Universidad de Holguín

FACULTAD
CIENCIAS EMPRESARIALES
Y ADMINISTRACIÓN

DPTO. INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROCEDIMIENTO PARA LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO Y LA PROTECCIÓN AMBIENTAL EN EL MANTENIMIENTO. APLICACIÓN EN LA FÁBRICA DE TUBOS HOLPLAST DE HOLGUÍN.

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR: Omar Jesús Pérez Velázquez
TUTORA: MSc. Márian Pérez Pérez

Holguín, 2018

DEDICATORIA

A mis padres Yamila y Omar, a quienes les quedo eternamente agradecido por formarme como persona de bien e impulsarme con su amor, comprensión y apoyo incondicional hacia el logro de mis objetivos.

A mi querida esposa y a mi hermoso bebé que ya con sus pocos meses de vida me impulsa a seguir adelante .

A todos mis familiares por todo el apoyo y comprensión que me han brindado.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer de todo corazón a mi familia en general; a mis padres que fueron el motor impulsor que me trajo hasta aquí, a mis tíos en especial a Dania y Nina por darme la fuerza y constancia para llegar a ser quien soy. A mi esposa Beatriz por la paciencia, la dedicación y por darme el mejor regalo del mundo "mi bebé". A mi hermana que sin saberlo me dio fuerza para llegar hasta aquí. A mi tutora Márian por todo el apoyo y confianza, a Ángel Tomás Pérez , gracias. A mis primos Laura, Raulito, Noelito, Alberto e Iván por ser el hermano que no tuve. A mis abuelos Alba, Marisol y Pupi por su cariño y confianza. A todos mis amigos, a los que están y a los que no, a Raúl, Celia, Osvaldo, Yodanis, Alcides, Wendy, Orqui, Dayana ,Gilberto, Rubildo, Denise y Yorlan. A ti, aunque no te haya mencionado, te agradezco profundamente, porque sé que tu apoyo fue de incalculable valor

A todos, **MUCHAS GRACIAS**!!

RESUMEN

El trabajo está dirigido al estudio y análisis de la gestión del mantenimiento en la industria de la transformación del plástico en Cuba y en particular en la fábrica de tubos Holplast de la Provincia de Holguín, centrando la atención en la seguridad y salud en el trabajo y la protección ambiental, aspectos trascendentales que se deben tener en cuenta a la hora de realizar las operaciones de mantenimiento y al procedimiento idóneo para ejecutarlo. 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 seguridad y salud en el trabajo y la protección ambiental en el mantenimiento en fábricas de trasformación de materiales plásticos para ser utilizado en Holplast. Como resultados caben destacar el diseño y la aplicación del procedimiento, identificándose que los principales riesgos a los que se encuentran expuestos los trabajadores son la posibilidad de incendios y explosiones que pueden provocar lesiones graves determinándose, además, que los aceites y las grasas que se utilizan en las actividades de mantenimiento, provocan daños irreversibles al medio ambiente al causar agotamiento de los recursos naturales, degradación del suelo y la contaminación de los residuales líquidos.

ABSTRACT

The work is aimed at the study and analysis of maintenance management in the plastic transformation industry in Cuba and in particular in the Holplast tube factory in the Province of Holguin, focusing on occupational safety and health and environmental protection, transcendental aspects that must be taken into account when carrying out maintenance operations and the ideal procedure to execute it. It started from the background and the current state of the subject, where the fundamental elements of the research are gathered, establishing the tasks that allowed to approach the problem under study. The objective was to develop a procedure for safety and health at work and environmental protection in the maintenance of factories for transformation of plastic materials to be used in Holplast. As results, it is worth highlighting the design and application of the procedure, identifying that the main risks to which workers are exposed are the possibility of fires and explosions that can cause serious injuries, determining, in addition, that the oils and fats that are used in maintenance activities, they cause irreversible damage to the environment by causing depletion of natural resources, soil degradation and contamination of liquid waste.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN **1**
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO Y LA PROTECCIÓN AMBIENTAL EN EL MANTENIMIENTO **6**
1.1 SST y gestión ambiental en el mantenimiento 7
1.1.1 Análisis de la gestión del mantenimiento. Evolución histórica, conceptos y tipos de mantenimiento 7
1.1.2 Seguridad y Salud en el Trabajo y Medio Ambiente en el mantenimiento ... 20
1.2 Enfoques metodológicos para la Seguridad y Salud en el Trabajo y el Medio Ambiente asociados a la misma en Holplast 26
1.3 Situación de la SST y el Medio Ambiente en la Gestión del Mantenimiento en Holplast 27
1.4 Conclusiones parciales del capítulo 29
CAPÍTULO II: DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO PARA LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO Y LA PROTECCIÓN AMBIENTAL EN EL MANTENIMIENTO. APLICACIÓN EN LA FÁBRICA DE TUBOS HOLPLAST DE HOLGUÍN **31**
2.1 Procedimiento propuesto para la Seguridad y Salud en el Trabajo y la protección ambiental en el mantenimiento 31
Etapa 1. Compromiso del personal y caracterización 32
Etapa 2. Análisis de los riesgos laborales 36
Paso 2.1 Análisis de las condiciones 36
Etapa 3. Análisis del Medio Ambiente 41
Etapa 4. Mejora 44
2.2 Valoración del procedimiento propuesto empleando el método de Delphi 45
2.3 Aplicación parcial del procedimiento propuesto para la Seguridad y Salud en el Trabajo y la protección ambiental en el mantenimiento en la fábrica de tubos de Holguín Holplast 46
Etapa 1. Compromiso del personal y caracterización 46
Etapa 2. Análisis de los riesgos laborales 49
Etapa 3. Análisis del Medio Ambiente 53
Etapa 4. Mejora 58
2.4 Conclusiones parciales del capítulo 60
VALORACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO, SOCIAL Y MEDIOAMBIENTAL 60
CONCLUSIONES 62
RECOMENDACIONES 63
BIBLIOGRAFÍA 64
ANEXOS .....

INTRODUCCIÓN

La tendencia de la economía mundial hacia la globalización de los mercados y el movimiento de capitales, aumenta cada año. Como consecuencia, las organizaciones se enfrentan a un nuevo entorno de desarrollo por lo que deben adoptar las estrategias más convenientes. El progreso industrial no se reduce solo a la inversión en nuevas instalaciones de producción y a la transferencia de tecnología, sino que es prioritario utilizar eficazmente las instalaciones actuales, donde uno de los requisitos importantes es el establecimiento de un servicio sistemático y técnico de mantenimiento eficiente, seguro y económico para los equipos industriales (García, 2009).

Debido a esta necesidad, toda organización debe estar enfocada en la búsqueda de la excelencia empresarial. El rey de España Felipe VI,

lo excelente. Y lo excelente es enemigo del desarrollo

alcanzar la excelencia temporal en el mantenimiento de la empresa, lleva implícita la idea de lograr lo que se denomina mantenimiento de clase mundial[1].

No se concibe una industria moderna sin una correcta política de mantenimiento, sencillamente porque de esta actividad depende la funcionalidad, la disponibilidad y la conservación de su estructura productiva, significando un incremento importante de la vida útil de los equipos y de sus prestaciones (Acosta Palmer, 2013). Por esta razón es que el mantenimiento desarrolla técnicas y métodos para detectar, controlar y ejecutar las actividades que garanticen el buen desempeño de la maquinaria. Sistemas más avanzados de mantenimiento permiten una mayor disponibilidad del equipamiento con una buena reducción de los costos y un desarrollo ascendente en cuanto a confiabilidad operacional se refiere, contribuyendo a la implantación de un sistema de gestión de seguridad y respeto al medio ambiente; por otro lado y no menos importante, representa pasos firmes para la introducción de un programa de mejora continua. Este programa consiste en la evaluación, análisis y la valoración objetiva, periódica y sistemática de funciones, características esenciales del servicio, para comprobar la

[1] Mantenimiento de clase mundial: es la satisfacción y superación de las expectativas y necesidades de mantenimiento de la organización, con referencia a la potencialidad que proporcionan las tecnologías del momento, y en relación con el contexto social y de mercado de hoy, relacionadas con la seguridad, el medio ambiente, la calidad y la economía.

corrección del sistema de gestión del mantenimiento empleado y su evolución en el tiempo.

Recientemente se realizó un estudio bibliométrico de la gestión del mantenimiento en la base de dato SciELO (Arias e Hidalgo, 2018) que demostró que la evaluación del comportamiento de la temática relacionada con el mantenimiento empresarial y su gestión a través de la producción científica, han tenido una insuficiente evolución. Entre las carencias detectadas se encuentran:

1.

2.

3.

4.

5.

En lo que respecta a nuestro país, se aprecian avances significativos en las últimas décadas en el desarrollo de la Gestión del Mantenimiento. Se debe destacar que éste ocupa 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 ratificó al mantenimiento como una prioridad en todas las esferas (PCC,2016).

Entre las actividades desarrolladas para mejorar la actividad del mantenimiento en nuestro país y a partir del mes de febrero del 2013, se encuentra la elaboración de un cronograma que comprendió el desarrollo de un proceso de diagnóstico del estado técnico de las instalaciones y de la gestión del mantenimiento, para proponer lo que

Palmer, 2013). Con este objetivo se realizó el diagnóstico en 82 organizaciones de 8 provincias, donde se identificaron 933 problemas vinculados con el mantenimiento; al repetirse en su mayoría en las diferentes empresas evaluadas, fueron integrados en 71 problemas, representando la problemática que, de manera general, 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 (Acosta Palmer, 2013). Los principales problemas

identificados estaban relacionados con la gestión, representando el 64,78% y dentro de ésta uno de lo más representativos es, precisamente, que **no existen procedimientos específicos** para ejecutar las operaciones de mantenimiento que permitan establecer medidas de Seguridad y Salud en el Trabajo, así como la protección ambiental.

Para darle seguimiento a esta investigación, en el año 2017 se realizó el diagnóstico a la gestión de la calidad del mantenimiento en la Fábrica de Tubos Holplast de Holguín según la metodología del MSc. Héctor Acosta Palmer. De manera general la empresa obtuvo una calificación de bien. Sin embargo, en el área de Seguridad y Salud en Trabajo y el Medio Ambiente se identificaron las siguientes deficiencias:

1.

2.

3.

4.

5. Exposición de los trabajadores a altos niveles de ruido
6. Inestabilidad en los suministros

Estos elementos evidencian la necesidad de realizar investigaciones dirigidas a mejorar la eficiencia de las actividades del mantenimiento, teniendo en cuenta la seguridad y salud en el trabajo y el cuidado del medio ambiente. Sobre la base de los antecedentes expuestos, se deriva como **problema profesional** a resolver: La carencia de un procedimiento para la Seguridad y Salud en el Trabajo y la protección ambiental en el mantenimiento para empresas de transformación de materiales plásticos en general y en particular en Holplast.

