez, 2013		X	X	X	X	
Rivera y Alfonso Llanes, 2015		X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia

- Contar con una etapa de preparación inicial.
- Seleccionar y tener en cuenta los Factores Claves del Éxito.
- Elaboración del mapa estratégico.
- Selección y/o elaboración de los indicadores.
- Plan de implementación.
- Aplicado al mantenimiento.

A partir de este análisis se propone para la aplicación de un Cuadro de Mando Integral para el Mantenimiento Sostenible en Holplast, tomar como base el procedimiento

elaborado por Rivera Martín y Alfonso Llanes, 2015 este se ha escogido por cumplir con la mayor parte de las variables a analizar y principalmente por ser aplicado específicamente a función de mantenimiento y contiene las buenas prácticas de los autores citados. Sin embargo, posee algunas deficiencias como:

- No concibe una etapa inicial de preparación donde se cree el grupo de trabajo y se caracterice la empresa y el entorno,
- No analizan las oportunidades, amenazas, debilidades y fortalezas para determinar los factores claves del éxito,
- no está enfocado a la sostenibilidad de esta función y
- no analiza las desviaciones que permitan tomar medidas preventivas, proactivas y correctiva para alcanzar el nivel deseado.

1.5. Situación actual de la gestión del mantenimiento en Holplast

Holplast opera las 24 horas del día en un proceso continuo con un reducido colectivo laboral y una elevada productividad. La fábrica se dedica a la producción de tuberías plásticas de diferentes diámetros, utilizando el proceso de extrusión. El sistema de arranque del equipamiento tecnológico en esta entidad, demanda gran cantidad de energía y al ser su régimen de trabajo continuo, la gestión del mantenimiento constituye una debilidad porque a pesar de que se pueda programar dicha actividad, sólo se puede ejecutar cuando se modifica el diámetro para la producción de tubos. Por las características del proceso, la gestión del mantenimiento y en especial el control de éste juega un rol fundamental, por lo que es de gran importancia contar con la herramienta de control adecuada. El sistema de mantenimiento aplicado en la Holplast es una mezcla de los diferentes tipos de mantenimiento.

En el diagnóstico realizado a la gestión de la calidad del mantenimiento en el 2016 (Rojas Batista y Castillo Leyva, 2016) se determinó que uno de los principales problemas que estaba afectando a esta entidad era la carencia de herramientas para el control del mantenimiento que permitieran medir la eficiencia y eficacia de esta actividad.

Actualmente, tanto el departamento de mantenimiento como la dirección de la entidad, optan por un mantenimiento sostenible y aunque no se encuentre declarado en su misión y objetivos, están encaminados a la búsqueda de la sostenibilidad. En su

estrategia están presentes las tres dimensiones que abarca la sostenibilidad, mediante la búsqueda de la eficiencia económica aumentando la productividad a través del aseguramiento de la disponibilidad técnica, el cumplimiento del plan de mantenimiento y la reducción del índice de averías así como lograr el desarrollo de una cultura de mantenimiento que garantice la seguridad y salud en el trabajo y la protección al medio ambiente. El cuadro de mando integral aplicado a la función de mantenimiento es la herramienta correcta para que los directivos logren realizar la gestión de esta función de manera eficiente y eficaz, solucionando los problemas que se vienen arrastrando en la gestión de este proceso. Y permitiendo lograr una estrategia que alinee los objetivos del mantenimiento con los objetivos estratégicos de la organización.

1.6. Conclusiones parciales

1. Se realizó el análisis de varios conceptos de gestión de mantenimiento coincidiendo con el planteado por Rodríguez Machado (2012) al definirlo como el responsable de armonizar los activos fijos, minimizando los tiempos de roturas y los costos asociados a los mismos. Para que exista una buena gestión de esta función se necesita introducir un sistema eficaz a todos los niveles de responsabilidad que permita asegurar el flujo e intercambio de información.
2. La gestión del mantenimiento constituye un elemento clave para el desarrollo de cualquier industria y dentro de ella, las acciones de control juegan un papel primordial siendo el cuadro de mando integral una herramienta útil para el logro de los objetivos con eficiencia y eficacia, garantizando un avance hacia el “óptimo” en el funcionamiento del equipamiento y la descripción de una estrategia a seguir.
3. Holplast no cuenta con un cuadro de mando integral para la actividad de mantenimiento que permita medir la sostenibilidad del mismo y el despliegue de las estrategias del mantenimiento alineadas con la de la organización.

CAPÍTULO 2 DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DE UN CUADRO DE MANDO INTEGRAL DEL MANTENIMIENTO SOSTENIBLE EN HOLPLAST

En este capítulo se muestra el diseño e implementación de un cuadro de mando integral de mantenimiento sostenible para evaluar el mismo de manera eficiente y eficaz en Holplast.

2.1 Perfeccionamiento de un procedimiento para la aplicación de un cuadro de mando integral del mantenimiento sostenible en Holplast

El procedimiento que se perfecciona es la propuesta de Rivera Martín y Alfonso Llanes (2015) adaptándola a las características específicas de las empresas de transformación del plástico. El mismo acoge el enfoque basado en procesos, pues implica la definición y gestión sistemática de los procesos y sus interacciones, con el fin de alcanzar los resultados previstos. El proceso de integración que se propone está basado en el ciclo PHVA (Prevenir Hacer Verificar Actuar), por considerarse un método de probada eficacia y rentabilidad, que facilita el proyecto (norma UNE 66177:2005). Se concibe para ser aplicada a una organización, sin tener en cuenta el tipo o tamaño de la misma, independientemente del grado de madurez que pueda presentar en los sistemas de gestión que poseen. El procedimiento consta de 5 etapas y 9 pasos y una etapa transversal de formación, que se describen a continuación (figura 2.1):

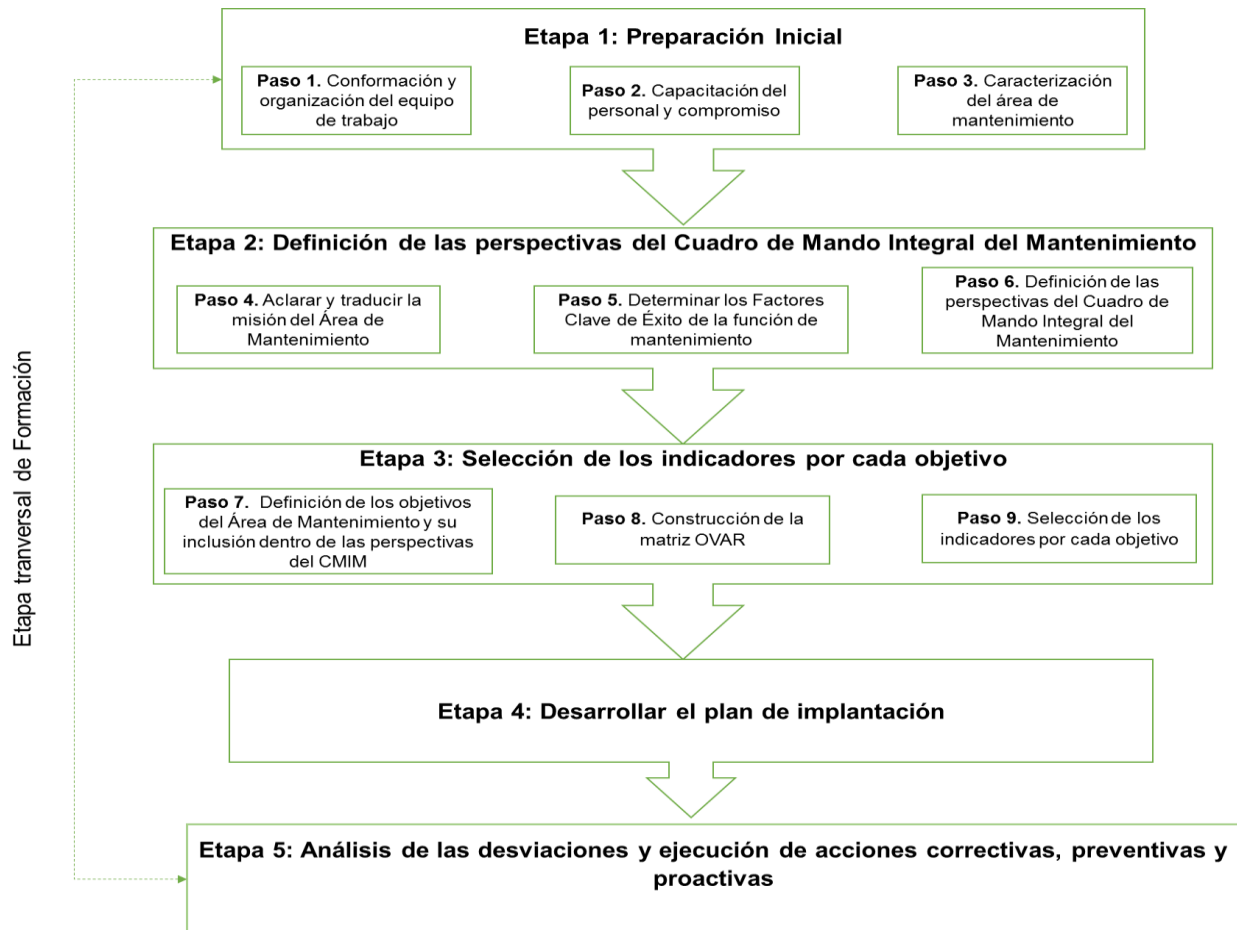


Figura 2.1 Procedimiento para la aplicación de un Cuadro de Mando Integral del Mantenimiento Sostenible en Holplast

Etapa 1: Involucramiento y compromiso

El objetivo de esta etapa es asegurar el compromiso de la alta dirección para asumir el liderazgo en la gestión del mantenimiento, con la participación consciente de los trabajadores, así como definir el personal responsable que guiará el proceso.

Paso 1. Conformación y organización del equipo de trabajo

El primer paso se encargará de liderar y ejecutar la aplicación completa del procedimiento general. Para ello deberán seleccionarse, como miembros del equipo, a especialistas con conocimientos generales sobre el tema (de ser necesario se realizará la capacitación de los expertos involucrados en las técnicas y métodos empleados). El equipo de trabajo debe estar integrado por el personal calificado para llevar a cabo las operaciones de mantenimiento en la organización y por profesores y estudiantes de la

Universidad de Holguín. Además, se establece el plan de trabajo del equipo. Los miembros tienen que ser capaces de llevar a cabo las tareas siguientes:

1. Organizar y dirigir el accionar de los miembros del equipo (esta es una tarea específica del jefe del equipo de trabajo) y de los equipos de trabajo específicos que se conformen en determinadas etapas del procedimiento.
2. Recopilar la información necesaria para desarrollar cada una de las etapas del procedimiento.
3. Realizar los análisis incluidos en cada etapa, así como aplicar el software que se considere necesario.

Paso 2. Capacitación del personal y compromiso

En esta tarea debe establecerse un vínculo con el equipo de trabajo, darle a conocer las características del procedimiento y ofrecer las ventajas del mismo, haciéndoles saber el grado de mejora que alcanzará la entidad si este es llevado a cabo.

Esta acción es de vital importancia porque además de definir las aristas de la metodología, se persigue minimizar el impacto negativo que provoca la resistencia al cambio. Dicho fenómeno es muy frecuente en las organizaciones ante la presencia de alguna modificación o proceso que cambie las condiciones de trabajo o afecte la zona de confort.

Paso 3. Caracterización del área de mantenimiento

En esta descripción se debe detallar misión, objetivos, estructura organizativa, limitaciones del departamento, plantilla de personal, responsabilidades asignadas, políticas empleadas y la gestión de los repuestos, proveedores y competidores y la clasificación como proceso de la organización. El principal objetivo que se persigue es caracterizar, detalladamente, el equipamiento objeto de estudio.

Esta caracterización debe contener los elementos siguientes:

- Nombre y modelo del equipo.
- Año de fabricación.
- Lugar de procedencia.
- Función.
- Estado técnico.
- Años de explotación.

Técnicas a utilizar: revisión documental, criterios de expertos y trabajo en grupo, talleres y cursos.

Etapas 2: Definición de las perspectivas del Cuadro de Mando Integral del Mantenimiento

Esta etapa tiene como objetivo definir las perspectivas para el cuadro de mando del mantenimiento, partiendo de la aclaración y traducción de la misión del área de mantenimiento.

Paso 4. Aclarar y traducir la misión del Área de Mantenimiento

En este paso, partiendo de la misión de la empresa, se define, en primer lugar, la misión del área (planta o taller) y a partir de esta se realiza el desdoblamiento de los fines y directrices del departamento de mantenimiento (esto permite el establecimiento de las métricas que al ser alcanzadas, colaboran directamente con el fortalecimiento de la competitividad de la organización). Al enfocarse la misión y visión del Área de Mantenimiento tributando a la estrategia planteada por la organización, se pretende la articulación de la proyección con la ejecución, es decir, buscar a través del análisis de las relaciones causa-efecto, la traducción de la estrategia a la realidad de la gestión, y así compulsar a cambios de comportamiento en la empresa. También se analiza el mapa estratégico de la organización para verificar si el mantenimiento está definido como uno de los procesos que se tiene que llevar a cabo.

En este momento se busca someter a discusión, en el equipo de trabajo, los elementos fundamentales de la estrategia. El análisis promueve el intercambio sobre:

1. Los criterios de valor que se generan al cliente.
2. Grado de desagregación y conocimiento de la estrategia en los miembros de la organización.
3. Si están expresados en la actual misión y visión, o no, los principales valores del departamento.

Un aspecto importante a considerar es la valoración de si el departamento de mantenimiento posee una estrategia coherente, dado que sin una base estratégica sólida lo que se haría en el CMI, sería una simple suma de indicadores financieros y no financieros, relacionados con el departamento.

El resultado final de este paso es la búsqueda de consenso en el equipo directivo de los principales propósitos estratégicos del área, la identificación clara de qué necesitan los clientes, las principales estrategias para dar respuesta a esta realidad y cómo se genera valor en función de las expectativas de los clientes.

Paso 5. Determinar los Factores Claves de Éxito (FCE) de la función de mantenimiento

Una vez que la organización conoce cuál es su misión y su visión, la pregunta clave a la que se debe dar respuesta es ¿Qué es imprescindible para que ésta cumpla con su objeto social?. Es esencial para la empresa saber qué necesidad espera satisfacer el público objetivo al que se dirige, qué es lo que valora y qué es lo que no valora, es decir, definir los Factores Claves de Éxito (FCE). Partiendo del análisis de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades del área de mantenimiento. Conociendo estos factores, la organización puede dirigir sus acciones hacia los mismos, lo que evidentemente le facilitará alcanzar la satisfacción de las necesidades de sus clientes.

La selección de los FCE es crucial a los efectos de identificar los aspectos que llevan al éxito o fracaso de una estrategia, así como para desarrollar los indicadores de desempeño en ellos. Identificar los FCE implica:

1. Centrar la atención y los recursos de la organización en lo que realmente es importante.
2. Adecuar los sistemas de planificación y control a los FCE, de manera que los directivos se mantengan informados sobre el comportamiento de estos y sus implicaciones para la organización.
3. Flexibilidad y dinámica pues a medida que evoluciona o cambia el contexto de la organización, los FCE varían.

En este momento se procede a establecer aquellos factores que se deben considerar en la gestión del mantenimiento porque resultan vitales para alcanzar las metas de la organización, o sea, son elementos cuyo desempeño condiciona el papel del mantenimiento dentro del logro de los objetivos empresariales. Estos factores son considerados como los portadores de mejora y su comportamiento permite comprobar si el área de mantenimiento se encuentra arrojando los resultados que se le exigen.

Es necesario realizar algunas observaciones generales en relación con los FCE que se deben seleccionar. Cada factor abarcará una dimensión o faceta única del problema de decisión (no serán redundantes). Todos los factores, en sentido general, se considerarán suficientes para propósitos de toma de decisiones para la búsqueda de los objetivos trazados.

Paso 6. Definición de las perspectivas del Cuadro de Mando Integral del Mantenimiento (CMIM)

Para la realización de este paso, se deben considerar dos alternativas:

1. Si la empresa tiene diseñado un CMI, entonces se buscaría cómo el área de mantenimiento debe tributar, mediante la definición de perspectivas específicas, objetivos e indicadores asociados, al logro de un adecuado desempeño de cada una de las perspectivas generales de la empresa. En este caso se definen las perspectivas del CMIM y luego se analiza a qué perspectiva del CMI de la empresa tributaría cada una de ellas.

2. Si no se encuentra definido un CMI para la empresa, entonces, a partir de la misión empresarial, se definiría la propuesta de CMI para el Área de Mantenimiento específicamente, perspectivas e indicadores con sus correspondientes metas.

Técnicas a utilizar: revisión documental, criterios de expertos y trabajo en grupo.

