Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"
Facultad de Ciencias Económicas e Informática
Departamento de Ingeniería Industrial

TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS. MENCIÓN EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y LOS SERVICIOS

Título: Contribución al mejoramiento de la gestión del mantenimiento de los equipos críticos de la Planta de Pella en la empresa SIDOR C.A.

Autor: Lcdo. Alfredo de Jesús Davis Zapata
Tutor: Dr. C. Reynol Hernández Maden

Venezuela, Puerto Ordaz, Julio 2014

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Yo, Alfredo de Jesús Davis Zapata, me declaro como único autor de este Trabajo de Maestría, como parte de la culminación de mis estudios de máster en Administración de Empresa, mención Gestión de la Producción y de los Servicios; en calidad de lo cual autorizo a la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, a la Universidad Bolivariana de Trabajadores “Jesús Rivero”, y a la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” SIDOR C.A., a hacer uso del mismo con la finalidad que estime conveniente.

Alfredo de Jesús Davis Zapata

NOTA DE ACEPTACIÓN

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Presidente Tribunal

_____

Secretario del Tribunal

_____

Miembro del Tribunal

Puerto Ordaz, Venezuela, a los _____ días del mes de _____ del 2014.

DEDICATORIA

Quiero iniciar dedicando esta tesis para optar al título de máster en administración de empresas mención en gestión de la producción y los servicios, a Dios, por darme entendimiento, sabiduría, salud y mucha paciencia para culminar este trabajo de maestría y por estar conmigo en todo momento.

En especial a mis hijos; Almarys Davis, Damarys Davis y Alfredo Davis a quienes quiero con todo mi corazón, en ustedes me inspiro para continuar adelante, para darle ejemplo de perseverancia, constancia y esfuerzo para alcanzar las metas que uno se proponga en la vida, ustedes han sido mi guía, de hacer esto posible una realidad, en la vida hay un porqué de hacer las cosas y ustedes forman parte de ese porque, los amo y espero que este paso que hoy estoy dando, sea una orientación para que alcancen sus metas, y si yo lo logre ustedes también lo lograran, los amo su papa.

A mi esposa Marly Nuñez quien me ha apoyado, y acompañado en todo momento para que pueda alcanzar este logro más en mi vida, gracias esposa por estar conmigo en estas largas noches.

A mi mama Nelly Zapata, por ser una madre ejemplar con un corazón de temple en la formación y educación en cada uno de sus hijos, quien me enseño y me dejo plasmado la siguiente frase (Hijo si puedes! Tú puedes, hazlo!). Gracias mami por esas palabras que día a día me llevan alcanzar grandes metas en la vida, siempre te lo voy agradecer.

A mis hermanos; Anell Davis, Nellys Davis, y José Alexis Davis, por estar presentes siempre.

Al Profesor Reynol Hernández Maden, quien con su enseñanza y recomendaciones me ayudo a plasmar las ideas en esta tesis, como usted me dijo profe; “Vamos Alfredo que si se puede”, y fue así profesor aquí está un resultado, esta experiencia la llevare siempre presente para seguir alcanzado futuras metas.

AGRADECIMIENTOS

A Dios primeramente por darme salud y tiempo de vida necesario para estar hoy aquí, por guiarme y ayudarme. Por su protección y fuerza constante para que este reto fuese logrado.

A la Universidad Bolivariana de Trabajadores “Jesús Rivero” y la Universidad “Camilo Cienfuegos” de Matanzas de Cuba, que me dieron la oportunidad de cursar estudios, a través del convenio Cuba-Venezuela, permitiendo adquirir conocimientos necesarios para mi formación profesional y conocer la experiencia y calidad humana de los profesores y maestrantes que participaron en el postgrado.

A todas aquellas personas que de una u otra forma aportaron para la realización de estas tesis, familiares, amigos, compañeros, muchas gracias.

RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito realizar el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos de la Planta de Pella en la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro”. El trabajo plantea como objetivo general: desarrollar un procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento de los equipos críticos en la Planta de Pella de SIDOR, así como los procedimientos específicos asociados que permitan elevar la efectividad en la gestión del mantenimiento. El estudio que se propone en este trabajo se desarrolla como una investigación de tipo documental, de campo, exploratoria y descriptiva.

El procedimiento que se utilizó para que fuera posible alcanzar los objetivos, requirió de la realización de las siguientes actividades: revisiones y análisis de las referencias bibliográficas, recopilación de información y datos históricos de fallas, tiempo de demoras, no disponibilidad de los equipos, horas de reparación ejecutadas, producción programada real y toneladas dejadas de producir por causas de mantenimiento, selección de la estrategia de aplicación más adecuada para la gestión del mantenimiento de equipos críticos.

Palabras claves: gestión, mantenimiento, siderúrgica, fallas, indicadores.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN		1
CAPÍTULO I	MARCO TEORICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN	9
1.1.	Breve caracterización de los activos fijos	10
1.2	El mantenimiento en las organizaciones	12
1.2.1	Los objetivos y funciones del mantenimiento	16
1.2.2	Sistemas de mantenimiento	18
1.3	La gestión o administración del mantenimiento	23
1.3.1	La informática aplicada al mantenimiento	28
1.4	La gestión del mantenimiento industrial en Venezuela	29
1.5	La gestión del mantenimiento en los procesos siderúrgicos de hierro-acero	33
1.6	Conclusiones parciales del capítulo I	34
CAPÍTULO II	PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CRÍTICOS DE LA PLANTA DE PELLA	36
2.1	Desarrollo del procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento de equipos críticos	36
2.2	Conclusiones parciales del capítulo II	49
CAPÍTULO III	APLICACIÓN PARCIAL DEL PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CRÍTICOS DE LA PLANTA DE PELLA	51
3.1	Caracterización de la empresa SIDOR, C.A.	51
3.2	Aplicación parcial del procedimiento general al objeto de estudio	55
3.2.1	Fase: Preparación	55
3.2.2	Fase: Realización del diagnóstico de mantenimiento	58
3.2.3	Fase: Sistema de Mantenimiento de Equipos Críticos	66
3.3	Conclusiones parciales del capítulo III	67
	CONCLUSIONES	69
	RECOMENDACIONES	71
	BIBLIOGRAFÍA	72

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PAG
Tabla 1.1. Investigaciones de autores venezolanos sobre el tema de mantenimiento industrial	31
Tabla 2.1. Áreas y funciones a diagnosticar	39
Tabla 2.2. Variantes de mantenimiento	45
Tabla 3.1. Funciones del mantenimiento	57
Tabla 3.2. Áreas y funciones a diagnosticar. Planta de Pella	60
Tabla 3.3. Indisponibilidad, enero – junio 2014	63
Tabla 3.4. Análisis de duración de las paradas, enero junio 2014	65
Tabla 3.5. Clasificación del tipo de fallo	67

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PAG
Figura 1.1. Hilo conductor para la construcción del marco teórico y referencial de la investigación	9
Figura 1.2. Mapa conceptual acerca de los activos	11
Figura 1.3. Evolución de las técnicas y objetivos del mantenimiento durante los últimos setenta años	15
Figura 1.4. Funciones básicas del mantenimiento	17
Figura 1.5. Fases de la gestión de mantenimiento	23
Figura 1.6. Esquema para el desarrollo de la estrategia de mantenimiento	26
Figura 1.7. Costos comparativos de mantenimiento en distintos sectores industriales	33
Figura 2.1. Procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento de equipos críticos	38
Figura 3.1. Representación del flujo del proceso de SIDOR	54
Figura 3.2. Flujograma del Sistema de Reducción	55
Figura 3.3. Organigrama General de SIDOR	56
Figura 3.4. Radar de control	61
Figura 3.5. Indisponibilidad, enero – junio 2014	63
Figura 3.6. Análisis de duración de parada enero junio 2014	65
Figura 1. (Anexo 2) Algoritmo de clasificación	

ÍNDICE DE ANEXOS

CONTENIDO

Anexo 1. Paradigmas del mantenimiento
Anexo 2. Algoritmo para la clasificación de los equipos críticos
Anexo 3. Listado de Fallas de Equipos 2014
Anexo 4. Fallas eléctricas y mecánicas Pellas 2014

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento en los equipos industriales hay que entenderlo como una acción que debe estar en línea con la generalidad de las empresas. Las funciones del servicio deben ser las de evitar las averías y resolver los problemas de prestación a los equipos al menor costo posible, garantizando condiciones de calidad, y seguridad tanto para los equipo como para las personas. En consecuencia, no solo se debe hacer que las máquinas no se rompan (condiciones necesaria, pero no suficiente) sino que se debe corregir, de las mismas, un funcionamiento óptimo (condición suficiente). En este sentido, hay que comprender y tener conciencia que la realización del mantenimiento adecuado permitirá que haya una mayor disponibilidad de los equipos, menos fallas, menos parada de emergencia y disminución de los costos. Por lo tanto, de la ejecución de un buen mantenimiento dependerá una mayor productividad y el cumplimiento al cliente a tiempo, formando una mayor rentabilidad para las empresas.

La evolución de las técnicas de mantenimiento ha sido el resultado de la necesidad de adaptación a las nuevas demandas. De igual modo, las pautas de trabajo han ido variando hasta colocarse en línea con los cambios operativos obtenidos de la evolución del mercado y de la tecnología.

En los comienzo de la era industrial se operaban las maquinas hasta que se rompiera, entonces se procedía a repararla. *¿Por qué el fallo total con la posibilidad de que el problema se agrave y produzca una larga parada, con las siguientes perdidas de producción*? Era preferible perder algo de vida útil del equipo o componente y cambiarlo en el momento adecuado para evitar pérdidas mayores.

Más adelante se fueron desarrollando técnicas que permitían predecir, bajo ciertas condiciones, la situación del equipo o componente, aumentando el aprovechamiento de la vida útil del mismo, disminuyendo aun más los costos. Cuando se produce una falla, particularmente si esta es repetitiva, es importante determinar la causa real de la misma y tomar las acciones del caso para evitar su repetición. En el diseño o modificación de una máquina, se hizo importante la opinión del personal de mantenimiento a los efectos de volcar la experiencia recogida, para lograr máquinas que pudieran tener una menor posibilidad de sufrir averías y con mejoras en su mantenimiento.

En los últimos tiempos, se introduce la participación del personal operativo en el mantenimiento de su equipo y del personal de todos los sectores, a través de la formación de pequeños grupos. De esta manera el mantenimiento productivo total (TPM) es una metodología de mantenimiento que comienza desde las primeras etapas de diseño de la máquina y que requiere de la participación del personal de todos los sectores. (Horacio Bergero 2005)

La importancia del Mantenimiento industrial es de gran relevancia ya que busca alargar la vida útil de los equipos de forma rentable mediante la combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión. Calcular beneficios, costes de fallos, especiales y de redundancias son cuestiones fundamentales para lograr un mantenimiento óptimo en cada sector empresarial.
El hierro se encuentra en grandes cantidades en la corteza terrestre formando parte de diversos minerales (óxidos, minerales hidratados, carbonatos, sulfuros, silicatos, etc.). Desde tiempos prehistóricos, el hombre ha aprendido a preparar y procesar estos minerales por medio de operaciones de lavado, triturado y clasificado, separación de la ganga, calcinado, sinterizado y granulado, para fundir los minerales y obtener hierro y acero. A lo largo de la historia, muchos países han desarrollado una próspera industria siderúrgica basada en los suministros locales de mineral y en la proximidad de bosques para obtener carbón vegetal como combustible. A comienzos del siglo XVIII, el descubrimiento de que se podía utilizar coque en lugar de carbón vegetal revolucionó la industria, hizo posible un rápido desarrollo de la misma y sentó las bases para los demás avances de la Revolución Industrial.

Los países que poseían yacimientos naturales de carbón próximos a yacimientos de mineral de hierro disfrutaron de grandes ventajas. La fabricación de acero se desarrolló básicamente en el siglo XIX, al inventarse los procesos de fusión; el Bessemer (1855), el horno de hogar abierto, normalmente calentado a base de gas pobre (1864); y el horno eléctrico (1900). Desde mediados del siglo XX, el tratamiento con oxígeno principalmente el proceso Linz-Donowitz (LD) de lanza de oxígeno hizo posible la fabricación de aceros de alta calidad con unos costes de producción relativamente bajos.
Hoy en día, la producción de acero es indicativa de la prosperidad de una nación y constituye la base para la producción en serie de muchas otras industrias, como la construcción naval, la construcción de edificios y la fabricación de automóviles, maquinaria, herramientas y equipamiento doméstico. El desarrollo de los transportes, especialmente del marítimo, ha hecho económicamente rentable el intercambio internacional de las materias

Para poder competir en cualquier nivel productivo o de operación, tanto a nivel nacional como internacional, es necesario que sistemas y equipos funcionen a niveles cada vez más altos de eficiencia, impensables hace un par de décadas. Mejoras en calidad, tiempos de respuesta cada vez más cortos y cambios continuos en la demanda de productos y servicios generan necesidades cada vez más altas de rendimiento en el Mantenimiento.

A su vez, las actividades de mantenimiento ha evolucionado de manera clara en las últimas dos décadas con respecto a:

- Mayor control de los tiempos de disponibilidad, eficiencia energética, mejores indicadores de rendimiento, etc.
- Mejores tecnologías de control, como las de inspección y condición.
- Una mayor conciencia de la importancia de la formación del personal dedicado a las actividades de mantenimiento, incluyendo asimismo al personal de operación (estrategias TPM Mantenimiento Productivo Total).
- Los avances en materia de seguridad, tanto para personas como para las máquinas y de Protección del medio ambiente.

Aunque es evidente que en los últimos años esta evolución ha conllevado grandes avances en el mantenimiento, en especial, en el aumento de la disponibilidad y fiabilidad de la maquinaria, también es cierto que todavía se puede recorrer un largo camino para llegar a una optimización completa en muchos ámbitos de aplicación. La optimización de los recursos pasa por estudiar bien los costes y los riesgos que significan realizar mejoras de mantenimiento. Conceptos como producción ajustada, cero defectos, optimización del ciclo de vida, (producción/ mantenimiento) etc., introducen constantemente nuevos requerimientos a las funciones de operación y mantenimiento, y aunque se está consiguiendo una alta eficacia en el desempeño de las operaciones, todavía es posible mejorar la eficiencia, es decir, el ratio coste-beneficio resultante de dichas operaciones.

El significado de lo que se conoce como fallas o averías, también ha ido cambiando a lo largo de los últimos 50 años, pasando desde el elemental “anda no anda” hasta involucrar las características de accionamiento de equipo. Así, hoy se considera que un equipo falla cuando su funcionamiento medido en todos los parámetros de control no es especificado. Por lo tanto, se considera que un equipo se encuentra en estado de falla cuando no funciona en forma eficiente o cuando el producto no alcanza la calidad especificada. En consecuencia, se puede definir como falla, a la acción o acontecimiento que evita el buen funcionamiento de un equipo, aunque este no deje de funcionar. Las fallas son al mantenimiento, lo que las enfermedades son a la medicina: su razón de ser.

En los últimos treinta años, el mantenimiento dentro de la industria moderna ha experimentado una serie de profundas transformaciones a nivel tecnológico, económico, social, organizacional y humano. Estos cambios son consecuencia de la actual competitividad de los negocios y la

globalización de los mercados. Ante este panorama, los principios de la “gestión de activos basada en Ingeniería de la confiabilidad operacional”, representan la única vía efectiva que permite a las empresas, enfrentar de forma eficiente los retos constantes a los cuales están sometidas las organizaciones de hoy.

La confiabilidad operacional se define como una serie de procesos de mejoramiento continuo, que incorporan en forma sistemática, avanzadas herramientas de diagnóstico, técnicas de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar la gestión, planeación, ejecución y control de la producción industrial. La confiabilidad operacional lleva implícita la capacidad de una instalación (procesos, tecnología, gente), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un específico contexto operacional.

Las áreas de mantenimiento de la industria moderna deben preparase para un entorno dinámico, propio de una economía globalizada y de constante evolución tecnológica, adoptando esquemas flexibles que le permitan cambiar y evolucionar en todos los aspectos de la organización a fin de asegurar su viabilidad futura.

La gestión integral del mantenimiento busca garantizarle al cliente interno o externo la disponibilidad de los activos fijos, cuando lo requieran con confiabilidad y seguridad total, durante el tiempo óptimo necesario para operar con las condiciones tecnológicas exigidas previamente, para producir bienes o servicios que satisfagan necesidades, deseos o requerimientos de los usuarios, con los niveles de calidad, cantidad y tiempo solicitados, en el momento oportuno, al menor costo posible y con los mayores índices de productividad, rentabilidad y competitividad.

En este nuevo milenio el área de mantenimiento ha sufrido grandes transformaciones dejando de ser vista como un centro de costos, para pasar a ser un proceso integral que contribuye a la generación de utilidades industriales, y es responsable de la sobrevivencia de la empresa. El mantenimiento actual posee un rol destacado dentro de la confiabilidad operacional por su importante contribución a la seguridad, respeto al medio ambiente, productividad y rentabilidad industrial, garantizado una alta disponibilidad y confiabilidad de los activos. Con la finalidad de explotar las ventajas disponibles en la gestión de activos y de garantizar su gerencia responsable.

Las industrias tradicionales, situadas en las primeras regiones industrializadas de Europa occidental, tales como la siderurgia, la metalurgia, la construcción naval (astilleros), industrias

textiles o la minería, han alcanzado la madurez sin adaptarse a las nuevas necesidades productivas, caídas de los precios debido a la competencia de países subdesarrollados y concienciación ambiental actual que choca con su alta capacidad de contaminación. Todos estos factores han provocado una crisis generalizada en todos los países desarrollados entorno a estos sectores. Para paliar los efectos de esta crisis, desde los gobiernos se han lanzado planes de reconversión industrial para las viejas zonas industriales. Estos planes consisten en el cierre de las empresas obsoletas y el fomento público mediante incentivos fiscales o financieros, para la instalación de nuevas empresas de sectores diferentes en estos lugares. Problemas asociados a la reconversión industrial son el aumento del paro y la conflictividad social (huelgas, manifestaciones, etc.).

Por otro lado, existen problemas ambientales asociados a la industria que están relacionados con la emisión de residuos que acompaña a la producción industrial. Estos residuos ya sean, líquidos, sólidos o gaseosos, van a generar una contaminación que puede llegar a afectar a la salud humana. Con la evolución del tiempo ha ido creciendo la concienciación social de los países desarrollados sobre esta cuestión, y como respuesta a esto, los diferentes gobiernos han elaborado leyes más o menos restrictivas contra la emisión de contaminantes a la naturaleza. Estas medidas se traducen en un aumento de los costos de producción, por lo que en algunos casos, ha afectado al traslado de las industrias más contaminantes y de vertederos de residuos a países subdesarrollados que son más permisivos en los temas ambientales.