Objeto de estudio: La gestión de la SST y el medio ambiente asociada al mantenimiento.

Objetivo general: Desarrollar un procedimiento para la Seguridad y Salud en Trabajo y la protección ambiental en el mantenimiento en fábricas de trasformación de materiales plásticos

Campo de acción: La mejora de la gestión de la SST y gestión medioambiental en el mantenimiento en Holplast.

Objetivos Específicos:

1. Elaborar los fundamentos teórico-prácticos de la Gestión del Mantenimiento, la Seguridad y Salud en el Trabajo y Medio Ambiente en la Fábrica de Tubos de Holguín, Holplast.
2. Diseñar un procedimiento para la Seguridad y Salud en el Trabajo y la protección ambiental en el mantenimiento.
3. Aplicar el procedimiento específico para la Seguridad y Salud en el Trabajo y la protección ambiental en el mantenimiento en la Fábrica de Tubos Holplast.

Idea a defender: El desarrollo del procedimiento de Seguridad y Salud en el Trabajo y Medio Ambiente en el mantenimiento contribuye a la eficacia de la gestión del mantenimiento en la Fábrica de Tubos de Holguín, Holplast.

Métodos de Investigación:

Para el desarrollo de esta investigación, se utilizaron los siguientes métodos científicos:

Métodos Teóricos:

El análisis y síntesis de la información obtenida a partir de la revisión de la literatura, tanto internacional como nacional, de la documentación especializada así como de la experiencia de especialistas y trabajadores consultados para desarrollar el diagnóstico de los riesgos, llegando a establecer las pautas necesarias para el desarrollo del procedimiento a emplear.

Métodos Empíricos:

Encuestas, entrevistas, observación directa, revisión de documentos, la consulta o criterio de expertos para alcanzar consenso, trabajo en grupo, método de Delphi, 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, esta investigación está organizada de la siguiente manera: un primer capítulo que contiene el marco teórico referencial que sustentó la investigación y un segundo capítulo donde se diseña un procedimiento para la Seguridad y Salud en el Trabajo y la protección ambiental en el mantenimiento en la Fábrica de Tubos Holplast

de Holguín con una aplicación parcial en la entidad. Se presentan, además, las conclusiones y las 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: ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO Y LA PROTECCIÓN AMBIENTAL EN EL MANTENIMIENTO

Toda investigación debe estar acompañada de un fundamento teórico que valide los comentarios, las ideas y los razonamientos del tema tratado. Este capítulo está dedicado a tan importante cuestión. Cada epígrafe fue cuidadosamente redactado para seguir una lógica teórico-referencial que evidencie la importancia, transparencia y profundidad de la investigación. En la fig. 1.1 se muestra el hilo conductor que sustenta la investigación.

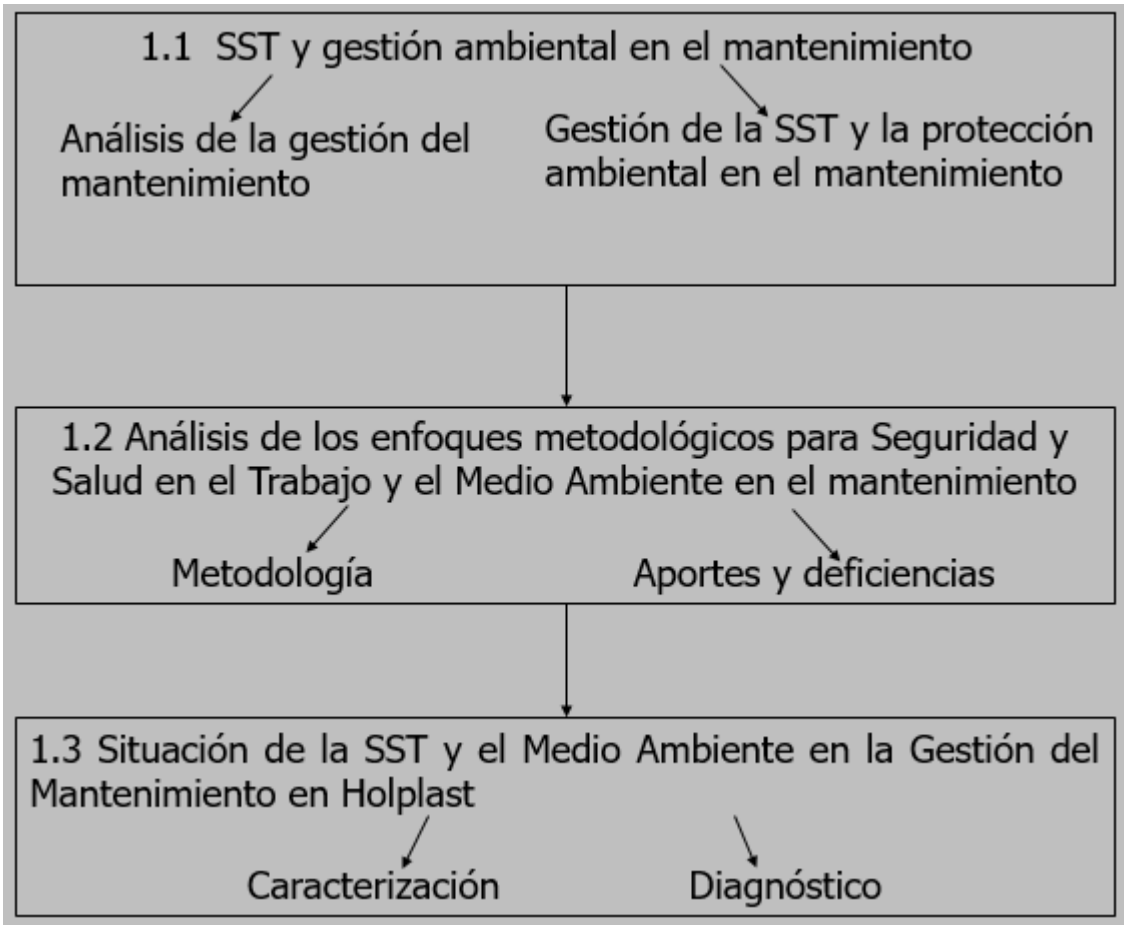


Figura 1.1. Hilo conductor de los antecedentes y el estado actual de la temática.

1.1 SST y gestión ambiental en el mantenimiento

1.1.1 Análisis de la gestión del mantenimiento. Evolución histórica, conceptos y tipos de mantenimiento

Evolución histórica

A finales del siglo XVIII y comienzos del XIX durante la revolución industrial, con las primeras máquinas se iniciaron los trabajos de reparación, el inicio de los conceptos de competitividad y costo, planteándose en las grandes empresas las preocupaciones hacia las fallas o paros que se producían en la producción. En las primeras décadas del siglo XX, aparecen las primeras estadísticas sobre la tasa de fallas en motores y equipos de aviación (Cazañas & Martínez,2016).

Desde entonces surge la preocupación por la paralización inoportuna de los equipos y por tanto de las líneas productivas que, consecuentemente, afectaban la producción y por tanto los ingresos de las empresas. La disponibilidad de los equipos se ve afectada por los tiempos perdidos por cualquier intervención que se le realice, siempre que esta pérdida de tiempo afecte la capacidad productiva. Augusto Tavares (1999) citado por Bolívar y Peña (2018) analizó que con la llegada de la Primera Guerra Mundial y con la implantación de la producción en serie, instituida por Ford, las fábricas pasaron a establecer programas mínimos de producción y como consecuencia de esto, sintieron la necesidad de formar equipos que pudiesen efectuar reparaciones en máquinas en servicio en el menor tiempo posible. Así surgió un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución del mantenimiento, conocido hoy como mantenimiento correctivo.

Con el mantenimiento correctivo se puede realizar una reparación efectiva, pues como el equipo se encuentra paralizado no se requiere de una gran infraestructura, ni de personal altamente calificado lo que puede ser rentable si el equipo está fuera de la línea de producción. Pero si el equipo está en la línea de producción, cada minuto de paralización representa una pérdida igual a la cantidad de tiempo paralizado por el rendimiento de la fábrica, por el valor de la producción. Es por ello que muchas veces la calidad de la reparación se ve afectada por la necesidad de reparar rápido antes de reparar definitivamente y estas malas intervenciones de reparación, deviene en otras

por las necesidades de la producción y se crea así un círculo de roturas, que generan altos costos y baja disponibilidad (Sittig & Singh, 2018). A esta etapa caracterizada por la aplicación del mantenimiento Correctivo o Reactivo, corresponde la **Primera Generación del Mantenimiento (1733-1938).**

Desde la Segunda Guerra Mundial y hasta los años 60, las presiones del período de guerra aumentaron la demanda de todo tipo de productos, al mismo tiempo que el contingente de mano de obra industrial, disminuyó sensiblemente (López,2014). Como consecuencia, hubo un fuerte aumento de la mecanización, así como de la complejidad de las instalaciones industriales. Comienza a evidenciarse la necesidad de mayor disponibilidad y mayor confiabilidad en la búsqueda de la máxima productividad y como la industria era bastante dependiente del buen funcionamiento de las máquinas, surge la idea de que las fallas de los equipos podían prevenirse, lo que devino en el concepto de Mantenimiento Preventivo. El Mantenimiento Preventivo traía consigo un conocimiento amplio de la máquina y el control histórico de la misma para luego llevar a cabo las actividades de planificación. El hecho de poder planificar los trabajos del departamento de mantenimiento, permitió prever los recambios o medios necesarios y concretar acuerdos mutuos con los responsables de la producción para buscar el mejor momento de realización de la parada productiva e, inclusive, planificar el tiempo de la intervención (Torres, 2005).

Sin embargo, la realización del mantenimiento preventivo requirió invertir en la infraestructura y la mano de obra, por el hecho de realizar recambios cada cierto tiempo, lo que originó costos adicionales, pues en muchas ocasiones sucedía que se recambiaban piezas que aún disponían de vida útil y, por otro lado, se aplicaba la idea

en gastos excesivos de lubricantes (Loaiza & Muñoz,2018). Por consiguiente, el mantenimiento preventivo generaba gastos adicionales por concepto de recambios de piezas e insumos a los equipos cada determinado período de tiempo y por los desarmes sin el conocimiento exacto de la condición del equipo y del incremento de los tiempos de mantenimiento a medida que iba envejeciendo el dispositivo. La efectividad y economía de éste tipo de mantenimiento puede ser óptima, siempre que se tenga en cuenta la distribución de los tiempos de fallo de los elementos sujetos a mantenimiento

y de la tendencia de la tasa de fallos del sistema en que una situación peligrosa se materializa, pero sucede que no se puede generalizar esta fundamentación y por ello en ocasiones el mantenimiento preventivo planificado se queda "corto" (Carvajal,1999).