Etapas 3: Selección de los indicadores por cada objetivo

El objetivo de esta etapa se centra en establecer todo un sistema de indicadores que vayan desde la correcta aprehensión del hecho o característica hasta la toma de decisiones acertadas para mantener, mejorar e innovar el proceso del cual dan cuenta donde están todos los parámetros normados y reales que caracterizan las entradas, salidas, operaciones y relaciones de cada proceso o actividades del mantenimiento.

Paso 7. Definición de los objetivos del área de mantenimiento y su inclusión dentro de las perspectivas del CMIM

En este paso se procede a determinar los objetivos por cada perspectiva, para ello se parte de los objetivos del Área de Mantenimiento, los cuales deben cotizar a los objetivos estratégicos de la organización garantizando la coherencia entre sí y los objetivos del resto de las áreas de la empresa y, además, asegurarse de que estén interrelacionados con los FCE.

Para la determinación de qué objetivo se incluirá dentro de cada perspectiva, se debe responder a las siguientes preguntas, las cuales están relacionadas con las interrogantes sugeridas por Norton y Kaplan (1996) para cada una de las perspectivas del CMI:

1. Para la perspectiva financiera: la interrelación (si existe) de este FCE con este objetivo está orientada a ¿Cómo se debería presentar ante el entorno para tener éxito financiero?
2. Para la perspectiva de clientes: la interrelación (si existe) de este FCE con este objetivo está orientada a ¿Cómo se debería presentar ante los clientes para alcanzar la visión?
3. Para la perspectiva de procesos internos: la interrelación (si existe) de este FCE con este objetivo está orientada a ¿En qué procesos deben ser excelentes para satisfacer a los niveles superiores y clientes?
4. Para la perspectiva de formación o aprendizaje y crecimiento: la interrelación (si existe) de este FCE con este objetivo está orientada a ¿Cómo se mantendrá y sustentará la capacidad de cambiar y mejorar para conseguir alcanzar la visión?. El resultado final es la presentación de las perspectivas del CMI, con sus FCE y los objetivos estratégicos asociados.

Finalmente, en este paso, se elabora el diagrama causa-efecto o mapa de proceso, donde se expone la relación existente entre los objetivos de las diferentes perspectivas.

Paso 8. Construcción de la matriz OVAR

La matriz OVAR (Objetivos, Variables de Acción y Responsables) es una técnica gerencial que permite desplegar los objetivos estratégicos hasta cada una de las áreas de la organización traduciéndolos en tareas concretas a desarrollar por estas y definir responsabilidades para su realización. Para elaborar la matriz se debe partir de los objetivos estratégicos definidos como resultado de un trabajo colectivo de los miembros del equipo de trabajo, considerando la estructura organizativa del área de mantenimiento.

Pasos para confeccionar la matriz OVAR

1. Definir los objetivos: este paso se realiza según se explicó en el paso 7.

2. Definir variables de acción: para el cumplimiento de los objetivos deben determinarse las variables de acción que son las acciones a desarrollar con este fin. Estas variables también deben ser resultado de un trabajo en grupo.
3. Confeccionar la matriz del primer nivel de dirección de la organización: la matriz debe tener la siguiente estructura (tabla 2.1).

Tabla 2.1. Matriz OVAR

Variables de Acción	Objetivos				Responsables			
	Objetivo 1	Objetivo 2	Objetivo 3	Objetivo n	Responsable 1	Responsable 2	Responsable 3	Responsable n
Variable 1								
Variable 2								
Variable 3								
Variable n								

Los objetivos que se relacionan son los objetivos estratégicos, las variables de acción, son los posibles cursos de acción o acciones a seguir para el logro de los objetivos estratégicos y los responsables, son los subordinados directos del gerente o director general que a su vez tiene sus subordinados. En esa matriz se identifican la influencia de cada variable de acción en el cumplimiento de los objetivos (una variable de acción puede contribuir al logro de varios objetivos) marcando con una X esta relación y además se señalan, mediante un símbolo (puede ser también una X) las áreas implicadas (responsables) en el desarrollo de cada variable de acción.

4. Confeccionar el resto de las matrices:

A partir de la primera matriz se determinan las variables de acción en las que debe trabajar cada área, convirtiéndose éstas en sus objetivos. Para cada subdivisión de la organización, se confeccionará la matriz OVAR manteniendo la misma estructura y considerando:

- Como objetivos: las variables de acción en las que debe trabajar.

- Como variables de acción: nuevas vías o cursos de acción definidos para cada variable de acción de la matriz primaria (objetivos para esta matriz).
- Como responsables: los subordinados directos del jefe del área de la que se realice la matriz.

Cada matriz que se elabore puede generar otras matrices y se elaborarán tantas matrices como sean necesarias para lograr que cada objetivo sea desplegado hasta los niveles operativos y se defina cómo cada subdivisión contribuirá al logro de los planes estratégicos.

Paso 9. Selección de los indicadores por cada objetivo

Una vez definidos los objetivos del área de mantenimiento se hace necesario seleccionar los indicadores que permitirán la medición del desempeño. Para esto se parte de las necesidades informativas que requiere la empresa para el monitoreo del cumplimiento de los temas estratégicos por perspectivas, luego se procede a identificar cuál es la mejor forma de expresar la intención de cada objetivo estratégico (Rivera Martín, 2011).

Teniendo ya definido cada uno de los indicadores, se propone realizar una ficha para cada uno de ellos, la cual debe contener los aspectos siguientes:

Nombre: nombre del indicador.

Forma de cálculo: ecuación matemática que se utilizará para la medición del indicador.

Leyenda: clarifica lo expuesto en la expresión de cálculo.

Descripción: describe lo que expresan los resultados de los indicadores.

Metas: diferentes intervalos de valores que deben alcanzar los indicadores en un tiempo determinado.

Responsable: responsable de la medición del indicador.

Frecuencia: el tiempo determinado en que se mide el indicador.

Finalmente se elabora el CMI

Técnicas a utilizar: revisión documental, criterios de expertos, tormenta de idea, matriz OVAR, CMI y trabajo en grupo.

Además, se debe tener en cuenta cómo tributa cada indicador con los aspectos económicos, sociales y medioambientales de la sostenibilidad. Para el mismo se proponen los expuestos en la tabla 2.2, los que se seleccionarán según las

posibilidades de recolección de datos de cada empresa y, de ser necesario, también se pueden añadir otros.

Tabla 2.2. Indicadores para la evaluación del mantenimiento en las Fábricas de Transformación de Plásticos

Indicadores	Económico			Social				Medioambiental
	Costo de efectividad	Calidad	Productividad	Crecimiento y	Seguridad y	Satisfacción	Satisfacción	
Tiempo medio entre fallos (TMEF)		x						
Tiempo medio para reparar (TMPR)		x						
Disponibilidad(D)			x					
% de Utilización(U)			x					
Rendimiento (R)			x					
Aprovechamiento(A)			x					
Ejecución del plan anual de mantenimiento (EPAM)			x					
Rentabilidad financiera (Rn)	X							
Rendimiento de los activos (Ra)	X							
Costo de mantenimiento por facturación (CMF)	X							
Número de órdenes de trabajo atendidas (ODTa)						x		
Número de pedidos de materiales atendidos (PMa)						x		
Consumo energético								X
Capacitación del personal de mantenimiento (CPM)				X				
Nivel de servicios (NS)								
Índice de satisfacción del cliente interno (I.S.C.I)						X		

Índice de Iluminación general (lux) (I_g)				X			
---	--	--	--	---	--	--	--

Etapa 4. Desarrollar el plan de implantación

Para que un Cuadro de Mando Integral cree valor, debe estar integrado en el sistema de gestión de la organización. Es obvio que habrá que desarrollar un plan de introducción escalonada, pero debe utilizarse la “información disponible más relevante” para que la agenda resultante sea consistente con las prioridades del CMI. Al final, los sistemas de información de la dirección se pondrán al nivel del proceso. Al terminar la programación del proyecto, la Alta Dirección y los mandos intermedios de la unidad de negocio deberán haber obtenido claridad y consenso sobre la traducción de la estrategia en objetivos e indicadores específicos para las cuatro perspectivas, acordando un plan para implantar el cuadro de mando, incluyendo quizás nuevos sistemas y responsabilidades para recoger e informar datos para el CMI, y tener una amplia comprensión de los procesos que cambiarán como resultado de disponer de indicadores del cuadro de mando en el núcleo de los sistemas de gestión de la organización como se muestra en la figura 2.2.

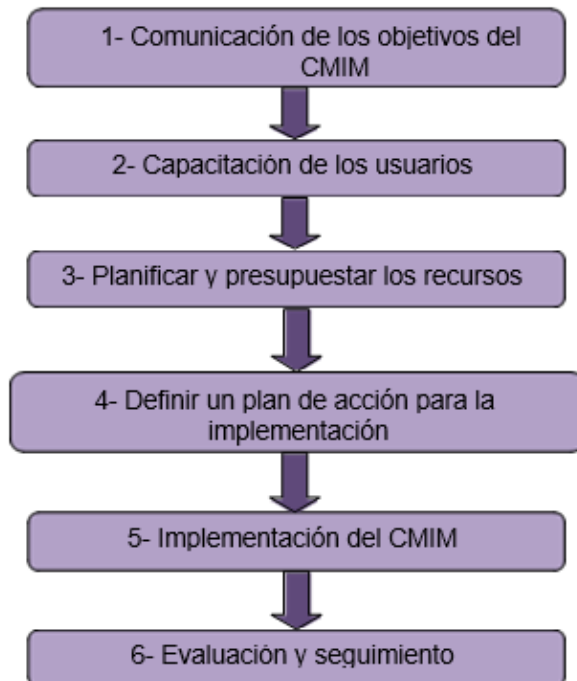


Figura 2.2. Plan de implantación (fuente Silverio Rodríguez, 2013)

1. Comunicación de los objetivos del CMIM. Comunicar a todo el personal los objetivos del CMIM junto con las ideas del proyecto, con el fin de facilitar de este modo la

implicación de todos los empleados en el proyecto. Para ello se fijaran reuniones de empleados, en grupos pequeños, para explicar los objetivos aprovechando estas para realizar encuestas de motivación y de definición de las necesidades de los puestos de trabajo, detectando el clima social de la organización. La fase inicial de la comunicación se debe empezar por los mandos intermedios (jefes de sección, de departamento, etc.), quienes, además del equipo directivo, irán a tener acceso al uso del sistema de indicadores, debido a su capacidad de intervención y control de los procesos.

2. Capacitación de los usuarios Capacitar a los usuarios para el comienzo del uso de los indicadores con fines comparativos y de toma de decisiones; lo que incluye quizás la creación de nuevos sistemas y responsabilidades para recoger e informar datos para el cuadro de mando, y tener una amplia comprensión de los procesos que cambiarán como resultado de disponer de indicadores en el núcleo de los sistemas de gestión de la organización.
 3. Planificar y presupuestar los recursos Es inevitable planificar y presupuestar los recursos, realizando una selección de todo lo que se va a necesitar, se realiza una estimación de las inversiones y luego se traza un plan de las mismas definiendo el presupuesto para el proceso de implementación.
 4. Definir un plan de acción para la implementación En este paso se va a definir un plan operativo general estableciendo la secuencia de los planes de acción, es decir, se va a conformar la planificación general del proceso estimando la duración de cada uno de ellos y finalmente fijando los momentos para el control.
 5. Implantación del CMIM Para proceder a la implantación es necesario llevar a cabo los tres pasos que se presentan a continuación: Nominar grupos para ejecutar los planes de acción, designar los líderes para cada grupo de mejora, presentar cada plan de acción a los implicados y finalmente dirigir la implantación.
- Por otra parte, se debe gestionar la fase previa de diseño, logrando así la elección de una solución tecnológica específica que permita un mejor manejo de esta herramienta de control y satisfaga todas las expectativas.
 - Analizar en detalle los resultados que arroja la evolución de los indicadores y proponer e implementar estrategias para conseguir las metas previamente definidas.

Técnicas a utilizar: Criterios de expertos, trabajo en grupo y diagrama de Gantt.

Etapa 5. Análisis de las desviaciones y ejecución de acciones correctivas, preventivas y proactivas

El seguimiento de los indicadores del Cuadro de Mando Integral posibilita evaluar los resultados obtenidos para detectar las desviaciones con respecto a lo que se había previsto, analizar las posibles causas y, tomar las decisiones oportunas y efectivas que puedan afectar el desempeño de la organización, igualmente, favorecer la toma de decisiones proactivas, preventivas y correctivas.

Silverio Rodríguez y Llanes Alfonso (2013), realizan una modificación en este paso que consiste en el desarrollo de la implantación del CMIM proponiendo plan de acciones a tomar con el objetivo de que sea implantada la propuesta de diseño. En sentido general, el Cuadro de Mando Integral le permite a la dirección de la empresa saber cuál es su comportamiento en este momento, hacia dónde o en qué dirección tiene que caminar para adaptarse a los posibles cambios del entorno, por lo que resulta conveniente que sus resultados se presenten lo más profesionalmente posible, que sea agradable de leer y comunique el mensaje claro, de manera que capte la atención de todos los implicados en la implementación del procedimiento así como la importancia de las horas de trabajo invertidas en su confección.

En esta etapa, es realmente importante establecer un método de control. Se deberán realizar revisiones periódicas en pos de mejorar y no de sancionar. Principalmente, debe evaluarse la existencia de desvíos o incumplimientos respecto a los estándares establecidos. Referente a las desviaciones, debe analizarse:

- Su importancia.
- Su impacto.
- Su frecuencia y ocurrencia.
- Las acciones proactivas, preventivas y correctivas implementadas y su efectividad.
- La respuesta del proveedor a las acciones proactivas, preventivas y correctivas.

Para su elaboración (tabla 2.3), se deben tener en cuenta los aspectos siguientes:

1. El contenido de la acción que se ejecutará;
2. el personal encargado de ejecutar y dirigir;
3. las fechas y plazos de ejecución.

Tabla 2.3. Tabla de medidas de control

Medidas de control	Responsable	Fecha de Ejecución	Materiales

Técnicas a utilizar: Tormenta de idea, trabajo en equipo, técnicas de control y revisión documental

Etapa Transversal de Formación

El objetivo de esta etapa es asegurar que el personal asimile los conocimientos fundamentales y adquiera conciencia sobre la importancia de sus actividades en la aplicación progresiva de la metodología para la integración y el logro de los objetivos propuestos, en correspondencia con su nivel de participación.

Se considera una etapa transversal, pues se realizan intervenciones prácticamente en todas las etapas de la metodología propuesta mediante las modalidades de cursos, talleres, conferencias y charlas (Tabla 2.4.).

Tabla 2.4. Tabla de acciones preventivas las desviaciones.

Etapa	Contenido de la actividad	Modalidad	Responsable	Fecha de cumplimiento

Técnicas a utilizar: cursos, talleres, conferencias, charlas, trabajo en grupo.

2.2. Valoración del procedimiento propuesto empleando el método de Delphi.

Mediante el método de Delphi⁴ se realizó la valoración del procedimiento. La fase inicial consistió en aplicar una encuesta para la selección del grupo de expertos⁵ y la determinación de sus coeficientes de competencias. La encuesta (anexo 3) utilizada para estos fines se encuentra validada, debido a sus diversas aplicaciones en contextos

⁴El método de Delphi consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a acontecimientos del futuro. 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. Por lo tanto, la capacidad de predicción del Delphi se basa en la utilización sistemática de un juicio intuitivo emitido por un grupo de expertos (Santana Tamayo, 2017).

⁵Los grupos de expertos utilizan como fuente de información a un grupo de personas que se supone poseen conocimientos teóricos elevados de la materia que se va a tratar (Santana Tamayo, 2017).

similares. Una vez aplicada, se procesaron los datos obtenidos, como se muestra en las tablas 2.6 y 2.7.

Tabla 2.5. Determinación del coeficiente de conocimiento (Kc)

Posibles Expertos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Moda	Media	Kc
1								2	3	2	7	9	9	0.9
2									3	7	10	10	9.7	0.97
3								1	4	5	10	10	9.4	0.94
4									2	6	8	10	9.75	0.98
5									1	9	10	10	9.9	0.99
6										10	10	10	10	1
7									2	8	10	10	9.6	0.96
8								3	4		7	9	8.57	0.86
9								3	3		6	9	8.5	0.85
10								2	5		7	9	8.71	0.87

Tabla 2.6. Determinación del coeficiente de argumentación (Ka) y competencia (K) de los posibles expertos y su selección

Posibles expertos	Kc	Ka	K	Investigador seleccionado como experto
A	0.85	0,7	0.775	-
B	0.97	0,9	0.935	X
C	0.94	0,8	0.87	X
D	0.98	1	0.98	X
E	0.99	1	0.99	X
F	1	0,9	0.9	X
G	0.96	0,8	0.88	X
H	0.86	0,9	0.88	X
I	0.9	0,7	0.8	X
J	0.87	0,8	0.835	X

Estos resultados permitieron determinar el grupo de expertos seleccionando, siete de ellos, pues sus coeficientes de conocimiento fueron altos (mayor que 0,8), los que contribuyeron con la valoración del procedimiento.