Los problemas más importantes que debe afrontar hoy en día el sector industrial del país están relacionados con la obsolescencia y la falta de mantenimiento de los equipos en el sector siderúrgico, por otra parte los problemas ambientales asociados al deterioro de los equipos la cual emite residuos contaminantes al ambiente; los problemas se generan por el desgaste o muerte infantil de los equipos disminuyendo así la vida útil del equipo, provocando a su vez las fallas y las averías de los equipos.

La importancia del mantenimiento industrial en Venezuela está contemplada en el Plan Nacional de la Patria donde se impulsara las actividades de las empresas estadales de mantenimiento para mejorar el tiempo, servicio y costo de las paradas de plantas, así como en el sistema de refinación nacional y mejoradores.

Mediante lo investigado la síntesis se fundamentó en la investigación cuyo **problema a resolver** se plantea como la disminución en la operatividad de los equipos críticos[1] de la planta de Pella.

A partir del problema planteado, el **objetivo general** de la investigación consiste en desarrollar un procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento de los equipos críticos en la Planta de Pella de SIDOR, así como los procedimientos específicos asociados que permitan elevar la efectividad en la gestión del mantenimiento.

El objetivo general se desglosa en los siguientes objetivos específicos:

1- Analizar de modo crítico la literatura especializada, que permita caracterizar el mantenimiento como alternativa de decisión frente al desgaste de los activos fijos, particularizando en el sector industrial siderúrgico, con el fin de construir el marco teórico referencial de la investigación.

2- Desarrollar un Procedimiento General que permita mejorar la Gestión del mantenimiento de los equipos críticos de la Planta de Pella.

3- Aplicar parcialmente el procedimiento general y los procedimientos específicos propuestos, en los equipos críticos seleccionados.

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron métodos y técnicas de análisis y síntesis, dinámica de grupos, análisis comparativo, entrevistas, así como el procesamiento computacional de los resultados, sin excluir el análisis lógico, la analogía, la reflexión y otros procesos mentales que también le son inherentes a toda actividad de investigación científica.

El documento de la tesis se estructura en una Introducción, donde se caracteriza la situación problémica y se fundamenta el problema científico a resolver. En el Capítulo I donde se expone la fundamentación teórica, en el Capítulo II se desarrolla el procedimiento general propuesto, mientras que en el Capítulo III se expone la aplicación del mismo y el análisis de los resultados. Finalmente, grupo de Conclusiones y Recomendaciones derivadas de la investigación realizada; la Bibliografía consultada y Anexos como complemento de los resultados expuestos.

[1] Se definen como equipos críticos a uno o más equipos que afectan el material semi terminado, así como aquel equipo que genere una parada de planta, afectando significativamente los resultados de la misma.

CAPITULO I. MARCO TEORICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

Los análisis, consultas y estudios realizados por el autor de esta Tesis de Maestría, en el área de Gestión del Mantenimiento Industrial, en el contexto de los procesos productivos siderúrgicos, permitieron plantear el hilo conductor y la estructura del Marco Teórico Referencial de la investigación, a partir del problema científico a resolver, y sintetizado en la introducción de este documento. En el hilo conductor para construir el marco teórico referencial de la investigación, que se muestra en la Figura 1.1, se consideraron los aspectos siguientes: un análisis crítico de la literatura especializada y otras fuentes, con vistas a precisar los principales aspectos conceptuales involucrados en la investigación. La revisión realizada se estructuró de forma tal que permitiera el análisis del estado del arte y de la práctica en la temática que es objeto de estudio, permitiendo sentar las bases teórico prácticas del proceso de investigación. Se hace énfasis en la gestión del mantenimiento en las organizaciones, específicamente en la industria manufacturera. Además, se realiza una caracterización de la gestión del mantenimiento en Venezuela.

Figura 1.1. Hilo conductor para la construcción del marco teórico y referencial de la investigación (Fuente: elaboración propia).

1.1 Breve caracterización de los activos fijos

Un **activo** es un bien tangible o intangible que posee una empresa o persona natural por extensión, se denomina también activo a lo que una empresa posee constituyendo un sistema

construido con bienes y servicios, con capacidades funcionales y operativas que se mantienen durante el desarrollo de cada actividad socio-económica específica. (Ortega Paredes, 2012)

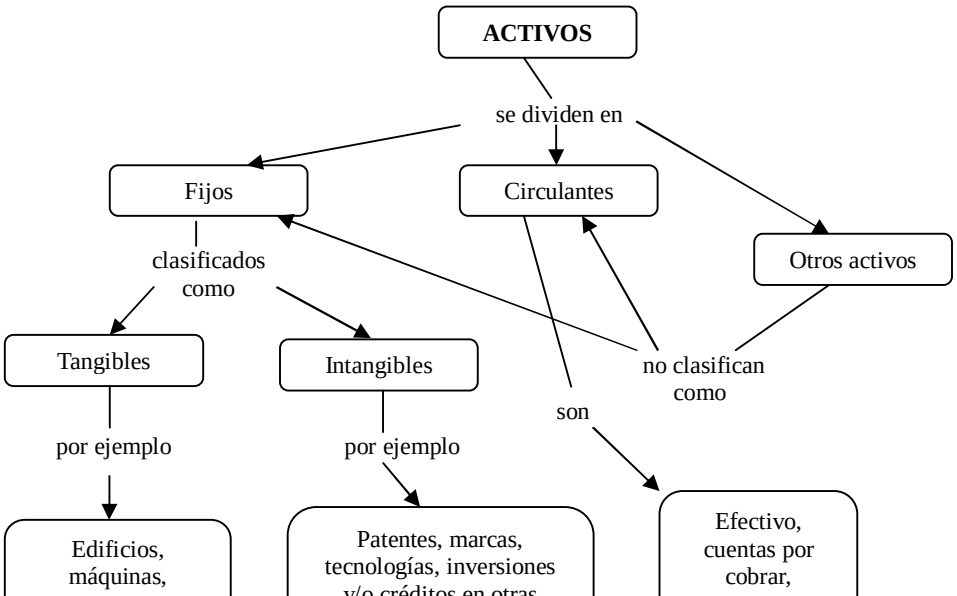
Para lograr el desarrollo económico de una sociedad, es necesario invertir parte de la ganancia obtenida en adquirir nuevos medios de producción, que conducirán a la obtención de mejores resultados productivos. Una parte importante de los medios de trabajo lo constituyen los activos fijos también denominados activos físicos.

No obstante a las diferentes denominaciones expresadas, por lo general los autores coinciden en que: son medios creados por el trabajo humano y adquiridos con la finalidad de ser usados en la producción, tienen vida limitada aunque va más allá de un ejercicio económico o año fiscal, 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)

Según autores como Gitman (2003) los activos fijos se clasifican en tangibles e intangibles, tomando en consideración el carácter material o inmaterial de los mismos. Otros autores como Gómez (2001) y Baca (2000) denominan a los activos fijos tangibles como activos físicos.

A los efectos de esta investigación se asumirá la denominación de activos fijos, situando el foco solo en los activos fijos tangibles.

El mapa conceptual representado en la Figura 1.2, es un intento para explicar esta clasificación y la lógica de las interacciones.



En el transcurso de la realización de productos, los activos fijos se desgastan gradualmente, pierden exactitud y potencia y en última instancia se rompen. Las roturas, también conocidas como averías, crean interrupciones considerables y pueden llegar a detener los procesos, provocando pérdidas económicas.

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

Toda empresa de producción industrial cuenta con equipos dentro de sus instalaciones, que permiten ejecutar de manera más eficiente los procesos productivos, por lo que surge la necesidad de generar un plan de mantenimiento para garantizar que estos equipos se encuentren en un estado óptimo y confiable.

En el mantenimiento es fundamental tener las bases fundadas en una estrategia coherente con las metas de la empresa y una política de recursos humanos, control, mejoramiento continuo y por último direccionarse hacia la excelencia en la gestión de los activos.

1.2 El mantenimiento en las organizaciones

Concepto de mantenimiento

El vocablo mantenimiento se aplica en general en todos los órdenes de la vida, desde la forma física hasta la estética, desde la cosmética hasta el hogar en el sentido de mantener una familia. Este trabajo se refiere al mantenimiento de sistemas industriales.

El concepto de mantenimiento ha ido evolucionando a medida que se han incorporado innovaciones tecnológicas a los diseños de sistemas nuevos. Hasta tiempos relativamente recientes, los sistemas se mantenían con la idea de que iban a durar un tiempo determinado, pero modernamente esto no es así para algunos sistemas sobre todo para los que son muy

costosos. Estos se renuevan y modernizan a medida que parte de ellos van quedando obsoletos, y son las empresas fabricantes de acuerdo con los usuarios o ellos mismos, los que se encargan de actualizar los sistemas para prolongar su tiempo de funcionamiento.
Además, los fabricantes, desarrollan métodos y sistemas de mantenimiento distintos de los originales, acomodándose a las nuevas necesidades del mantenimiento y el funcionamiento, por lo que puede afirmarse que hoy en día no es el fabricante el único partícipe en el mantenimiento de un sistema a lo largo de su ciclo de vida.

Una de las acepciones que plantea el Diccionario de la Lengua Española (RAE, 2001) es conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.
De esta definición resulta interesante destacar la idea “de mantener en funcionamiento adecuadamente”, ya que de ella puede deducirse un concepto importante el que hace referencia al funcionamiento en el tiempo sin que varíen sus características de diseño.

Villanueva González (1997) trata el mantenimiento como una cuestión opuesta a la fiabilidad, proponiendo que un sistema de fiabilidad total no se deteriora y por lo tanto no necesita mantenimiento. Esta visión sólo es un ideal no alcanzable, puesto que el costo sería ilimitado, como él mismo deja explícitamente dicho. El propio autor a continuación indica que hay que tener en cuenta el deterioro de los sistemas, y en su tratado hace un análisis exhaustivo de los parámetros que intervienen en el estudio del deterioro.

Cabello Pérez (2002), define que el mantenimiento es la función del apoyo logístico que comprende las acciones que se ejercen sobre los sistemas para que, conservando una configuración especificada, cumplan con el requerimiento exigido en cada momento y satisfagan la necesidad para la que fueron diseñados durante su ciclo de vida útil. En esta destacan tres elementos: aplicación del mantenimiento durante el ciclo de vida, función de apoyo logístico y gestión de la configuración (esta perfila el modo de operar que se le va a dar a un sistema durante su vida de funcionamiento y define cuál va ser la aplicación del mantenimiento).
Mientras que para Albornoz (2008), es un conjunto de acciones realizadas a fin de alargar la vida útil, garantizar la eficiencia de los equipos y brindar condiciones más seguras a los operarios.

Dado que el cambio domina casi todo lo que actualmente se escribe y aplica en administración. Todas las disciplinas están siendo exhortadas a adaptar cambios en el diseño de la organización, en tecnología, en capacidades de liderazgo, en comunicaciones de hecho, en todos los aspectos de la vida laboral; así también el concepto de mantenimiento ha evolucionado, lo cual se puede evidenciar en la Figura 1.3. Ello se refleja también en los paradigmas imperantes.

El Anexo 1 identifica 15 áreas de cambio, cada una lo suficientemente importante para ameritar bastante atención en la mayoría de organizaciones. En cada área, un paradigma intenta resumir la forma cómo las cosas solían hacerse, mientras la otra resume la forma cómo las cosas son o deberían ser.

La importancia del mantenimiento, viene dada por las siguientes razones:

- Aumento de la complejidad del equipo que se utiliza en la industria moderna.
- El costo del mantenimiento representa una parte del costo del producto.
- Aumentos en exigencias de la calidad del producto terminado, requieren mayor confiabilidad en el funcionamiento de los equipos.

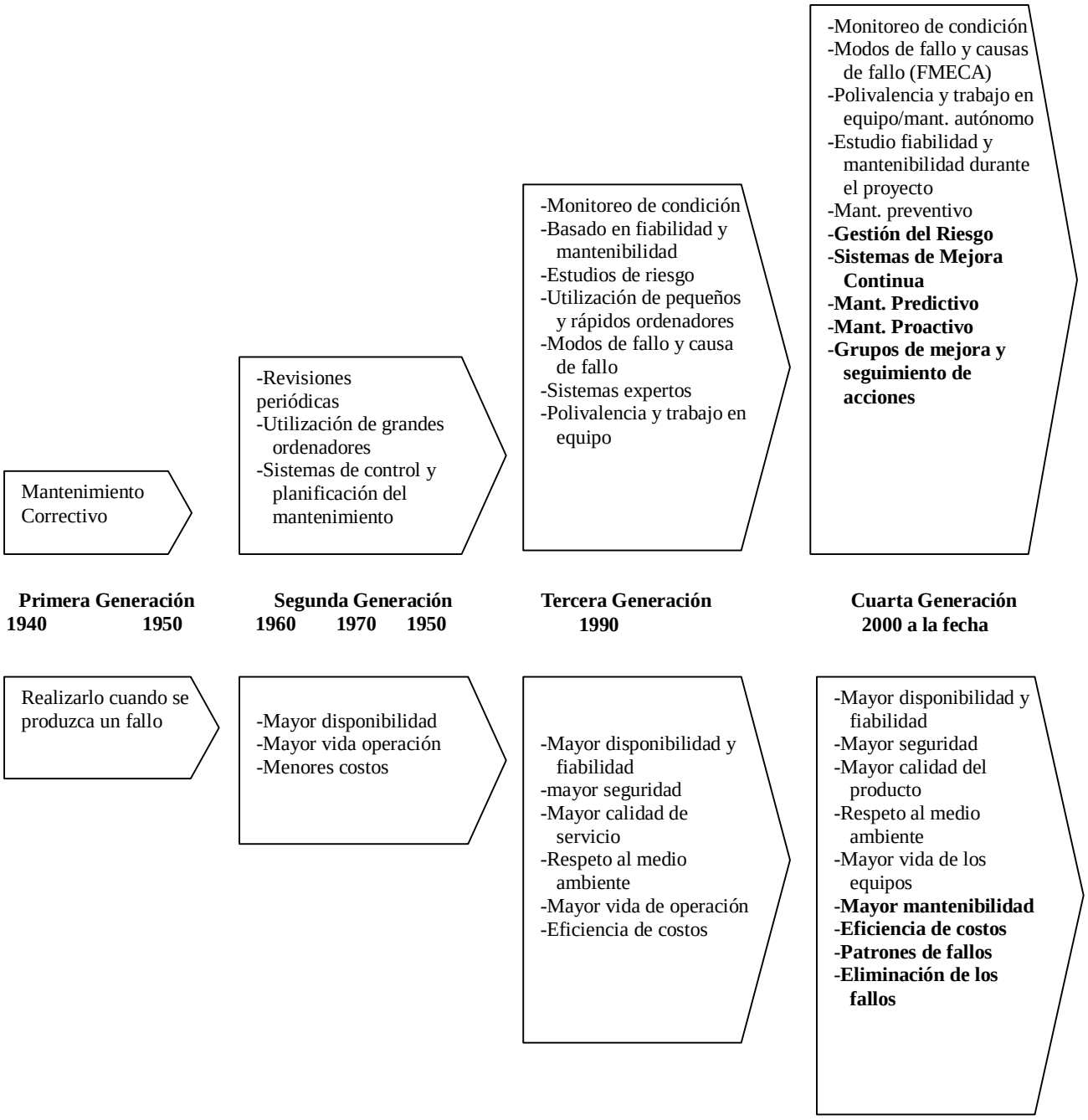


Figura 1.3. Evolución de las técnicas y objetivos del mantenimiento durante los últimos setenta años. Fuente: Elaboración propia.

1.2.1 Los objetivos y funciones del mantenimiento

El objetivo del Mantenimiento es conservar todos los bienes que componen los activos de la empresa, en las mejores condiciones de funcionamiento, con un muy buen nivel de confiabilidad, calidad y al menor costo posible.

- Garantizar la seguridad del personal, las instalaciones y la conservación del medio ambiente.
- Optimizar el tiempo y el costo de ejecución de las actividades de mantenimiento.
- Respaldar las operaciones, asegurando la máxima disponibilidad de los equipos.
- Prolongar la vida útil de los equipos, cuando se justifique económicamente.

Para el autor de este trabajo el principal objetivo del mantenimiento es optimizar la disponibilidad de los equipos al mínimo costo. El mantenimiento afecta todos los aspectos del negocio y no solo disponibilidad y costos, afecta también a la seguridad, la integridad ambiental, la eficiencia energética y calidad de productos; y tiene que ver con preservar los activos físicos y sus funciones.

La gestión del mantenimiento tiene cinco funciones básicas las cuales son fundamentales para el buen funcionamiento de los equipos, como es reparar, mantener, preservar, mejorar y concebir los equipos con los que la empresa desarrolla sus actividades:

A. Mediante la reparación se busca solucionar las averías que se producen en el equipo, para devolver al mismo el estado de la disponibilidad perdido a causa de la avería, en el menor tiempo y con el menor costo posible, para ello, se debe coordinar el uso de los recursos (mano de obra y materiales).
B. Mantener –mediante la planificación más adecuada de invertir en el equipo–, para que el costo total del mantenimiento sea mínimo a corto plazo. Mediante esta se evitan las averías y el mal funcionamiento de equipos e instalaciones a futuro, reduciendo el costo y la cantidad de intervenciones. Utilizando todos los medios disponibles e incluso estadísticos para determinar la frecuencia de revisiones, sustitución de partes, probabilidades de aparición de averías entre otros, la programación, el análisis de fallas y la causa-efecto son herramientas fundamentales.
C. Mediante la preservación se realizan las intervenciones que exige el diseño del equipo garantizando su correcta conservación y así poder alargar la vida útil de los equipos e instalaciones, evitando su desgaste mediante la generación de rutinas de engrase, limpieza y protección contra los agentes erosivos y corrosivos.

D. Mediante mejoramientos es significativo ya que plantea la modificación del diseño de los equipos, siempre vasado en las experiencias rutinarias hechas al equipo, con esto se reduce el costo del mantenimiento en el futuro.
E. Mediante la participación en el diseño de los equipos para transferir al diseñador la experiencia y los conocimientos de las características de mantenimiento de los equipos actuales garantizar la vida útil de los equipos.

Gráficamente, estas funciones son representadas en la Figura 1.4.

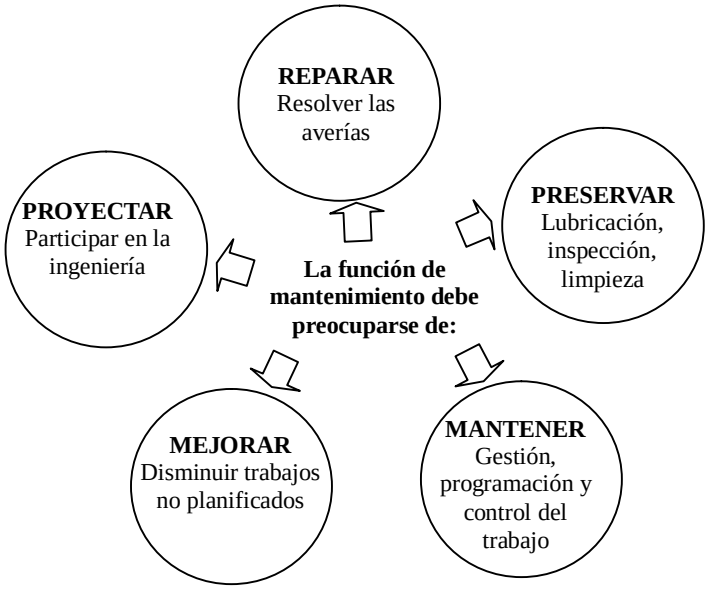


Figura 1.4. Funciones básicas del mantenimiento. Fuente: Espinosa Fuentes, 2010.