El mantenimiento preventivo no debe aplicarse, entonces, por igual a todos los tipos de equipos sin una previa evaluación de su condición, de la antigüedad de su tecnología, de su importancia en la línea productiva y de la afectación productiva que se produciría en caso de interrupciones, en la línea de producción. Esta etapa, caracterizada por la aplicación del mantenimiento preventivo, comprende la **Segunda Generación del Mantenimiento (1939-1966).**

El incremento de la automatización significó que cada falla ocurrida afectara más seriamente la productividad y los patrones de calidad del producto, además de las graves consecuencias que estas provocaban en la seguridad y salud en el trabajo y en el Medio Ambiente, en momentos en que los patrones de exigencias en estas áreas crecían aceleradamente. Entraron en acción, entonces, las técnicas de inspección desarrolladas en la década del 70 por los métodos de vibraciones y otras técnicas de inspección intensiva y sistemática, que se basaron en la predicción de la falla, antes de que estas ocurrieran, siguiendo el comportamiento a través del monitoreo de la condición del equipo, en intervalos de tiempo previamente establecidos.

Al mantenimiento que utiliza herramientas y técnicas de medición de parámetros físicos, para la inspección a los equipos en intervalos regulares, tomando acciones de prevención de fallas antes de su ocurrencia, se le denomina mantenimiento predictivo (MP) (Barrios & Ortiz,2012). Con la aplicación del MP, se comenzaron a utilizar con determinado grado de importancia, los conceptos de disponibilidad y confiabilidad para medir la eficacia del mantenimiento; aunque el MP incide directamente en la disminución de los costos del mantenimiento, con relación a otros costos operacionales, se requiere de mucha especialización de los operarios pues éstos deben dominar el proceso, los datos técnicos y los métodos científicos del trabajo riguroso de la detección de fallas con equipos especializados. Por otro lado, la implantación del mantenimiento predictivo requiere de una inversión inicial en equipos, analizadores de vibraciones, analizadores de redes, termómetros, entre otros, los cuales tienen un alto costo. De la misma forma se requiere destinar más personal para la lectura periódica de los datos,

su interpretación y tomar conclusiones en base a ellos, labor que requiere de un conocimiento técnico especializado. Por tanto, la aplicación de éste tipo de mantenimiento se justifica en máquinas o instalaciones donde los paros intempestivos ocasionan grandes pérdidas y donde las paradas innecesarias ocasionan grandes costos (Barrios & Ortiz,2012).

Se puede afirmar que el mantenimiento predictivo combina los mantenimientos de generaciones anteriores, pues mediante inspecciones programadas y sistemáticas propias del MP, se obtienen evidencias que nos permiten conocer dónde y cuándo realizar reparaciones propias del mantenimiento correctivo, ahora de forma planificada y toda esta combinación tiene por resultado un incremento marcado de la disponibilidad, la confiabilidad y, por ende, un incremento de la productividad del trabajo y una disminución de los costos, tanto operacionales como de mantenimiento. La etapa caracterizada por la aplicación del mantenimiento predictivo establece la **Tercera Generación del Mantenimiento (1967-1989).**

Prácticas Modernas del Mantenimiento:

Los conceptos de calidad del Dr. W. Edwars Deming en Japón poco después de terminada la Segunda Guerra Mundial, mostraron a los japoneses cómo podían controlar la calidad de sus productos, durante el proceso, mediante estadísticas. La combinación de estos análisis y sus resultados directos en la calidad, con la ética de trabajo del pueblo japonés, hizo que se creara toda una cultura de calidad. De ahí surgió la Gestión de la Calidad Total del Mantenimiento (TQM por sus siglas en inglés Total Quality Management), un nuevo estilo de manejar la industria (Loaiza & Muñoz, 2018).

Cuando la práctica del mantenimiento fue analizada como una parte del programa de TQM, algunos de sus conceptos no parecían encajar en el proceso, sin embargo en 1969 Seiichi Nakajima, un alto funcionario del Instituto Japonés de Mantenimiento de la Planta Nippon Denso KK del grupo Toyota desarrolló, por primera vez, los conceptos del Mantenimiento Productivo Total (TPM por sus siglas en inglés de Total Productive Maintenance); pasados los años 70 del siglo XX, se inició su implementación por todo Japón (Loaiza & Muñoz, 2018).

El TPM incorpora nuevos conceptos a la aplicación práctica del mantenimiento comparados con las generaciones anteriores, pues se incorpora a las actividades de mantenimiento a todos los operarios de la producción con la participación activa de todos los empleados, además de agregar en su seno las prácticas del mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo, las mejoras y la prevención del mantenimiento.

El Japan Institute of Plan Maintenance (JIPM), define el TPM como un sistema orientado a lograr cero accidentes, cero defectos y cero pérdidas . Obviamente el hecho de operar en una instalación industrial con este concepto, induce al criterio de más confiabilidad en los sistemas, menores costos y más seguridad para el hombre, lo que eleva la competitividad de la fábrica con el incremento de las utilidades netas. El TPM es la práctica de mantenimiento más utilizada en la actualidad en los países desarrollados, en los que el mantenimiento es una prioridad que se integra a los resultados de la empresa.

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM por sus siglas en inglés de Reability Centered Maintenance) surgió de los análisis de falla en los equipamientos electrónicos para uso militar, durante la década de los 50 del siglo XX en los Estados Unidos. Durante muchos años el hoy desaparecido John Moubray, brillante mentor del RCM, rechazó la posibilidad de que existiera un marco superador de su exitosa y probada visión de cómo organizar adecuadamente el mantenimiento en una empresa. Fue por eso que en más de una oportunidad su carácter fuerte e ideología capitalista, chocara directamente contra la visión del JIPM y del TPM.

Haciendo gala de la sabiduría milenaria del pueblo japonés, el ingeniero Takutaro Suzuki volvió a darle al mundo una gran lección; estudiando profundamente el RCM

optimizar la aplicación del TPM, debía utilizarse la metodología RCM. Por tanto el RCM es un paso superior del TPM, un proceso de mejora de su aplicación lo que deriva en que el mantenimiento centrado en la confiabilidad lleva a la empresa a un estadio superior de organización de la gestión del mantenimiento mundial.

El enfoque del mantenimiento centrado en la confiabilidad, muy conocido por sus siglas en inglés, tuvo su aparición inicial en la industria aeronáutica con la intensión de mejorar la seguridad y confiabilidad de las aeronaves. El primer documento conocido

sobre el tema fue un reporte escrito por F. S. Nowlan y H. F. Heap publicado en 1978. Desde entonces este enfoque que ha sufrido un lógico proceso de desarrollo, ha sido aplicado para elaborar programas de mantenimiento en casi todas las áreas de la actividad humana. Sin embargo, el amplio y en ocasiones indiscriminado uso del acrónimo RCM, ha conducido a la aparición de ciertos procesos que difieren significativamente de la idea original, muchos de los cuales han fracasado. A la etapa caracterizada por la aplicación de las técnicas del TPM y el RCM, se le considera la **Cuarta Generación del Mantenimiento (1990-2002).**

Ingeniería del Mantenimiento:

Cuando se rompe el paradigma del mantenimiento y se deja de reparar continuamente para buscar las causas básicas de las interrupciones o fallas y modificar las situaciones permanentes que producen mal desempeño en los componentes y sistemas, para dejar de convivir con problemas crónicos por todos conocidos y la intervención técnica en las compras, se puede afirmar que la gestión se realiza mediante la Ingeniería del Mantenimiento etapa a la cual corresponde la **5ta generación del Mantenimiento (2003 - 2010).**

La ingeniería del mantenimiento significa estar al nivel del mantenimiento del primer mundo, es trabajar por conseguir los más altos niveles de desempeño o los Benchmarks[2]. El basamento de la confiabilidad está en la aplicación de las técnicas y tecnologías disponibles, una orientación basada en riesgo, con la participación activa de las personas, preservación del medio ambiente y un costo adecuado.

El Mantenimiento en Cuba

Según de la Paz Martínez (2017) en Cuba, antes de 1959 y con la excepción de determinadas industrias, no existía una cultura de mantenimiento y no fue sino hasta 1961 cuando comenzó a promoverse el respeto hacia esta actividad, a partir de la introducción del Mantenimiento Preventivo Planificado por el Ministerio de Industrias. En 1976, la Ley No. 1323, de la Organización de la Administración Central del Estado, estableció entre las atribuciones y funciones principales del Ministerio de la Industria Sidero - Normas de Mantenimiento y Explotación para

[2] Según la definición de David T. Kearns, Director General de Xerox Corporation "el benchmarking es un proceso sistemático y continuo para evaluar los productos, servicios y procesos de trabajo de las organizaciones reconocidas como las mejores prácticas, aquellos competidores más duros".

las Máquinas-

importancia técnica y económica. El sistema fue implantado en todas las empresas del citado Ministerio. Claro está que la tecnología instalada, respondía al tipo de mantenimiento que se aplicaba por excelencia en esos tiempos (1939-1966) pero ya estaba a punto de producirse en Cuba, un salto hacia el mantenimiento predictivo, tal y como se muestra en la figura 1.2.

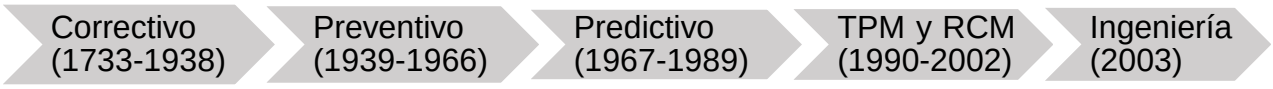


Figura 1.2. Resumen de la evolución histórica del mantenimiento.

El sistema MPP se generalizó rápidamente para todos los equipos, pues la complejidad del equipamiento no era alta y no se pensó en aquel momento en la influencia de los costos sobre las operaciones de mantenimiento a equipos que en realidad no necesitaban, en su momento, de una intervención.

En 1981, en el Segundo Congreso del PCC, se estableció como un lineamiento para el desarro

reparaciones generales que permitan garantizar o restituir las capacidades potenciales

a partir de la política trazada en el país en relación con el mantenimiento, la mayoría de las empresas cubanas asumieron el MPP, adaptándolo a sus características (De la Paz, 2009).

Ya se han estudiado las desventajas que ofrece el sistema de MPP y que se manifiestan en todas las empresas cubanas con la particularidad de que los ciclos de mantenimiento establecidos, no son los más adecuados para cada equipo y estos deben revisarse regularmente. Cuando por el ciclo corresponde un desarme, éste no se realiza pues no se cuenta en ese momento con el aditamento o la pieza necesaria o se realiza con paradas prolongadas que generan altos tiempos y altos costos totales y por último, la deficiente gestión de almacenes, la ausencia de documentación técnica y el desconocimiento de los costos de mantenimiento, constituyen una realidad en más del 60% de la industria cubana. De forma general, en las empresas nacionales la aplicación de mantenimiento más extendida se ciñe a corregir averías, no a evitarlas.