En la segunda fase se procedió a aplicar el método de Delphi, realizando la primera ronda con la variante 1 del procedimiento propuesto con el objetivo de evaluar el grado de relevancia y calidad del mismo donde fueron tomados los criterios de los expertos (Anexo 4).

Los resultados obtenidos aparecen en la tabla 2.8, que muestra la existencia de concordancia $\geq 75\%$ en todas las etapas del procedimiento, decidiéndose parar el proceso.

Tabla 2.7 Resultados obtenidos de la aplicación del método de Delphi

Expertos \ Etapas	A	B	C	D	E	F	G	H	Cc
Etapa I					x			x	87,5%
Etapa II			x						87,5%
Etapa III									100%
Etapa IV								x	87,5%
General									100%
Contenido									95%

A partir de la aplicación del método de Delphi, se validó el procedimiento propuesto para la aplicación de un cuadro de mando integral del mantenimiento sostenible en Holplast, existiendo un nivel de concordancia total del 90,75% entre los expertos.

2.3 Desglose del procedimiento para la aplicación de un cuadro de mando integral del mantenimiento sostenible en Holplast

Una vez caracterizada la entidad objeto de estudio Holplast (epígrafe 1.5) y el área de mantenimiento de ésta, se corroboró que era viable la aplicación del procedimiento para la implementación de un Cuadro de Mando Integral para el Mantenimiento sostenible (dicho procedimiento fue seleccionado y descrito en el capítulo anterior). Resulta pertinente especificar que solamente serán aplicados algunos de los indicadores definidos para el CMI pues no en todos se llevan la información en la entidad.

Etapa 1: Involucramiento y compromiso

Paso 1. Conformación y organización del equipo de trabajo

Para la aplicación del procedimiento, se inició con varias reuniones con la alta dirección, el jefe de mantenimiento y el resto del equipo de trabajo de la Fábrica de Tubos Holplast de Holguín. Un elemento necesario para garantizar la aplicación eficaz de las etapas subsiguientes del procedimiento, lo constituye la conformación del grupo de trabajo. Este quedó constituido por 7 personas que poseen experiencia y conocimientos para aplicar un Cuadro de Mando Integral para el Mantenimiento sostenible. Entre el personal que pertenece a este grupo, se encuentran los responsables de la organización, el jefe de mantenimiento de Holplast, trabajadores del equipo de mantenimiento de la empresa y profesores de la Universidad de Holguín. A continuación, se recogen los nombres de los mismos:

Tabla 2.8. Equipo de trabajo

Nombre	Cargo(s)
MSc. Jorge Labañino Fernández	Especialista principal de Grupo de Mantenimiento en Holplast.
Ing. Gerardo Capo Neyra	Especialista principal de Producción en Holplast.
MSc. Noemí Concepción González	Especialista principal de Calidad en Holplast.
Dr C. Ángel Tomas Pérez Rodríguez	Jefe del departamento de química de la Universidad de Holguín.
Ing. Juan Fuentes Guilarte	Jefa del Departamento de Económico y Especialista Principal de Contabilidad.
MSc. Márian Pérez Pérez	Profesor de Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín.
Claudia Rodríguez Palomares	Estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín.

Al realizar la selección de los expertos que conforman el grupo de trabajo se tuvo en cuenta el conocimiento y experiencia que poseen estos sobre el tema a tratar, de manera que garantizaran resultados consecuentes con el objetivo perseguido.

Paso 2. Capacitación del personal y compromiso

Se logró la capacitación de todo el personal seleccionado a través de talleres y acciones preliminares de divulgación mediante la explicación de la importancia de aplicar un CMI en las actividades de mantenimiento, así como las etapas y pasos que componen el procedimiento.

Fue desarrollada una reunión de intercambio y análisis con el personal seleccionado para esclarecer la necesidad, las ventajas y los métodos que se emplearán para atenuar la resistencia al cambio que todo el proceso puede traer aparejado. Al finalizar esta etapa, se pudo apreciar una gran aceptación con el trabajo que se está llevando a cabo.

Paso 3. Caracterización del área de mantenimiento

Para realizar la caracterización del área de mantenimiento primeramente se debe caracterizar La Fábrica de tubos de Holguín Holplast, la cual está ubicada en la carretera central vía a Bayamo km 777, Holguín; pertenece al Grupo Empresarial de Ingeniería y Logística Hidráulica (GEILH) del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH). Surge mediante la Resolución 18/2006 del Ministerio de Economía y Planificación, decisión que se materializa mediante la Resolución 44/2007 del presidente del INRH con el objetivo de encaminar su producción hacia los sistema de acueductos y alcantarillados del país. Su actividad fundamental está encaminada a producir y comercializar tubos y conexiones de polietileno de alta densidad para la conducción de agua de manera segura, confiable, eficaz y eficiente mediante el mejoramiento continuo de su desempeño para que sean satisfechas las necesidades y expectativas de los clientes internos y externos. Para ello cuenta con tres líneas de producción para la fabricación de tuberías de diámetros desde 16 mm hasta 110 mm, 90 mm hasta 350 mm y otra de 400 mm hasta 1000 mm con capacidad para procesar 950, 450 y 100 kg/h. La misma cuenta con un Sistema integrado de Gestión.

Relación entre elementos estratégicos: misión, visión, objetivos

Misión: somos una empresa que produce tuberías plásticas y sus accesorios de diferentes diámetros y variadas presiones, destinadas fundamentalmente a nuevas inversiones de la infraestructura hidráulica, brindando al cliente una producción que cumpla con las normas y parámetros de calidad, exigiendo por el uso racional de los

recursos en concordancia con la protección del medio ambiente. Contamos con un colectivo comprometido y calificado, y la infraestructura tecnológica que garantiza la eficiencia empresarial.

Visión: Ser una empresa con producciones de alta calidad, capaz de cumplir el plan y cubrir las demandas de los clientes internos y externos, para asegurar la prestación de los servicios hidráulicos en la provincia y el resto del país.

Objetivos estratégicos: Holplast tiene como objetivo producir y comercializar tubos y conexiones de polietileno de alta densidad para la conducción de agua de manera segura, confiable, eficaz y eficiente, mediante el mejoramiento continuo de su desempeño, para que sean satisfechas las necesidades y expectativas de los clientes internos y externos, se reduzcan al mínimo razonable los riesgos asociados a la seguridad y salud en el trabajo, la prevención de los daños y deterioro de la salud protegiendo el medio ambiente y se prevenga la contaminación con un aprovechamiento racional de los recursos.

Para lograr esos objetivos se garantizará que el personal esté provisto de la formación, competencia y recursos necesarios. Además de cumplir con los diferentes ensayos a la materia prima y productos terminados y el compromiso de la dirección del laboratorio de realizar buenas prácticas profesionales logrando la calidad de los mismos y la confianza de su competencia. Cuenta con un sistema integrado de gestión certificado por la NC: 9000/2015. La política del mismo se encuentra en el anexo 3.

Identificación y caracterización de los procesos de la Fábrica

Para el cumplimiento del objeto social del sistema organizativo y en especial para una correcta gestión de la calidad, la organización desarrolla diferentes procesos clasificados como estratégicos, claves (realización, productivos), procesos de apoyo o soporte y los transversales. El mapa de procesos de Holplast se encuentra en el anexo 4 donde se describen las áreas de recursos humanos, contables y financiero, dirección administrativa y producción. Además, el mantenimiento está definido como un proceso de apoyo.

Específicamente la brigada de mantenimiento cuenta con 5 operarios (Especialista Principal de Mantenimiento, Especialista en Mantenimiento Eléctrico y 3 Técnicos en Mantenimiento). Estos últimos poseen un técnico medio en mantenimiento y los

especialistas son de nivel superior. En el anexo 5 se muestra el organigrama del complejo.

En Holplast el mantenimiento es un proceso de apoyo, el cual tiene bien definido su propósito. Su **misión**, según Labañino, 2019 es la siguiente:

“Alcanzar la disponibilidad del equipamiento tecnológico necesaria para disminuir las pérdidas de producción por productos dejados de elaborar o productos defectuosos y consecuentemente las pérdidas económicas. Garantizar la seguridad del personal y de las instalaciones, así como la conservación del medio ambiente”.

Se definen como principales **objetivos** los siguientes:

1. Asegurar un 94% de disponibilidad técnica, para garantizar una utilización óptima de las capacidades de producción.
2. Cumplir con el plan de mantenimiento planificado aprobado para el año, a más del 94%.
3. Reducir el índice de averías a menos del 6%.
4. Implementar una cultura de mantenimiento que garantice la SST y la protección al medio ambiente.

Como se puede apreciar, aunque no está definido literalmente el enfoque de sostenibilidad en la misión del mantenimiento en Holplast, sí está encaminada a lograr este objetivo pues considera los aspectos económicos, sociales y medioambientales.

Análisis de las materias primas y materiales

La firma alemana Battenfeld es el fabricante del equipamiento que posee Holplast, esta visita la entidad una vez al año para evaluar el estado técnico de las instalaciones y en función de ello, sugiere y proporciona la pieza a utilizar. Pero en la actualidad existen dificultades serias con el suministro estable de piezas, componentes e insumos para asegurar el mantenimiento del equipamiento.

Levantamiento de los equipos de producción

El sistema de mantenimiento aplicado en Holplast, es una combinación de varios tipos de mantenimiento: el MPP, el predictivo y el mantenimiento correctivo. Siendo el sistema de arranque de los equipos un gran demandante de energía, el régimen de trabajo es de 24 horas lo que constituye una debilidad para la Gestión del Mantenimiento porque a pesar de que se pueda programar dicha actividad, solo se

puede ejecutar cuando se modifica el diámetro para la producción de tubos. Los equipos con los que cuenta la fábrica y sus características técnicas, se muestran en las tablas 2.9 y 2.10.

Tabla 2.9. Características técnicas de los equipos

Equipo	Modelo	Fabricante	País	Año
Línea 1				
Extrusora	BEX- 120	Battenfeld	Alemania	2006
Tanque de calibración	V 1000 VA	Battenfeld	Alemania	2006
Tanque de enfriamiento	K 1000 VA	Battenfeld	Alemania	2006
Máquina de marcado	MAC 1200	Battenfeld	Alemania	2006
Carro de arrastre	1000 / 8 VE	Battenfeld	Alemania	2006
Cortadora	TU 1000 P	Battenfeld	Alemania	2006
Mesa de salida	RG 1000	Battenfeld	Alemania	2006
Deshumidificador	D – 2800	Somos	Alemania	2006
Línea 2				
Extrusora	BEX- B70	Battenfeld	Alemania	2006
Tanque de calibración	V 500 VA	Battenfeld	Alemania	2006
Tanque de enfriamiento	K 500 VA	Battenfeld	Alemania	2006
Máquina de marcado	MAC 1200	Battenfeld	Alemania	2006
Carro de arrastre	1000 / 8 VE	Battenfeld	Alemania	2006
Cortadora	TU 1000 P	Battenfeld	Alemania	2006
Mesa de salida	RG 1000	Battenfeld	Alemania	2006
Deshumidificador	D – 1400	Somos	Alemania	2006
Línea 3				
Extrusora	NE 5.30D	Hans Weber Maschinenfabrik GmbH	Alemania	2013
Tanque de calibración	PRIMAC-CV-C/125- 6	Baruffaldi Plastic Technology	Italia	2013
Tanque de enfriamiento	PRIMAC-VR-T/125-6	Baruffaldi Plastic	Italia	2013

		Technology		
Máquina de marcado	PRIMAC-TAN-T1/10-200	Baruffaldi Plastic Technology	Italia	2013
Carro de arrastre	TR125/3	IPM S.r.l	Italia	2013
Cortadora	TS 125	IPM S.r.l	Italia	2013
Volcador	RIB 125	IPM S.r.l	Italia	2013
Equipos auxiliares	SX - 6(compresor)	Kaeser	Alemania	2006
	SKLC - 300 (enfriadora)	GWK		
	NUB - 32 (bomba)	EDUR		

Tabla 2.10. Características técnicas de los equipos

Equipo	Función	Cantidad	Estado técnico	Años de explotación
Extrusora	Procesar la materia prima sólida en forma de pellets, la fusiona y homogeniza	1	Bueno	13
Tanque de calibración	Formar el tubo con su diámetro y espesor	2	Bueno	13
Tanque de enfriamiento	Enfriar el tubo según el diámetro del mismo	4	Bueno	13
Máquina de marcado	Su función es la de marcar los tubos plásticos	1	Regular	13
Carro de arrastre	Su función principal es la de trasladar el tubo a lo largo de la línea de extrusión	1	Bueno	13

Cortadora	La máquina se utiliza para cortar tubos en piezas de diferentes longitudes	1	Bueno	13
Mesa salida	Se utiliza para transportar las tuberías después de realizado el corte de la misma	2	Regular	13
Deshumidificador	Realiza la extracción de la humedad de la materia prima	1	Mal	13
Equipos auxiliares	Garantizan el aire comprimido, el agua y la temperatura de la misma	3	Regular	13

Etapas 2: Definición de las perspectivas del Cuadro de Mando Integral del Mantenimiento

Paso 4. Aclarar y traducir la misión del área de Mantenimiento

Para darle cumplimiento a este paso, el grupo de expertos partió del análisis de la misión del área de mantenimiento, la cual tributa satisfactoriamente a la misión de la empresa con el fin de las metas perseguidas, proporcionando así las bases para la implementación del CMIM en la organización. En la realización de este paso, se corroboró que la misión del área de mantenimiento es conocida y entendida por la totalidad de los trabajadores de la sección en cuestión. Como resultados se obtuvo:

1. La misión se encuentre enfocada en el proceso productivo continuo, en la búsqueda de alcanzar la disponibilidad del equipamiento tecnológico.
2. Se enfoca en la disminución de las pérdidas de producción tanto por productos dejados de elaborar como por producción defectuosa, para no incurrir en pérdidas económicas.
3. Garantiza la seguridad del cliente interno (seguridad y salud del trabajo).

4. Garantiza la conservación del medio ambiente (disminución del impacto negativo sobre el medio ambiente), todo esto incurriendo en el mínimo de costos posibles en las rutinas de mantenimiento (mínimo de costo en sus operaciones).

Paso 5. Determinar los Factores Claves de Éxito (FCE) de la función Mantenimiento

Son varias las definiciones de Factores Claves de Éxito de Mantenimiento (FCEM) que aparecen en la literatura pero la mayoría concuerdan con lo expuesto por Alfonso Llanes (2009), que los conceptualiza como: “aquellos factores que debe garantizar el área de mantenimiento para cumplimentar su misión dentro de la organización”. Estos serán utilizados ampliamente en el contexto del diseño de planes relevantes de esta función y en la medición y análisis de las metas a lograr en el área y, por ende, la organización.

Con el empleo de la guía propuesta por Pérez Campaña (2005)⁶ y a partir de la revisión de documentos y la tormenta de ideas, se realizó el análisis DAFO del mantenimiento en la entidad (anexo 6, 7, 8 y 9). La gestión del mantenimiento quedó enmarcada en el cuadrante de defensiva, por lo que debe reducir al máximo posible las debilidades para tratar de sobreponerse a las amenazas que impone el entorno. En base a lo anterior y al comenzar el trabajo con los expertos plantearon una amplia variedad de propuestas relativas a los posibles FCEM en el área, sin lograr coincidencias en la mayoría de ellas. Al agrupar todos los factores recolectados por categorías afines, se consiguió reducir y por consenso de los especialistas, se definieron como FCEM los siguientes:

1. Eficiencia Económica.
2. Seguridad de los trabajadores.
3. Protección medio ambiental.
4. Alcanzar la sostenibilidad de la función del mantenimiento.
5. Previsión de falla y rapidez de acción.
6. Orientación al cliente basado en la calidad de la ejecución del mantenimiento.
7. Preparación, motivación y satisfacción del personal de mantenimiento.
8. Óptima disponibilidad y confiabilidad del equipamiento y las instalaciones.

⁶ La guía para la confección y procesamiento de la matriz DAFO se encuentra en el anexo 11 de Pérez Campaña (2005).

Paso 6. Definición de las perspectivas del Cuadro de Mando Integral del Mantenimiento (CMIM)

En la empresa no existe un CMI para la actividad de mantenimiento por lo que nos lleva a seleccionar la segunda alternativa del procedimiento propuesto en el epígrafe anterior, partiendo de la misión ya definida del área de mantenimiento para la precisión de las perspectivas específicas. En el proceso de selección de las perspectivas, el grupo de expertos tomó como base las propuestas presentadas por Rivera Martín y Alfonso Llanes (2015) pues es aplicado a una entidad cubana y específicamente en el área de mantenimiento. El grupo de expertos definió cuatro perspectivas para el CMIM con las cuales consideraron que es suficiente para lograr un correcto control para la gestión de la función de mantenimiento.