El man instalaciones de: iluminación, redes de computación, sistemas de energía eléctrica, aire comprimido, agua, aire acondicionado, calles internas, pisos, depósitos, etc. Además deberá coordinar con recursos humanos un plan para la capacitación continua del personal.

1.2.2 Sistemas de mantenimiento

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

Las **políticas** de mantenimiento tienen como fin primordial la reducción de tiempos de paradas, al menor costo. Knezevic (1996), identifica como tales las siguientes: política de mantenimiento basada en la inspección (Inspection-based Maintenance, IBM), política de mantenimiento basada en el examen (Examination-based Maintenance, EBM), política de mantenimiento

basada en la oportunidad (Opportunity-based Maintenance, OBM). Por otro lado, para Espinosa Fuentes (2010), la política es una regla que especifica, dependiendo del estado de la variable, lo que hay que exactamente en una situación particular, en vista de conseguir un cierto objetivo; y las agrupa en cuatro formas: intervenciones de mantenimiento correctivo, intervenciones de mantenimiento preventivo, intervenciones de mantenimiento predictivo, e intervenciones de mantenimiento detective (esta última aplicable a los aparatos que sólo necesitan trabajar cuando son requeridos y no se sabe cuando ellos están en falla, por ejemplo, hacer un chequeo periódico a los detectores de humo).

Cabello Pérez (2002) presenta una concepción de doctrina que, sostiene, es más amplia que la de políticas que expone Knezevic, al englobar todos los tipos o clases de mantenimiento. Además también en este ámbito lo emplea para todas las acciones de mantenimiento en su más amplio sentido.

Las más conocidas son: política de mantenimiento por avería, política de mantenimiento preventivo y política de mantenimiento predictivo. Por su parte, Crespo, Sánchez y Ruiz (1995) plantean que la política global de mantenimiento está integrada por toda una gama de políticas parciales, estas son: 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.

Son considerados como **filosofías** de mantenimiento (Nakajima, 1988; Ellmann, 1996) el Reliability Centered Maintenance (RCM), lo que en su versión española se conoce como Mantenimiento Basado en la Fiabilidad (MBF) o Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC) y el Mantenimiento Productivo Total (MPT) o Total Productive Maintenance (TPM). Lo más común en las denominaciones, es el término de **sistemas**.

El autor de esta Tesis, en lo adelante, asumirá la denominación de **sistemas de mantenimiento** y considerará que cualquier sistema que se adopte es, en definitiva, preventivo o correctivo.
De la consulta de diversas fuentes de información se identificaron, como los más citados los siguientes:

- **Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo puede ser definido como las acciones realizadas durante un tiempo o un programa automatizado para detectar, impedir, o mitigar la degradación de un componente o sistema con el objetivo de mantener o ampliar su tiempo de servicio a través del control de la degradación a un nivel aceptable. Está principalmente basado en el tiempo.

Este mantenimiento debe ser considerado para los componentes y sistemas que afectan las operaciones confiables y seguras de la planta. Las inspecciones y las actividades de lubricación deberían ser realzadas en los intervalos apropiados determinados por las recomendaciones de la experiencia operativa y/o del fabricante; y la eficacia del trabajo debe ser evaluada periódicamente en un nivel de mando apropiado y los resultados utilizados para introducir mejoras como parte de un proceso de mejora continua.

Las técnicas a utilizar deben estar basadas en:

- Las recomendaciones de los fabricantes de los equipos detalladas en los manuales de mantenimiento
- La experiencia del personal de planta

- **Mantenimiento Predictivo**

Comprende las medidas que descubren el inicio de un mecanismo de degradación, permitiendo así la eliminación o control de tensiones antes del empeoramiento significativo en el estado físico del componente. Está principalmente basado en la necesidad de mantenimiento de la condición real de la máquina, más que en algún programa predeterminado.

Para evaluar el funcionamiento del equipo deben ser utilizadas las técnicas de monitoreo (análisis de vibración, análisis de aceites, termografías, entre otras) donde sea económicamente aplicable. El grado de tiempo y esfuerzo provisto al proceso de mantenimiento predictivo, y la opción de tecnología usada, debe ser seleccionado según el grado de criticidad del equipo y su impacto sobre los objetivos de la empresa.

En cuanto a las técnicas a utilizar para el mantenimiento preventivo, estas deben estar basadas en:

- Las recomendaciones de los fabricantes de los equipos detalladas en los manuales de mantenimiento.
- La experiencia del personal de planta.

- **Mantenimiento Correctivo**

Es el mantenimiento realizado para identificar o corregir un problema. Consiste en actividades realizadas cuando se reacciona a una interrupción de un sistema, subsistema, o parte de un

equipo o servicio. Este tipo de mantenimiento engloba varios tipos de gestiones correctivas, las que pueden ser:

- Mantenimiento de emergencia
- Mantenimiento de rutina (parada y no parada)
- Trabajo menor (incluye las tareas que pueden consumir menos de una hora, no requieren partes y no hay ningún tipo de beneficio evidente de llevar un historial)

La planta debe tener implementado un proceso para tratar el riesgo futuro, de cualquier falla de planta. Si el riesgo es de magnitud suficiente el mantenimiento correctivo debería incluir una investigación de análisis de la causa raíz.

- **Mantenimiento Mayor**

Consiste en la realización del mantenimiento preventivo mediante la inspección y reparación de equipos y componentes en un tiempo determinado por un plan de paradas, considerando los requerimientos establecidos por el personal de planta. Se intervienen aquellos equipos que requieren de una parada de planta (entendiendo como tal la oportunidad única para intervenir los activos que normalmente no están disponibles durante la operación normal o que lo están en un breve período de parada) y que no pueden ser ejecutados durante la operación normal de la planta.

El mantenimiento mayor no se refiere a una gran inversión, sino un sistema muy bien definido de fases. Se denomina mayor por el factor de riesgo involucrado, pues se está frente a un escenario de esfuerzo grande de un horizonte corto. Las fases consideradas para su realización se corresponden con el conjunto de funciones de la gestión.

- **Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

Este es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado en los años sesenta a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos. Esta técnica se basa en hacer partícipes a todos los integrantes (total) de la empresa en labores de mantenimiento. Las responsabilidades no recaen exclusivamente en los técnicos de mantenimiento, sino que es responsabilidad de todos, por tanto se consigue un resultado final más participativo y enriquecido. (Villanueva, 2012)

Es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Es considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos.

Entre las características más significativas tenemos o son:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

El TPM se orienta a la mejora de dos tipos de actividades directivas: dirección de operaciones de mantenimiento, y dirección de tecnologías de mantenimiento.

Los pilares necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son (UNEXPO, 2014):

1. Mejoras enfocadas o Kobetsu Kaizen
2. Mantenimiento Autónomo o Jishu Hozen
3. Mantenimiento progresivo o planificado Keikaku Hozen
4. Mantenimiento de Calidad o Hinshitsu Hozen
5. Prevención de mantenimiento
6. Mantenimiento en áreas administrativas (su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso productivo de información)
7. Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación
8. Seguridad e Higiene

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

1.3 La gestión o administración del mantenimiento

La gestión o administración puede ser considerada como un sistema de toma de decisiones,

cuyo objetivo es dirigir los recursos disponibles hacia la realización del objetivo de la organización. (Knezevic, 1996)

La **gestión de mantenimiento** es responsable de armonizar los activos fijos, minimizando los tiempos de parada y los costos asociados a los mismos, y abarca el cumplimiento de un conjunto de fases que van desde la identificación y priorización, la formulación, la planificación, la programación, la ejecución, hasta la puesta en marcha y cierre del trabajo (Espinosa Fuentes, 2010; Borroto Pentón, 2005) (ver Figura 1.5):

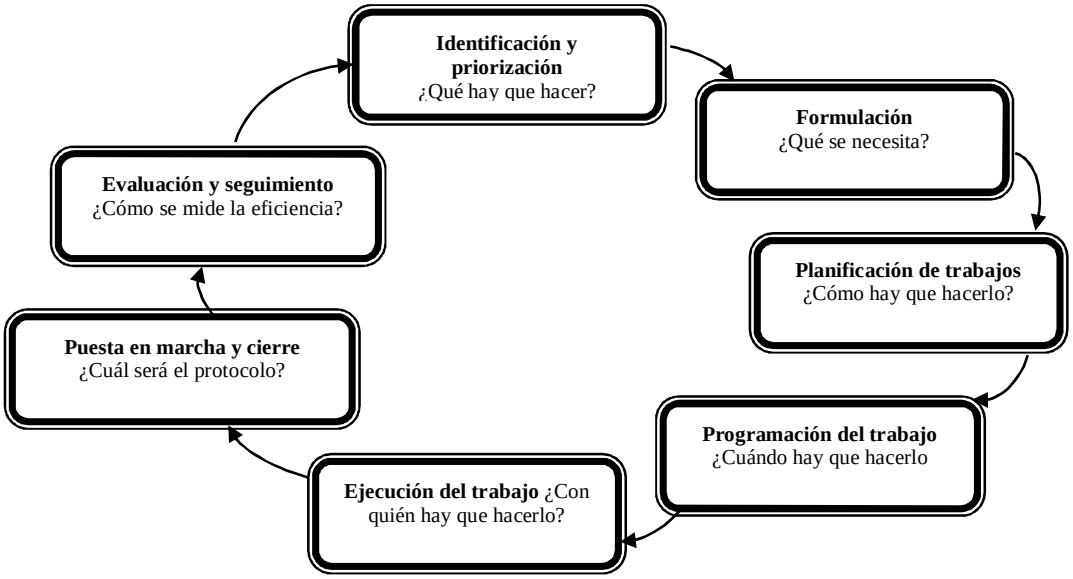


Figura 1.5. Fases de la gestión de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia

I. **Identificación y priorización**. Los trabajos deben ser identificados y priorizados en función de los distintos tipos de fuentes, las cuáles pueden ser:

- Personal de planta (de Operaciones)
- Recomendaciones del fabricante
- Programa de paradas anual
- Estándares, inspecciones y reportes conjuntos entre personal de planta y las unidades de apoyo

Este trabajo debería ser identificado completamente y con precisión para permitir que el mismo sea realizado de una manera planificada, eficiente y segura.

II. **Formulación**. Tiene como objetivo la selección y clasificación de las actividades de mantenimiento, así como la determinación de los recursos necesarios.

III. **Planificación**. La planificación, en general, puede considerarse como un sistema de tratamiento de la información, ya que a partir de ciertas entradas, pretende tener una visión del futuro, reflejando a este como una salida en forma de plan. La planificación del mantenimiento no es más que 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. El objetivo es asegurar que todos los elementos y los requisitos de una tarea o actividad de mantenimiento se encuentran listos antes de ejecutar el trabajo. Esto permite lograr una manera efectiva de realizar el trabajo asegurando que el personal no se encuentre con ningún obstáculo en la realización del mismo y que esta actividad sea desarrollada con total seguridad.

IV. **Programación**. El objetivo es asegurar que todo el trabajo planeado y no planeado sea ejecutado en el orden y momento apropiado. Los beneficios de la programación del trabajo deberían ser la utilización efectiva y eficiente de los recursos disponibles con el fin de minimizar y manejar los riesgos de impacto sobre la operación y producción de la planta.

V. **Ejecución**. La ejecución del mantenimiento puede realizarse por medios propios, por contratación de los trabajos a terceros o, como es bastante común, contratar una parte y el resto ejecutarlo por medios propios, combinación conocida como mixta. Para ejecutar el mantenimiento por medios propios la empresa debe disponer de personal calificado y de los recursos materiales que se necesitan para desarrollar las labores. El objetivo es definir las mejores prácticas cuando se gestiones la ejecución del trabajo (de acuerdo con la planificación y programación) obteniendo el beneficio de que el trabajo es completado de manera segura, confiables y eficiente.

VI. **Puesta en marcha y cierre del trabajo**. Es el proceso en el cual se colocan en operación los equipos y sistemas intervenidos en el trabajo de mantenimiento. Adicionalmente se asegura que toda la información pertinente a las tareas realizadas sea documentada, almacenada y comunicada, para permitir la ceración de un historial de trabajo. El beneficio de esto es crear y mantener las bases para una mejor gestión en la toma de decisiones.

VII. **Evaluación y seguimiento**. Puede englobarse bajo el término más amplio de control como el conjunto de actividades tendientes a verificar el desempeño correcto de la preparación, de su realización correcta, el control funcional y la información al sistema; posteriores a la ejecución. Es el proceso mediante el cual se realiza el análisis,

monitoreo, mediciones y tomas de acciones correctivas durante el desarrollo de las actividades concernientes a la prestación de un servicio de mantenimiento mayor. Cuando el objeto de control es la organización del mantenimiento deben controlarse la planificación y la ejecución del mismo, de manera que el control empieza desde el momento en que es recibido el programa o un requerimiento de mantenimiento, incluyendo la preparación del trabajo, hasta la verificación del correcto funcionamiento del equipo, luego de la ejecución de las tareas concretas.

Por otro lado, en el mantenimiento es fundamental tener las bases fundadas en una estrategia coherente con las metas de la empresa y una política de recursos humanos, control, mejoramiento continuo, y por último direccionarse hacia la excelencia en la gestión de los activos. (Figura 1.6)

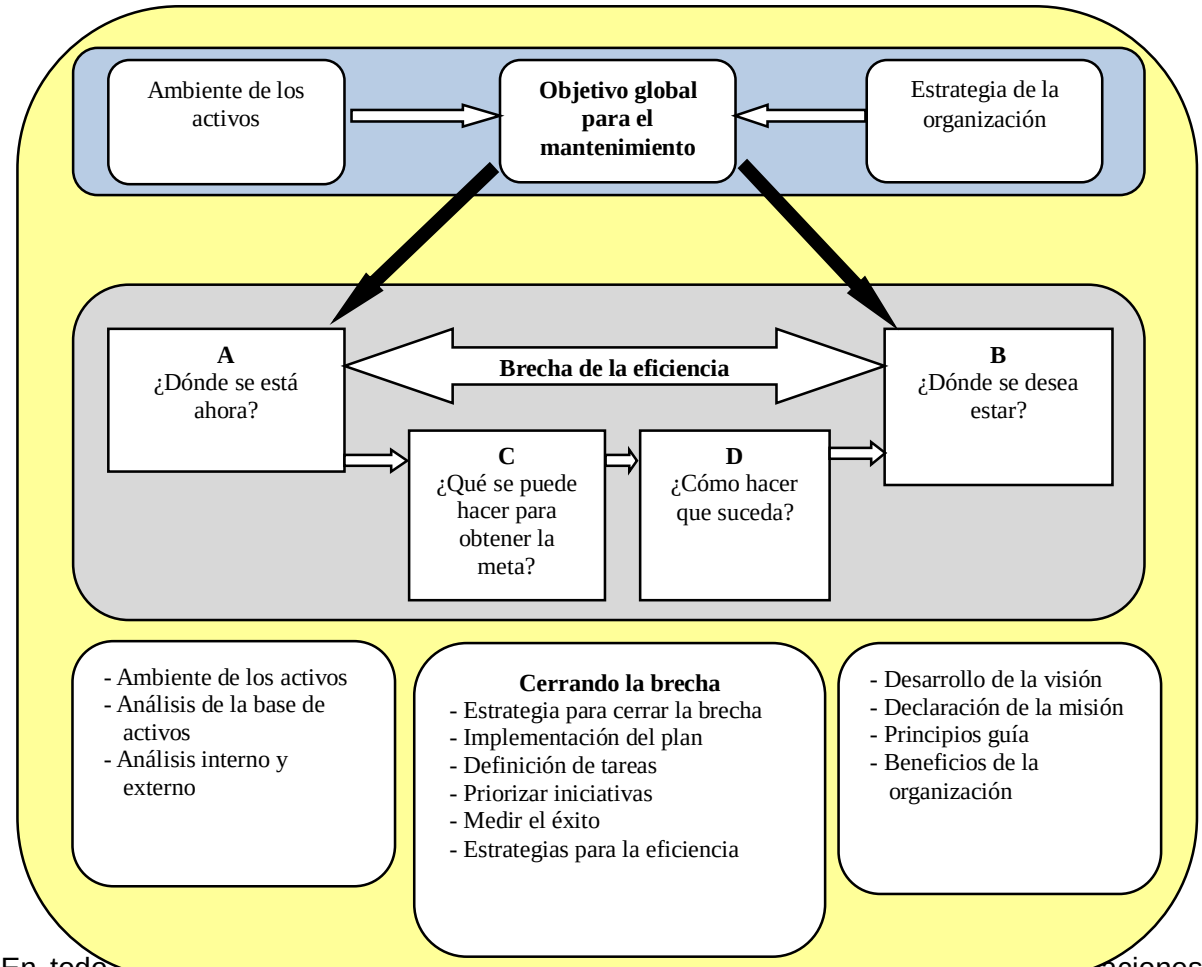


Figura 1.6. Esquema para el desarrollo de la estrategia de mantenimiento. Fuente: Adaptación a partir de Espinosa Fuentes, 2010

En todo p[illegible]izaciones, es n[illegible] a lo la[illegible]eño, constatando si se ha mejorado o no respecto a la situación inicial.

En lo que se refiere a la actividad de mantenimiento en una empresa industrial, la necesidad de un procedimiento de este tipo es mucho más reconocida.

En opinión de Aguinagalde (2009) ha sido sugerida una variedad relativamente grande de indicadores para monitorear su desempeño, con resultados no siempre consistentes.

Tradicionalmente los indicadores se han visto reactivamente, o sea, utilizándolos para mirar hacia atrás con vistas a planear el futuro, sin embargo se ha venido provocando un cambio en este sentido encaminado a utilizar los indicadores con una visión proactiva, o sea, para tomar decisiones hacia el futuro, manejándolos.

Un i**ndicador** o **índice** es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor

crítico identificado en la organización en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo, calidad y plazos.

Los indicadores de mantenimiento permiten evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes. De esta manera será posible implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar sus actividades.

Las características fundamentales que deben cumplir los **indicadores de mantenimiento**, siempre con la mirada puesta en lo qué se desea alcanzar con el mantenimiento industrial, son las siguientes:

a) Pocos, pero suficientes para analizar la gestión.
b) Claros de entender y calcular.
c) Útiles para conocer rápidamente como van las cosas y por qué.