Según la experiencia de los especialistas del Centro de Estudios en Ingeniería del Mantenimiento de la CUJAE, centro promotor del desarrollo de la Ingeniería de Mantenimiento en Cuba, en algunas empresas puede encontrarse unas veces innecesarias y dañinas intervenciones y, en otras, ausencia de atención a las máquinas o manejos cuestionables, y en los menos, puede palparse un tratamiento profesional al equipamiento.

Sexto (2006) citado por Fernández (2005), señala que no existen dos programas iguales de mantenimiento, como no existen dos centros productivos idénticos en cuanto a tamaño, localización, tecnología, personal, objetivos, organización, etc. Todavía tratándose de centros con igual tecnología, las planificaciones diseñadas para intervenir las máquinas deben ser cortadas a la medida. Si antes no se realizó un estudio profundo de las necesidades y los problemas propios, la importación o copia mecánica pueden llevar a una costosa aplicación de recursos humanos y materiales. La desaparición del campo socialista y la permanencia del bloqueo económico estadounidense volcaron a la industria cubana hacia una gran depresión, trayendo consigo la limitación de recursos y la pérdida de vitales tradiciones técnico-culturales.

Paradójicamente, la práctica del MPP es la más usada en la mayoría de las industrias cubanas. Al final se utilizan gran cantidad de recursos, no destinados antes al mantenimiento, para realizar reparaciones capitales lo que trae consigo pérdidas económicas considerables.

El MPP es una tarea destinada a la prevención de la falla y ésta es válida si consigue reducir el nivel de la falla; de no existir medios para ejecutar la tarea, se deberán realizar verificaciones periódicas, si el equipo consigue cumplir con su función para, por lo menos, localizar la falla. Si la falla tiene consecuencias sobre la seguridad o el medio ambiente, sólo es válida si se reduce significativamente o elimina su riesgo, en caso contrario se deberá reproyectar el sistema de mantenimiento o alterar el proceso. Si la tarea destinada a prevenir la falla tiene consecuencias operacionales sólo tendrá sentido si es económicamente viable o sea que el costo de la tarea del MPP sea menor que el costo de las consecuencias de la falla, sumando el costo de la reparación. Finalmente, una tarea destinada a prevenir fallas en el MPP, de consecuencias no operacionales, sólo tiene sentido realizarla si su costo durante determinado período de

tiempo fuera menor que el costo de la reparación en ese mismo período. De lo contrario, es mejor dejar fallar el equipo y hacer un mantenimiento correctivo planificado (López,2014). Entonces, el Mantenimiento Preventivo sólo se justifica en situaciones donde su necesidad esté perfectamente identificada y justificada (figura 1.3)

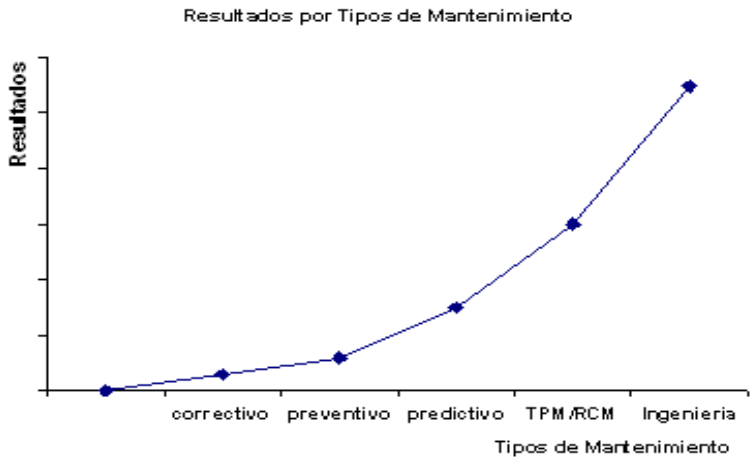


Figura 1.3. Resultados por tipos de mantenimiento según López,2014.

La combinación de los tipos de mantenimiento adecuados a la tecnología y a las condiciones actuales del país, podrían dar como resultado un sistema de Gestión del Mantenimiento que integre a nuestra economía las tendencias actuales de desarrollo internacional.

Un sistema de gestión de mantenimiento efectivo sería aquel que aplique el mantenimiento correctivo hasta la falla, a los equipos de menor importancia en el flujo productivo (equipos auxiliares), el mantenimiento preventivo-correctivo planificado a los equipos automotores y el mantenimiento predictivo-correctivo según la complejidad tecnológica a los equipos industriales directamente relacionados con el proceso productivo.

Por otra parte, el cálculo y análisis de los indicadores de fiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y costos (RCM/TPM) solo a los equipos que producen afectaciones económicas a la empresa y la acción oportuna ante los resultados, la eliminación sistemática de las situaciones crónicas de los procesos que atentan contra la calidad, la seguridad o el medio ambiente y el estudio de los resultados de toda la información de cada tipo de mantenimiento (ingeniería del mantenimiento)**,** unido a la introducción del

sistema de las 5S[3] a toda la industria, harán de la empresa cubana propia de un modelo de mantenimiento acorde a las características actuales del desarrollo industrial. Es por ello que Holplast aplica una combinación de mantenimiento (correctivo, preventivo y planificado) o Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM).

Análisis conceptual sobre el mantenimiento

En la literatura consultada, la palabra mantenimiento hace alusión a aquella actividad a partir de la cual es posible mantener un producto, una máquina, un equipo, entre otros, para que el mismo funcione del modo correcto o, en su defecto, la que permite practicarles a algunos de estos una reparación en caso que así lo demande, para que pueda recuperar su funcionamiento tradicional.

A continuación, se analizan diferentes términos utilizados por algunos de los especialistas en el tema:

Kamenitzer (1985) relaciona el mantenimiento con la limpieza y lubricación de los equipos. Según Sánchez y Molina (1991), las políticas de mantenimiento tienen como fin primordial la reducción de tiempos de paradas, al menor costo posible. Las más conocidas son: política de mantenimiento por avería, política de mantenimiento preventivo y política de mantenimiento predictivo. Encinas Beltrán (1994) lo define como la actividad que permite que las máquinas no solo trabajen, sino que lo hagan con eficiencia, confiablemente y con calidad. Tavares de Carvalho (1994) lo vincula con la tarea encaminada a incrementar la disponibilidad de los equipos. Crespo Márquez y Sánchez Ruiz (1995) plantean que el mantenimiento está integrado por toda una gama de políticas parciales, que pueden ser: política de mantenimiento exclusivamente correctivo, mantenimiento periódico total, mantenimiento preventivo periódico en función del tiempo de funcionamiento sin fallos y mantenimiento preventivo basado en los resultados de una inspección previa. Dounce Villanueva (1998) refiere que el mantenimiento es una de las dos grandes ramas en que se divide la conservación y se encarga de cuidar el servicio que proporcionan los recursos físicos y Sotuyo Blanco (2000), citado por Borroto Pentón (2005), plantea que es una función empresarial por

[3] sa, no sólo de maquinaria, equipo e infraestructura sino del mantenimiento del entorno de trabajo por parte de todos.

medio de cuyas actividades de control, reparación y revisión, permite garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de las instalaciones.

En la norma venezolana COVENIN 3049-93 del 2001, la palabra mantenimiento está definida como el conjunto de acciones que permiten conservar o restablecer un sistema productivo a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado.

La actividad de mantenimiento, independientemente de la entidad en que se desarrolle, debe lograr la reducción de las averías imprevistas y del tiempo de reparación de los activos fijos[4], debe procurar la prolongación de la vida útil de los componentes, con el correspondiente ahorro de recursos y energía y con ello reducir el costo del mantenimiento de las instalaciones, dando como resultado la mejora continua de la calidad y la eficiencia de los servicios (Borroto, 2005).

Según Cuartas Pérez (2008), el mantenimiento es el conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.

Según el autor de esta investigación que coincide con el concepto de De la Paz Martínez el mantenimiento se define como la integración de acciones técnicas, organizativas y económicas, encaminadas a conservar o restablecer el buen estado de los activos físicos, a partir de la observancia y reducción de su desgaste con el fin de alargar su vida útil económica, con una mayor disponibilidad y confiabilidad para cumplir con calidad y eficiencia sus funciones, conservando el Medio Ambiente

fundamenta el estudio realizado en Holplast.

Tipos de mantenimiento

Mantenimiento correctivo: es el que se ejecuta después de ocurrida una falla en determinada máquina, por lo que se debe realizar de manera urgente. El personal encargado de avisar la ocurrencia de fallas es el propio usuario del equipo y los encargados de realizar las reparaciones, es el personal de mantenimiento. El correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar

[4] Son medios creados por el trabajo humano, tienen vida limitada, son objetos físicos, transfieren su valor a los productos que crean o a los servicios que prestan y pierden su valor a medida que se desgastan física y moralmente (Borroto Pentón, 2005).

costos y daños materiales y/o humanos mayores (Machado, Gonzáles, Carrazo, Meneguite, Pires y Celso; 2017).

Mantenimiento predictivo: Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca; se trata de conseguir adelantarse al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en condiciones óptimas. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitoreo de parámetros físicos.

Palomino (2003) citado por Rezzónico y Fernandez (2013) define que el mantenimiento predictivo abarca un conjunto de técnicas de inspección, análisis y diagnóstico, organización y planificación de intervenciones que no afectan al servicio del equipo y que tratan de ajustar al máximo la vida útil del elemento en servicio al momento planificado para la intervención. El mantenimiento predictivo podría incluirse en el mantenimiento preventivo, entendiéndose este último en un sentido más amplio.

El mantenimiento preventivo planificado (MPP): puede ser definido como una lista completa de actividades de mantenimiento para asegurar el correcto funcionamiento de la planta, máquinas y equipos mediante el mantenimiento técnico racional, cambio y reparación de las piezas y conjuntos desgastados, realizados bajo un plan de mantenimiento detallado y con las programaciones que permitan su ejecución y control, elaborado con anterioridad. Según Borroto Pentón (2005), citada por Pérez Estrada y de la Paz Martínez (2016), es una filosofía en el que las intervenciones se basan en el tiempo de operación de los equipos; cuando se aplica, es necesario establecer los llamados ciclos de mantenimiento. El sistema de MPP establece distintos tipos de intervenciones que se clasifican en dos grandes grupos: los servicios técnicos y las reparaciones programadas (Bolívar & Peña, 2018).

En Holplast se implementa el MPP establecido y casi generalizado en las empresas cubanas, sin un estudio previo de factibilidad económica y solo por pedido del fabricante, por lo que este presenta deficiencias entre las que podemos citar las siguientes:

- Los ciclos que se planifican no siempre son los más adecuados para cada equipo y se requiere su revisión periódicamente.

- Muchas veces se desmontan equipos sin necesidad real y entre el desarme y arme posterior se corren riesgos de roturas y errores que pueden ser de gran envergadura.
- El gasto de piezas, materiales y otros recursos puede ser muy alto.
- Mantenimientos no efectuados.