Perspectiva financiera:

El objetivo estratégico de esta perspectiva es garantizar niveles de producción y servicios que satisfagan un nivel de gestión económico-financiero para el desempeño eficaz de la empresa. La reducción de los costos, la utilización racional de los recursos, así como el alcance de la sostenibilidad en la gestión del mantenimiento, son algunas de las variables con las cuales la gestión del mantenimiento contribuye al buen comportamiento de las finanzas dentro de la organización, por lo que es vital prestarle a este tema la atención requerida.

Perspectiva de cliente interno:

En este caso se define como clientes del área de mantenimiento los diversos departamentos de la fábrica que reciben sus servicios, en especial el equipamiento tecnológico y las instalaciones de la entidad al ser los que de forma principal reciben directamente los beneficios inmediatos del mantenimiento. Este sistema es el primer afectado, ya sea de forma positiva o negativa, por el proceso de gestión del mantenimiento, por lo tanto, es de suma importancia satisfacer sus exigencias fundamentales, lo que implica responder con rapidez y calidad a los diferentes problemas que se presenten y tomar las decisiones oportunas.

También se consideran como “clientes” los contratistas que realizan trabajos de mantenimiento ya que se contrata el trabajo a terceros (empresas especializadas) en

las siguientes categorías: Medios de izaje, equipos de refrigeración y equipos de aire comprimido (reparaciones complejas).

Perspectiva de mantenimiento (procesos internos)

En esta perspectiva se evidencia como objetivo estratégico, garantizar el mantenimiento, como proceso interno, realizado según los procedimientos establecidos, así como implantar procesos rentables y de mejora como vía para alcanzar la excelencia en el logro del éxito estratégico. Esta perspectiva es principalmente un análisis de la gestión del mantenimiento de la fábrica. Se incluye en ella todo cuanto se refiere al sistema de mantenimiento que se emplea para gestionar, organizar, realizar y controlar el mismo.

Es innegable que la forma en que se organicen y desarrollen las diversas actividades incluidas en esta perspectiva, marcarán la eficacia del servicio de mantenimiento y el grado de colaboración en el alcance de los objetivos generales.

Perspectiva, aprendizaje y crecimiento:

El logro de una adecuada eficiencia en las perspectivas financiera, de clientes y de los procesos internos, depende, en gran medida, de la capacidad de los empleados para el desempeño de su función, de los medios con que cuenten (equipamiento e infraestructura) para poder hacerlo y del grado de satisfacción que tengan por el hecho de integrarse en el colectivo de mantenimiento, así como por el trabajo que en ella desarrollen. Para esta perspectiva se determinó como objetivo estratégico desarrollar la capacitación continua, la cultura de calidad, promover una cultura en cuanto a la gestión sostenible del mantenimiento y el desarrollo e implementación de investigaciones científicas como medio para asegurar la capacidad de renovación a largo plazo y de esta forma convertir el conocimiento en un recurso económicamente significativo de la organización.

Dentro de esta perspectiva se encuentran todas las actividades de innovación y desarrollo, así como lo referido a la capacitación de la fuerza de trabajo. En esta organización se realiza al final de cada año, la evaluación del desempeño de los trabajadores, donde los jefes inmediatos superiores de cada proceso solicitan los cursos de capacitación para preparar al personal que lo necesite en aras de brindar un mejor servicio de mantenimiento.

Etapas 3: Selección de los indicadores por cada objetivo

Paso 7. Definición de los objetivos del Área de Mantenimiento y su inclusión dentro de las perspectivas del CMIM

En este paso, luego de haber definido los FCE y las perspectivas con las que se va a trabajar en el CMIM, el grupo de expertos se planteó la tarea de definir los objetivos que se perseguirán. Dicho análisis condujo a los resultados siguientes:

Perspectiva financiera

1. Minimizar los costos de mantenimiento: disminuir los costos de las operaciones de mantenimiento, de los portadores energéticos y lograr la inexistencia de indemnizaciones por accidentes laborales o medioambientales, provocando la reducción de los costos de producción.
2. Maximizar los niveles de producción: lograr un mantenimiento que satisfaga las necesidades productivas de la entidad, maximizando el volumen de producción para satisfacer las demandas del mercado actual y posibilitando la búsqueda de su ampliación.
3. Optimizar la utilización de los recursos: hacer un uso racional de los recursos disponibles mediante la adecuada planeación de su manejo.
4. Alcanzar la sostenibilidad de la gestión del mantenimiento: lograr, a largo plazo, la sostenibilidad de la gestión del mantenimiento, mediante el reciclaje y uso eficiente de los recursos naturales.

Perspectiva de cliente interno

1. Disminuir efectos medioambientales: alcanzar, mediante el correcto mantenimiento de las instalaciones, la reducción del impacto nocivo de la empresa sobre el medio ambiente, logrando así una mejor inserción en el entorno en que se encuentra situada.
2. Aumentar la disponibilidad de las máquinas: mantener los equipos y maquinarias de la entidad en funcionamiento el mayor tiempo posible para la producción, aumentando la eficiencia en su desempeño.
3. Garantizar la calidad de los productos: conseguir que el mantenimiento contribuya de manera activa a elevar la calidad de los productos de la empresa hasta los



estándares de competencia, posibilitando su posicionamiento como empresa líder en el mercado.

4. Atenuar los daños por accidentes de trabajo: lograr que la capacidad del fallo de ocasionar daños a las personas que se encuentran en la zona donde opera el equipo o, en general, al medio ambiente sea mínimo.
5. Aumentar la fiabilidad de las instalaciones: minimizar las averías y conocer la fiabilidad del equipamiento, su evolución e informar a los usuarios responsables.

Perspectiva de mantenimiento (procesos internos)

1. Incorporar productos amigables con el medio ambiente: lograr la sustitución de aceites, lubricantes y material de limpieza por similares no tóxicos y biodegradables así como la disminución de su consumo.
2. Minimizar el tiempo de respuesta de la función del mantenimiento: disminuir el tiempo de respuesta del Área de Mantenimiento ante una solicitud de servicio y de esta manera disminuir el tiempo de parada de los equipos y evitar quejas de los clientes.
3. Garantizar la existencia de piezas de repuesto: realizar un plan que contenga la necesidad de piezas de repuesto para aquellos equipos que puedan ocasionar una parada en el proceso productivo, así como el presupuesto que se debe destinar para esta inversión.
4. Mejorar las actividades de la gestión del mantenimiento: cumplir con el procedimiento establecido por este departamento, desarrollando las revisiones y reparaciones con la mayor calidad posible para disminuir los paros por averías, evitando interrupciones en el proceso y pérdidas en la producción.

Perspectiva de aprendizaje y crecimiento

1. Ampliar la cooperación con centros de investigación: fomentar la cooperación con centros de investigación para mantenerse actualizado en temas relacionados con las nuevas tecnologías y políticas de mantenimiento.
2. Aumentar el número de innovaciones: fomentar el desarrollo de innovaciones y aportes en temas de mantenimiento, en busca de soluciones a problemas que afectan el desempeño actual del área de mantenimiento.
3. Elevar la competitividad y motivación del personal de mantenimiento: ampliar el conocimiento de los trabajadores acerca del área donde laboran y lograr una alta

motivación de los mismos, en pos de alcanzar un mejor desempeño de sus responsabilidades.

- Promover una cultura de gestión de mantenimiento sostenible: Mediante la concienciación del personal sobre los beneficios e impactos del mantenimiento sostenible que tributa a las esferas económica, social y medio ambiental.

Para la finalización de este paso, se procedió a la elaboración del mapa estratégico de los objetivos de la función de mantenimiento (figura 2.3). Esta herramienta facilita a los directivos de la empresa, ver su estrategia de forma coherente, integrada y sistemática. Una vez definidos los objetivos, se prosigue con la elaboración del mapa estratégico que va más allá de la simple comprensión y proporciona la base para que el sistema de gestión pueda aplicar la estrategia de forma rápida y eficaz.

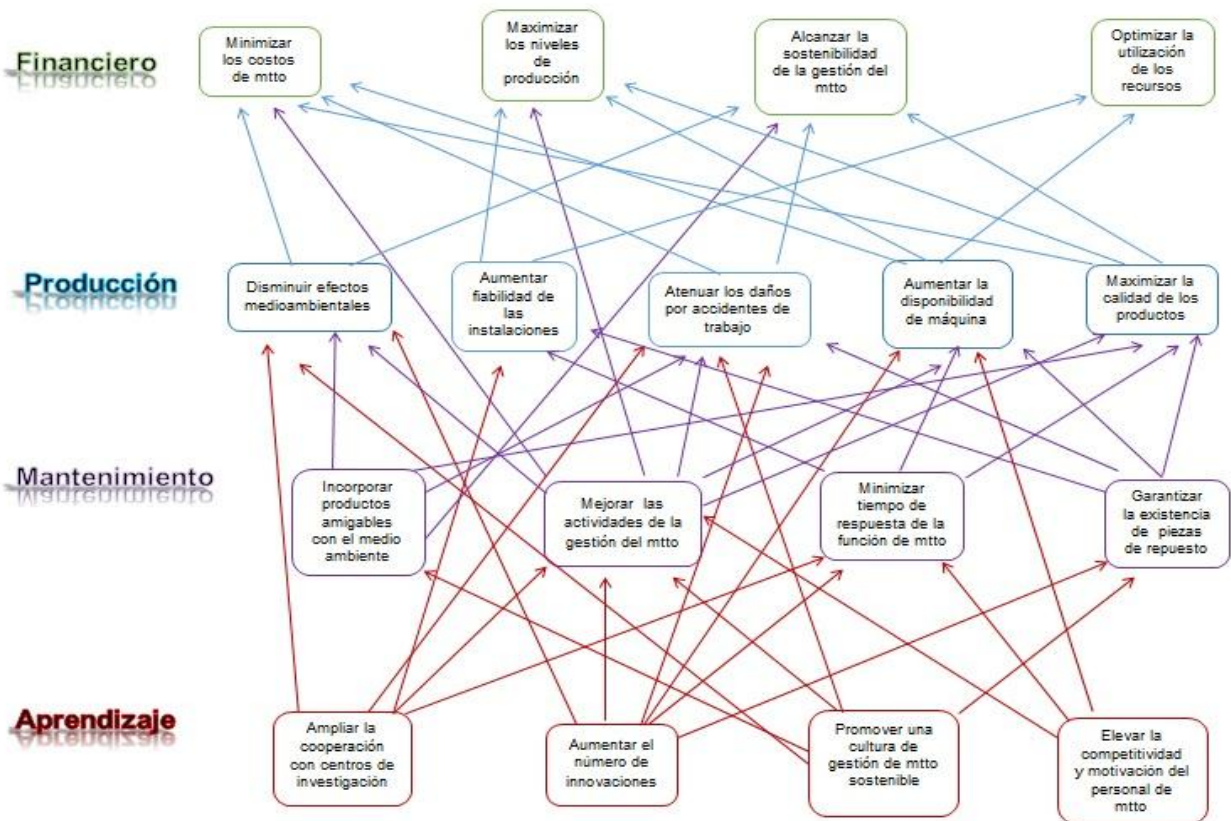


Figura 2.3 Mapa estratégico de la función de mantenimiento sostenible.

Paso 8. Construcción de la matriz OVAR

Para la continuidad de este paso se decidió la aplicación de la técnica gerencial, la matriz OVAR (Objetivos, Variables de Acción y Responsables) permitiendo desplegar

los objetivos estratégicos hasta cada una de las áreas de la organización, traduciéndolos en tareas concretas a desarrollar por estas y definir responsabilidades para su realización (anexo 10).

Paso 9. Selección de los indicadores para cada objetivo

Una vez que fueron definidos los objetivos del área de mantenimiento, se pasa a la selección de los indicadores para cada objetivo (tabla 2.11). En la búsqueda del cumplimiento en esta etapa, se realizaron secciones de trabajo conjunto con el grupo de expertos con el fin de obtener un listado de los indicadores característicos de cada objetivo, teniéndose en cuenta los criterios que deben cumplir estos indicadores para luego conformar el sistema de indicadores, detallando su fórmula de cálculo, su responsable, metas a alcanzar y su relación con los objetivos planteados (anexo 11). La disponibilidad del grupo de indicadores planteados en este paso facilita: el control sobre la actuación del área de mantenimiento, una rápida detección de cualquier desviación y, por tanto, la adopción oportuna de las medidas necesarias.

Tabla 2.11. Indicadores seleccionados para la evaluación del mantenimiento en Holplast

Indicador	Económico			Social				Medioambiental
	Costo de efectividad	Calidad	Productividad	Crecimiento y desarrollo	Seguridad y salud en el trabajo	Satisfacción del cliente interno	Satisfacción del cliente externo	
Costo total de mantenimiento (CTM)								
Costo de mantenimiento por unidad de producción (CMUP)								
Costo de mantenimiento por facturación (CMF)								
Incremento del costo de mantenimiento								
Cumplimiento del plan de producción (CPP)			X					

Aprovechamiento			x				
Rendimiento			x				
Utilización			x				
Consumo energético							x
Nivel de exposición al riesgo (NER)					x		
Implementación de medidas de seguridad (TIMS)					x		
Nivel de exposición de ruido					x		x
Nivel de luminosidad					x		
Tiempo medio entre fallos (TMEF)			x				
Tiempo medio para reparar (TMPR)			x				
Disponibilidad(D)			x				
Tasa de calidad (TC)		x					
Cumplimiento del plan de mantenimiento		x					
Índice de satisfacción del cliente interno (I.S.C.I)						x	
Capacitación del personal de mantenimiento (CPM)				x			
Consumo de sustancias peligrosas							x
Lista de chequeo medioambiental							x

En tal contexto, las decisiones tomadas y la información considerada deben evolucionar y las herramientas de apoyo a las decisiones, deben adaptarse para satisfacer las nuevas necesidades. El cuadro de mando integral (CMI) es una herramienta revolucionaria para movilizar a las personas hacia el pleno cumplimiento de la misión a través de conducción de las energías, habilidades y conocimientos específicos de las personas en la organización encaminadas al logro de metas estratégicas a largo plazo. Permite tanto guiar el desempeño actual, como apuntar al desempeño futuro (tabla 2.12).

Tabla 2.12. Cuadro de mando integral

Indicadores	Nivel de decisión			Perspectiva				Impacto	
	AD	MI	SF	F	C	M	A	Eficacia	Eficiencia
Nivel de exposición de ruido		X			X			X	
Nivel de luminosidad		X			X			X	
Lista de chequeo medioambiental		X			X			X	
Consumo de sustancias peligrosas			X		X				X
Tiempo medio entre fallos			X			X		X	
Tiempo medio para reparar			X			X		X	
Disponibilidad			X			X		X	
% de Utilización			X			X		X	
Rendimiento			X			X		X	
Aprovechamiento			X			X		X	
Cumplimiento del plan de mantenimiento		X				X		X	
Costo total de mantenimiento		X		X					X
Costo de mantenimiento por facturación		X		X					X
Número de órdenes de trabajo atendidas			X			X		X	
Consumo energético	X					X			X
Capacitación del personal de mantenimiento		X					X	X	
Índice de satisfacción del cliente interno		X			X			X	

Nivel de exposición al riesgo (NER)		X			X			X	
Implementación de medidas de seguridad (TMS)		X			X			X	

Etapa 4. Desarrollar el plan de implantación

Para desarrollar un plan de introducción escalonada, se partió de la “información disponible más relevante” para que la agenda resultante fuera consistente con las prioridades del CMI. El plan de implantación se muestra en la tabla 2.13. Para una mejor planificación del desarrollo del plan de implementación se utilizó el Diagrama de Gantt (anexo 13).

Tabla 2.13. El plan de implantación

Acción	Responsable	Fecha de Control	Fecha de cumplimiento	Participantes	Recursos necesarios
Aprobación por la Dirección del proceso de implementación.	Director	3/04/2019	4/04/2019	Consejo de Dirección	Presentación de power point Computadora
Reunión con todos los trabajadores implicados.	Director	4/04/2019	5/04/2019	Subdirector Técnico Productivo Jefe del departamento de mantenimiento Trabajadores implicados	
Buscar asesoramiento de un experto en el manejo del CMI.	Jefe del departamento de mantenimiento	5/04/2019	8/04/2019	Técnico en mantenimiento	
Realizar cursos de capacitación a los trabajadores	Subdirector de RRHH	9/04/2019	11/04/2019	Director Subdirector Técnico Productivo Personal implicado	Presupuesto para cursos

implicados en el proceso.				Capacitadora	
Proponer y aprobar un plan de presupuesto para el establecimiento de la herramienta	Jefe del departamento de mantenimiento	10/04/2019	22/04/2019	Director Subdirector Económico	
Implantar un sistema para la recopilación de información	Informático	4/04/2019	4/04/2019	Departamento de informática Jefes de áreas implicadas	Presupuesto para la implementación del sistema
Desarrollar inspecciones periódicas	Jefe del departamento de mantenimiento		Permanente desde implementación	Técnico en mantenimiento	

Etapas 5. Análisis de las desviaciones y ejecución de acciones correctivas, preventivas y proactivas

Una vez confeccionado el CMI para el mantenimiento sostenible, se procedió a la evaluación de los resultados de los indicadores seleccionados (anexo 14). Es necesario aclarar que no fue posible calcular todos los indicadores por falta de la información necesaria. En esta etapa del procedimiento y a partir del estudio de las desviaciones, se analizaron las posibles causas y se proponen algunas medidas de control oportunas y efectivas para que no se afecte el desempeño de la organización.