Es por ello que en su establecimiento se debe:

1. Identificar los factores claves del mantenimiento y su afectación a la producción.
2. Dar los elementos necesarios que permiten realizar una evaluación profunda de la actividad en cuestión.
3. Establecer un registro de datos que permita su cálculo periódico.
4. Establecer unos valores plan o consigna que determinen los objetivos a lograr.
5. Controlar los objetivos propuestos comparando los valores reales con los valores planificados o consigna.
6. Facilitar la toma de decisiones y acciones oportunas ante las desviaciones que se presentan.

1.3.1 La informática aplicada al mantenimiento

Para mejorar el desempeño de su logística, las empresas involucradas deben ampliar su visión y redefinir este concepto, desde el punto de vista de toda la cadena de valor de la entrega del producto, incluyendo las áreas que trabajan simultáneamente para lograr este objetivo, como abastecimiento, producción, mantenimiento y distribución física. En este aspecto, el mantenimiento está tomando mayor importancia debido a su repercusión en el logro de los objetivos en términos de tiempo y los requerimientos satisfechos con la entrega.

Muchas organizaciones han invertido en tecnología, recursos humanos y materiales para potenciar áreas tradicionalmente críticas como operaciones, producción, distribución y gestión comercial; es un hecho que han dejado de potenciar el área de Mantenimiento, la cual podría representarles muchas oportunidades para reducir costos y ser más rentables.

El Mantenimiento no involucra sólo la reparación de equipamientos y maquinaria, sino que es un factor primordial para lograr la competitividad y rentabilidad de la empresa. En este marco, las soluciones tecnológicas relacionadas con la gestión de los activos empresariales son una herramienta crítica que permite integrar los procesos de mejora continua, empleando estrategias más eficientes para la gestión de activos, equipo y maquinaria.

Estudios de Infor EAM indican que la implementación de un software de mantenimiento o EAM (Enterprise Asset Management) en una empresa en su retorno sobre la inversión de activos puede llegar a incrementar el balance un 14%; los ingresos, 10%, y el flujo de caja, un 14%. (Umaschi, 2014) Estas reducciones favorables son resultado de la disminución de gastos de capital por concepto de una mejor gestión de mantenimiento. Es decir, la estandarización y automatización de los procesos de gestión impactan en la mano de obra, materiales de mantenimiento, costos de repuestos, incrementando al mismo tiempo el ciclo de vida de los activos.

El software de mantenimiento EAM no es sólo una tecnología, es una solución que involucra una estrategia y un cambio cualitativo en la gestión de los activos y personas involucradas en la actividad de mantenimiento. La confiabilidad de los activos y la calidad de los procesos son una consecuencia de hacer bien las cosas, con las personas indicadas y utilizando las herramientas correctas. La mejora y eficiencia en la administración de los activos y su mantenimiento ayuda a garantizar la continuidad del proceso, ya sea durante el almacén de piezas y de materias primas, como en el proceso de entrega entre empresas y consumidor.

Paralelamente a los beneficios en las actividades cotidianas, un sistema EAM permite agilizar la recepción, consulta y distribución de información. Por ejemplo, comparar el presupuesto planeado con el gasto real, asignar recursos, generar órdenes de trabajo, solicitar y comprar repuestos, todo esto mientras se accede a prácticos reportes y gráficos para poder analizar el rendimiento, impacto y alineación del área de mantenimiento con los objetivos de la organización.

Los principales cuatro beneficios de una solución son:

- Menores costos en la administración de mantenimiento
- Mayor disponibilidad de los equipos
- Incremento de la vida útil de los activos
- Monitoreo en línea de los activos de una flota o planta, ya sean repuestos y labores

1.4 La gestión del mantenimiento industrial en Venezuela

Rey Sacristán (1996) trata el mantenimiento diciendo: La palabra mantenimiento industrial la

vamos a emplear para designar las técnicas que aseguran la correcta utilización de edificios e instalaciones y el continuo funcionamiento de la maquinaria productiva.

En Venezuela aparece la primera escuela de Ingeniería Industrial, en el año 1958 expandiéndose por diferentes partes de Venezuela cubriendo casi todo el territorio venezolano; específicamente en la región de Guayana caracterizada por sus riquezas naturales, en Hierro, Bauxita, Agua, Oro y diamante. Desde 1971, ha experimentado un desarrollo económico a través de un proceso de industrialización sin precedentes y de gran significación para el país, en cuanto es una alternativa no petrolera, por la cual se han creado las grandes empresas básicas y de la energía eléctrica.

La industria en Venezuela afronta grandes retos como es de generar nuevos modelos organizativos que se adapten a las necesidades de nuestro país, el proceso de industrialización reclama cada vez más nuevas actividades buscando elevar la máxima productividad con un mínimo costos de producción.

En la actualidad el reto de las industrias venezolanas, mejor utilización de sus recursos para obtener la mayor calidad del producto con una cantidad exigida en empresa de producción. Para ello se hace necesario asegurar a través del mantenimiento la disponibilidad de los equipos teniendo presentes los nuevos avances tecnológicos, los cuales facilitan ideas revolucionarias; el mantenimiento tiene gran importancia para el desarrollo Industrial de un país; se encarga de organizar, planificar, controlar y llevar a cabo todas aquellas acciones que son necesarias para obtener producción continua, una conservación y una alta eficiencia en máquinas. Por tanto, el mantenimiento utiliza conocimientos del resto de las especialidades con la finalidad de alcanzar su objetivo.

Respecto a estudios, investigaciones y aplicaciones llevadas a babo en el país, el autor cita el desarrollado por Rodríguez Martín (2011), quien propone un modelo de gestión de indicadores de productividad y calidad para obtener la información relevante de acuerdo al desempeño de las actividades relacionadas con los servicios de mantenimiento, para mejorar los procesos, planificar con mayor certeza, discernir con mayor precisión, analizar y explicar los resultados en los servicios de mantenimientos en la Unidad de Mantenimiento Mayor de C.A. La Electricidad de Caracas.

Otro estudio fue el realizado por Aguinagalde (2009) con el propósito de evaluar y diseñar un

Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en la Norma COVENIN 2500-93 ("Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la Industria"), con la finalidad de incrementar la productividad y mejorar la calidad del producto; ante la carencia de la visión, misión y políticas de mantenimiento, control de los recursos financieros, designación de las actividades en forma precisa al personal de la organización en la Gerencia de Equipamiento y ejecución de procedimientos obsoletos que estaban afectando a los procesos que integran al sistema de gestión.

En su trabajo Aguinagalde (2009), también cita estudios y aplicaciones realizados por otros autores venezolanos, que se resumen en los siguientes (Tabla 1.1):

Tabla 1.1. Investigaciones de autores venezolanos sobre el tema de mantenimiento industrial.

Autor y año	Estudio / Aplicación
Zambrano y Leal, 2006	Implantaron en procesos productivos las nuevas tendencias de mantenimiento, partiendo del Mantenimiento Productivo Total y Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. La investigación es de tipo exploratorio ya que en el Táchira durante el periodo 2001 hasta 2006 pocas empresas poseen una organización de mantenimiento, aplicándose tecnologías indicadas en las Normas COVENIN 2500-93 y 3049-93, se conocieron los perfiles de dichas empresas y los indicadores de gestión de mantenimiento. Se concluyó con esta investigación que los parques industriales sobre todo de las pequeñas y medianas empresas no presentan una organización de mantenimiento definida y no aplican ningún tipo de tendencia de mantenimiento.
Antezana, 2006	Elaboró un Modelo de Gestión de Mantenimiento basado en una visión estratégica, concluyendo que un enfoque estructurado permite mirar el mantenimiento desde una óptica organizada y centrada en la creación de valor.
Becerra, 2006	Determinó los elementos claves de la gestión de mantenimiento para alcanzar la Excelencia, dando a conocer su estructura y comportamiento, logrando obtener establecer la influencia que los elementos tienen sobre la organización con la finalidad de visualizar la intervención en la variabilidad de los resultados.
Chavés, 2001	Elaboró un Modelo en gestión de Mantenimiento con un enfoque completo de calidad, evaluando la gestión para obtener calidad mediante la implementación del ciclo de PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar).
Hernández y Contreras, 2005	En la Universidad Gran Mariscal Ayacucho (Perú), formularon un Modelo de Gestión de Mantenimiento basadas en las áreas de conocimiento del Mantenimiento Productivo Total y el mejoramiento continuo, concluyendo que el modelo proporciona soluciones factibles de competitividad y productividad manejando todos los factores desde la perspectiva de calidad.

Fuente: Adaptación el autor, a partir de Aguinagalde, 2009.

Como instrumentos normativos existentes en el país se puede citar la Norma COVENIN 2500-93 Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la Industria, que representa un instrumento que permite de forma cuantitativa la evaluación del sistema de mantenimiento de una empresa, mediante la determinación de su capacidad de gestión en lo que respecta al mantenimiento analizándose y calificándose los siguientes aspectos: (a) organización de la empresa, (b) organización de la función de mantenimiento (c) planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento (d) competencia del personal.
Los factores establecidos en la norma representan una serie de criterios ideales para la gestión de las actividades desarrolladas por el departamento de mantenimiento, obteniéndose una referencia cuantitativa de la condición de dicho departamento en función de los parámetros establecidos para el desarrollo de los planes de mantenimiento preventivo, correctivo y los recursos utilizados para la ejecución de dichos planes.

Comúnmente los equipos, instalaciones, maquinarias, requieren de los procedimientos que se proponen para la planificación, planificación, programación, control y evaluación supervisión y dirección de las actividades de mantenimiento, así como también para el registro de datos de fallas para posteriores análisis y el registro de la información financiera a tomar en cuenta en futuros planes, programas y presupuestos de la Organización de Mantenimiento como un todo. Los procedimientos que contiene un sistema de información, dependen del sistema mantenimiento en estudio. La norma COVENIN 3049-93 propone una serie de procedimientos básicos que debe contener un sistema de información, y su uso en los subsistemas de mantenimiento programado. Estos procedimientos incluyen: inventario de los equipos, codificación de los equipos, registro de objetos de mantenimiento, instrucciones técnicas de mantenimiento, procedimiento de ejecución, programación del mantenimiento, cuantificación del personal de mantenimiento, ticket de trabajo, chequeo de mantenimiento rutinario, recorrido de inspección, chequeo de mantenimiento circunstancial.

Venezuela se ha caracterizado por una rápida expansión industrial al igual a sucedido en el área de servicios, lo cual origina el surgimiento de nuevas tecnologías; por lo que el mantenimiento en la industria permite promover los cambios necesarios para lograr esa dinámica, y lograr además el aumento de la productividad de las empresas venezolanas, convirtiéndolas en entes competitivos tanto a nivel nacional como internacional, mediante la aplicación de conocimientos científicos, técnicos y el desarrollo de las relaciones conductuales interpersonales adecuadas.

1.5 La gestión del mantenimiento en los procesos siderúrgicos de hierro-acero

El papel desempeña el mantenimiento dentro de los entornos productivos actuales y su contribución para el logro de los objetivos que plantean las nuevas demandas generadas en cuanto a excelencia en la calidad, precios bajos y entregas rápidas y en oportunas; puede comprenderse a partir de los costos comparativos de mantenimiento en diversas industrias (Figura 1.7) donde se aprecia que el costo de mantenimiento de la industria siderúrgica es el más alto. Por lo tanto, será estratégicamente muy importante el manejo del mismo, ya que de él se pueden obtener ventajas comparativas muy grandes.

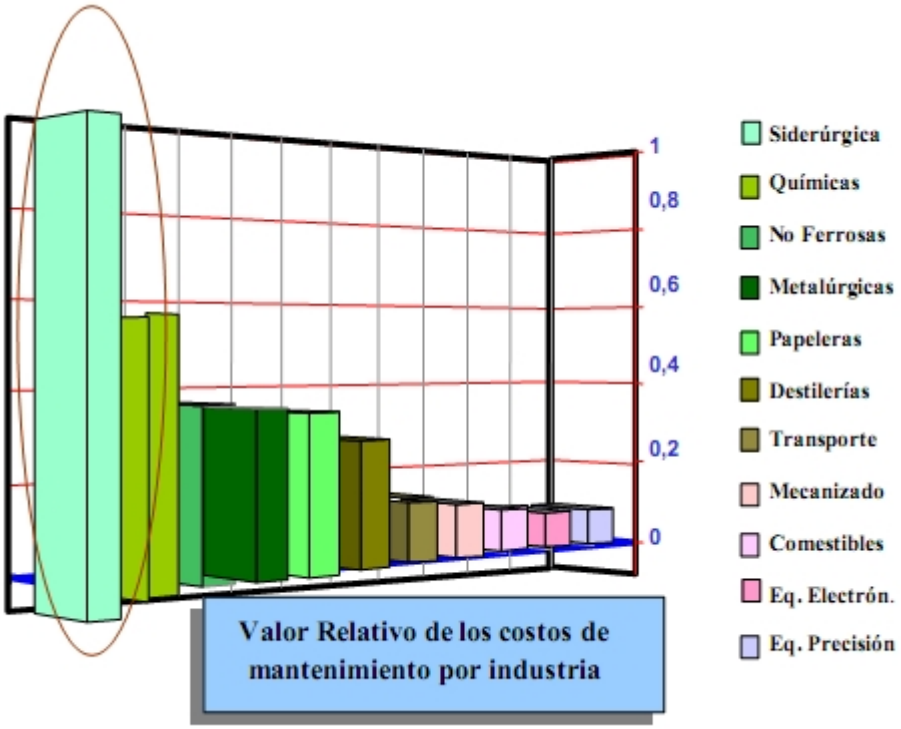


Figura 1.7. Costos comparativos de mantenimiento en distintos sectores industriales. Fuente: Duerto, et al., 2009

La Industria Siderúrgica involucra todos aquellos procesos destinados a la manufactura de elementos de acero, desde la trasformación del mineral de hierro y/o chatarra hasta la comercialización de los elementos por ella producida. Usualmente la industria siderúrgica se identifica con un alto horno para que la producción de hierro a partir del mineral de hierro, sea económicamente rentable, ya que se requiere un volumen importante de producción para amortizar adecuadamente la inversión en vista de que la competencia en la fabricación de hierro es muy reñida especialmente por las altas producciones que tiene países como Japón,

EU, Rusia y Alemania, entre otros, ya que desafortunadamente este tipo de hornos son muy costosos y requieren de una inversión inicial muy fuerte, por lo cual el manejo del proyecto dentro del esquema financiero debe ser muy meticuloso.

El alto horno no puede parar por lo cual se programa su mantenimiento, usualmente de manera anual, mientras tanto deberá funcionar las 24 horas al día durante los 365 días al año, ya que la cantidad de energía que se requiere para llevarlo a la temperatura de operación suele ser muy grande, amén del tiempo requerido para dicho efecto. Adicionalmente de las condiciones económicas no debe dejarse a un lado la cuidadosa selección de personal ya que en este tipo de industrias se requiere amplia experiencia y gran entrenamiento.

El mantenimiento ha adquirido en las grandes y medianas empresas siderúrgicas, rasgo vinculado a la investigación y desarrollo. Un aspecto que define bien este hecho es la tecnología que se basa en la unión de la gestión económica con la tecnología aplicada a los activos físicos, logrando reducir los costos económicos y aumentando el ciclo de vida de los equipos.

1.6 Conclusiones parciales del capítulo I.

Con independencia de las conclusiones que se recojan al final del trabajo, se exponen a modo de síntesis algunas cuestiones en relación con el contenido del capítulo. Entre ellas se destacan las siguientes:

- La construcción del marco teórico y referencial de la investigación reveló la importancia que se le debe brindar al mantenimiento de activos fijos y a su gestión en todas las organizaciones, en especial en las industrias siderúrgicas, debido fundamentalmente al peso específico que poseen los equipos tecnológicos.

- El análisis del “estado del arte” ha permitido caracterizar el mantenimiento como alternativa de decisión frente al desgaste de los activos fijos, pudiéndose apreciar que en la literatura especializada consultada la mayoría de los autores se han dedicado a investigar sobre el mantenimiento industrial.

- Debido a las deficiencias e insuficiencias encontradas en la literatura consultada y referida en cuanto a la conceptualización y carácter integrador del mantenimiento, en particular en las industrias siderúrgicas, es necesario determinar la forma en que debe

gestionarse el mantenimiento en dichas organizaciones, debiendo desarrollarse herramientas metodológicas y de valor práctico que permitan el mejoramiento de la gestión del mantenimiento en esos entornos con lo que se daría respuesta al problema científico planteado.

CAPÍTULO II. PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CRÍTICOS DE LA PLANTA DE PELLA

Para dar solución al problema planteado en esta Tesis y como respuesta a lo expuesto en las conclusiones parciales derivadas de la construcción del marco teórico y referencial de la investigación, se expone en este capítulo una propuesta procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento de equipos, que constituye la contribución fundamental de esta investigación.

2.1. Desarrollo del procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento de equipos críticos.

El procedimiento general propuesto (Figura 2.1) se ha estructurado en nueve etapas distribuidas en tres fases. Para su concepción, fue importante tomar como referencia el procedimiento propuesto por **Borroto Pentón (2005).** A continuación se describen cada una de ellas en forma detallada.

FASE I Preparación.

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

Etapa 1: Conformación del equipo de trabajo.

En esta etapa se conforma un equipo de trabajo que tendrá como función la aplicación del procedimiento general propuesto en la presente tesis. Las personas seleccionadas para integrar este equipo deberán estar altamente calificadas en la temática de mantenimiento industrial y ser capaces de llevar a cabo las tareas siguientes: organizar el trabajo de los evaluadores y de los grupos de trabajo que se formen en las distintas etapas del procedimiento donde sea necesario, recopilar la información necesaria para desarrollar cada una de las etapas del procedimiento general y realizar las evaluaciones de cada etapa.

Etapa 2: Caracterización de la planta.

En esta etapa se definen las características de la planta objeto de estudio, haciendo énfasis en los aspectos generales de su mantenimiento. La información necesaria para complementar esta

etapa es la siguiente: datos generales (nombre de la empresa, clasificación, fecha de fundación o años de operatividad, servicios de especialidades que se brindan y población a la que brinda servicios), estructura organizativa de dirección, objetivos del mantenimiento y sistemas de mantenimiento que se aplican.

FASE II: Realización del diagnóstico de mantenimiento.

Para la ejecución de esta fase se propone el procedimiento específico para la realización del diagnóstico de mantenimiento, entre la etapa 3, 4 y 5 del procedimiento general (ver Figura 2.1). Estas se explican a continuación.