Es por ello que se valora la posibilidad de implementar un **Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM)** el cual es un sistema de organización, planificación y control del mantenimiento industrial que se caracteriza por integrar, armónicamente, más de uno de los sistemas de mantenimiento citados anteriormente, en calidad de subsistemas del mismo. Estos sistemas serán aplicados a los diferentes equipos individuales o grupos homogéneos de equipos en función de sus características tecnológicas y otros elementos (De la Paz, 2009). Una de las mayores ventajas del SAM está dada por su capacidad de ser mejorado como proceso a partir de la retroalimentación de la información que se obtiene de cada análisis de sus resultados en la rutina, lo que posibilita la mejora continua.

Políticas de mantenimiento

Entre las principales políticas se encuentran:

Correctivo: operar hasta que falla el equipo. Solo debería ser usado cuando el costo de detección y control excede los beneficios, normalmente usado solo cuando hay equipo de respaldo. Si una falla afecta producción, resulta ser el mantenimiento más costoso.

Preventivo: reemplazar piezas o reparar equipo basado en horas, kilómetros, días u otro parámetro.

Predictivo: monitoreo de las condiciones del equipo y los indicadores de desgaste para identificar las tendencias y programar las reparaciones y reemplazos de piezas o equipos en un momento conveniente antes de una falla que afecte la producción. Para esto se utiliza el análisis de aceites lubricantes, análisis vibratorio, análisis por termografía u otro método de identificación del comienzo de un problema.

Proactivo: cambios en los procedimientos, los productos, las cargas o el diseño del equipo para cambiar el nivel de desgaste y extender la vida útil del equipo. El mantenimiento proactivo reduce los gastos de mantenimiento en un 83%.

1.1.2 Seguridad y Salud en el Trabajo y Medio Ambiente en el mantenimiento

Con la evolución de las políticas de mantenimiento, el concepto de solo mantener el equipo en estado óptimo fue quedando obsoleto; actualmente y a la hora de realizar esta tarea, existe la necesidad de velar por la Seguridad y Salud de los trabajadores y el impacto de estas acciones en el Medio Ambiente, lo que constituye un hecho trascendental y de vital importancia para el cuidado del hombre y el resguardo del entorno. Este subepígrafe tiene como objetivo analizar las principales definiciones, tendencias y enfoque de SST y Medio Ambiente en el mantenimiento.

Definiciones desde el mantenimiento

Seguridad y Salud en el Trabajo:

La Seguridad y Salud en el Trabajo es un campo interdisciplinar que engloba la prevención de riesgos laborales inherentes a cada actividad. Su objetivo principal es la promoción y el mantenimiento del más alto grado de Seguridad y Salud en el Trabajo. Esto implica crear las condiciones adecuadas para evitar que se produzcan accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

Para conseguir este objetivo, las empresas o empleadores deben realizar las pertinentes evaluaciones de riesgos y decidir qué tipo de medidas deben ser implementadas en el caso de que se necesite realizar alguna acción. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT) la seguridad y salud laboral abarca el bienestar social, mental y físico de los trabajado persona completa". La Seguridad y Salud en el Trabajo no solo trata de evitar accidentes y enfermedades profesionales, sino que también incluye la identificación de posibles riesgos en el lugar de trabajo y la aplicación de medidas adecuadas de prevención y control (Zazo, 2015).

Medio Ambiente:

El mantenimiento como acción, desde el punto de vista ambiental, constituye un medio para prevenir impactos negativos, dado que asegura la fiabilidad de los equipos, lo que

reduce el riesgo de ocurrencia de accidentes catastróficos como incendios, explosiones, emisiones de sustancias tóxicas, ruidos por encima de la norma permisible, etc. y, a su vez, una fuente de contaminación, porque en su ejecución se producen desechos peligrosos (sólidos, líquidos y gaseosos) (Ley No.81: 1997).

Un producto es ecológico si el riesgo de su daño ambiental es mínimo o nulo. Relacionado a ello, se define el mantenimiento ecológico como el mantenimiento en que su gestión está integrada a un Sistema de Gestión Ambiental mediante el establecimiento de un conjunto de acciones técnico organizativas, que aseguran la reducción del riesgo de impacto ambiental de los equipos y de las acciones de mantenimiento. Las acciones encaminadas a la preservación del medio ambiente en el mantenimiento deben tener carácter proactivo y estar integradas a los trabajos que generan los impactos. Para asegurar que la prevención tenga efecto, todas las acciones (técnicas, organizativas y económicas) deben haber sido tomadas y documentadas; los procesos deben estar bajo control operacional y las personas poseer los conocimientos y el entrenamiento necesarios para ejecutar las acciones establecidas.

Los factores causales más importantes identificados que pueden propiciar la ocurrencia de impacto ambiental desde el mantenimiento son los siguientes:

- Errores humanos.
- La ausencia de mantenimiento.
- La aplicación de políticas de mantenimiento incorrectas.
- Los procesos de mantenimiento no controlados.

El impacto ambiental provocado por errores humanos es debido, fundamentalmente, a violaciones de los procedimientos establecidos. La ausencia de mantenimiento está fundamentada en el pobre papel que le asignan a esta función en la organización y a la deficiente la cultura en este sentido. La aplicación de políticas de mantenimiento incorrectas y la falta de control de los procesos, son consecuencias de una deficiente gestión (Jiang, Chen, Jin & Wang; 2018).

Estrategias de Seguridad y Salud en el Trabajo y Medio Ambiente desde el mantenimiento

Estrategias de Seguridad y Salud en el Trabajo

La Estrategia de Seguridad tiene como objeto asegurar, mediante las actividades de mantenimiento, una adecuada gestión del riesgo de la instalación. Para ello se aplica un proceso a las labores de mantenimiento desde su efecto de reducción del riesgo. Esta estrategia se hace extensiva a todos los parámetros de fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad de la instalación (Romero, 2012).

Como resultado, la estrategia de seguridad establece que todas las actividades de mantenimiento se desarrollen según las directrices de un Plan de Seguridad basado en la aplicación sistemática de las mejores prácticas de control de riesgos. La aplicación de esta estrategia al mantenimiento, implica la introducción de actividades y técnicas tales como identificación y evaluación de amenazas, creación y gestión del registro de mantenimiento y validación sistemática de los Requisitos de Seguridad (Vega & Pilar, 2018). A los efectos de facilitar la labor de las auditorías de seguridad y la difusión a todos los niveles de los resultados del mantenimiento, todas las evidencias del cumplimiento de los requisitos de seguridad se plasman en el Expediente de Seguridad de Mantenimiento.

Estrategias de Medio Ambiente

Como estrategia para prevenir los riesgos de impacto ambiental debe llevarse a cabo un proceso que permita identificar todos los aspectos ambientales y establecer las acciones para su control operacional (Nguyen & Chou,2018). Para ello se propone el siguiente proceso cuyo contenido se describe a continuación:

1) Determinar los equipos y procesos de mantenimiento críticos[5] para el Medio Ambiente.
2) Identificar, registrar y evaluar los riesgos potenciales de los procesos de mantenimiento y equipos críticos, así como los aspectos ambientales significativos asociados a ellos. Identificar los modos de fallo críticos y determinar sus causas raíces.

[5] Equipo crítico: Equipo que contiene, manipula o controla sustancias o productos dañinos al Medio Ambiente y la ocurrencia de un fallo en éste, puede producir impacto ambiental.
Fallo crítico: Fallo que ocurre en un equipo crítico y cuya consecuencia produce impacto ambiental.
Proceso de mantenimiento crítico: Acciones de mantenimiento necesarias para mantener o reparar un equipo, en el cual se emplean sustancias o productos y/o se generan desechos que pueden producir daños al Medio Ambiente.

3) Establecer acciones proactivas mediante procedimientos documentados que aseguren tener bajo control las causas que originan los impactos. Estas acciones deben estar contenidas en los procedimientos de ejecución de las labores según corresponda.
4) Evaluar el desempeño ambiental: seguimiento y evaluación de resultados. Establecer procesos de mejora continua: La mejora continua de la Gestión del Mantenimiento tiene una contribución significativa sobre la eficacia de la gestión ambiental. Es importante la aplicación del Benchmarking, dirigido a identificar las mejores prácticas y resultados, para su divulgación, generalización y perfeccionamiento de la actividad.

Las acciones dirigidas a prevenir los riesgos de impacto ambiental desde el punto de vista del mantenimiento, deben estar dirigidas al personal, a los equipos, al proceso y sus interrelaciones.

Evaluación de riesgos

El mantenimiento periódico es esencial para que los equipos, máquinas y entornos de trabajo sigan siendo seguros y fiables. La falta de mantenimiento o un mantenimiento inadecuado, pueden provocar situaciones de peligro, accidentes y problemas de salud. El mantenimiento es una actividad de riesgo y algunos de sus peligros derivan de la naturaleza del trabajo. A menudo, consiste en la realización de trabajos no habituales, tareas no rutinarias y, con frecuencia, se realiza en condiciones excepcionales como por ejemplo en espacios reducidos. Son actividades de mantenimiento las siguientes: cambio de piezas, sustitución, ajuste, detección de fallos, reparación, conservación, revisión, lubricación, limpieza, inspección, ensayo y medición.

Los trabajadores de mantenimiento están expuestos, con mayor probabilidad que otros, a riesgos de distinta naturaleza. A diferencia del funcionamiento normal, difícilmente se puede reducir el contacto directo entre el trabajador y el objeto peligroso a mantener. También es característico de las operaciones de mantenimiento trabajar bajo presión por falta de tiempo, especialmente si se trata de reparaciones de alta prioridad.

Las tareas de mantenimiento llevan asociados los siguientes riesgos:

- Físicos: ruido, vibraciones, calor o frío excesivo, radiaciones (radiación ultravioleta, rayos X, campos electromagnéticos), caídas desde alturas al realizar el mantenimiento de equipos y maquinarias (cortes, golpes, aplastamiento, caída de objetos, electrocución, descargas eléctricas, quemaduras), explosión, incendio en espacios reducidos (asfixia, golpes)
- Químicos: contacto con productos químicos o inhalación de contaminantes (disolventes, amianto, fibra de vidrio, gases, humos, polvo, etc.)
- Biológicos: contacto con agentes biológicos de laboratorios, aire acondicionado, etc. (bacterias, mohos, hongos, virus).
- Ergonómicos: elevada carga de trabajo físico, dificultad para acceder a los objetos del mantenimiento, movimientos fatigosos (inclinarse, arrodillarse, estirarse, empujar y arrastrar, trabajar en espacios reducidos)
- Psicosociales: presiones por falta de tiempo, trabajo por turnos, de disponibilidad permanente.

1.1.2.4 Mitigación de riesgos

Hay unos principios básicos para reducir la incidencia de estos riesgos:

- Integración de la gestión de la prevención en la Gestión del Mantenimiento.
- Sistemas de trabajo seguro y directrices claras.
- Formación y competencias adecuadas.
- Funciones y responsabilidades claras.
- Comunicación eficaz.