Tabla 2.14. Plan de acción

Medidas de control	Responsable	Fecha de Ejecución	Materiales
Análisis exhaustivo de los gastos en la actividad de mantenimiento, así como una mejor planificación de	Director económico	junio/2019	Computadora Informe

estos.			
Disminuir los tiempos medios de reparación mediante la garantía de stock adecuado de piezas de repuestos necesarias para garantizar la continuidad productiva.	Inversionista y Especialista principal de mantenimiento	junio/2019	
Reelaborar el plan de capacitación teniendo en cuenta los cursos de capacitación planificados para los trabajadores que realizan la actividad de mantenimiento	Especialista principal de recursos humanos	junio/2019	
Valorar la sustitución de los tipos de aceites y grasas por otros más amigables con el Medio Ambiente	Representante de CUBALUB	junio/2019	Informe de impacto
Elaborar y aplicar una política ambiental que permita establecer y revisar los objetivos y metas ambientales. Con una correcta identificación de los aspectos e impactos ambientales, así como se debe tener en cuenta la capacitación del personal en las políticas	Especialista SIG	junio/2019	



ambientales. Además de que deben ser definidos o establecidos los procedimientos para que los trabajos de mantenimiento no dañen al Medio Ambiente.			
Proponer a la dirección recubrir el local con materiales absorbentes	Especialista de mantenimiento	junio/2019	Materiales absorbentes

Etapa Transversal de Formación

Para la formación del personal se propone la siguiente planificación de actividades en correspondencia con las diferentes etapas de la metodología, las cuales se muestran en la tabla 2.15.

Tabla 2.15. Actividades de capacitación para la aplicación de la metodología

Etapa	Contenido de la actividad	Modalidad	Responsable	Fecha de cumplimiento
Etapa I	Necesidad de aplicar un CMI. Procedimiento para la definición de un cuadro de mando integral del mantenimiento sostenible en HOLPLAST Técnicas y herramientas	Conferencia Curso	Empresa Holplast UHo	04/04/2019
Etapa II	Diferentes técnicas de recogida de información. Criterios para elaborar una correcta misión.	Curso	Personal seleccionado	8/04/2019
	Definición de Factores Clave de Éxito.	Curso	Grupo de trabajo	10/04/2019

Etapas III	Elaboración de los principales indicadores de mantenimiento sostenible	Capacitación	Todos los trabajadores	15/04/2019
Etapas IV	Plan de acción	Curso	Grupo de trabajo	
Etapas V	Tipos de medidas proactivas, preventivas y correctivas	Curso	Grupo de trabajo	

2.4. Conclusiones parciales

1. El estudio de los diversos enfoques y materiales existentes sobre la temática, sirvieron de base para desarrollar un procedimiento para la aplicación de un cuadro de mando integral del mantenimiento sostenible en Holplast el cual consta de 5 etapas y 9 pasos y una etapa transversal de formación. Además, emplea un conjunto de técnicas y herramientas, constituyendo este el aporte fundamental de la investigación.
2. El procedimiento permite establecer indicadores sociales, económicos y medioambientales para la gestión del mantenimiento sostenible, estableciendo los factores claves del éxito y los objetivos.
3. La aplicación del procedimiento en Holplast, posibilitó la caracterización del mantenimiento y el cálculo de indicadores destacándose los principales problemas en el aspecto ambiental.

Valoración del impacto económico, social y medioambiental

Siempre que se apliquen las soluciones propuestas y se le dé seguimiento al análisis de los indicadores, permite definir, desde el punto de vista **económico**, que el trabajo realizado puede originar los siguientes efectos:

- Constituye un ahorro para la organización al chequear constantemente los indicadores de gestión para el mantenimiento sostenible.
- Se toman medidas para reducir el tiempo de parada de los equipos pues el procedimiento permite el seguimiento de la evolución del indicador disponibilidad, lo que contribuye a poder realizar una mayor producción sin necesidad de una parada no programa.

Desde el punto de vista **social** el trabajo realizado puede dar lugar a los siguientes efectos:

- Propiciar la solución a los problemas detectados, logrando que los trabajadores se desempeñen adecuadamente y que esto implique un incremento de sus expectativas y competencias laborales,
- Continuar con los cursos de capacitación a los trabajadores de mantenimiento en cuanto a las medidas que se deben tomar en cada caso y el conocimiento de las normas de la familia de las ISO 9001/2015
- Contribuir con el cumplimiento de los lineamientos de la política económica y social aprobados en el VII () Congreso del PCC.

Desde el punto de vista **medioambiental**, se considera que el trabajo puede influir de la siguiente forma:

- En el país se llevan a cabo importantes programas de protección ecológica y medioambiental, haciendo énfasis en las industrias, debido a que la mayoría utiliza sustancias químicas perjudiciales para el medio ambiente como lubricantes, grasas entre otros
- El conocimiento de las medidas ambientales a seguir.
- Mediante la aplicación del CMIM, se ha llegado a la conclusión de que se deben gestionar grasas y lubricantes amigables con el medio ambiente.
- Disminución de los impactos en suelos, aguas y aire (emisiones y vertidos) y la protección de la salud de los seres humanos, evitando la dispersión de contaminantes.

Conclusiones

1. El estudio bibliográfico realizado para la elaboración del marco teórico práctico – referencial de la investigación, confirma la existencia de una amplia base conceptual sobre la herramienta de Cuadro de Mando Integral y sus aplicaciones; sin embargo, son escasos los precedentes sobre la aplicación del CMI a la función de mantenimiento sostenible, por lo cual, el problema científico formulado para la investigación se considera de gran actualidad y pertinencia, tanto en el plano metodológico como práctico.
2. Con la aplicación parcial del CMI para la función del mantenimiento sostenible en Holplast, quedaron definidos los Factores Claves de Éxito, las perspectivas y los objetivos con sus indicadores asociados, para lograr una correcta evaluación y control de la función de mantenimiento sostenible.
3. Mediante el cálculo de los indicadores, se establecen las bases para la implementación del CMIM sostenible en Holplast, demostrándose que es una herramienta útil para alinear los objetivos estratégicos del mantenimiento con los objetivos estratégicos de la organización permitiendo el incremento de su eficiencia y eficacia. A partir de su ejecución, la gestión del mantenimiento puede alcanzar la sostenibilidad.



Recomendaciones

1. Extender la aplicación del procedimiento propuesto para la implementación del Cuadro de Mando Integral para la función de Mantenimiento sostenible en otras fábricas transformadoras de plásticos del país, realizando las adecuaciones necesarias en cada caso.
2. Capacitar al personal que se ocupará de la implementación y seguimiento de la propuesta, según su grado de implicación, de forma tal que se garanticen los resultados esperados y puedan incrementarse.



Bibliografía

1. Achanga, P. et al. (2006) "Critical success factors for lean implementation within SMEs". *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 17, No. 4, pp. 460-471.
2. Acosta Palmer, H. (2012). Auditoría y Evaluación de la Gestión de la Calidad en el mantenimiento.
3. Acosta Palmer, H. (2013). Resumen del diagnóstico del estado de la gestión del mantenimiento en las empresas seleccionadas por el Ministerio de Industrias. Resumen presentado en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba para proponer lo que sería la Política de Mantenimiento para Cuba.
4. Acosta Palmer, H. y Troncoso, M. (2006). Metodología para el Diagnóstico y Evaluación de la Función Mantenimiento". Sociedad Uruguaya de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad.
5. Afrinaldi, F., Tasman, A. M., Zhang, H. C., y Hasan, A. (2017). Minimizing economic and environmental impacts through an optimal preventive replacement schedule: Model and application. *Journal of Cleaner Production*, 143, 882-893.
6. Agudelo Tobón, L. F. y Escobar Bolívar, J. (2010). Gestión por procesos. Medellín: ICONTEC.
7. Ajukumar y Gandhi, O. P. (2013). Evaluation of green maintenance initiatives in design and development of mechanical systems using an integrated approach. *Journal of Cleaner Production*, 34-46.
8. Alfonso Llanes, A. (2008). General Indicator for Determination of Maintenance Management Level)" *Revista Virtual Pro de Ingeniería en Procesos Industriales*. pp.10. http://www.revistavirtualpro.com/ediciones/mantenimiento_industrial_gestion_de_mantenimiento-2008-03-01_10.
9. Alfonso Llanes, A. (2009). Procedimiento para la asistencia decisional al proceso de tercerización de la ejecución del mantenimiento". Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba.
10. Amendola, L. (2005). Organización y Gestión del Mantenimiento: Maintenance Scorecard. (pp. 170 pp).



11. Amrina, E., y Aridharma, D. (2016). Sustainable maintenance performance evaluation model for cement industry. In Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2016 IEEE International Conference on, pp. 350-354.
12. Appelbaum, S. H. y Steed, A. J. (2005) "The critical success factors in the clientconsulting relationship". Journal of Management Development, Vol. 24, No. 1, pp. 68-93.
13. Bahamón Lozano, J. H. (2003) "Construcción de indicadores de gestión bajo el enfoque de sistemas". Revista SISTEMAS & TELEMÁTICA, No. 1, Enero/Junio 2003, pp. 77-87.
14. Batista Rodríguez, C. y Urquiza Salgado, R. (2018). ¿Cómo evaluar la efectividad de la gestión de mantenimiento en la empresa?
15. Biasca, R. E. (2002). Performance Management: "Los 10 pasos para construirlo". <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/archivos/degerencia/gero2.zip>.
Última consulta: 18.04.2019
16. Bobillo et al. (2009) "A semantic fuzzy expert system for a fuzzy balanced scorecard", Expert Systems with Applications 36, pp. 423-433, www.elsevier.com/locate/eswa Última consulta: 14.03.2019.
17. Borroto Pentón, Y. (2005). Contribución al mejoramiento de la gestión del mantenimiento en hospitales en Cuba. Aplicación en hospitales de la provincia de Villa Clara.
18. Borroto Pentón, Y. (2013). Gestión de mantenimiento y productividad. .
19. Cannata, A., Karnouskos, S., y Taisch, M. (2010). Dynamic e-maintenance in the era of SOA-ready device dominated industrial environments. In Engineering Asset Lifecycle Management (pp. 411 -419). Springer, London.
20. Cannata, A., Karnouskos, S., y Taisch, M. (2010). Dynamic e-maintenance in the era of SOA-ready device dominated industrial environments. In Engineering Asset Lifecycle Management (pp. 411 -419). Springer, London.
21. Castillo Leyva, Y. (2018). Procedimiento para el control del mantenimiento en fábricas de transformación de plásticos. Aplicación en la fábrica de tubos de Holguín (HOLPLAST).

22. Comas Rodríguez, R. (2013). Integración de herramientas de control de gestión para el alineamiento estratégico en el sistema empresarial cubano. Aplicación en empresas de Sancti Spíritus.
23. Contreras Alday, H. E. y Arantes Salles, J. A. (2011). Contribuições para a gestão estratégica de instituições de ciência e tecnologia. *Produção*, 21(2).
24. Costantino, F., Di Gravio, G., y Tronci, M. (2013). Integrating environmental assessment of failure modes in maintenance planning of production systems. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 295, pp. 651 -660). Trans Tech Publications.
25. Darabnia, B., y Demichela, M. (2013). Data field for decision making in maintenance optimization: an opportunity for energy saving. *Chemical engineering transactions*, 33, 367-372.
26. De la Paz Martínez, E. M. . (2015). Ingeniería de confiabilidad.
27. De la Paz Martínez, E. M. (2015). Perfeccionamiento del Sistema de Mantenimiento en la Industria Textil Cubana: un proceso de mejora continua. http://www.copimerainternacional.org/publicaciones/revista techno/ing_mant/1_perfeccionamiento.pdf.
28. De la Paz Martínez, E. M. (2015). Temas Especiales de Ingeniería y Gestión del Mantenimiento.
29. De la Paz Martínez, E. M., Borroto Pentón, Y., Alfonso Llanes, A., Espinosa Martínez, J. U. y Díaz Cazañas, R. (2016). Diplomado Dirección y Gestión empresarial.
30. Demartini, M., Orlandi, I., Tonelli, F., y Anguita, F. (2016). Investigating sustainability as a performance dimension of a novel Manufacturing Value Modeling Methodology (MVMM): from sustainability business drivers to relevant metrics and performance indicators. . *Proceedings of the XXI Summer School" Francesco Turco" Industrial Mechanical Plants-Naples (Italy)*, pp.262-270.
31. Diez, L., Marangé, P., y Levrat, É. (2016). Maintenance best way for meeting the challenge of regeneration. *IFAC-PapersOnLine*.
32. Dos Santos Mendes, A. L. (2002) "Gestão do valor nas operações de manutenção". Tesis en opción al grado académico de Master en Ingeniería de Producción. Universidad Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Brasil.



33. Dunn García, S. (2000). . (2000). Maintenance Outsourcing - Critical Issues. http://www.plan-t-maintenance.com/outsourcing_crit_issues.shtml.
34. Emec, S., Krüger, J., y Seliger, G. (2016). Online fault-monitoring in machine tools based on energy consumption analysis and non-invasive data acquisition for improved resource-efficiency. *Procedia CIRP*, 40, 236-243.
35. Espinosa Fuentes, F. (2010). Auditoría para la efectividad del mantenimiento.
36. Espinosa Fuentes, F. (2010). Mantenenibilidad y análisis del trabajo.
37. Espinosa Fuentes, F. F. (2006). Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial.
38. Fargnoli, M., Palladino, G., & Tronci, M. (2014). Product maintenance management by lifecycle assessment. In *Proceedings of TMCE*, pp. 19-23.
39. Fernández Hatre, Alfonso (2003) “Indicadores de Gestión y Cuadro de Mando Integral”, IDEPA (Instituto de Desarrollo Económico del Principado de Asturias), ESPAÑA. <http://www.idepa.es/sites/web/idepawebRepositorios/galeriadescargasidepa/mandointegral.pdf> Última consulta: 28.04.2019.
40. Ferreira, L. A., Farinha, J. T., Barbosa, F. M., y Fonseca, I. . (2009). Dependability and Maintenance: their Interrelation and Importance in Industrial Operations Sustainability.
41. Franciosi, Ch. y Lambiase, A. (2017). Sustainable Maintenance: a Periodic Preventive Maintenance Model with Sustainable Spare Parts Management.
42. García-Ahumada, F. (2001). “Función del mantenimiento y las nuevas tecnologías”. *Revista Mantenimiento*, No. 141.
43. Garetti, M., and Taisch, M. (2012). (2012). Sustainable manufacturing: trends and research challenges. *Production Planning & Control*, 23(2-3), 83-104.
44. Hanatani, T., Fukuda, N., & Hiroyuki, H. (2007). Simulation of Network Agents Supporting Consumer Preference on Reuse of Mechanical Parts. In *Advances in Life Cycle Engineering for Sustainable Manufacturing Businesses*.
45. Hennequin, S., y Restrepo, L. M. R. (2016). Fuzzy model of a joint maintenance and production control under sustainability constraints. *IFAC PapersOnLine*, 49(12), 1216-1221.
46. Hernández, A. y Bonomie, M. (2013). Gestión de Mantenimiento de Transmisión del sector eléctrico del estado Zulia. .

47. Hoang, A., Do, P., y lung, B. (2015). Prognostics on energy efficiency performance for maintenance decision-making: Application to industrial platform TELMA. In Prognostics and System Health Management Conference (PHM), 2015 (pp. 1 -7). IEEE.
48. Hoang, A., Do, P., & lung, B. (2016). Investigation on the use of energy efficiency for condition-based maintenance decision-making. IFAC PapersOnLine, 49(28), 73-78.
49. Hoang, A., Do, P., y lung, B. (2017). Energy efficiency performance-based prognostics for aided maintenance decision-making: Application to a manufacturing platform. Journal of Cleaner Production, 142, 2838-2857.
50. Hu, Y., Liu, S., & Zhang, H. (2015). (2015). Remanufacturing decision based on RUL assessment. Procedia CIRP, 29, 764-768.
51. lung, B., y Levrat, E. (2014). Advanced maintenance services for promoting sustainability. Procedia CIRP, 22, 15-22.
52. Jasiulewicz-Kaczmarek, M., y Stachowiak, A. M. (2016). Maintenance Process Strategic Analysis. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 145, No. 2.
53. Jasiulewicz-Kaczmarek, M. y Drożyner, P. (2013). The role of maintenance in reducing the negative impact of a business on the environment. In Sustainability Appraisal: Quantitative Methods and Mathematical Techniques for Environmental Performance Evaluation. 141 -166.
54. Jasiulewicz-Kaczmarek, M. y Drożyner, P. (2013). Social dimension of sustainable development-safety and ergonomics in maintenance activities. In International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction, 175-184.
55. Kaplan & Norton (2002) "Cuadro de Mando Integral". Gestión 2000. Segunda Edición.
56. Kaplan, R. y Norton, D. (1996) "Strategic learning & the balanced scorecard". Strategy & Leadership; 24 (5), pp. 18.
57. Khan, F. I., y Haddara, M. M. (2003). Risk-based maintenance (RBM): a quantitative approach for maintenance/inspection scheduling and planning. Journal of loss prevention in the process industries, 16(6), 561-573.
58. Kowalski, K.B. y Swanson, J.A. (2005) "Critical success factors in developing teleworking programs". Benchmarking: An International Journal, Vol. 12, No. 3, pp. 236-249.