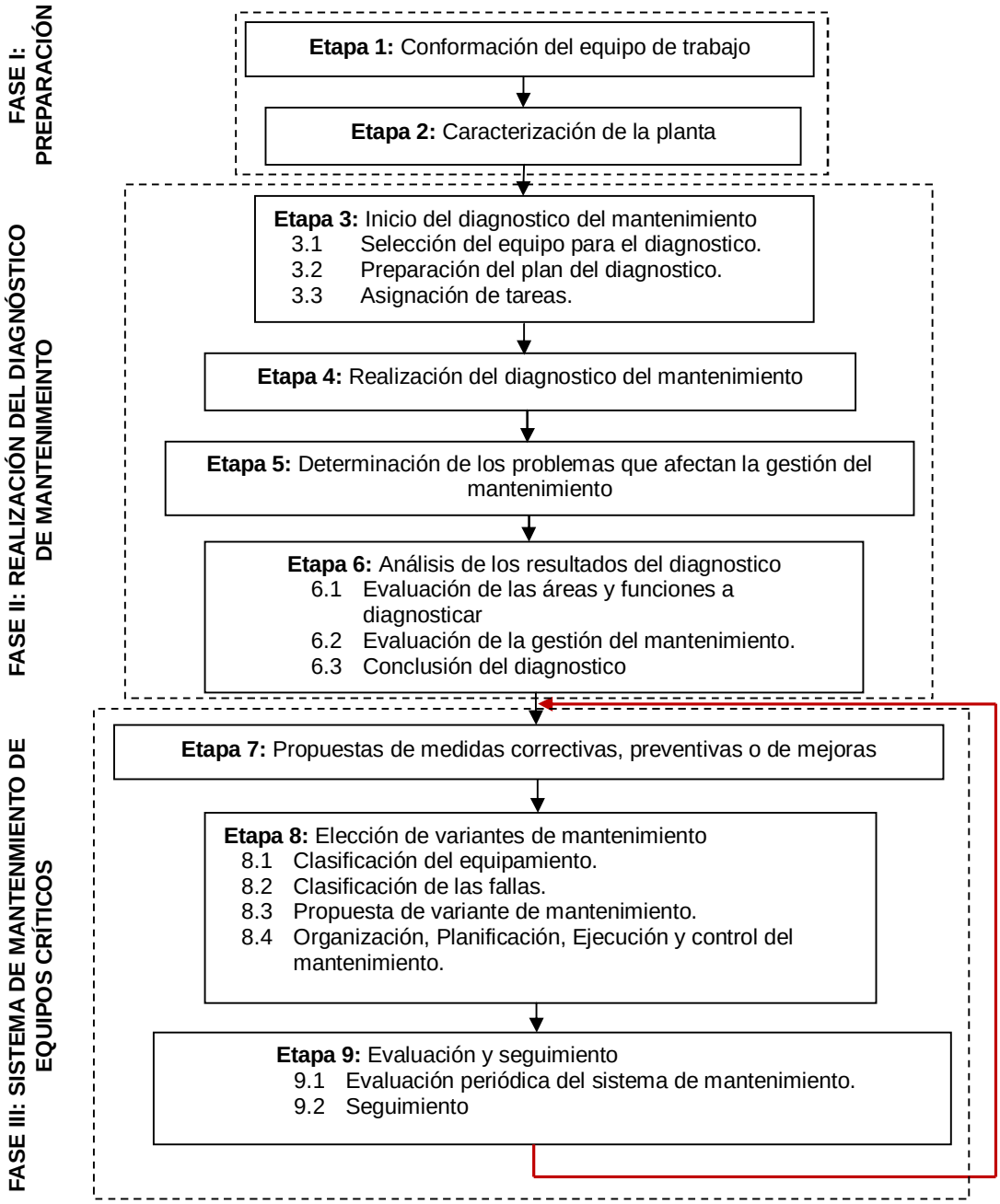


Figura 2.1. Procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento de equipos críticos. (Fuente: elaboración propia)

Etapa 3: Inicio del de mantenimiento.

Paso 1: Selección del equipo para el diagnóstico.

En este paso se debe seleccionar el equipo a diagnosticar teniendo en cuenta la competencia necesaria para lograr los objetivos. Será un equipo conformado por especialistas de la planta objeto de estudio y se debe garantizar su total independencia, para lo cual como premisa, dichos especialistas deben ser ajenos a las responsabilidades inherentes a cualquier aspecto a auditar en la planta analizada.

Los especialistas deben tener conocimiento y capacidad para: recopilar información a través de los métodos diseñados con estos fines, y preparar el informe.

Paso 2: Preparación del plan del diagnóstico.

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

Los objetivos deben ser definidos por el especialista.

El alcance se define la extensión y los límites de la misma. Para la definición del alcance del mantenimiento se debe conformar un equipo de trabajo integrado por los jefes de mantenimiento y trabajadores del área objeto de estudio y el equipo de especialistas, quienes determinarán las áreas y las funciones partiendo del resultado de un análisis detallado de la literatura especializada. En el Tabla 2.1 se muestra la propuesta.

Tabla 2.1. Áreas y funciones a diagnosticar.

Organización del mantenimiento 1	- Documentación técnica 1 - Historial de equipos 2 - Seguimiento de órdenes de trabajo 3 - Nivel de informatización 4
Administración del mantenimiento 2	- Planificación de las actividades de mantenimiento - Control de materiales y repuestos - Control de costos de mantenimiento - Indicadores de gestión
Personal de mantenimiento 3	- Calificación técnica - Experiencia - Motivación - Desarrollo profesional
Infraestructura y equipos de mantenimiento 4	- Áreas físicas - Herramientas y equipos
Equipamiento e instalaciones 5	- Equipamiento - Instalaciones
Servicio de terceros 6	- Políticas de contratación - Selección del contratista - Garantía

Se define también la duración del diagnóstico, y de la misma forma la información necesaria para su realización y el período de tiempo que debía cubrir como mínimo.

Los recursos asignados deben ser garantizados por el especialista/responsable del puesto de trabajo a diagnosticar. El cronograma de realización del mantenimiento es elaborado por el coordinador del equipo de trabajo, considerando el alcance de las actividades en el sitio.

Paso 3: Asignación de tareas.

El coordinador del equipo realizará la asignación de tareas a cada miembro del equipo, considerando la competencia y la independencia de los que realizarán el uso adecuado de los recursos.

Etapa 4: Realización de las actividades del diagnóstico del mantenimiento en el sitio.

En esta etapa se realiza el diagnóstico del servicio de mantenimiento y el diagnóstico de recursos.

En el diagnóstico del servicio de mantenimiento se analizan las funciones que forman parte de las áreas: organización, equipamiento e instalaciones, servicios de terceros y administración del mantenimiento, exceptuando lo concerniente a la distribución presupuestaria.

En el diagnóstico de recursos se analizan las funciones que forman parte de las áreas: personal de mantenimiento, infraestructura y equipos de mantenimiento.

Etapa 5: Determinación de los problemas que afectan la gestión del mantenimiento.

Para determinar los problemas que afectan la gestión del mantenimiento el equipo de trabajo deberá elaborar un informe, quedando señalado las áreas y funciones con mayores dificultades.

Etapa 6: Análisis de los resultados del diagnóstico.

Paso 6.1: Evaluación de las áreas y funciones a diagnosticar.

Para realizar la evaluación de las áreas y funciones a diagnosticar, fueron adaptadas un conjunto de expresiones de cálculo para la determinación del peso de las áreas y funciones a diagnosticar.

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

$$EF_{dg} = \frac{W_{dg} x C_{dg}}{5} \qquad (2.1)$$

Siendo:

EFdg: evaluación de la función d correspondiente al área g.

Wdg: peso de la función d correspondiente al área g.

Cdg: calificación de la función d correspondiente al área g.

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

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

Siendo:

RAg: resultado del área g.

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

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

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

Siendo:

EAg: evaluación del área g

Wg: peso del área g

Se puede apreciar que para realizar los cálculos con las expresiones anteriores (2.1, 2.2, 2.3), es necesario determinar el peso o importancia relativa de cada área y de cada función a auditar.

Paso 6.2: Evaluación de la gestión del mantenimiento

Realizado el diagnóstico de mantenimiento, se recomienda graficar los resultados del mismo en un radar de control donde se pueda observar el porcentaje que representa la evaluación del área respecto a su evaluación ideal. La observación del radar de control permitirá incidir en las áreas de peores resultados, tratando de mantener un equilibrio entre todas las áreas auditadas.

Paso 6.3: Conclusiones del diagnóstico.

Una vez obtenida la evaluación de la gestión del mantenimiento en el área objeto de estudio, el equipo de trabajo elabora un informe con los resultados obtenidos y las recomendaciones

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

Fase III: Sistema de Mantenimiento de Equipos Críticos.

Para cumplimentar esta fase se propone el procedimiento específico para la aplicación del Sistema de Mantenimiento de Equipos Críticos que incluye las etapas 7, 8 y 9 del procedimiento general propuesto (Figura 2.1). Este integra más de uno de los sistemas de mantenimiento conocidos.

Etapa 7: Propuesta de acciones correctivas, preventivas y/o de mejora.

En esta etapa son decididas y emprendidas por el auditado las acciones correctivas, preventivas y/o de mejora y no se consideran parte del diagnóstico realizado. Su propósito es hacerle frente a los problemas organizativos detectados en el diagnóstico del servicio de mantenimiento, para lo cual se propone en esta etapa determinar la estrategia de mantenimiento más adecuada. Puede optarse por la aplicación de una de las estrategias siguientes: sistema alterno de mantenimiento (SAM) combinación en un sistema único de mantenimiento, como integrantes del mismo, de más de uno de los sistemas de mantenimiento tradicionalmente reconocidos, los que serían subsistemas del mismo, un solo sistema de mantenimiento, tercerizar el mantenimiento, u otras.

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

Etapa 8: Elección de variantes de mantenimiento

Paso 8.1: Clasificación del equipamiento.

Se decidió asumir la clasificación en tres clases denominadas: Clase “A”, Clase “B” y Clase “C”.

Para el análisis de los equipos crítico, ya sean eléctricos o mecánicos, se parte del algoritmo utilizado por Borroto Pentón (2005) para la clasificación de equipos, el cual se adaptó atendiendo a las características de las plantas productivas. El algoritmo de clasificación se muestra en el Anexo **2** y clasifica los equipos en dependencia del valor de cada una de las variables contenidas en el mismo. No obstante, el diseño del algoritmo debe ser aplicado a un

universo significativo de y realizar las correcciones al mismo, hasta obtener el definitivo.

Las variables consideradas son:

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

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

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

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

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

Tiempo: Tiempo empleado para corregir el fallo.

Paso 8.2: Clasificación de los fallos.

Para la clasificación de los fallos es ideal revisar el historial de los equipos; por lo general. De otro modo, se propone utilizar la clasificación propuesta por Torres (1997) citado por Borroto Pentón (2005) basada en la periodicidad y facilidad de detección del fallo: Periódicos de Fácil Detección (PFD), Periódicos de Difícil Detección (PDD), y Aleatorios Poco Frecuentes (APF) y Aleatorios Muy Frecuentes (AMF).

Paso 8.3: Propuesta de variantes de mantenimiento.

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

La estrategia que se propone se basa en la aplicación de los siguientes sistemas:

1. Mantenimiento Preventivo con base en la condición.
2. Mantenimiento Preventivo a intervalos constantes.
3. Mantenimiento Correctivo.

Como puede apreciarse, se ofrecen variantes con determinada prioridad, la decisión de qué subsistema de mantenimiento emplear para cada equipo deberá tener en cuenta el cumplimiento de ciertas condiciones que así lo permitan.

En la Tabla 2.2 se observa la propuesta:

Tabla 2.2 Variantes de mantenimiento.

Clase	Periódico de Fácil Detección (PFD)	Periódico de difícil Detección (PDD)	Aleatorio Poco Frecuente (APF)	Aleatorio Muy Frecuente (AMF)
A	1, 2, 3	2, 1, 3	1, 3	1, 3
B	1, 2, 3	2, 3	3	1, 3

C	2, 3	3	3	3

Paso 8.4: Organización, planificación, ejecución y control del mantenimiento

Organización del Sistema de mantenimiento preventivo con base en la condición.

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

Organización del Sistema de mantenimiento preventivo a intervalos constantes.

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

Organización del Sistema de mantenimiento contra averías.

Para los equipos que pasan a este sistema se debe: definir el o los equipos sustitutos en el caso en que sea posible y determinar los documentos necesarios en el nuevo sistema.

Etapa 9: Evaluación y seguimiento.

Paso 9.1: Evaluación periódica del sistema de mantenimiento.

Este paso permite evaluar el sistema de mantenimiento propuesto y tomar decisiones sobre cambios o modificaciones en el mismo. Para evaluar sus efectos en etapas posteriores deberán calcularse además, indicadores de uso general e indicadores específicos para cada subsistema

de mantenimiento.

Tales indicadores, se seleccionaron de los referidos en la literatura especializada consultada. Los **indicadores de uso general** permitirán a los responsables de mantenimiento y a la dirección de la planta conocer qué situación presenta respecto al mantenimiento en un momento determinado, así como tener información para la toma decisiones acertadas en aras de lograr una mayor disponibilidad de equipos, piezas de repuesto y tiempo. Estos indicadores, independientemente del tipo de mantenimiento que se efectúe, son:

DISPONIBILIDAD

El parámetro de disponibilidad (F s) se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$Fs = (TPP – (TP + TC + Fc)) / TPP \qquad (2.5)$$

Donde:

TTP: Horas normales del mes, tiempo total del período

TP: Total de horas de mantenimiento preventivo

TC: Total de Horas de Mantenimiento Correctivo

Fc: Horas por fallas operacionales (demoras)

Este parámetro es utilizado para medir la probabilidad de que un equipo esté disponible, para un período determinado.

TIEMPO ENTRE FALLAS

Es una variable que se toma en cuenta en la gestión de mantenimiento, calculándose mediante la siguiente fórmula:

$$TEF = TPP – TTM \qquad (2.6)$$

Donde:

TTM: Es el tiempo total dedicado a mantenimiento, y es igual a: TTM: TP +

TC; (2.7)

El resultado obtenido con ésta ecuación, refleja el tiempo disponible operacional de los equipos, dentro de un período determinado.

EFECTIVIDAD

La magnitud de le efectividad de la gestión de mantenimiento se obtiene a través de:

$TPR = \Sigma TC,$ (2.8)

TPR= Tiempo para reparar, que es igual a la suma total de horas de mantenimiento correctivo.

Es utilizado para conocer el tiempo durante el cual los equipos estarán en fallo o fuera de servicio. Además de éste, es posible obtener otra información adicional, acerca de las horas promedio para reparar. Este es el tiempo promedio para reparar (TPPR):

$TPPR = \Sigma TC / No.\ fallas$ (2.9)

Es usado para obtener la proporción de mantenimiento preventivo y determina a través de la ecuación:

$X = (HH * TP / HH\ totales) * 100$ (2.10)

Usualmente es recomendable, tratar de relacionar el mantenimiento preventivo y correctivo, para determinar la eficiencia, y esto se logrará mediante el **Índice de Mantenibilidad** (IM), el cuál mide la probabilidad de que un equipo haya fallado y pueda ser reparado en un período de tiempo determinado:

$IM = 1 – TC + TP / TTP$ (2.11)

El cálculo del **Índice de Reparación**, que proporciona un resultado acerca de la eficiencia de mantenimiento para atender la falla, es el siguiente:

$IR = 1 – TC / TEF + TC$ (2.12)

Paso 9.2: Seguimiento.

El objetivo de este paso es evaluar cuán efectivas han sido las acciones correctivas, preventivas y/o de mejora propuestas como consecuencia del resultado del diagnóstico inicial (etapa 7). El seguimiento se realizará con una periodicidad de 6 meses.

2.2. Conclusiones parciales del capítulo II.

- El procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento de equipos críticos y los procedimientos específicos que lo complementan, permiten llevar a cabo los procesos que ellos incluyen, de forma relativamente sencilla, destacándose por su carácter práctico y constituyendo el mismo el principal valor de esta Tesis.
- Para el control de la gestión del mantenimiento a través de los indicadores propuestos es necesario contar con un sistema informativo confiable y actualizado sistemáticamente, para lo cual es recomendable el uso de algún software que permita la agilidad en el cálculo de estos indicadores y la rapidez y efectividad de las decisiones sobre mantenimiento.
- El Sistema de Mantenimiento Preventivo se considera como la estrategia de mantenimiento adecuada para los equipos críticos. El Sistema propuesto en esta investigación presenta como principal característica, además de la clasificación de los equipos, la clasificación de los fallos para la elección de las variantes de mantenimiento y la selección de los indicadores de uso general y de uso específico para cada uno de los subsistemas incluidos.

CAPÍTULO III. APLICACIÓN PARCIAL DEL PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CRÍTICOS DE LA PLANTA DE PELLA

Teniendo en cuenta el enfoque dado al problema a resolver caracterizado en la introducción de esta Tesis, se consideró pertinente orientar la respuesta práctica al problema de la investigación hacia el estudio de la gestión del mantenimiento de equipos críticos de la Planta de Pella. Con ello, se pretende demostrar la viabilidad y validez del instrumento metodológico desarrollado para determinar los problemas que afectan la gestión del mantenimiento, evaluar esta y proponer una estrategia adecuada para el Sistema de Mantenimiento de Equipos Críticos con el fin de elevar la efectividad de la gestión del mantenimiento en esta empresa.

3.1 Caracterización de la empresa SIDOR, C.A.

En 1953 cuando el Gobierno Venezolano decide construir una planta siderúrgica en la región Guayana, y se inician los estudios y planes de ejecución del proyecto siderúrgico.
La puesta en marcha de la Planta Siderúrgica se realizó de manera escalonada; primero, en 1961, se inicia la producción de tubos sin costura con lingotes importados, en 1961 de arrabio en los hornos eléctricos de reducción y en 1962 se realiza la primera colada de acero.
En 1964 se crea la empresa CVG-Siderúrgica del Orinoco C.A. (SIDOR) y se le confía la operación de la planta existente.

El 11 de Noviembre de 1978 es inaugurado el plan IV de SIDOR proyecto de ampliación cuya finalidad era la de elevar la capacidad instalada de producción de acero crudo. Con la puesta en marcha del complejo de reducción directa (Midrex I y II, HyL I y II), la acería eléctrica, la colada continua de palanquillas y los laminadores de barras y alambrón se concluye importantes logros.
Ante la imposibilidad del estado para llevar a cabo exigentes inversiones que requería SIDOR para poder seguir adelante y continuar a la par de las siderúrgicas del mundo el gobierno de Venezuela, inicia el proceso de privatización de las empresas básicas de Guayana cuando, a través de los organismos del estado, en el año de 1993 se aprueba el proyecto de ley de privatización; con lo cual en 1997 el gobierno venezolano privatiza SIDOR.

En el 2001 Se inauguran tres nuevos hornos en la acería de planchones y se concluye el

proyecto de automatización del laminador en caliente con una inversión de más de 123 millones de dólares.
En el 2002 Record de producción en plantas de reducción directa, acería de planchones, tren de alambrón y distintas instalaciones de productos planos, entre ellas, el laminador en caliente, que superó la capacidad de diseño,

Para el 2005 la empresa dejó de llamarse Siderúrgica del Orinoco, para llamarse SIDOR C.A.