Los riesgos pueden limitarse o evitarse siguiendo varias premisas o reglas en el trabajo diario:

1) Planificar,
2) asegurar el área de trabajo,
3) usar el equipamiento adecuado,
4) seguir fielmente la planificación,
5) control final.

1) Planificar:

El mantenimiento debe comenzar con una planificación adecuada. Se realizará una evaluación de riesgos, en la que han de participar los trabajadores. Los aspectos que deberán abordarse en la fase de planificación son:

- El alcance de la tarea que es preciso realizar y la manera en que afectará a otros trabajadores y actividades en el lugar de trabajo.
- Evaluación de riesgos (han de identificarse los riesgos potenciales), por ejemplo: sustancias peligrosas, espacios reducidos, elementos móviles de las máquinas, sustancias químicas o polvo en el aire y deben formularse medidas encaminadas a eliminar o reducir al mínimo los riesgos asociados (Shockey, Luckhaupt, Groenewold & Lu; 2018). Por su familiaridad con el lugar de trabajo, los trabajadores del área son los más indicados para identificar los riesgos.
- Definir los sistemas de trabajo seguro (personas autorizadas, permisos de trabajo, sistemas de bloqueo).
- El tiempo y los recursos requeridos por la actividad.
- La comunicación entre el personal de las demás partes afectadas.
- Competencia y formación adecuadas.

2) Asegurar el área de trabajo

- Impedir el acceso no autorizado (barreras y señales de advertencia)
- Mantener limpia el área
- Bloquear el suministro eléctrico si hace falta
- Asegurar vías para que los trabajadores entren y salgan de la zona
- Las partes móviles de las máquinas en posición segura y protegidas
- Si se trabaja sobre equipos en los que haya que retirar o desactivar estos dispositivos de protección, se aplicarán los procedimientos de bloqueo. Se colocarán tarjetas de advertencia en ellos, con la fecha y hora del bloqueo, así como el nombre de la persona autorizada para retirarlo; de este modo, no se arrancará la máquina inadvertidamente por otro trabajador (Schnal, Dobson, Rosskam & Elling; 2018).

3) Usar el equipamiento adecuado

Deberán disponer de las herramientas y equipos apropiados y en buen estado (junto con instrucciones para su manejo, en caso necesario), indicados para el entorno de

trabajo en el que se van a usar (por ejemplo, herramientas que no emitan chispas, en caso de atmósfera inflamable) y los equipos de protección individual adecuados al riesgo, sin que su uso los agrave.

4) Seguir fielmente la planificación

Se debe hacer cumplir los procedimientos de seguridad acordados (conocidos y comprendidos por los trabajadores) y las normas del centro, incluso bajo la presión de la urgencia del trabajo. Además, debe haber procedimientos pensados y aplicables para que, en el caso de acontecimientos imprevistos, se sepa cómo actuar. Si el problema imprevisto excede nuestras competencias, habrá que detener el trabajo.

5) Control final

El proceso concluirá con las comprobaciones de que el elemento sometido a mantenimiento se encuentra en condiciones de seguridad y que se han retirado todos los materiales de desecho generados durante las operaciones de mantenimiento. Si han surgido complicaciones sería interesante que se realizara un informe con las recomendaciones de mejora (Barrachina, Rodríguez, & Amores;2002).

1.2 Enfoques metodológicos para la Seguridad y Salud en el Trabajo y el Medio Ambiente asociados a la misma en Holplast

En el presente epígrafe se muestra un acercamiento a las metodologías para la gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo y Medio Ambiente, investigados por el autor; a través de la revisión de la literatura, tanto nacional como internacional, se evidencia que en relación al tema aparecen varias propuestas metodológicas como son:

1) Procedimiento para el análisis de la accidentalidad laboral con énfasis en modelos matemáticos (Curbelo, Pérez y Gómez; 2015)
2) Procedimiento para la planeación integrada Producción Mantenimiento a nivel táctico (Cazaña y Martínez; 2016)
3) Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo (Stegmaier, Viveros, Kristjanpoller, Barbera y Crespo; 2013)
4) Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento (Herrera y Duany; 2016)

5) The methodology of machinery and equipment maintenance adopted by the textile industries located in the Zona da Mata Mineira (Machado, Gonzáles, Carrazo, Meneguite, Pires y Celso; 2017)
6) Propuesta de implementación de una guía de buenas prácticas ambientales para la empresa Simma (Coronel, 2013)
7) Estrategia Ambiental para mantenciones programadas de Masisa Sa Planta Ranco (Navarro,2009)
8) Eco-eficiencia en la fabricación de piezas de repuesto: un estudio de caso (Pérez y De la Paz Martínez; 2016)

Luego de analizadas las metodologías (anexo 1), se puede concluir que la mayoría abordan sectores como la industria textil, la industria minera y la de construcción entre otras, sin embargo, en ninguna de ellas se trata el sector de la transformación del plástico. Además, existe una carencia de metodología de Seguridad y Salud en el Trabajo en el mantenimiento; en la bibliografía consultada solo una abarca este tema. Otras deficiencias encontradas es que la mayoría de ellas no tienen en cuenta la definición de responsabilidades, las normas y la mejora continua.

Finalmente, se puede concluir que no existe una metodología que integre la Seguridad y Salud en el Trabajo y el Medio Ambiente en el sector estatal de la transformación del plástico, lo que evidencia la importancia y novedad de esta investigación para la empresa Holplast.

1.3 Situación de la SST y el Medio Ambiente en la Gestión del Mantenimiento en Holplast

El sistema de mantenimiento aplicado en la Fábrica de Tubos de Holguín 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 se muestran a continuación en la tabla 1.1.

Tabla 1.1 Características Técnicas de la Fábrica de Tubos, Holplast:

8	Utilización de aspersores	Acumulación y contaminación ambiental en potencia	-	1	1	2	No Significativo
9	Consumo de electricidad	Agotamiento de los recursos naturales	-	3	2	2	Significativo
		Trabajo de fórum	+	3	3	3	Significativo

Etapa 4. Mejora

Paso 4.1 Elaboración de Inventario de Riesgo

A continuación, se muestra el inventario de riesgo (tabla 2.12), en el cual se tienen en cuenta aspectos como: actividad, situación peligrosa, riesgo, consecuencia, evaluación del riesgo (Paso 2.2) y medidas de control.

Tabla 2.12 Inventario de Riesgos

Actividad	**Situación peligrosa**	**Riesgo**		**Consecuencia**	**Evaluación del riesgo**	**Medidas de control**
Mantenimiento de las máquinas de extrusión	Existencia de altas temperaturas en el área de trabajo.	Físico	Exposición a altas temperaturas	Deshidratación, fatiga.	Tolerable	• Utilizar los medios de protección recomendados. • Solo realizar este mantenimiento cuando las temperaturas sean aceptables.
Área contra incendio	Sistema de protección contra incendio por extintores no adecuado a las características de la empresa.	Físico	Peligro de incendio y explosiones	Quemaduras, perdidas de recursos humanos y materiales	Alto	• Proponer a la dirección la instalación del sistema que va acorde a las características de la empresa.
Mantenimiento sin detener el proceso de producción	Ambiente con altos niveles de presión sonora debido a ruidos propios del	Físico	Exposición a altos niveles de presión sonora	Desconcentración, cefalea, sordera e hipoacusia	Tolerable	• Valorar la posibilidad de recubrir el local con materiales absorbentes.

	proceso producción.					
Mantenimiento con utilización de soldadura eléctrica	Exposición a agentes químicos	Químico	Exposición a agentes químicos gaseosos	Posible aparición de enfermedades respiratorias, cancerígenas, sensibilizante y teratógenos	Tolerable	• Utilizar los medios de protección adecuados a la tarea.
Proceso de mantenimiento	Derrames de grasa	Físico	Caída a un mismo nivel	Lesiones, choque contra objetos inmóviles, golpes, fracturas	Moderado	• Utilizar los aditamentos necesarios para la recolección y transporte.
Proceso de mantenimiento	Desnivel del suelo	Físico	Caída al mismo nivel	Lesiones, choque contra objetos inmóviles, golpes, fracturas	Moderado	• Señalizar los desniveles
Proceso de mantenimiento	Escaleras fijas sin señalización preventiva.	Físico	Caídas de alturas	Lesiones, choque contra objetos inmóviles, golpes, fracturas	Moderado	• Señalizar los desniveles

Paso 4.2 Medidas preventivas y correctivas para la correcta gestión ambiental

A continuación, se muestra la planificación de las medidas de control tabla 2.13. Para su elaboración se tienen en cuenta los responsables, medios y la fecha de ejecución.

Tabla 2.13 Planificación de las medidas de control

Medidas de control	**Responsable**	**Fecha de Ejecución**	**Materiales**
Proponer a la dirección la instalación de un sistema contra incendio que esté acorde a las características de la empresa.	Especialista de mantenimiento	Mayo/2018	Informe
Proponer a la dirección recubrir el local con materiales absorbentes.	Especialista de mantenimiento	Mayo/2018	Materiales absorbentes
Utilizar los medios de protección adecuados en la tarea de soldadura.	Especialista de mantenimiento	Mayo/2018	Carretilla
Utilizar los aditamentos necesarios para la recolección y transporte de aceites y grasas.	Especialista de mantenimiento	Mayo/2018	Cestos y utensilios de limpieza
Señalizar los desniveles	Especialista de	Todo el	Cinta métrica,

	mantenimiento	año	hojas, pancartas, etc.
Valorar la sustitución de los tipos de aceites y grasas por otros más amigables con el Medio Ambiente	Representante de CUBALUB	Mayo/2018	Informe de impacto

2.4 Conclusiones parciales del capítulo

De acuerdo con los elementos expuestos durante el desarrollo del capítulo, se puede concluir que:

1. El estudio de los diversos enfoques y materiales existentes sobre la temática, sirvieron de base para la confección del procedimiento para la seguridad y salud en el trabajo y la protección ambiental en el mantenimiento en fábricas de transformación del plástico, el cual consta de 4 etapas, 10 pasos y 9 tareas. Además, emplea un conjunto de técnicas y herramientas, constituyendo este el aporte fundamental de la investigación.
2. El procedimiento permite realizar un análisis profundo de los principales riesgos a los que se encuentra expuestos los trabajadores de mantenimiento en las fábricas de transformación de materiales plásticos, así como el análisis y estudio de los aspectos e impactos ambientales provocados al realizar esta actividad.
3. La aplicación del procedimiento en Holplast, posibilitó la caracterización del mantenimiento y el análisis de aspectos tales como la iluminación, el ruido, el microclima laboral, las máquinas, los agentes químicos y los aspectos e impactos ambientales, elaborándose el inventario de riesgo y planificándose las medidas de control.

VALORACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO, SOCIAL Y MEDIOAMBIENTAL

Al evaluar los resultados obtenidos en la investigación, se puede plantear que la misma puede reportar impactos económicos, sociales y medioambientales:

Desde el punto de vista económico y medioambiental, el impacto de este trabajo está fundamentado en que la reducción preventiva de riesgos repercute en un aumento de la eficacia de la gestión del mantenimiento y de la eficiencia económica y por tanto a un

mayor grado de competitividad. Esto implica un mejor desempeño de las actividades y procesos, logrando excelentes resultados en cuanto a la calidad del producto que se preste, lo que favorece la reducción de los costos por concepto de accidentes o pérdidas del producto lo que genera beneficios y aumento de las utilidades. Además de su importancia como actividad económica e industrial, pues se trabaja con polietileno de alta densidad (PEAD) brindando protección del medioambiente a través de la reducción del consumo de recursos (materias primas y energía) y de la 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. Además, se promueve el uso de productos ecológicos.

Desde el punto de vista social, se considera que el trabajo realizado puede originar los siguientes efectos:

- Aplicar un procedimiento para contribuir a la mejora de la calidad de vida de los trabajadores del sector estatal de la trasformación del plástico, con la descripción de las técnicas y herramientas necesarias para su implementación,
- 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,
- mejorar los niveles de satisfacción en los trabajadores, al adquirir los conocimientos necesarios para prevenir los riesgos asociados a la SST,
- contribuir con el cumplimiento de los lineamientos de la política económica y social aprobados en el VII Congreso del PCC.

CONCLUSIONES

1. La revisión de diferentes fuentes bibliográficas relacionadas con el diagnóstico de los riesgos asociados a la SST y el diagnóstico a la calidad de la Gestión de Mantenimiento llevado a cabo en Holplast, corroboró la necesidad de diseñar un procedimiento para la Seguridad y Salud en el Trabajo y la protección ambiental en el mantenimiento.
2. La aplicación del procedimiento en Holplast, posibilitó la caracterización del mantenimiento y el análisis de aspectos tales como la iluminación, el ruido, el microclima laboral, las máquinas, los agentes químicos y los aspectos e impactos ambientales, elaborándose el inventario de riesgo y planificándose las medidas de control.
3. Se comprobó que los principales riesgos a los que se encuentran expuestos estos trabajadores son la posibilidad de incendio y explosiones que pueden provocar lesiones al trabajador. Además, se determinó que los aceites y grasas que se utilizan son perjudiciales para el Medio Ambiente.
4. Se demostró la consistencia lógica, flexibilidad, trascendencia, perspectiva y pertinencia del procedimiento desarrollado.

RECOMENDACIONES

1. Aplicar las medidas de control propuestas.
2. Generalizar el procedimiento a otras fábricas de transformación de materiales plásticos en Cuba.
3. Continuar la divulgación de las experiencias y resultados obtenidos en el trabajo de investigación, a través de publicaciones en revistas de alto prestigio académico y participación en eventos científicos lo que contribuirá, de manera significativa, a la generalización de los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta Palmer, H. R. (2013). Resumen del Diagnóstico del Estado de la Gestión de Mantenimiento en las Empresas Seleccionadas por El Ministerio de Industrias.
2. Arias Esteves, Y., & Hidalgo Domínguez, M. d. J. (2018). Estudio bibliométrico de la gestión de mantenimiento en SciELO.
3. Barrachina, M. d. M. B., Rodríguez, M. G., & Amores, M. C. F. (2002). Modelos de implantación de los sistemas integrados de gestión de la calidad, el medio ambiente y la seguridad. Investigaciones europeas de dirección y economía de la empresa, 8(1), 97-118.
4. Barrios, A., & Ortiz, M. (2012). El mantenimiento en el desarrollo de la gestión empresarial. Fundamentos teóricos. Observatorio de la Economía Latinoamericana (170), 1-21.
5. Bolívar, A., & Peña, J. A. (2018). Diseño del sistema de mantenimiento autónomo bajo las políticas del TPM para la empresa FIBRAPUNTO.SA T 214.
6. 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. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctora en Ciencias Técnicas, Universidad Ce
7. Carvajal Brenes, J. (1999). Mantenimiento clase mundial. Revista Mantenimiento. Costa Rica (4), 14-17.
8. Cazañas, R. D., & Martínez, E. D. L. P. (2016). Procedimiento para la planeación integrada producción mantenimiento a nivel táctico. Ingeniería Industrial, 37(1), 36-48.
9. Cho, C., & Ahn, S. (2018). Efficient Maintenance of AODV Routes in the Vehicular Communication Environment with Sparsely Placed Road Side Units. Mobile Information Systems, 2018.
10. Coronel Montenegro, A. S. (2013). Propuesta de implementación de una guía de buenas prácticas ambientales para la empresa Simma (servicio integral de mantenimiento y medio ambiente) provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia la Matriz. LATACUNGA/UTC/2013. Retrieved from http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2742

11. Cortés, J. M., & Díaz, J. M. C. (2007). Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad e higiene del trabajo: Editorial Tebar.
12. Cuartas Pérez, L. A. (2008). ¿What's the maintenance? http://www. unalmed.edu.co/tmp/curso_concurso. Consultado: 28/02/2018
13. Curbelo Martínez, M., Pérez Fernández, D., & Gómez Dorta, R. (2015). Procedimiento para el análisis de la accidentalidad laboral con énfasis en modelos matemáticos. Ingeniería Industrial, 36, 17-28.
14. De la Paz Martínez, E. (2011). " Perfeccionamiento del sistema de mantenimiento en la industria textil cubana: un proceso de mejora continua. Universidad Central de Las Villas, Cuba.
15. De la Paz Martínez, E. M., Espinosa, H. L., & Martínez, A. A. (2017). Evolución del mantenimiento en Cuba y la participación de las universidades en el proceso. Revista CINTEX, 8, 48-53.
16. Dounce Villanueva, E. (1998). La Productividad en el Mantenimiento Industrial. Editorial: El Cid, México.
17. Fernández, F. J. G. (2005). Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado: FC Editorial.
18. García Garrido, S. (2009). Ingeniería del mantenimiento. Renovetec, 1era edición, Madrid, España.
19. Gutiérrez Beltrán, I., & Serpa Valdivia, C. (2015). Análisis y diseño de un plan de mejora en el área de producción de la empresa ALBALUZ SRL utilizando la metodología PHVA: Obtenido de USPM: http://www. usmp. edu. pe/PFII/empresas. php.
20. Hernández Paneque, Y. (2016). Sistema de mantenimiento para la línea de extrusión de polietileno de alta densidad (PEAD) en Holplast. (Tesis presentada en opción a grado académico de Ingeniera Mecánica), Universidad de Holguín, Cuba.
21. Herrera Galán, M., & Duany Alfonzo, Y. (2016). Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. Ingeniería Industrial, 37, 2-13.
22. ISO 14001: 2015, Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos de uso.
23. Jiang, Z., Chen, G., Jin, X., & Wang, Y. (2018). Analysis of security operation and maintenance system using privacy utility in media environment. Multimedia Tools and Applications, 1-11.

24. Ley No.81: 1997 "Del Medio Ambiente".
25. Li, B., Bi, Y., He, Q., Ren, J., & Li, Z. (2018). A low-complexity method for authoring an interactive virtual maintenance training system of hydroelectric generating equipment. Computers in Industry, 100, 159-172.
26. Loaiza, N. P., & Muñoz, J. E. (2018). Diseño del Sistema Integrado de Gestión apoyado en la filosofía TPM (Mantenimiento Productivo Total) para una pyme. Revista Ingeniería Industrial, 4(4), 95-102.
27. López, S. M., A. (2014). Mantenimiento exposición y consecuencias (I. N. d. S. e. H. e. e. Trabajo & -. M. C/ Torre Laguna Eds. Madrid, agosto 2014 ed.).
28. Machado, L., Gonçales Filho, M., Carrazo, N. C., Melega Duarte de Oliveira, A. C., Meneguite Âvila, L., Pires Ferreira, N., & Celso de Campos, F. (2017). The methodology of machinery and equipment maintenance adopted by the textile industries located in the Zona da Mata Mineira. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 25, 134-142.
29. Mora, L. A. (2009). Mantenimiento, planeación, ejecución y control: Alfaomega Grupo Editor.
30. MTSS (2002).

31. Navarro, C. S. O. (2009). Estrategia ambiental para mantenciones programadas de MASISA.SA, Planta Ranco.
32. Nguyen, T. A. T., & Chou, S.-Y. (2018). Maintenance strategy selection for improving cost-effectiveness of offshore wind systems. Energy Conversion and Management, 157, 86-95. doi: https://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.11.090
33. Norma COVENIN 3049-93- Venezuela. Mantenimiento. Definiciones. (2001), from http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/3049-93.pdf. Consultado: 19/02/2018
34. PCC. (2016). Plan Nacional de desarrollo económico y social hasta el 2030: Propuesta de visión de la nación, ejes y sectores estratégicos. Aprobado por el VII Congreso del PCC. La Habana, Cuba.
35. Pérez Estrada, A. (2004). La protección Ambiental en el Mantenimiento Industrial. Un enfoque para su Gestión.
36. Pérez Estrada, A. & De la Paz Martínez, E. M. (2016). Eco-eficiencia en la fabricación de piezas de repuesto: un estudio de caso. Ingeniería Industrial, 37(3), 231-243.

37. Pérez Pérez, M. (2016). Modelo de gestión del mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo para fábricas de transformación de plásticos. (Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Mantenimiento y Reacondicionamiento de Máquinas), Universidad de Holguín, Cuba.
38. Rezzónico, R., & Fernandez, L. (2013). Complejidad, estrategia y gestión sustentable de riesgos. Paper presented at the Actas VI Congreso Argentino de Ingeniería Industrial (COINI 2013).
39. Rodríguez González, I. (2017). Seguridad y Salud en el Trabajo. La Habana, Cuba: Félix Varela.
40. Rojas Bastista, D. (2018). Procedimiento para la planificación y organización de la gestión del mantenimiento en fábricas de transformación de plástico. (Tesis presentada en opción a grado académico de Ingeniera Industrial), Universidad de Holguín, Cuba.
41. Romero Pérez, J. (2012). Modelo de gestión y seguridad en el matenimiento.
42. Schnall, P. L., Dobson, M., Rosskam, E., & Elling, R. H. (2018). Unhealthy work: Causes, consequences, cures: Routledge.
43. Shockey, T. M., Luckhaupt, S. E., Groenewold, M. R., & Lu, M.-L. (2018). Frequent Exertion and Frequent Standing at Work, by Industry and Occupation Group United States, 2015. Morbidity and Mortality Weekly Report, 67(1), 1.
44. Sibaja, R. C. (2002). Salud y seguridad en el trabajo: Euned.
45. Sittig, D. F., & Singh, H. (2018). A Sociotechnical Approach to Electronic Health Record Related Safety Key Advances in Clinical Informatics (pp. 197-216): Elsevier.
46. Stegmaier, R., P. Viveros, P., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo Márquez, A. (2012). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería, Volumen 21, No. 1: pp. 125-138.
47. Tavares, L. A. (1999). Administración moderna de mantenimiento: Novo Polo Publicacoes.
48. Torres, L. D. (2005). Mantenimiento: su implementación y gestión.
49. Vega, A., & Pilar, R. (2018). Evaluación de la implementación y funcionamiento de un sistema de gestión de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente de los proyectos de habilitación urbana de una empresa inmobiliaria.