59. Küllmer, V. (2001) "Factores Críticos de Éxito". Editorial ENAPYME INDUSTRIAL. Universidad "Adolfo Ibáñez". Colombia.
60. Lee, J., Holgado, M., Kao, H. A., y Macchi, M. (2014). New thinking paradigm for maintenance innovation design. IFAC Proceedings, Volumes, 47(3), 7104-7109.
61. Liyanage, J. P. (2007). Operations and maintenance performance in production and manufacturing assets: The sustainability perspective. Journal of Manufacturing Technology Management, 304-314.
62. Liyanage, J. P., Badurdeen, F., y Ratnayake, R. C. (2009). Industrial asset maintenance and sustainability performance: Economical, environmental, and societal implications. Handbook on Maintenance Management and Engineering, 665-693.
63. Liyanage, J. P., y Badurdeen, F. (2010). Strategies for integrating maintenance for sustainable manufacturing. In Engineering Asset Life cycle Management 308-315.
64. Lung, B., y Levrat, E. (2014). Advanced maintenance services for promoting sustainability. Procedia CIRP, 22, 15-22.
65. M., Jasiulewicz-Kaczmarek. (2013). Sustainability: Orientation in Maintenance Management-Theoretical Background, In: P. Golinska. et al. (eds.): Eco-Production and Logistics. 117-134.
66. M., Jasiulewicz-Kaczmarek. (2013). Sustainable Maintenance - the next generation of maintenance management, 193-196
67. M., Jasiulewicz-Kaczmarek. (2014). Integrating Lean and Green Paradigms in Maintenance Management.
68. M., Stuchly V. y Jasiulewicz-Kaczmarek. (2014). Maintenance in sustainable manufacturing. <http://www.logforum.net/vol10/issue3/no4>
69. Machado Noa, N. (2010). Curso Control de Gestión". Maestría en Dirección. Universidad Bolivariana de Venezuela.
70. Medina León, A., Nogueira Rivera, D., Hernández Nariño, A. y Viteri, J. (2010). Relevancia de la gestión por procesos en la planificación estratégica y la mejora continua. Revista Eídos, 2.
71. NC-ISO_19011. (2015). Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental.

72. Nezami, F. G., y Yildirim, M. B. (2013). A sustainability approach for selecting maintenance strategy. *International Journal of Sustainable Engineering*, 6(4), 332-343.
73. Nogueira Rivera, D., Medina León, A. y Nogueira Rivera, C. (2004). *Fundamentos para el control de la gestión empresarial*, 1ra ed. La Habana: Pueblo y Educación.
74. Ortiz Pérez, A. (2010): *Diseño del sistema de control de gestión de la Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya"*. Trabajo de Diploma para Ingeniero Industrial.
75. Özcan, E. C., Ünlüsoy, S., y Eren, T. (2017). A combined goal programming– AHP approach supported with TOPSIS for maintenance strategy selection in hydroelectric power plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78, 1410-1423.
76. Pérez Campaña, M. (2005). *Contribución al control de gestión en elementos de la cadena de suministro. Modelo y procedimientos para organizaciones comercializadoras*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctora en Ciencias Técnicas, Universidad Central —Marta Abreu de Las Villas, Villa Clara, Cuba.
77. Pérez Pérez, M. (2016). *Propuesta de un modelo con sus herramientas de apoyo para la gestión del mantenimiento en fábricas de transformación de plásticos*.
78. Perkinson et al. (2010) "The use of computing technology in highway construction as a total jobsite management tool". *Automation in Construction* 19, pp. 884–897. www.elsevier.com/locate/autcon Última consulta: 23.04.2019.
79. Pinto Jiménez, J. J. (2000) "Asignación y determinación de prioridades de procesos esenciales, con base en los factores críticos de éxito". *Revista Estudios Gerenciales*. No.74, enero/marzo 2000, pp. 79-89.
80. Pires, S. P., Sénéchal, O., Deschamps, F., Loures, E. F. R., y Perroni, M. G. (2015). *Industrial maintenance for sustainable performance: a systematic literature review*. The 23rd International Conference on Production '15.
81. Prieto Carvajal, D. (2007). *Procedimiento para el diseño del CMI en pequeños y medianos hoteles*. Artículo aceptado a publicar en Ediciones BALCON, Ciudad de la Habana, Cuba. Universidad Central Marta Abreu de las Villas.
82. Rivera Martín, E. R. y Alfonso Llanes, A. (2011). *Procedimiento para la definición del Cuadro de Mando Integral del Mantenimiento en la Empresa Conserva de Vegetales de Santi Spiritus*. Tesis de grado, UCLV, Villa Clara, Cuba.

83. Rivera Martín, E. R. y Alfonso Llanes, A. (2015). Procedimiento para la aplicación de la herramienta del sistema de control de gestión: Cuadro de mando integral.
84. Ripoll Feliu et al. (2004) “Caso práctico: la planificación estratégica y la implantación del Cuadro de Mando Integral del Sistema Portuario Español”. HARVARD – DEUSTO Finanzas & Contabilidad, ISSN 1134-0827, Nº. 63, enero-febrero 2004, pp. 60-71.
85. Rodríguez Machado, A., Alfonso Llanes, A. y Borroto Pentón, Y. . (2012). Manual de Gestión de Mantenimiento
86. Rodríguez Machado, A. (2012). Manual de Gestión de Mantenimiento. Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo. Santa Clara, Cuba, UCLV.
87. Rodseth, H., y Schjolberg, P. (2016). Data-driven Predictive Maintenance for Green Manufacturing
88. Saniuk, A., Jasiulewicz-Kaczmarek, M., Samolejová, A., Saniuk, S., y Lenort, R. (2015). Environmental favourable foundries through maintenance activities. *Metalurgija*, 54(4), 725-728.
89. Savino, M. M., Macchi, M., y Mazza, A. (2015). Investigating the impact of social sustainability within maintenance operations: An action research in heavy industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 21(3), 310-331.
90. Silverio Rodríguez, L. y Alfonso Llanes, A. (2013). Diseño de un cuadro de mando integral del mantenimiento en la Empresa Industrial de Instalaciones Fijas.
91. Soler González, R. (2009). Procedimiento para implementar el Balanced Scorecard como modelo de gestión en las empresas cubanas.
92. Stefano, L. (2006) “Maintenance global service contracts: a guide to develop maintenance management strategies and performance indicators”. Tesis en opción al grado de Especialista en Administración de la Ingeniería. Universidad de Pisa. Italia.
93. Sutrisno, A., Gunawan, I., y Tangkuman, S. (2015). Modified failure mode and effect analysis (FMEA) model for accessing the risk of maintenance waste. *Procedia Manufacturing*, 4, 23-29.
94. Sutrisno, A., Gunawan, I., Khorshidi, H. A., y Tangkuman, S. (2015). A new modified FMEA model for ranking the risk of maintenance waste considering hierarchy of root causes and effects. *International Journal of Quality Engineering and Technology*, 5(3-4), 217-237.



95. Sutrisno, A., Gunawan, I., Vanany, I., y Khorshidhi, H. A. (2016). A maintenance waste risk appraisal model based on modified failure mode and effect analysis (FMEA). In Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), IEEE International Conference on (pp. 1422-142).
96. Takata, S., Kirnura, F., van Houten, F. J., Westkamper, E., Shpitalni, M., Ceglarek, D., y Lee, J. (2004). Maintenance: changing role in life cycle management. CIRP Annals-Manufacturing Technology, 53(2), 643-655.
97. Torres, L. D. (2005) "Mantenimiento. Su implementación y gestión". Editorial UNIVERSITAS. 2da Edición. Argentina, pp. 347.
98. Tornese, F., Holgado, M., Gnoni, M. G., Elia, V., y Macchi, M. (2014). A systematic framework for defining environmental performance metrics for industrial services. Proceedings of the XIX Summer School " Francesco Turco" Industrial Mechanical Plants Senigallia (Italy), pp.410-415.
99. Troya Jorge, I. y Borroto Pentón, Y. (2016). Contribución al mejoramiento de la gestión del mantenimiento en el Hospital Provincial Docente Clínico Quirúrgico "Comandante Manuel Fajardo Rivero". Tesis de grado, UCLV, Villa Clara, Cuba.
100. Tseng (2010) "Implementation and performance evaluation using the fuzzy network balanced scorecard", Computers & Education 55, pp 188–201, www.elsevier.com/locate/compedu.html Última consulta: 14.04.2019.
101. Wegmann, G. (2001). "Les Tableau de Bord Stratégiques: Analyse comparative d'un modèle nord-américain et d'un modèle suédois". IAE de París, pp. 23. www.cuadrodemando.com/articulos/rev16.html/rev16art4. Última consulta: 03.05.2011.
102. Yan, J., Hua, D., Wang, X., y Li, X. (2012). Sustainable Manufacturing Oriented Prognosis for Facility Reuse Combining ANN and Reliability. Quality and Reliability Engineering International, 28(3), 265-277.
103. Yan, J. H., Hua, D. G., y Wang, X. (2011). Sustainable manufacturing oriented prognosis for facility reuse. In Key Engineering Materials (Vol. 450, pp. 437-440). Trans Tech Publications.



Anexos

ANEXO No. 1 Posibles FCEM considerados en la literatura

Fuente	Factores propuestos
Lapierre (2000); Dos Santos Méndez (2002)	Velocidad de atención Confiabilidad Competencia Costo Consistencia Flexibilidad Accesibilidad
García González-Quijano (2004); Lodola (2006)	Eficacia Disponibilidad y fiabilidad Seguridad Respeto del medio ambiente Calidad del producto Vida operativa de los equipos Eficiencia de costos Gestión del riesgo
García-Ahumada (2003); Sotuyo Blanco (2001)	Costo Fiabilidad Mantenibilidad Disponibilidad Seguridad
Bastidas y Feliu Ripoll (2003)	Costo Seguridad Fiabilidad Prestigio Disponibilidad
Torres (2005); García Garrido (2003)	Medio ambiente Seguridad Costo Disponibilidad/fiabilidad
Kothari (2004)	Costo, a través de: Calidad Disponibilidad/fiabilidad
Espinosa Fuentes (2006)	Confiabilidad Disponibilidad Mantenibilidad Seguridad y medio ambiente

Fuente: adaptado de (Silverio Rodríguez and Alfonso LLanes, 2013)

ANEXO No. 2 Procedimientos para aplicación de CMI

Fuente	Pasos
(Kaplan y Norton, 2001)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Traducción y/o transformación de la visión y la estrategia. 2. Comunicación y vinculación con los objetivos e indicadores Estratégicos. 3. Planificación, establecimiento de objetivos y alineación de las iniciativas estratégicas. 4. Aumento de la retroalimentación y de la formación estratégica
(Biasca, 2002)	<ol style="list-style-type: none"> I. Orientación al diseño: <ul style="list-style-type: none"> • Empresa, negocio, fórmula de éxito • Los gerentes y los conceptos de management II. Arquitectura de indicadores: <ul style="list-style-type: none"> • El tablero de comando para la alta dirección • Objetivos, metas, indicadores, y responsables por nivel • Remuneración variable transformación empresarial • Fórmula de cálculo • Benchmarking, comparaciones, representación gráfica III. Informática: <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de Información Gerencial IV. Utilización: <ul style="list-style-type: none"> • Comunicación y capacitación • Integración con toda la empresa y sus procesos
(Nogueira Rivera, 2002)	<p>Fase I. Orientación al diseño.</p> <p>Etapa 1: Caracterización de la organización.</p> <p>Etapa 2: Seleccionar la unidad de la organización adecuada.</p> <p>Etapa 3: Explicación detallada del CMI.</p>

	<p>Fase II. Definir la arquitectura de indicadores.</p> <p>Etapa 4: Obtener el consenso alrededor de los objetivos estratégicos.</p> <p>Etapa 5: Identificar las relaciones causa-efecto.</p> <p>Etapa 6: Selección de indicadores.</p> <p>Etapa 7: Expresión de cálculo y frecuencia de análisis.</p> <p>Etapa 8: Benchmarking, comparaciones y representación gráfica.</p> <p>Fase III. Informática.</p> <p>Etapa 9: Sistema de información gerencial.</p> <p>Fase IV. Desarrollo del plan de implantación.</p> <p>Etapa 10: Comunicación y capacitación.</p> <p>Etapa 11: Integración a todas las fases de la gestión empresarial.</p> <p>Etapa 12: Análisis de las desviaciones y ejecución de acciones correctivas.</p>
(Gody Robles, 2004)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el sector, describir su desarrollo y el papel de la empresa 2. Establecer o confirmar la visión de la empresa 3. Establecer las perspectivas 4. Desglosar la visión según cada una de las perspectivas y formular metas estratégicas generales 5. Identificar los factores críticos para tener éxito 6. Desarrollar indicadores, identificar causas y efectos y establecer un equilibrio 7. Establecer el Cuadro de Mando Integral al más alto nivel 8. Desarrollar metas 9. Desarrollar Plan de Acción 10. Implementación de Cuadro de Mando Integral

(Améndola, 2005)	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Concepto Estratégico de la organización. Definiendo la Orientación Estratégica de la Organización. 2. Objetivos, Vectores y Medidas estratégicas. Logrando el consenso sobre la estrategia. 3. Vectores, Metas e Iniciativas. Estableciendo las Metas Desafiantes e Identificando las Iniciativas que Impulsan el Desempeño del Negocio. 4. Comunicación, Implantación, Automatización. Integrando el Control de Gestión y la Gerencia Estratégica en la Agenda Gerencial de la Organización.
(Rivero Lima, 2006)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aclarar y traducir la misión y la visión de la empresa. 2. Determinar los Factores Clave de Éxito en la organización. 3. Alineación de los objetivos estratégicos con los Factores Clave de Éxito y las perspectivas del Cuadro de Mando Integral. 4. Selección de Indicadores por perspectivas. 5. Arquitectura del sistema de indicador. 6. Mapa Estratégico del Cuadro de Mando Integral. 7. Definición de las formas de acción a partir de la implantación del Cuadro de Mando Integral.
(Prieto Carvajal, 2007)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificación 2. Proceso de Reflexión Estratégica 3. Desarrollo del Mapa estratégico 4. Implementación 5. Control y Seguimiento
Araujo Concepción,(2008)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar los FEC 2. Alineación de los objetivos estratégicos con los Factores Clave de Éxito y las perspectivas del CMI. 3. Selección de Indicadores por perspectivas.





	<p>4.Arquitectura del sistema de indicadores</p> <p>5. Mapa Estratégico del Cuadro de Mando Integral.</p> <p>6. Definición de las formas de acción a partir de la implantación del CMI.</p>
López Duran, (2008)	<p>1. Análisis Costo Oportunidad de Eventos, revisión de Misión y Visión</p> <p>2. Definición de la Estrategia</p> <p>3.Construcción del Cuadro de Mando Integral</p> <p>4.Definición de Indicadores estratégicos</p> <p>5. Definición de Iniciativas estratégicas</p> <p>6.Implementación,evaluación retroalimentación</p>
Ortiz Pérez y Pérez Campaña, 2010	<p>Etapa I. Caracterización de la organización</p> <p>Etapa II. Análisis estratégico</p> <p>1. Revisión y/o definición de la Misión – Visión</p> <p>1.1 Confección de la Matriz FODA</p> <p>1.2 Establecer los factores claves de éxito</p> <p>1.3 Listar las Áreas de Resultados Claves</p> <p>2. Fijar los objetivos estratégicos por Áreas de Resultados Claves</p> <p>3. Formulación estratégica</p> <p>3.1 Alineación de las estrategias</p> <p>3.2 Confección del mapa estratégico</p> <p>4. Declaración de políticas</p> <p>5. Definición de los objetivos para cada nivel de decisión</p> <p>6. Determinación de las variables de acción</p> <p>7. Confección de la Matriz OVAR</p> <p>Etapa III. Análisis de los procesos</p> <p>8. Confeccionar los mapas de procesos</p> <p>9. Elaborar las fichas de procesos</p> <p>10. Realizar el despliegue de los procesos</p>

	<p>Etapa IV. Construcción de los indicadores</p> <p>11. Definición del sistema de indicadores</p> <p>11.1 Clasificar los indicadores por niveles de decisión</p> <p>11.2 Clasificar los indicadores por su impacto</p> <p>11.3 Clasificar los indicadores según las perspectivas</p> <p>12. Caracterización de los indicadores</p> <p>12.1 Confección del Manual de Indicadores de Gestión</p> <p>13. Confección del Cuadro de Mando Integral</p> <p>Etapa V. Desarrollo del Sistema Informativo</p>
(Rivera Martín, 2011)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conformación y organización del equipo de trabajo. 2. Aclaración y traducción de la misión del Área de Mantenimiento. 3. Determinar los Factores Claves de Éxito (FCE) de la función de Mantenimiento. 4. Definición de las perspectivas del CMIM. 5. Definición de los objetivos del Área de Mantenimiento para cada perspectiva. 6. Selección de los indicadores para cada objetivo definido. 7. Análisis de las desviaciones y ejecución de acciones correctivas
(Arturo Morales, 2012)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Teambuilding de sensibilización en BSC. 2. Definición de valores de la Notaria. 3. Determinación de estados actuales y futuros. 4. Creación de programas. 5. Elaboración del Mapa Estratégico. 6. Definición de indicadores y tablero de comando. 7. Elaboración de matriz. 8. Implementación de sistema de seguimiento de indicadores.