Para el 2006 la empresa deja de llamarse SIDOR C.A, para llamarse TERNIUM SIDOR C.A.
En abril del 2008 el Estado venezolano toma el control completo de las operaciones de la siderúrgica, la nueva distribución accionaría será de 70% para el Estado venezolano, 20% para los trabajadores, y 10% permanece en manos de Techint.
En la actualidad SIDOR es una empresa del Estado Venezolano que tiene como objetivo mejorar la tecnología de la empresa y crear nuevas fuentes de trabajo, aumentando así la producción, además desarrolla programas de adiestramiento y capacitación a cada uno de sus trabajadores.

La Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” C.A (SIDOR), es una empresa dedicada al trabajo y al procesar mineral de hierro para obtener productos de acero destinados al mercado nacional e internacional. SIDOR es un complejo siderúrgico integrado, desde la fabricación de pellas hasta productos finales largos (barras y alambrón) y planos (láminas en calientes, láminas en frío, y recubiertos), utilizando tecnología de reducción directa – hornos de arcos eléctricos y colada continua. (Ver figura 3.1)

SIDOR se extiende sobre un área de 2.800 hectáreas cuenta con una amplia red de comunicaciones de 74 Km. de carreteras pavimentadas, 132 Km de vías férreas y acceso al mar por un Terminal portuario con capacidad para atracar simultáneamente 6 barcos de 20.000 t. cada uno. Además de contar con edificaciones en las cuales se desarrollan las áreas administrativas y de soporte al personal, tales como edificios administrativos, comedores, servicio médico, talleres centrales, entre otros; cuenta con las siguientes instalaciones productivas.

- Planta de Pellas.
- Planta de Cal.
- Laminación en frío.
- Tren de barras y alambrón.

- Plantas de Reducción Directa (Midrex I – II, HyL III).
- Planta de Briquetas.
- Acería y colada continúa de planchones.
- Acería y colada continúa de palanquillas.
- Planta de chatarras.
- Sistema de recirculación de aguas.
- Sistema de vapor.
- Sistema de control ambiental.
- Planta de separación de aire.
- Laminación en caliente.

El flujo del proceso llevado a cabo en la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” C.A. se puede representar como se muestra en la Figura 3.1.

El proceso productivo de SIDOR se divide en tres sistemas de producción los cuales son:

- Sistema de reducción.
- Sistema de productos planos.
- Sistema de productos largos.

De los tres sistemas, se abarcará el **sistema de reducción**, constituido por la Planta de Pellas y las Plantas de Reducción Directa. Su objetivo fundamental es producir las unidades de metálico necesarias para la producción de acero.

El proceso productivo de SIDOR consta de varias etapas, desde la recepción de materia prima hasta la obtención de los productos terminados para su comercialización.

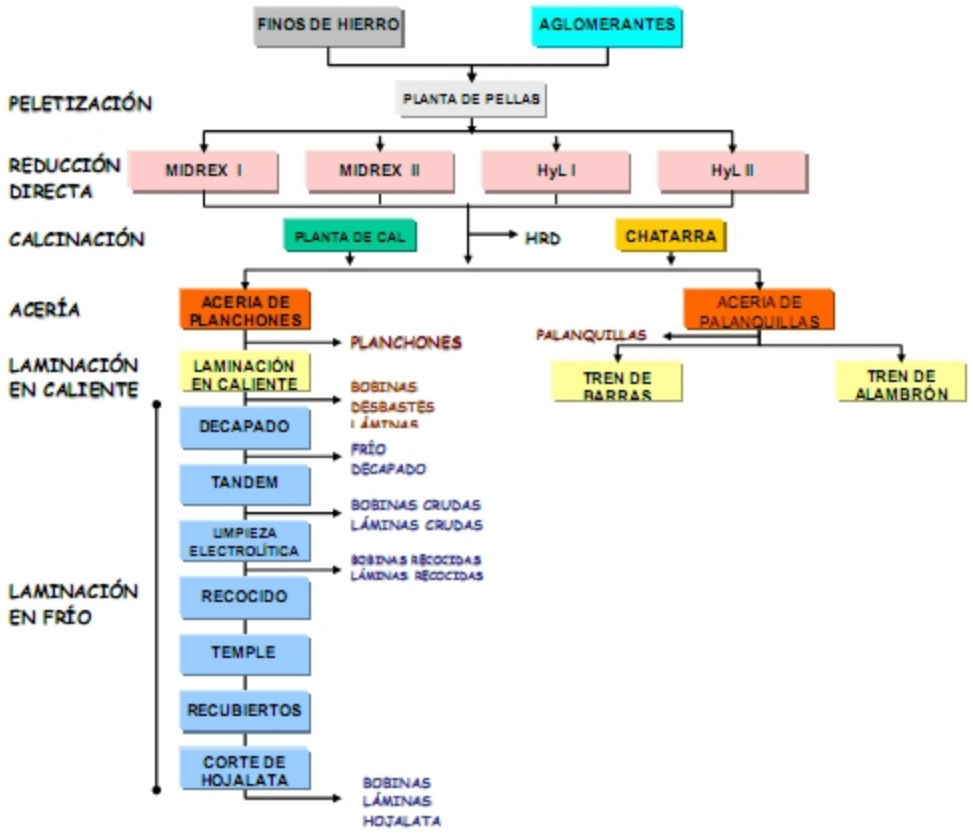


Figura 3.1. Representación del flujo del proceso de SIDOR. Fuente: Zapata, 2009.

La materia prima (mineral de hierro) llega desde Ferrominera en un tren de vagones hasta Planta de Pellas, allí se hace la recepción del mineral de hierro el cual es mezclado con aditivos y aglomerantes, es descargado hacia una cinta transportadora que lleva el material hacia la Planta de Pellas donde se transforma la materia prima en pellas.

Por medio de cintas transportadoras y camiones de carga las pellas son trasladadas hacia las plantas reductoras como son: Midrex I, Midrex II y, HyL III. Estas plantas son llamadas reductoras, ya que permiten obtener el hierro metálico o hierro de reducción directa (HRD) con las características físico–químicas requeridas (granulometría y composición química para la fabricación del acero) a través de la extracción o eliminación de oxígeno (O2) de las pellas en el horno de reducción o reactor.

Las instalaciones de la Planta de Pellas de SIDOR tienen una capacidad de 6.6 millones toneladas anuales en producción de pellas en la planta de peletización. (Figura 3.2)

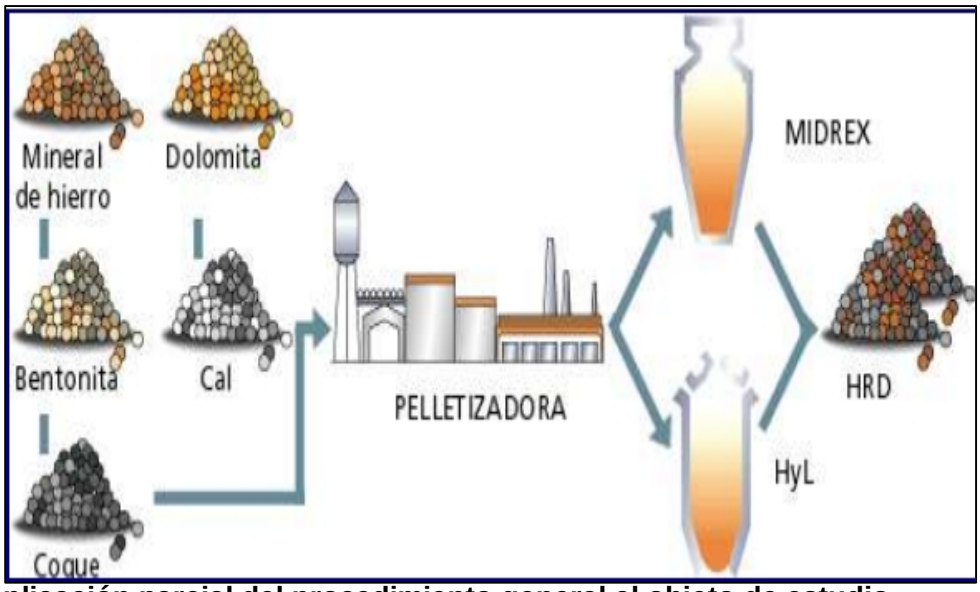


Figura 3.2. Flujograma del Sistema de Reducción. Fuente: Zapata, 2009.

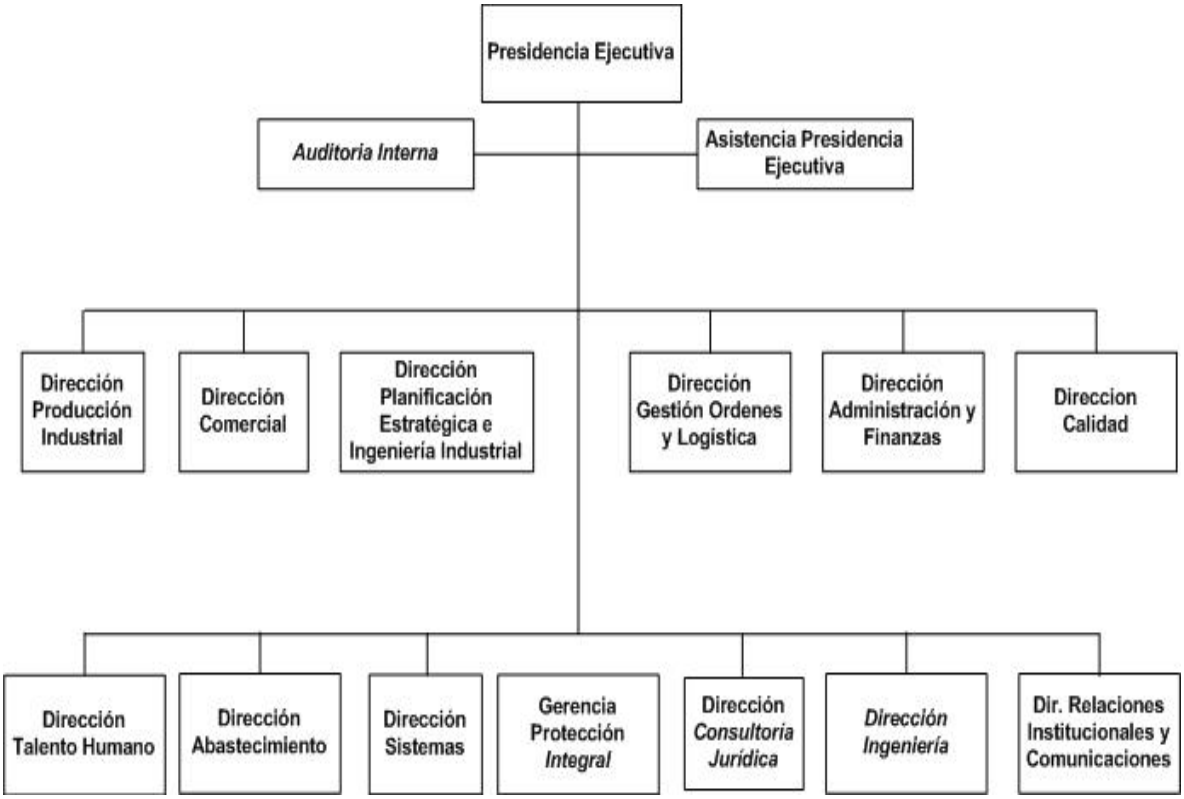
3.2 Aplicación parcial del procedimiento general al objeto de estudio

El au studio práctico espec s instrumentos metodológicos desarrollados.

3.2.1. Fase: Preparación

A los efectos de esta investigación, el equipo de trabajo estuvo constituido por el autor, y especialistas relacionados con el área, de los cuales se tomaron criterios.

La **estructura organizativa de dirección** de esta empresa expresa el orden jerárquico y de autoridad que existe en la organización, constituida por 3 niveles, con una Dirección general y 12 Direcciones secundarias de las cuales dependen las Gerencias de cada área.



La Gerencia de Mantenimiento (subordinada a la Dirección de Producción Industrial) es la que co ento a los

Figura 3.3. Organigrama General de SIDOR. Fuente: Intranet Sidor.

Tabla 3. 1. Funciones del mantenimiento.

Funciones primarias	Funciones secundarias
- Mantener, reparar y revisar los equipos e	- Asesorar la compra de nuevos equipos.

instalaciones. - Generación y distribución de los servicios eléctricos, vapor, aire, agua, gas, etc. - Modificar, instalar, remover equipos e instalaciones. - Nuevas instalaciones de equipos y edificios. - Desarrollo de programas de mantenimiento preventivo y programado. - Selección y entrenamiento del personal.	- Hacer pedidos de repuestos, herramientas y suministros. - Controlar y asegurar un inventario de repuestos y suministros. - Mantener los equipos de seguridad y demás sistemas de protección - Llevar la contabilidad e inventario de los equipos. - Cualquier otro servicio delegado por la administración.

Fuente: Elaboración propia.

Entre los tipos de mantenimiento que son aplicados a los equipos de la Planta de Pella se encuentran: Mantenimiento Basado en la Condición, Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Preventivo Planificado.

El **Mantenimiento Basado en la Condición** se lleva a cabo dependiendo de la condición en que se encuentre el equipo, es decir, si al inspeccionar el equipo se detecta alguna anormalidad, entonces se programa una tarea de mantenimiento según lo que se haya detectado, pero si el equipo se encuentra en condiciones normales para operar, no se interviene, se deja que continúe operando.

Este tipo de mantenimiento es de gran utilidad en la gestión del mantenimiento cuando existe la necesidad de bajar costos, el desarrollo de técnicas y equipos capaces de predecir con gran seguridad el fin de la vida útil de un componente. Sin embargo, este tipo de mantenimiento puede debilitar a los equipos, ya que no se previene de la falla. Este es el tipo de mantenimiento mayormente aplicado en SIDOR.

El **Mantenimiento Correctivo** aplicado consiste en la reparación de un equipo cuando presenta algún tipo de falla o avería. Este tipo de mantenimiento es altamente costoso y limita la vida útil de los equipos.

El **Mantenimiento Preventivo** se aplica con el propósito de anticiparse a la falla; se realiza por medio de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido; apoyándose en el conocimiento de las máquinas en base a la

experiencia y los datos históricos de las mismas. Permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir costes de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas. Es el tipo de mantenimiento que se desea implementar una vez instalada la Planta de Pella.

3.2.2 Fase: Realización del diagnóstico de mantenimiento

En esta fase se definió como **objetivo general** determinar los problemas que afectan la gestión de mantenimiento y evaluar dicha gestión.

Los problemas son varios pero se citarán los más significativos como son:

- Capacitación del personal
- Paros Sindicales
- Falta de herramientas o equipos para realizar la actividad
- Falta de insumos y repuestos
- Falta de disponibilidad por parte de operaciones
- Contar con Presupuesto
- Falta de Planificación
- Paro de Transportes (Foráneos)
- Alto índice de accidente laboral
- Falta de compromiso y seriedad por parte del trabajador
- Falta de cumplimiento en la realización del mantenimiento
- Por no contar con maquinarías pesada
- Sustitución de equipos a tiempo por deterioro
- Falta de Inversión
- Excedente de personal (Nuevo Ingreso)

Estos problemas son los que día a día llevan el deterioro en las instalaciones y equipos, la alta gerencia administrativa no busca alternativas o solución a la problemática lo cual conlleva a tener un estado crítico en la planta. No obstante con esta propuesta se pretende aportar para ayudar a viabilizar o mejorar el mantenimiento en la planta.

Con anterioridad en el Capítulo 2 se definieron las áreas y funciones a diagnosticar. El período de tiempo en el cual se tomó la información necesaria estuvo comprendido entre los meses de

enero a junio del año 2014.

Para el análisis de las áreas y funciones a diagnosticar se siguió el procedimiento indicado en la Etapa 6 (Análisis de los resultados del diagnóstico), con el apoyo de hoja de cálculo de Microsoft Office Excel 2007. (Tabla 3.2)

Esta evaluación fue realizada por un equipo de trabajo para el diagnóstico y de expertos del área involucrada.

Tabla 3.2. Áreas y funciones a diagnosticar. Planta de Pella.

Áreas (g)	Peso Área (Wg)	Funciones (d)	Peso Función (Wdg)	Calificación Función (Cdg)	Evaluación Función (EFdg)	Resultado Área (RAg)	Evaluación Área (EAg)
Organización del Mantenimiento	4	Documentación Técnica	4	3	2,4		29,6
		Historial de Equipos	3	2	1,2		
		Seguimiento de Ordenes	3	3	1,8		
		Nivel de Informatización	5	2	2		
						7,4	
Administración del Mantenimiento	3	Planificación de Actividades	3	3	1,8		21
		Control de materiales y repuestos	3	3	1,8		
		Control de costos de mantenimiento	4	2	1,6		
		Indicadores de Gestión	3	3	1,8		
						7	
Personal	5	Calificación técnica	3	2	1,2		35
		Experiencia	5	2	2		
		Motivación	4	1	0,8		
		Desarrollo Profesional	5	3	3		
						7	
Infraestructura y Equipos	**5**	**Áreas Físicas**	**3**	**3**	**1,8**		**19**
		Herramientas y equipos	**5**	**2**	**2**		
						3,8	
Equipamiento e Instalaciones	**3**	**Equipamiento**	**4**	**3**	**2,4**		**12,6**
		Instalaciones	**3**	**3**	**1,8**		
						4,2	
Servicios de terceros	3	Políticas de Contratación	4	3	2,4		21
		Selección de contratista	5	3	3		
		Garantía	4	2	1,6		
						7	

Fuente: Elaboración propia.

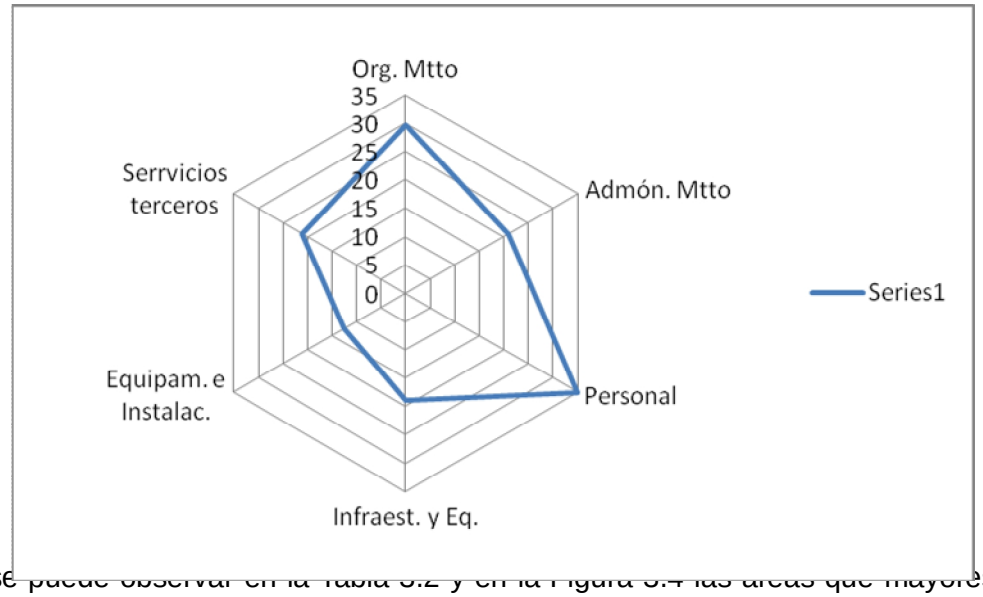


Figura 3.4. Radar de control (Fuente: elaboración propia).