50. Velandia, J. H. M., & Pinilla, N. A. (2013). De la salud ocupacional a la gestión de la seguridad y salud en el trabajo: más que semántica, una transformación del sistema general de riesgos laborales. Innovar, 23(48), 21.
51. Zaror, C. A. Z. (2002). Introducción a la ingeniería ambiental para la industria de procesos: Editorial Universidad de Concepción.
52. Zazo, M. P. D. (2015). Prevención de riesgos laborables. Seguridad y salud laboral: Ediciones Paraninfo, SA.

ANEXOS

Anexo 1. Principales aportes y deficiencias en las metodologías para la gestión de la Seguridad y Salud en Trabajo y el Medio Ambiente.

Metodologías	Aportes	Deficiencias
Procedimiento para el análisis de la accidentalidad laboral con énfasis en modelos matemáticos	• Análisis de diferentes modelos matemáticos para explicar la accidentalidad laboral, identificando la Regresión Logística es aquel que brinda resultados con un menor margen de error. • Posee un procedimiento para el análisis de la accidentabilidad basado en la utilización de un modelo matemático, con una secuencia de cuatro etapas básicas conformadas por 12 pasos.	• No define las responsabilidades. • No tiene en cuenta el ciclo de mejora continua. • No controlan y evalúan las medidas tomadas.
Procedimiento para la planeación integrada Producción Mantenimiento a nivel táctico	• Consta con un procedimiento diseñado para contribuir a la integración planificación de la Producción planificación del Mantenimiento, a mediano plazo. • Conjuga metodologías existentes para la Gestión del Mantenimiento, como el Mantenimiento Centrado en la	• Se sustenta en la idea de que lo más importante es lograr el cumplimiento de los objetivos de Producción y no tienen en cuenta el impacto en la gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo y en el Medio Ambiente.

	Confiabilidad(MCC), y otras para el mejoramiento de la gestión empresarial como el Análisis del Valor y la Teoría del Control Borroso.	
Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo	• Presenta un modelo que se compone de siete etapas, las cuales se desarrollan progresivamente según el escenario de la organización. • Desarrolla un modelo de gestión de mantenimiento bajo la visión de mejora continua, considerando una revisión profunda de un conjunto representativo de modelos de gestión de mantenimiento.	• Se basa en la utilización de tecnologías informáticas no disponibles en nuestro país • Utilizan el mantenimiento productivo total que no es aplicable a Holplast por el grado de especialización de los equipos
Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento	• Demuestra la importancia de implementar un sistema de gestión de mantenimiento para el control de las actividades del departamento, independientemente de la disponibilidad de recursos. • Plantea que el proceso de implementación tiene componentes claves, tales como: el compromiso por parte de la	• La metodología consta de cuatro fase pero no está correctamente elaboradas las acciones a tomar en cada una de ellas.

	administración de la empresa a la hora de iniciar el proceso de implementación, la identificación de las debilidades y amenazas, y la entrega total de los trabajadores del departamento de mantenimiento.	

The methodology of machinery and equipment maintenance adopted by the textile industries located in the Zona da Mata Mineira

Tarea 2.1.2 Análisis de los agentes químicos

Tarea 2.1.3 Riesgos ergonómicos

Tarea 2.1.4 Riesgos psicosociales

Paso 2.2 Evaluación del riesgo

Tarea 2.2.1 Estimación del riesgo

Etapa 3. Análisis del Medio Ambiente_____

Se propone como objetivo diseñar un procedimiento que permita la correcta gestión ambiental en los trabajos de Medio Ambiente.

Paso 3.1 Diagnóstico del estado actual de la gestión ambiental

Tarea 3.1.1 Aplicar la lista de chequeo

Tarea 3.1.2 Análisis de los aspectos negativos del Medio Ambiente en la lista de chequeo

Paso 3.2 Determinación de los aspectos y factores ambiental

Tarea 3.2.1 Identificación de los aspectos ambientales en proceso de mantenimiento

Tarea 3.2.2 Factores ambientales

Paso 3.3 Determinación de los impactos ambientales

Etapa 4. Mejora_____

El objetivo consiste en mejorar la calidad del proceso y lograr la retroalimentación de los resultados.

Paso 4.1: Elaboración de Inventario de Riesgo

Paso 4.1: Medidas preventivas y correctivas para la correcta gestión ambiental

Sugerencias:

_____

_____

_____

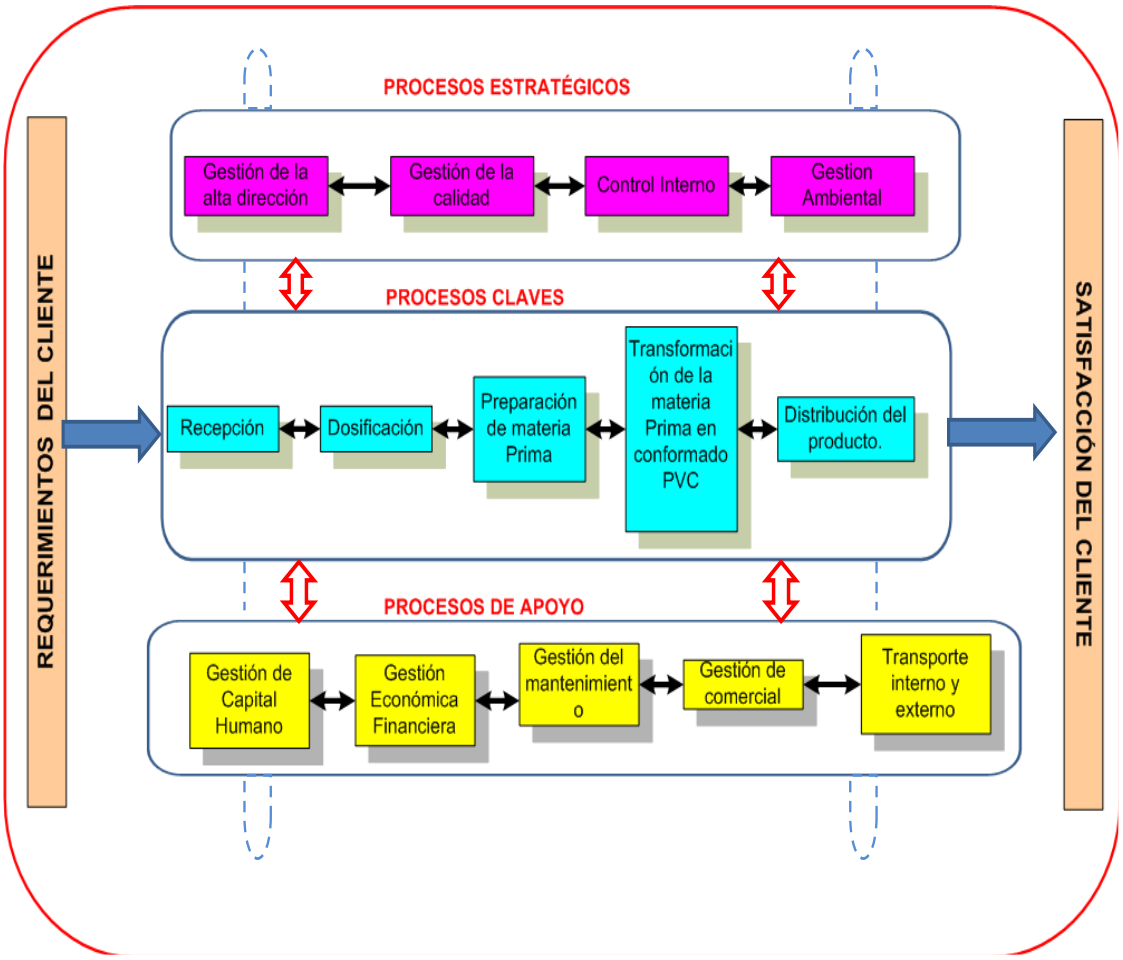
_____

_____

_____

_____

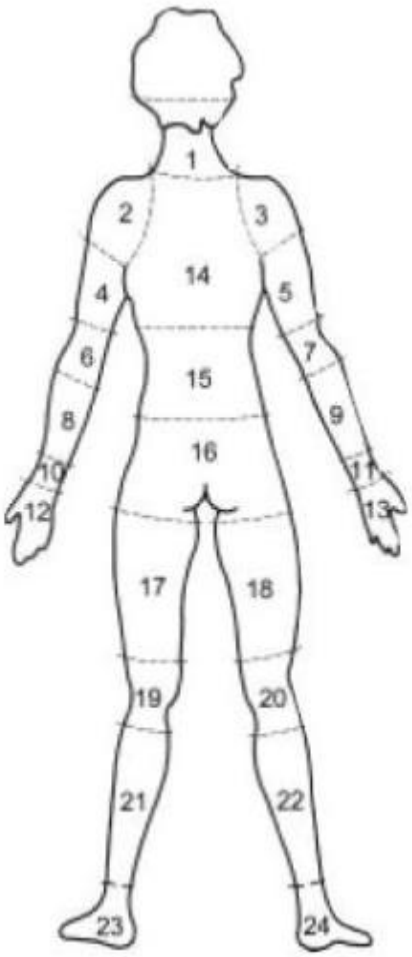
Anexo 3. Mapa de proceso.



Anexo 4. Encuesta para diagnosticar molestias físicas.

¿Siente usted algún dolor o molestia en músculos, articulaciones o huesos que atribuye al trabajo que realiza? En caso afirmativo, marque con una cruz en la casilla correspondiente.

	A veces	A menudo	Muy a menudo
1) Cuello			
2) Hombro izdo.			
3) Hombro dcho.			
4) Brazo izdo.			
5) Brazo dcho.			
6) Codo izdo.			
7) Codo dcho.			
8) Antebrazo izdo.			
9) Antebrazo dcho.			
10) Muñeca izda.			
11) Muñeca dcha.			
12) Mano izda.			
13) Mano dcha.			
14) Zona dorsal			
15) Zona lumbar			
16) Nalgas/caderas			
17) Muslo izdo.			
18) Muslo dcho.			
19) Rodilla izda.			
20) Rodilla dcha.			
21) Pierna izda.			
22) Pierna dcha.			
23) Pie/tobillo izdo.			
24)Pie/tobillo dcho.			



Fuente: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. ¡Da la espalda a los trastornos musculo-esqueléticos!

Anexo 5. Lista de chequeo de los aspectos ambientales.

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 reaizados 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