	9. Auditorías a sistema de seguimiento de indicadores.
(Comas Rodríguez, 2013)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir los FCE 2. Definición de las perspectivas 3. Conformación del mapa estratégico 4. Selección de los indicadores 5. Confección del manual de indicadores 6. Despliegue del cuadro del mando
(Rivera y Alfonso Llanes, 2015)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conformación y organización del equipo de trabajo. 2. Aclaración y traducción de la misión del Área de Mantenimiento. 3. Determinar los(FCE) de la función de Mantenimiento. 4. Definición de las perspectivas del CMIM. 5. Definición de los objetivos del Área de Mantenimiento para cada perspectiva. 6. Selección de los indicadores para cada objetivo definido. 7. Desarrollar el plan de implantación 8. Análisis de las desviaciones y ejecución de acciones correctivas



ANEXO No. 3 Política Integrada de Gestión de la empresa Holplast

	Sistema Integrado de Gestión	DSIG 02		
	Política Integrada de Gestión	Vigente desde: 2016	Ejemplar: 1 Página 1 de 1	

Política Integrada de Gestión

HOLPLAST, tiene el propósito de producir y comercializar tubos y conexiones de polietileno de alta densidad para la conducción de agua de manera segura, confiable, eficaz y eficiente, mediante el mejoramiento continuo de su desempeño, para que sean satisfechas las necesidades y expectativas de los clientes internos y externos, se reduzcan al mínimo razonable los riesgos asociados a la seguridad y salud en el trabajo ,la prevención de los daños y deterioro de la salud protegiendo el medio ambiente y se prevenga la contaminación con un aprovechamiento racional de los recursos.

La Dirección de la Empresa está comprometida a cumplir con los requisitos de su Sistema Integrado de Gestión, de manera tal que satisfaga los requisitos de las normas NC ISO 9001, NC ISO 14001, NC 18001 y ISO/IEC 17025 integrando además su Sistema de Control Interno implementado según requisitos de la Resolución 60/2011 de la Contraloría General de la República y los requisitos legales y reglamentarios aplicables.

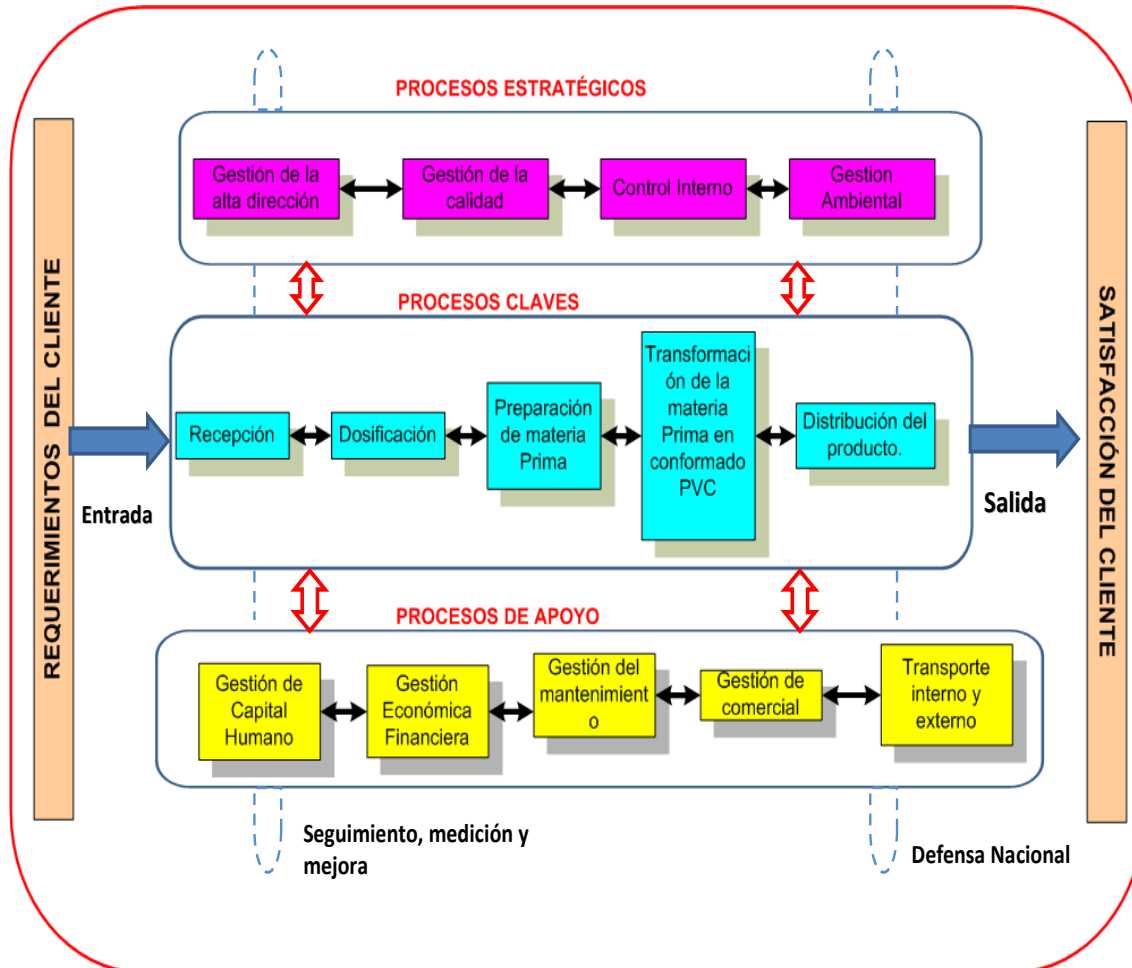
Para lograr esos objetivos se garantizará que el personal esté provisto de la formación, competencia y recursos necesarios. Además de cumplir con los diferentes ensayos a la materia prima y productos terminados, y el compromiso de la dirección del laboratorio de realizar buenas prácticas profesionales logrando la calidad de los mismos y la confianza de su competencia. Esta política proporciona un marco de referencia para revisar y establecer los objetivos estratégicos y que sea compatible con la dirección estratégica de la organización, es comunicada, entendida, aplicada y mantenida al día por todos sus trabajadores y se revisa para su continúa adecuación.

Elaborado por: Ing. Richard Rodríguez A.		Revisado por: Ing. Noemí Concepción González		Aprobado por: Ing. Rolando Fornaris	
Cargo: Especialista Gestión Calidad		Cargo: Especialista Gestión Calidad EP.		Cargo: Director General	
Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha



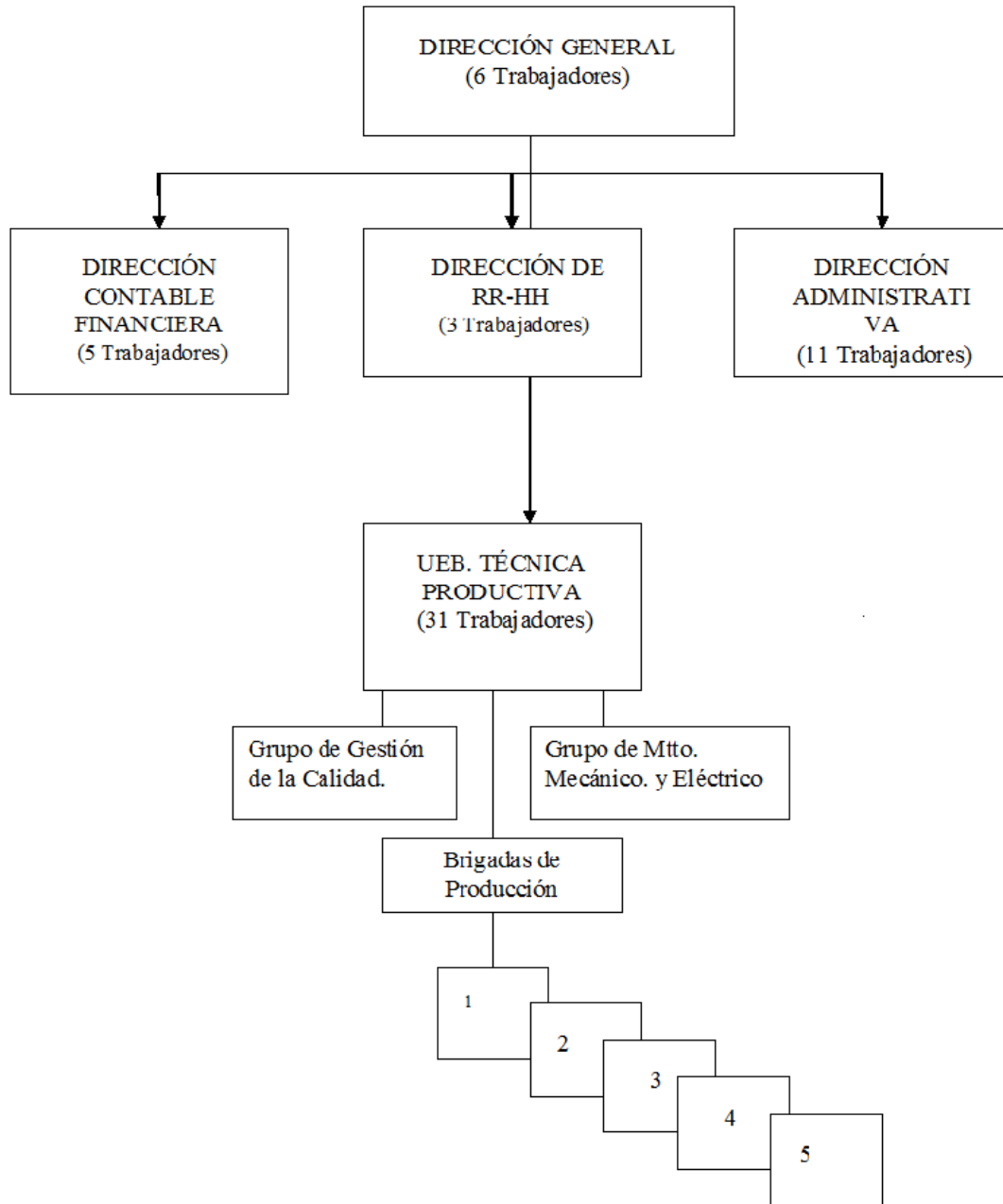
ANEXO No.4 Mapa de Procesos de HOLPLAST

Mapa de Proceso Empresa HOLPLAST



ANEXO No. 5 Estructura Organizativa y organigrama de Holplast

Anexo 1 - Estructura organizativa



ANEXO No. 6. Análisis de la amenazas, debilidades fortalezas y oportunidades.

MATRIZ DAFO.

FORTALEZAS:

- F1. Funciona un Sistema de mantenimiento con buenos resultados.
- F2. La dirección de la instalación reconoce la importancia del área de mantenimiento.
- F3. Existencia de personal calificado, experto e innovador para realizar las actividades de mantenimiento.
- F4. Existe un presupuesto de gastos específico para mantenimiento y reparaciones.
- F5. Se controla el trabajo realizado por Terceros.
- F6. Se cuenta con un Manual del Sistema de Gestión Integrada.

DEBILIDADES:

- D1. El mantenimiento no se encuentra centralizado de forma vertical en la organización.
- D2. No existe un Sistema de gestión de mantenimiento asistido por computadora.
- D3. Deficiente gestión de la Seguridad del personal.
- D4. Envejecimiento de la fuerza laboral calificada.
- D5. Deficiente gestión Medioambiental.
- D6. La programación de mantenimiento se planifica, pero no se realiza hasta que la producción para por otra causa.

OPORTUNIDADES:

- O1. La empresa pertenece al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) el cual aprueba nuevas inversiones en el área de mantenimiento.
- O2. El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) suministra manuales e información para la organización del trabajo.
- O 3. Buena calidad en los trabajos de los terceros.
- O4. Se cuenta con el apoyo logístico del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH).

AMENAZAS:

- A1. Estrategia salarial no estimulante.
- A2. Existen bajos salarios, comparados con otros cargos de la instalación.



ANEXO No. 7. Matriz de Evaluación de Factores Externos

No	Factores Externos	Clasificación	Ponderación	Resultado Ponderación
1	La empresa pertenece al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) el cual aprueba nuevas inversiones en el área de mantenimiento.	4	20	80
2	El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) suministra manuales e información para la organización del trabajo.	3	10	30
3	Buena calidad en los trabajos de los terceros.	3	15	45
4	Se cuenta con el apoyo logístico del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH).	3	10	30
8	Estrategia salarial no estimulante.	1	35	35
9	Existen bajos salarios, comparados con otros cargos de la instalación.	2	10	20
Total			100	240


En el análisis de los factores externos se obtuvo una ponderación inferior a 250, por lo que se puede decir que predominan las amenazas.

ANEXO No. 8. Matriz de Evaluación de Factores Internos

No	Factores Internos	Clasificación	Ponderación	Resultado Ponderación
1	Funciona un Sistema de mantenimiento con buenos resultados.	4	15	60
2	La dirección de la instalación reconoce la importancia del área de mantenimiento.	3	10	30
3	Existencia de personal calificado, experto e innovador para realizar las actividades de mantenimiento.	4	10	40
4	Existe un presupuesto de gastos específico para mantenimiento y reparaciones.	4	7	28
5	Se controla el trabajo realizado por Terceros.	3	5	15
6	Se cuenta con un Manual del Sistema de Gestión Integrada.	4	5	20
7	El mantenimiento no se encuentra centralizado de forma vertical en la organización.	2	5	10
8	No existe un Sistema de gestión de mantenimiento asistido por computadora.	2	10	20
9	Deficiente gestión de la Seguridad del personal.	1	8	8
10	Envejecimiento de la fuerza laboral calificada.	1	8	8
11	Deficiente gestión Medioambiental.	2	9	18
12	La programación de mantenimiento se planifica, pero no se realiza hasta que la producción para por otra causa.	1	8	8
Total			100	265

En el análisis de los factores internos se obtuvo una ponderación superior a 250, lo cual dice que predominan las fortalezas.

ANEXO No. 9. Matriz DAFO

	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
FORTALEZAS		 Gestión del mantenimiento
DEBILIDADES		

Del análisis de la matriz DAFO se puede apreciar que la mayor cantidad de relaciones se encuentra en el cuadrante de amenaza contra fortalezas lo que indica que la actividad de mantenimiento se encuentra en un estado defensivo lo que significa que la organización cuenta con las fortalezas internas necesarias para enfrentar las amenazas externas y aprovechar las oportunidades que le brinda el entorno.

A partir del resultado obtenido, o sea que la empresa tiene una estrategia defensiva, por lo que debe reducir al máximo posible las debilidades para tratar de sobreponerse a las amenazas que impone el entorno.