Como se puede observar en la Tabla 3.2 y en la Figura 3.4 las áreas que mayores dificultades pr y equipos" de mantenimiento. Esta evaluación tiene su base en lo siguiente:

- Equipamiento e Instalaciones:

Esto se refiere a los implementos mínimos de seguridad del personal de la planta la cual no cuenta para poder realizar la actividad, al igual no se cuenta con los servicios para realizar dicho mantenimiento.

- Infraestructura y Equipos:

Esto hace referencia a que no se cuenta con los equipos o herramientas necesarias para realizar la actividad, referente a la infraestructura se refiere a que no se cuenta con un buen fundamento o bases para la realización de dicha actividad.

Mediante esta evaluación muestra que esta problemática impide o desmejora el buen funcionamiento del mantenimiento en la planta objeto de estudio, siendo necesario acciones y propuestas para cambiar la situación.

Equipos críticos de la Planta de Pella

Toda organización cuenta en su proceso productivo con equipos críticos, los cuales son de vital importancia, ya que si no se encuentran en condiciones óptimas para operar puede detenerse el

proceso productivo y esto genera pérdidas a la empresa.

La Planta de Pella posee una lista de equipos de críticos (40), y para este estudio los equipos críticos han sido identificados como aquellos que han presentado fallas registradas, en el período de enero a junio del 2014.
Como el proceso en la Planta de Pella es de forma secuencial y continúo, es indispensable que los equipos se encuentren disponibles para operar y así evitar una disminución en el volumen de producción o la paralización en el proceso productivo de dicha planta. Por tanto, a través del Anexo 3, es posible identificar cuáles son los equipos críticos con su respectivo código utilizado en SIDOR para identificar cada equipo:

La recopilación, verificación y análisis de la información se realizó a través de la observación directa y el examen documental. Este último mediante la obtención de datos del módulo SAP utilizado para la gestión del mantenimiento de los equipos de Planta. SIDOR utiliza el SAP PM como el sistema informático que refleja la filosofía de mantenimiento. (Anexos 3 y 4)

Este estudio se aplicará únicamente a los equipos más críticos que se encuentran operando en la Planta de Pella y por lo tanto, se va a realizar un diagnóstico de la situación actual aplicando el método estadístico del Diagrama de Pareto bajo 2 parámetros los cuales son: Indisponibilidad y Demoras; para determinar el comportamiento de los equipos en el período seleccionado.

Indisponibilidad

Tabla 3.5. Indisponibilidad, enero – junio 2014.

Equipo	**Demora parada (h)**	**Indisponib.**	**% indisp.**	**% acumulado indisp.**
97226	23,65	3	7,50	7,50
90331	3,37	2	5,00	12,50
93995	1,1	2	5,00	17,50
94350	1,36	2	5,00	22,50
95545	4,3	2	5,00	27,50
95663	2,17	2	5,00	32,50
97225	1,73	2	5,00	37,50

97276	0,91	2	5,00	42,50
98266	2	2	5,00	47,50
99792	0,31	1	2,50	50,00
91139	2,95	1	2,50	52,50
91451	0,00	1	2,50	55,00
92156	1,24	1	2,50	57,50
94212	1,31	1	2,50	60,00
94231	0,25	1	2,50	62,50
95035	1,33	1	2,50	65,00
95565	4,06	1	2,50	67,50
95567	0,50	1	2,50	70,00
95632	6,25	1	2,50	72,50
95645	1,64	1	2,50	75,00
95690	0,51	1	2,50	77,50
96146	36,47	1	2,50	80,00
96603	0,25	1	2,50	82,50
96945	0,49	1	2,50	85,00
97167	1,35	1	2,50	87,50
97222	0,59	1	2,50	90,00
97262	8	1	2,50	92,50
97275	1,33	1	2,50	95,00
97421	0,00	1	2,50	97,50
99790	0,69	1	2,50	100,00

Fuente: Elaboración propia

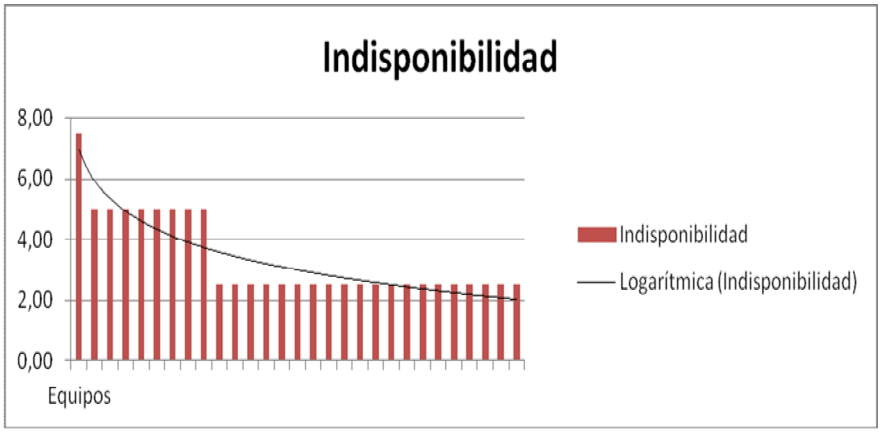


Figura 3. 5. Indisponibilidad, enero – junio 2014.

Este gráfico (Figura 3.5) y la Tabla 3.3 se realizaron tomando como referencia los equipos que estuvieron indisponibles para operar durante el período analizado.

Se puede observar que el Motor BG 5015 (97226) fue el equipo que estuvo menos disponible con un total de 3 veces.

Otros de los equipos que estuvieron menos disponibles fueron: Motor de cinta transportadora BG 3005 (90331), Cinta transportadora BG 2002 (93995), Transportador reversible de la BG 1019 (94350), Accionamiento de la parrilla móvil (95545), Cinta transportadora BG 6002 (95663), Ventilador de proceso BG 5015 (97225), Cinta transportadora BG 2002 (97276), Ventilador recuperación de caja de viento (98266); que presentaron 2 indisponibilidades; es un número relativamente bajo, pero estos equipos son importantes para el proceso productivo de la planta, por lo tanto, también se les debe realizar un plan de mantenimiento preventivo para disminuir el número de indisponibilidades registradas. De igual manera se hará con el resto de los equipos que presentaron una indisponibilidad (ver Tabla 3.3). Para todos estos equipos se les debe realizar un plan de mantenimiento preventivo con el propósito de otorgarles mayor disponibilidad a dichos equipos.

Demoras de las paradas

Tabla 3.4. Análisis de duración de las paradas, enero junio 2014.

Equipo	Duración Parada	%	Acumulado
96146	36,47	33,1	88,5
97226	23,65	21,5	21,5
97262	8	7,3	98,2
95632	6,25	5,7	53,4
95545	4,3	3,9	30,7
95565	4,06	3,7	47,3
90331	3,37	3,1	24,5
91139	2,95	2,7	39,8
95663	2,17	2,0	32,6
98266	2	1,8	36,9
97225	1,73	1,6	34,2
95645	1,64	1,5	54,9
94350	1,36	1,2	26,8

97167	1,35	1,2	90,4
95035	1,33	1,2	43,6
97275	1,33	1,2	99,4
94212	1,31	1,2	42,1
92156	1,24	1,1	40,9
93995	1,1	1,0	25,5
97276	0,91	0,8	35,0
99790	0,69	0,6	100,0
97222	0,59	0,5	90,9
95690	0,51	0,5	55,3
95567	0,5	0,5	47,7
96945	0,49	0,4	89,1
99792	0,31	0,3	37,1
94231	0,25	0,2	42,4
96603	0,25	0,2	88,7
91451	0	0,0	39,8
97421	0	0,0	99,4

Fuente: Elaboración propia

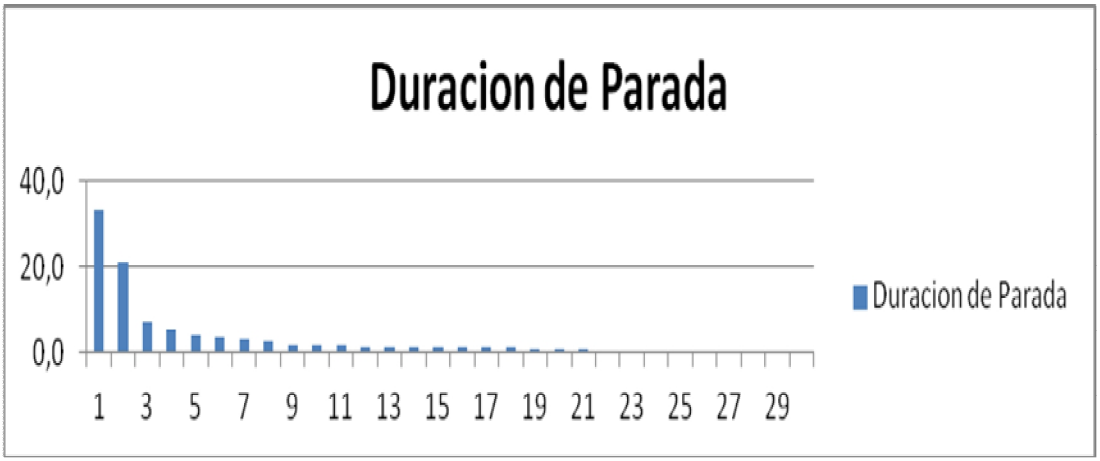


Figura 3. 6. Análisis de duración de parada enero junio 2014.

D tó más demoras du Motor BG 5015 (97226). El resto de los equipos presentaron demoras en menor cuantía con un total de 49,99 horas. Con el propósito de evitar que continúe esta tendencia que afecta el proceso productivo de la planta se debe realizar un plan de mantenimiento preventivo para todos los equipos que generaron demoras.

3.2.3 Fase: Sistema de Mantenimiento de Equipos Críticos

En la muestra de equipos críticos seleccionados se tomará como referencia el Motor BG 5015 (97226) por la incidencia que tuvo en la indisponibilidad y en las demoras por paradas, siendo clasificado como clase “A”, teniendo en cuenta la evaluación recibida según la clasificación de los equipos.

Por otro lado, las falla ocurrida estuvo relacionada con la “conexión del motor de las persianas”, siendo clasificada como Aleatoria y Poco Frecuente (APF), según se aprecia en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5. Clasificación del tipo de fallo.

	Seguridad	**Calidad**	**Utilización**	**Afectaciones**	**Frecuencia**	**Tiempo**	**Tipo de Fallo**	**Clase Equipo**
Motor BG 5015 (97226)	2	1	1	1	1	3	APF	A

Fuente: Elaboración propia.

En función de lo anterior se propone que este equipo debe ser atendido con el Sistema de Mantenimiento Preventivo con Base en la Condición. Sin embargo si por causas fortuitas ocurren averías deberá aplicarse el Sistema de Mantenimiento Correctivo.

Hasta esta etapa se aplica el Procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento de equipos críticos en la planta de Pella, ya que se requiere más tiempo para la Organización, Planificación, Ejecución y control del mantenimiento; así como la Evaluación y Seguimiento.

3.3 Conclusiones parciales del capítulo III.

- Para comprobar el cumplimiento del objetivo general de investigación planteado es necesario aplicar el procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del

mantenimiento de equipos críticos y los procedimientos específicos asociados y demostrar la efectividad de las medidas propuestas. Se consideró suficiente tomar como objeto de estudio práctico específico de esta investigación a la Planta de Pella dado el conocimiento que sobre esta se posee y la facilidad de acceso a la información necesaria, además de ser representativa dentro de las plantas productivas de SIDOR Dentro de los 40 equipos críticos existentes en la planta se seleccionó uno de ellos, partiendo de un análisis de la frecuencia de las paradas como criterio de indisponibilidad y la duración de estas.

- La realización del diagnóstico de mantenimiento en la planta objeto de estudio permitió determinar los problemas que afectan la gestión del mantenimiento, resultando que las áreas con peor evaluación fueron “Infraestructura y equipos” y “Equipamiento e instalaciones”.

- Aunque el Sistema de Mantenimiento Preventivo con Base en la Condición puede debilitar a los equipos, ya que no se previene de la falla; es de gran utilidad en la gestión del mantenimiento cuando existe la necesidad de bajar costos, el desarrollo de técnicas y equipos capaces de predecir con gran seguridad el fin de la vida útil de un componente.

CONCLUSIONES GENERALES

- La construcción del marco teórico y referencial de la investigación reveló la importancia que se le debe brindar al mantenimiento de activos fijos y a su gestión en todas las organizaciones, en especial en las industrias siderúrgicas, debido fundamentalmente al peso específico que poseen los equipos tecnológicos. En este contexto el análisis del "estado del arte" ha permitido caracterizar el mantenimiento como alternativa de decisión frente al desgaste de los activos fijos, pudiéndose apreciar que en la literatura especializada consultada la mayoría de los autores se han dedicado a investigar sobre el mantenimiento industrial.

- De la consulta de la literatura consultada el autor ha podido constatar la necesidad de determinar la forma en que debe gestionarse el mantenimiento en dichas organizaciones, debiendo desarrollarse herramientas metodológicas y de valor práctico que permitan el mejoramiento de la gestión del mantenimiento en esos entornos con lo que se daría respuesta al problema científico planteado.

- El procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento de equipos críticos y los procedimientos específicos que lo complementan, permiten llevar a cabo los procesos que ellos incluyen, de forma relativamente sencilla, destacándose por su carácter práctico y constituyendo el mismo el principal valor de esta Tesis.

- Para el control de la gestión del mantenimiento a través de los indicadores propuestos es necesario contar con un sistema informativo confiable y actualizado sistemáticamente, para lo cual es recomendable el uso de algún software que permita la agilidad en el cálculo de estos indicadores y la rapidez y efectividad de las decisiones sobre mantenimiento.

- Para comprobar el cumplimiento del objetivo general de investigación planteado es necesario aplicar el procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento de equipos críticos y los procedimientos específicos asociados y demostrar la efectividad de las medidas propuestas. Se consideró suficiente tomar como objeto de estudio práctico específico de esta investigación a la Planta de Pella dado el conocimiento que sobre esta se posee y la facilidad de acceso a la información

necesaria, además de ser representativa dentro de las plantas productivas de SIDOR Dentro de los 40 equipos críticos existentes en la planta se seleccionó uno de ellos, partiendo de un análisis de la frecuencia de las paradas como criterio de indisponibilidad y la duración de estas.

- La realización del diagnóstico de mantenimiento en la planta objeto de estudio permitió determinar los problemas que afectan la gestión del mantenimiento, resultando que las áreas con peor evaluación fueron “Infraestructura y equipos” y “Equipamiento e instalaciones”.

- El Sistema de Mantenimiento Preventivo se considera como la estrategia de mantenimiento adecuada para los equipos críticos. El Sistema propuesto en esta investigación presenta como principal característica, además de la clasificación de los equipos, la clasificación de los fallos para la elección de las variantes de mantenimiento y la selección de los indicadores de uso general y de uso específico para cada uno de los subsistemas incluidos. No obstante, el Sistema de Mantenimiento Preventivo con Base en la Condición puede debilitar a los equipos, ya que no se previene de la falla; es de gran utilidad en la gestión del mantenimiento cuando existe la necesidad de bajar costos, el desarrollo de técnicas y equipos capaces de predecir con gran seguridad el fin de la vida útil de un componente.

RECOMENDACIONES

Partiendo de las conclusiones anteriores se recomienda:

1. Concluir las etapas restantes del procedimiento general para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento de equipos críticos de la planta de pella para la presentación a la Gerencia de Mantenimiento, para su aprobación.

2. Hacer extensiva la aplicación de este procedimiento y del estudio a otras plantas de Empresa, a fin de mejorar la gestión del proceso de mantenimiento.

3. Continuar con la utilización de las diferentes herramientas utilizadas para el desarrollo de la investigación e incorporar otras que se consideren necesarias y para lograr mejores resultados, como la aplicación de técnicas estadísticas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguinagalde, Y. L. (2009). Evaluación y diseño de un sistema de gestión de mantenimiento basadas en las normas COVENIN 2500-93 para la gerencia de equipamiento de la empresa SOMOR C.A. Trabajo de Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre". Puerto Ordaz. http://www.monografias.com/trabajos91/evaluacion-y-diseno-sistema-gestion-mantenimiento/evaluacion-y-diseno-sistema-gestion-mantenimiento2.shtml,
2. Albornoz, E. (2008). Planificación del Mantenimiento. Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio Jose de Sucre". Puerto Ordaz. http://www.monografias.com/trabajos93/planificacion-del-mantenimiento-definiciones/planificacion-del-mantenimiento-definiciones.zip, descargado 12 junio 2014.
3. Améndola, L. (2002). Modelos Mixtos de Confiabilidad. Revisado el 3 de diciembre de 2004: http://datastream.net/latinamérica/libroaméndola/default.asp?lang=esp.
4. Baca, G. (2000). Ingeniería económica. 6ta edición, Fondo Educativo Panamericano, Bogotá, Colombia.
5. Horacio Bergero, F. (2005). Mantenimiento y Servicio. Editorial Pc Mac Films, C.A. Caracas.
6. Borroto Pentón, Y. (2005). Contribución al mejoramiento de la gestión del mantenimiento en hospitales en Cuba. Aplicación en hospitales de la provincia Villa Clara. Tesis doctoral. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
7. Cabello Pérez, J. (2002). Propuesta doctrinal para la elección de un programa de mantenimiento. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga. Málaga.
8. Crespo, A., Sánchez, J. y Ruiz, R. (1995). Diseño y desarrollo de políticas de mantenimiento mediante modelos cuantitativos. Ponencia presentada en el 8. Congreso Iberoamericano de Mantenimiento, Buenos Aires, Argentina.
9. Duerto, M. C. et al. (2009). Sistemas de información de mantenimiento. Maestría en Ingeniería Industrial, Curso de Nivelación en Sistemas de Información. Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", Ciudad Guayana
10. Ellmann, H. (1996). Costo beneficio de la implantación de RCM2, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Revisado el 8 de abril de 2003: http://www.mantencion.com/artículos/rev26art1.php3.