ANEXO No. 10. Matriz OVAR para el director general

ANEXO No. 10. Matriz OVAR para el director general

Variables de Acción	Objetivos														Responsable									
	Minimizar los costos de mtto	Maximizar los niveles de producción	Optimizar la utilización de los recursos	Alcanzar la sostenibilidad de la gestión	Disminuir efectos medioambientales	Aumentar la disponibilidad de máquinas	Maximizar la calidad de los productos	Reducir los daños por accidentes	Incorporar productos amigables con el medio ambiente	Minimizar tiempo de respuesta de la planta	Garantizar la existencia de piezas	Aumentar confiabilidad de las instalaciones	Mejorar las actividades de la gestión	Estudio e implantación de procesos	Ampliar la cooperación con centros de investigación	Aumentar el número de innovaciones	Elevar la competitividad y motivación del personal	Promover una cultura de gestión de calidad	Director	Especialista principal de mtto.	Jefe de RH	Jefe Económico	Jefe del Laboratorio de calidad	Especialista de SST y GA
Cumplimiento de la política de mantenimiento	x	x			x	x	x	x		x		x	x							x				
Activos informáticos																								
Utilización eficiente de los recursos	x	x	x	x			x	x		x		x								x	x			
Capacitación del personal del mantenimiento	x	x	x	x	x		x	x		x		x	x	x	x	x	x				x			
Motivación del personal de mantenimiento	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x			x	x								
Negociación con los proveedores	x			x					x	x	x		x			x								
Elaboración del presupuesto anual	x				x		x	x			x		x										x	
Aprobación del presupuesto anual	x				x		x	x			x		x										x	
Control periódico de los indicadores económicos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	
Control periódico de los indicadores de mantenimiento	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Cumplimiento del plan mensual de mantenimiento	x	x	x		x	x	x	x		x		x	x								x			
Implementación de las acciones al SIG basado en la familia de la norma ISO 9001 del 2015	x			x	x				x				x	x	x	x							x	x
Supervisión constante del consumo energético de los equipos	x		x	x																x	x		x	
Optimización del tiempo de ejecución del mantenimiento	x	x	x	x	x			x				x	x			x				x				
Cumplimiento de las política de SST y GA		x			x			x	x								x	x						x



ANEXO No. 11 Indicadores de mantenimiento para el Cuadro de mando integral

Perspectiva Financiera				
Objetivo: Minimizar costos de mantenimiento				
Nombre	Fórmula de cálculo	El indicador expresa (descripción)	Metas	Responsable
Costo total de Mantenimiento (CTM)	$CTM = CP + CM + CT + CD$ CP: Costo de personal (aporte a seguridad social, salario y Superación) CM: Costo de materiales CT: Costo de tercerización CD: Costo de depreciación de los equipos	La suma total de los costos en que se ha incurrido en la función de mantenimiento	537500.0- Aceptable 536000-535000 Satisfactorio Mayor 537500 Menor 535000 Deficiente	Jefe de mantenimiento Director económico
Costo de mantenimiento por unidad de producción (CMUP)	$CMU = \frac{CTM}{TTP} * 100$ CTM: Costo total de mantenimiento TTP: Toneladas totales producidas	El costo incurrido en funciones de mantenimiento por cada tonelada de producto	5-12% Satisfactorio 12% Aceptable Mayor 12 Deficiente	Jefe de mantenimiento Director económico
Costo de mantenimiento por facturación (CMF)	$CMF = \frac{CTM}{F} * 100$ CTM: Costo total de mantenimiento F: Facturación de la empresa en el período considerado	Establece la relación que permite la comparación entre los costos de mantenimiento y los valores de ventas de la organización en un período de tiempo determinado	Menor 6.00 Satisfactorio 6,00 – 6,50 Aceptable > 6.50 Deficiente	Jefe de mantenimiento Director económico
Incremento de costo de mantenimiento	$ICM = \frac{CMP + CNC}{CTM}$ CMP: costo de mantenimiento	% que se sobrepasa el costo de mantenimiento debido a las no	% < 1 Satisfactorio 1 – 5 Aceptable	Jefe de mantenimiento Director económico



planificado CNC: Costo que generan las no conformidades CTM: Costo total de mantenimiento	conformidades	> 5 Deficiente	
---	---------------	----------------	--

Perspectiva Financiera				
Objetivo: Maximizar niveles de producción				
Nombre	Fórmula de cálculo	El indicador expresa (descripción)	Metas	Responsable
Cumplimiento del plan de producción (CPP)	$CPP = \frac{PR}{PP} * 100$ PR: Producción real PP: Producción planificada	El porcentaje de cumplimiento del plan de producción planificado	Deficiente (D): menor del 80% Aceptable (A): Del 80% al 89,9%. Satisfactorio (S): Del 90% al 100%.	Jefe de producción
Aprovechamiento	$A = D * U * R * 0.0001$ Donde: D: Disponibilidad U: % de Utilización R: Rendimiento 0.0001: valor exponencial	El porcentaje en que es aprovechada la jornada laboral por los trabajadores	Deficiente (D): menor del 80% Aceptable (A): Del 80% al 89,9%. Satisfactorio (S): Del 90% al 100%.	Jefe de mantenimiento
Rendimiento	$RO = D * TA * TR$ D: Disponibilidad TA: Tasa de calidad TR: Tiempo de	El comportamiento del rendimiento del equipamiento en las operaciones	Deficiente (D): menor del 80% Aceptable (A): Del 80% al	Jefe de mantenimiento



	respuesta		94.9%. Satisfactorio (S): Del 95% al 100%.	
Utilización	$U = \frac{TTrabReal}{TPosTrab} * 100$ Donde: TTrabReal: Tiempo de trabajo real TPosTrab: Tiempo		Deficiente (D): menor del 80% Aceptable (A): Del 80% al 89,9%. Satisfactorio (S): Del 90% al 100%.	Jefe de mantenimiento

Perspectiva Financiera				
Objetivo: Optimizar la utilización de los recursos				
Nombre	Fórmula de cálculo	El indicador expresa (descripción)	Metas	Responsable
Utilización de los recursos (UR)	$UR = \frac{VRRU}{PPRU}$ VRRU: Valor real de los recursos utilizados PPRU: Presupuesto Planificado para los recursos a utilizar	El uso racional que se está haciendo de los recursos disponibles	% < 0,98 0,98 – 1,00 > 100	Jefe de mantenimiento



<p align="center">Perspectiva de producción Objetivo: Disminuir efectos medioambientales</p>				
Nombre	Fórmula de cálculo	El indicador expresa(descripción)	Metas	Responsable
Lista de chequeo	Anexo	Evaluación de la gestión ambiental		Especialista SGI
Consumo de sustancias peligrosas	Consumo de sustancias peligrosas en la gestión del mantenimiento			Especialista SGI
<p align="center">Perspectiva de producción Objetivo: Aumentar la Disponibilidad de máquinas</p>				
Nombre	Fórmula de cálculo	El indicador expresa (descripción)	Metas	Responsable
Tiempo medio entre fallos (TMEF)	$TMEF = \frac{HTrab}{Nfallos}$ <p>HTrab: Horas trabajadas Nfallos: Números de fallos</p>	Relación entre las horas trabajadas y el número de fallos	Deficiente (D): menor de 8h Aceptable (A): 8-24h Satisfactorio (S): mayor 24h	Jefe de Mantenimiento
Tiempo medio para reparar (TMPR)	$TMPR = \frac{\sum Tr}{Nr}$ <p>Dónde: Tr: tiempo de reparación Nr: Número de reparaciones</p>	El tiempo promedio de duración de las operaciones de mantenimiento	Horas < 3,00 3,00–5,00 > 5,00	Jefe de mantenimiento
Disponibilidad(D)	$D = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} * 100$	Relación entre el Tiempo medio entre fallos y la suma de este	Deficiente (D): menor que 80 % Aceptable (A):	Jefe de Mantenimiento

	TMEF: Tiempo Medio entre fallos TMPR: Tiempo Medio para reparar	con el tiempo medio para reparar.	Del 80% al 89,9%. Satisfactorio (S): Del 90% al 100%.	
Perspectiva de producción Objetivo: Aumentar la Fiabilidad de las instalaciones				
Nombre	Fórmula de cálculo	El indicador expresa (descripción)	Metas	Responsable
Número de fallos observados	$NFO = \frac{NFE}{PO}$ NFE: Número de fallos del equipo. PO: Período en que se operó	Cantidad de veces que se rompe o falla un equipo en un periodo de tiempo determinado	Satisfactorio Menor 2 Aceptable 2 - 4 Deficiente Mayor 4	Jefe de Mantenimiento
Perspectiva de producción Objetivo: Maximizar la calidad de la producción				
Nombre	Fórmula de cálculo	El indicador expresa (descripción)	Metas	Responsable
Tasa de calidad (TC)	$TC = \frac{NNCCDM}{NTM}$ NNCCDM: Número de no conformidades de calidad debido al mantenimiento NTM: Número total de mantenimiento que se realizó	La fracción de no conformidades de calidad debido a problemas de mantenimiento respecto al total de	Satisfactorio Menor 0.50 Aceptable 0.50 - 0.65 Deficiente Mayor 0.65	Especialista principal de calidad

		mantenimiento		
Perspectiva de Mantenimiento Objetivo: Mejorar la Actividad de gestión del mantenimiento				
Nombre	Fórmula de cálculo	El indicador expresa (descripción)	Metas	Responsable
Cumplimiento del plan de mantenimiento	$ODT = \frac{IR}{IP} * 100$ IR: Intervenciones reales IP: Intervenciones planificadas	Expresa en qué medida se cumple o no el plan de mantenimiento previsto para un período determinado	Deficiente (D): menor del 80 % Aceptable (A): Del 80% al 89,9%. Satisfactorio (S): Del 90% al 100%.	Jefe de mantenimiento
Índice de satisfacción del cliente interno (I.S.C.I)	Encuesta del anexo 1	Medir el grado de motivación del cliente interno.	La tendencia debe ser creciente.	Jefe de mantenimiento
Perspectiva de Mantenimiento Objetivo: Minimizar tiempo de respuesta				
Nombre	Fórmula de cálculo	El indicador expresa (descripción)	Metas	Responsable
Número de órdenes de trabajo atendidas(ODTa)	$ODT = \frac{NOe}{NOr} * 100$ NOe: número de órdenes de trabajo emitidas NOR: el número de órdenes de trabajo realizadas	Relación entre el número de órdenes de trabajo emitidas y el número de órdenes de trabajo realizadas	Deficiente (D): menor del 80 % Aceptable (A): Del 80% al 89,9%. Satisfactorio (S): Del 90% al 100%.	



Perspectiva de Mantenimiento				
Objetivo: Existencia de piezas de repuesto				
Nombre	Fórmula de cálculo	El indicador expresa (descripción)	Metas	Responsable
Número de piezas en inventario (NPI)	$NPI = \frac{NPRI}{NPNI} * 100$ NPRI: Número de piezas de repuesto reales en inventario NPNI: Número de piezas de repuesto que son necesarias mantener en inventario	Comportamiento del inventario de piezas de repuesto en la empresa %	% Satisfactorio mayor 90 Aceptable 85 – 90 Deficiente menor 85	Logístico, Almacenero y jefe de mantenimiento
Perspectiva de crecimiento y aprendizaje				
Objetivo: Aumentar el número de innovaciones				
Nombre	Fórmula de cálculo	El indicador expresa (descripción)	Metas	Responsable
Tasa de innovaciones (TI)	$TI = \frac{IRi}{IRi - 1} * 100$ IR: Innovaciones realizadas en el período "i"	El índice de crecimiento del número de innovaciones de un período a otro	% mayor 100 100 – 95 menor 95	ANIR
Perspectiva de crecimiento y aprendizaje				
Objetivo: Elevar la competitividad y motivación del personal de mto				
Nombre	Fórmula de cálculo	El indicador expresa (descripción)	Metas	Responsable
Capacitación del personal de mantenimiento(C	$CPM = \frac{CCPM}{CTCP} * 100$ CCPm: Cantidad de cursos de capacitación de mantenimiento	Relación entre la sumatoria de cursos de capacitación de mantenimiento y la sumatoria de cursos totales de	% Menor 20 20– 25	Especialista principal de recursos humanos

PM)	CTCp: Cantidad de cursos totales de capacitación en la empresa.	de capacitación de la empresa.	Mayor 25	
Horas de capacitación (HCAP)	$HCAP = \frac{HHCP}{HHDP}$ HHCP: Horas-hombres empleadas en capacitación del personal de mantenimiento. HHDP: Horas- hombres disponibles en mantenimiento	El porcentaje de cumplimiento del plan de capacitación aprobado.	% Mayor 95 85 – 95 Menor 85	Especialista principal de recursos humanos



Anexo No.12 Índice de satisfacción del cliente interno

	Sistema de Gestión de la Calidad	Código: RFP 01-04	
	MEDICIÓN DE LA SATISFACCIÓN DE LOS CLIENTES INTERNOS DE LOS PROCESOS	Proceso: _____	
		Período: _____	
Puntuación otorgada de 1 a 10			
Procesos		Puntos Obtenidos	
01 Gestión Estratégica de la Dirección			
02 Gestión Económica			
03 Gestión de los Recursos Humanos			
04 Gestión Logística			
05 Gestión del Mantenimiento			
06 Producción			
07 Gestión del Laboratorio			
Comentarios sobre los aspectos negativos:			

Criterio de puntuación:			
Insatisfecho: 1-5 puntos.			
Satisfecho: 6-8 puntos.			
Muy satisfecho: 9-10 puntos.			
Nombre y Apellidos _____ Firma: _____ Fecha _____			

Anexo No.9 Lista de chequeo medioambiental



Lista de Chequeo			
No.		Si	No
Políticas ambientales			
1	¿Ha definido la alta dirección de la organización una política ambiental?	x	
2	La política ambiental, ¿es apropiada y considera: la naturaleza y escala del impacto?	X	
3	¿Incluye la política ambiental el compromiso de la mejora continua?	X	
4	¿Incluye el compromiso de prevención de la contaminación?	X	
5	¿Incluye el compromiso de cumplir con la legislación y reglamentos ambientales?	X	
6	¿Incluye el compromiso de cumplir con otros requisitos suscritos por la empresa?	X	
7	¿Proporciona el marco para establecer y revisar los objetivos y metas ambientales?		x
8	¿Está documentada la política ambiental?	X	
9	¿Está puesta en práctica?	X	
10	¿Se mantiene y comunica a todos los trabajadores de la organización?	X	
11	¿Está disponible para el público?	X	
12	¿Se compran de productos ecológicos?	X	
13	¿Se recompensa las iniciativas ambientales?		x
14	¿Están identificados correctamente los aspectos e impactos ambientales?		x
Requisitos legales			
15	¿Mantiene la organización un procedimiento para identificar y tener acceso a los requisitos legales?	x	
16	¿Se han considerado estos aspectos en el establecimiento de los objetivos ambientales?		x
17	Los objetivos y metas, ¿son consistentes con la política ambiental?	x	
18	¿Se han considerado los requisitos legales y otras normas de importancia?	x	
19	¿Se han considerado los aspectos ambientales significativos?		x
Capacitación, sensibilización y competencia profesional			
20	¿Se han identificado las necesidades de capacitación?		x
21	El personal apropiado, ¿ha recibido esa capacitación?		x
22	¿Están definidos, establecidos y mantenidos los procedimientos para que los trabajos de mantenimiento no dañen el Medio Ambiente?		x
Control y acción correctiva			
23	La organización ¿establece y mantiene procedimientos para monitorear y medir periódicamente los trabajos realizados y su posible impacto en el Medio Ambiente?	x	
24	¿La alta dirección revisa periódicamente el sistema de gestión ambiental para asegurar que es apropiado y efectivo?	x	
25	¿Se tienen en cuenta medidas para evitar la deposición de desechos y emisión de gases prohibidos al Medio Ambiente?		x

Anexo No 14. Evaluación de los indicadores

Indicadores	1er semestre 2018	2do semestre 2018	Nivel de referencia	Estado del indicador
Costo total de mantenimiento (CTM)	588688,79	650429,06	537500.0	Deficiente
Costo de mantenimiento por facturación (CMF)	4,1008867	3,9243455		Satisfactorio
Cumplimiento del plan de producción (CPP)	102.1%	101.25%	100%	Satisfactorio
Rendimiento	99.37	98.05	90- 100%	Satisfactorio
Utilización	75.66%	67.44%	90- 100%	Deficiente
Aprovechamiento	72.84	56.43	90- 100%	Deficiente
Consumo energético	0.5389	0.528	0.53 kwh/kg	Satisfactorio
Nivel de exposición al riesgo (NER)	0	0		Satisfactorio
Implementación de medidas de seguridad (TIMS)	100%	100%	100%	Satisfactorio
Nivel de exposición de ruido	86 db	86db	85 db- 8h	Aceptable
Nivel de luminosidad	300lux	300lux		Satisfactorio
Tiempo medio entre fallos (TMEF)	155.36 h	135.76 h	Mayor -24h	Deficiente
Tiempo medio para reparar (TMPR)	3.16 h	40.08	Menor-3h	Deficiente
Disponibilidad(D)	96.96	85.39	94%	Deficiente
Cumplimiento del plan de mantenimiento	100%	100%	95- 100%	Satisfactorio
Índice de satisfacción del cliente interno (I.S.C.I)	Encuesta			Satisfactorio
Número de órdenes de trabajo atendidas(ODTa)	100%	100%	95- 100%	Satisfactorio
Capacitación del personal de mantenimiento (CPM)	4.54 %	8.69 %	25%	Deficiente
Listado de chequeo medio ambiental				Deficiente
Consumo de sustancias peligrosas	Aceite lubricante	176 lts	88 lts	Aceptable
	Acetileno	1 balón		
	Gas licuado	30 kg	15 kg	
	Anticorrosivo	90 lts	43 lts	
	Silicona	1 u	1u	
	Esmalte	1lt	1lt	