11. Espinosa Fuentes, F. (2010). Gestión industrial del mantenimiento. http://campuscurico.utalca.cl/~fespinos/GESTION%20DEL%20MANTENIMIENTO%20INDUSTRIAL.pdf , descargado 12 junio 2014.ç
12. Fernández Pérez, A. J. (2000). Metodología para la priorización de sistemas, estructuras y componentes en la optimización del mantenimiento de una instalación industrial. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.
13. Gitman, L. (2003). Principios de Administración Financiera. San Diego State University, Prentice Hall, 10ma edición.
14. Gómez, G. E. (2001). Análisis de reemplazo de activos físicos. http://www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/17/caue.htm, 21 junio 2014
15. Jose Bazalar Calderon (Blog "Fundamentos de Contabilidad" http://contabilidad-fundamentos.blogspot.com/2013/03/activos-fijos-tangibles-e-intangibles.html, 21 junio 2014).
16. Knezevic, J. (1996). Mantenimiento. Isdefe. Madrid.
17. Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM. Productivity Press. Cambridge, Massachusetts.
18. Ortega Paredes, J. G. (2012). Contabilidad. Paradigma de reconstrucción a través del giro informático. Editorial EAE. Madrid. Pp. 33 a 37.
19. Pérez Jaramillo, C. M. 2006). Paradigmas del mantenimiento. http://www.universitarios.org.ve/doc/Paradigmas.pdf, 21 junio 2014.
20. Rey Sacristán, F. (1996): *Hacia la excelencia en el mantenimiento*. TGP Hoshin. Madrid
21. Rodríguez Martín, L. G. (2011). Elaboración de un sistema de gestión de indicadores para contribuir a mejorar la productividad y calidad en los servicios de mantenimiento mayor de las unidades de generación en la Electricidad de Caracas. Tesis de Especialista en Ingeniería Industrial y Productividad. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas.
22. Rojas Torreón, M. (2002). Administración del mantenimiento - antiguos y nuevos paradigmas. Gestiopolis.com, http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/admtnmto.htm, 21 junio 2014.
23. Sexto, L. F. (2007). Mantenimiento y gestión de activos intangibles, resultados económicos y situación financiera. http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/Intangibles.pdf, 21 junio 2014.

24. Torres, J. (1997). A MCC- Manutençao Centrada na Confiabiidade e o Capítulo-4 do Manual de directrizes da linha seg: Uma proposta para racionalizaçao das tarefas e reduçao do custo de manutençao. II Seminario de Manutençao CEMAN, Brasil.
25. Umaschi, C. (2014). El Mantenimiento como área primordial de la logística. Revista Negocios Globales; http://www.emb.cl/negociosglobales/articulo.mvc?xid=1107&edi=53&xit=el-mantenimiento-como-area-primordial-de-la-logistica, descargado 12 junio 2014
26. UNEXPO (2014). Mantenimiento industrial. Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", Vice-Rectorado Puerto Ordaz, Departamento de Ingeniería Industrial, Cátedra de Planificación y Control de Mantenimiento. https://docs.google.com/presentation/d/1pVoqeAc1zkNxCYZKrEjCgOs78bjLzkmPMya9fiGsuFw/embed?hl=es&size=l#slide=id.p15, descargado 12 junio 2014.
27. Villanueva Gonzales, G. (1997). Aseguramiento de la calidad en la vida del producto: fiabilidad y mantenibilidad. Máster en Dirección de la Calidad Total. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Madrid.
28. Villanueva, V. (2012). Tipos de Mantenimiento Industrial. http://www.bloglogisticayproduccion.com/2012/10/23/tipos-de-mantenimiento-industrial/, descargado 12 junio 2014
29. Zapata, C. (2009). Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos de la planta HyL II en la Siderúrgica del Orinoco "Alfredo Maneiro". Trabajo de Grado. Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", Puerto Ordaz.

ANEXOS

Anexo 1. Paradigmas del mantenimiento.

	Paradigma anterior	Paradigma actual
1.	El mantenimiento es para preservar los activos físicos	El mantenimiento es para preservar las funciones de los activos
2.	El mantenimiento rutinario es acerca de la prevención de fallas	El mantenimiento rutinario es acerca de evitar, reducir o eliminar las fallas
3.	El objetivo principal de la función de mantenimiento es optimizar la disponibilidad de la planta a un costo mínimo	El mantenimiento afecta todos los aspectos de la efectividad de los negocios: la inseguridad, la integridad ambiental, la eficiencia energética, la calidad de los productos y servicios al cliente, no sólo la disponibilidad y el costo
4.	La mayoría de los equipos tienden a fallar a medida que envejecen	La mayoría de las fallas no tienden a ocurrir a medida que los equipos envejecen
5.	Se debe tener disponible información comprensible sobre la tasa de fallas antes de desarrollar un programa de mantenimiento exitoso	Casi siempre es necesario tomar decisiones en el entorno de mantenimiento, con información de tasas de fallas inadecuadas
6.	Hay tres tipos de mantenimiento: productivo, preventivo y correctivo	Existen cuatro tipos de mantenimiento: predictivo, preventivo, detectivo (proactivo) y correctivo
7.	La frecuencia de actividades de mantenimiento predictivo deben programarse de acuerdo a la frecuencia de falla y/o a la criticidad del componente	Las frecuencias de las actividades de mantenimiento predictivo deben basarse en los períodos de desarrollo de las fallas (conocido como intervalos de falla o intervalos P-F)
8.	Si ambas son técnicamente adecuadas, las reparaciones a intervalos fijos / reemplazos son usualmente más económicos y más efectivas que el mantenimiento basado en la condición	Si ambas son técnicamente adecuadas, que el mantenimiento basado en la condición es casi siempre más económico y efectivo que las reparaciones reemplazo a intervalos durante la vida del activo
9.	Incidentes serios/ accidentes catastróficos que involucran fallas de equipo múltiple son usualmente el resultado de “la mala suerte” o “actos de dios” y, por lo tanto, son inmanejables	Hasta una extensión considerable, la probabilidad de una falla múltiple es una variable manejable especialmente en sistemas protegidos
10.	La forma más rápida y segura de mejorar el rendimiento de activos “no confiables” existentes es modernizar el diseño	Siempre es casi más costo-efectivo tratar de mejorar el rendimiento de un activo “no confiable” mejorando la forma como es operado y mantenido, y sólo revisar el diseño si este no puede producir el rendimiento requerido
11.	Para la mayoría de los activos físicos se pueden desarrollar programas de mantenimiento genéricos	Los programas de mantenimiento genéricos son solamente aplicables en activos idénticos con igual contexto operativo, funciones y estándares de rendimientos
12.	Las políticas de mantenimiento deberían ser formuladas por gerentes de mantenimiento y los programas de	Las políticas de mantenimiento deben ser formuladas por las personas con la mayor cercanía a los activos a mantener. La

	mantenimiento diseñados por especialistas cualificados o contratistas externos (un enfoque de arriba a abajo)	administración debe proveer las herramientas para ayudar a estos a tomar las decisiones correctas y asegurar que las decisiones sean razonables y defendibles
13.	El departamento de mantenimiento puede desarrollar por sí solo un programa de mantenimiento exitoso y duradero	Un plan de mantenimiento exitoso y duradero solamente puede ser desarrollado por los especialistas de mantenimiento trabajando en forma conjunta con los operadores de los activos
14.	Los fabricantes de los equipos están en la mejor posición para desarrollar programas de mantenimiento para activos físicos nuevos	Los fabricantes de equipos solamente pueden jugar un papel limitado (pero aún importante) en el desarrollo de programas de mantenimiento para activos nuevos
15.	Es posible encontrar una solución rápida para todos los problemas de efectividad de mantenimiento	Los problemas de mantenimiento son resueltos en mejor forma en 2 etapas: (1) cambiar la forma cómo piensan las personas (2) haciendo que ellos apliquen sus cambiados procesos de pensamiento a problemas de procesos y técnicos – uno a uno

Fuente: Adaptación del autor a partir de Pérez Jaramillo (2006) y Rojas Torreón (2002).

Anexo 2. Algoritmo para la clasificación de los equipos críticos.

La gradación (en **niveles 1, 2 ó 3**) para cada una de las variables definidas es la siguiente:

Seguridad:

Nivel 1: El fallo del equipo provoca efectos graves sobre las personas (empleados) y/o sobre el medio ambiente.

Nivel 2: El fallo del equipo trae consigo riesgos para las personas (empleados) y/o para el medio ambiente.

Nivel 3: El fallo del equipo no trae riesgos para las personas ni afecta el medio ambiente.

Calidad:

Nivel 1: El fallo del equipo inhabilita el proceso.

Nivel 2: El fallo del equipo afecta la calidad, de manera que se genera un producto fuera de especificaciones.

Nivel 3: El fallo del equipo afecta ligeramente la calidad del producto.

Utilización:

Nivel 1: El equipo es utilizado con mucha frecuencia (24 horas diarias).

Nivel 2: El equipo es utilizado entre 4 y 8 horas diarias.

Nivel 3: El equipo es de uso ocasional.

Afectaciones:

Nivel 1: El fallo del equipo provoca la interrupción total del proceso.

Nivel 2: El fallo del equipo provoca la interrupción de un sistema o unidad importante.

Nivel 3: Existen equipos similares disponibles y la posibilidad de alternar el servicio que presta, automáticamente al ocurrir el fallo, sin producir afectaciones en el proceso.

Frecuencia:

Nivel 1: Muchas paradas debidas a los fallos.

Nivel 2: Paradas ocasionales.

Nivel 3: Poco frecuente.

Tiempo:

Nivel 1: El tiempo de reparación es mayor que un día.

Nivel 2: El tiempo de reparación es de un turno a un día.

Nivel 3: El tiempo de reparación es menor que un turno.

Cada una de las variables tiene solo tres valores posibles que corresponden a sus valores máximos, medios y mínimos. La gradación en niveles de las variables del algoritmo se realiza con un marcado enfoque al cliente, por lo tanto en la misma deberán participar especialista de mantenimiento responsable del puesto de trabajo.

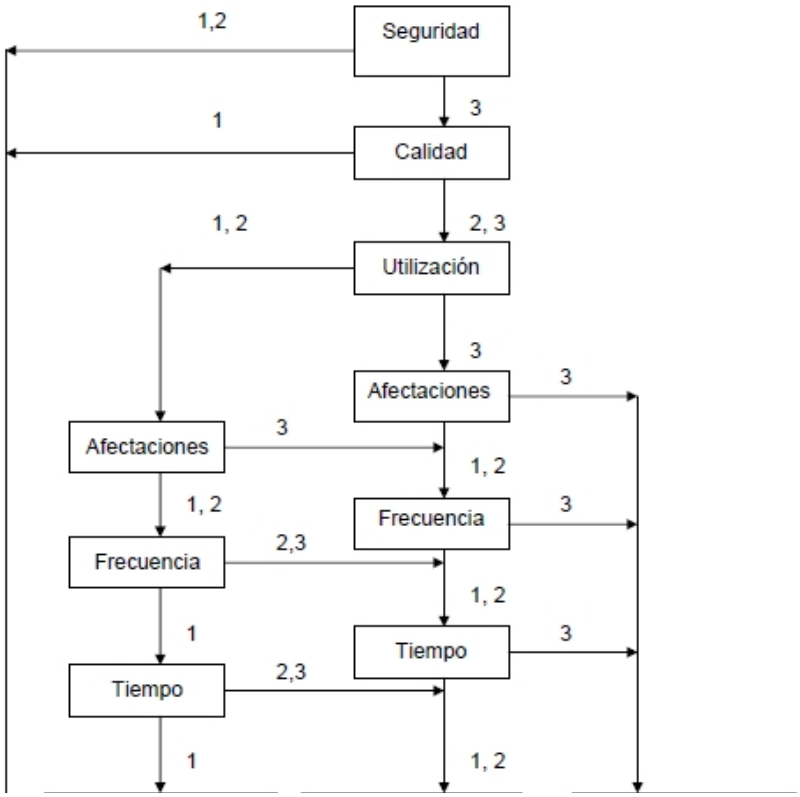


Figura 1. Algoritmo de clasificación (Fuente: Borroto Pentón, 1997).

Equipo	Aviso	Descripción	DurParada	IniAvería	FinAvería	P	Critico	Repetitivas
99792	2148233	BG-7001 DESALINEADA, SIN PAYLOADER	0,31	02.01.2014	02.01.2014	X	NO	1
95567	2148230	EL CARRO DE LA BG-2069 NO SE MOVIO	0,50	06.01.2014	06.01.2014	X	NO	1
98266	2146443	CAIDA DE TENSION DE BARRA BT3	1,00	06.01.2014	06.01.2014	X	NO	2
98266	2148228	CAID DE TENSION EN BT3	1,00	06.01.2014	06.01.2014	X	NO	
95690	2148234	BG-2041 DESALINEADA	0,51	13.01.2014	13.01.2014	X	NO	1
97222	2147971	PERSIANAS SIN SEÑAL DE CIERRE	0,59	14.01.2014	14.01.2014	X	NO	1
96603	2148199	CINTA DESALINEADA BG2041	0,25	15.01.2014	15.01.2014	X	NO	1
94231	2148200	BG-1002 EMPALME DAÑADO	0,25	15.01.2014	15.01.2014	X	SI	1
94350	2148203	BG-1019 DESALINEADA	0,25	15.01.2014	15.01.2014	X	NO	2
94212	2142743	DESPLAZAMIENTO DEL TAMBOR DE COLA	1,31	16.01.2014	16.01.2014	X	NO	1
97226	2147709	FALLA EN ACCIONAMIENTO DE PERSIANAS	15,17	18.01.2014	19.01.2014	X	NO	3
97167	2148403	FALLA DE CONEXIÓN EN EL MOTOR DE LAS PER	1,35	20.01.2014	20.01.2014	X	NO	1
97226	2146462	FALLA EN MOTOR DE PERSIANAS BG5015/1	3,38	20.01.2014	20.01.2014	X	NO	3
97226	2146463	FALLA EN ACCIONAMIENTO DE PERSIANAS	5,10	20.01.2014	20.01.2014	X	NO	3
97276	2147996	CORTANDO GUAYAS DE LA CINTA BG-2002	0,25	23.01.2014	23.01.2014	X	NO	2
99790	2147998	CAMBIO DE VARIOS RODILLOS BG6001	0,69	24.01.2014	24.01.2014	X	NO	1
95632	2146465	RODILLOS TRANCADOS EN LA CRIBA INFERIOR	6,25	30.01.2014	30.01.2014	X	SI	1
91451	2147423	Esta cinta continua en condición crítica	0,00	06.02.2014	06.02.2014		NO	1
97275	2163024	CHUTE BG2001 HACIA BG2002 CORTINA CENTRA	1,33	16.03.2014	16.03.2014	X	NO	1
94350	2165072	BG1019 DESALINEADA Y SE BLOQUEARON MEZCL	1,11	16.03.2014	17.03.2014	X	NO	2
91139	2163042	MOTOR PRINCIPAL DEL SECADOR DAÑADO	2,95	18.03.2014	18.03.2014	X	NO	1
90331	2158958	MOTOR BG-3005 DAÑADO	1,77	19.03.2014	19.03.2014	X	NO	2
90331	2163348	MOTOR DAÑADO BG-3005	1,60	19.03.2014	19.03.2014	X	NO	
97225	2163353	PERSIANAS SUELTAS BG5015/1	0,86	21.03.2014	21.03.2014	X	NO	2
97225	2163354	COLOCACION DE PASADOR BG-5015/1	0,87	21.03.2014	21.03.2014	X	NO	2
93995	2158960	BORDE DE LA CINTA DESPRENDIDO	0,66	23.03.2014	23.03.2014	X	NO	2
93995	2158961	BORDE DE CINTA DAÑADO	0,44	23.03.2014	23.03.2014	X	NO	2
97276	2163356	PARA CORTAR TIRA Y CENTRAR CINTA BG 2002	0,66	23.03.2014	23.03.2014	X	NO	2
96146	2163368	VENTILADORES DE COMBUSTION DAÑADO	36,47	23.03.2014	24.03.2014	X	NO	1
97262	2168674	BG-4021 Daño de Rodamientos de la ventol	8,00	24.03.2014	24.03.2014	X	NO	1
95545	2163934	CARRO RECIPROCANTE SE FUE EXTREMO BG2039	0,25	25.03.2014	25.03.2014	X	NO	2
95035	2163381	CINTA BG-2040/1 EMPALME DAÑADO	1,33	26.03.2014	26.03.2014	X	NO	1
95545	2163945	SISTEMA HIDRAULICO NO ARRANCA BG-2039	4,05	26.03.2014	26.03.2014	X	NO	2
95565	2163383	CARRO DE LA CINTA BG-2039 NO ARRANCA	4,06	26.03.2014	26.03.2014	X	NO	1

95663	2163397	ACOPLE MOTOR-REDUCTOR DE BG-6002	2,17	28.03.2014	28.03.2014	X	NO	2
95645	2163587	COLOCACION DE PLANCHA DUCTO BG-6001/6002	1,64	02.04.2014	02.04.2014	X	NO	1
95663	2163588	CAMBIO DE CINTA BG-6002	0,00	02.04.2014	02.04.2014		NO	2
96945	2163560	BG-5002 RODAMIENTO DEL MOTOR CON 90 GRAD	0,49	04.04.2014	04.04.2014	X	NO	1
97421	2163108	G1058:BOMBA DAÑADA	0,00	04.04.2014	04.04.2014		NO	1
92156	2164139	PARADA POR FALLA DE PRESION DE BG2039	1,24	07.04.2014	07.04.2014	X	NO	1

Anexo 3. Listado de Fallas de Equipos 2014.

Código Línea	Turno	Cuad.	Descripción	Inicio	Fin	min.	h	Observació
PELB	3	A	Sistema Cintas Descarga Horno Linea B/Cinta Transportadora BG7001/Cinta Transportadora BG7001/Desalineada	02/01/2014 15:25	02/01/2014 15:44	18,33	0,31	Bajo nivel de s bg- 7004 por desalineamien de bg- 7001 - f de pailoader po cambio de turn
PELB	3	A	Sistema Transporte Pellas Verdes Linea B/Cinta Transportadora BG3005/Cinta Transportadora BG3005/Desalineada	03/01/2014 15:03	03/01/2014 15:05	2,67	0,04	Lateral actuado por desalineamien
PELB	3	A	Sistema Transporte Pellas Verdes Linea B/Cinta Transportadora BG3005/Cinta Transportadora BG3005/Falsa señal	03/01/2014 16:57	03/01/2014 17:00	2,67	0,04	Lateral de cinta retiro de force)
PELB	2	B	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	05/01/2014 9:57	05/01/2014 10:00	2,83	0,05	Paro por señal lateral actuado
PELB	3	D	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	05/01/2014 19:18	05/01/2014 19:24	6,00	0,10	
PELB	1	A	Sistema Ventiladores De Proceso Linea B/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/No Existe el Evento	06/01/2014 2:32	06/01/2014 3:32	59,80	1,00	Caida de tensi barra bt- 3 disparo; cayero equipos bg- 2039/2 ventiladores de proceso bg- 50 5006- 1017 y b 6001
PELB	3	D	Sistema Ventiladores De Proceso Linea B/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/No Existe el Evento	06/01/2014 18:28	06/01/2014 18:33	4,67	0,08	Caída de tensi barra bt-3
PELB	3	D	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	06/01/2014 18:28	06/01/2014 18:33	4,67	0,08	Cinta bg-2002 desalineada
PELB	2	B	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	07/01/2014 10:06	07/01/2014 10:17	10,17	0,17	Paro por señal lateral actuado
PELB	3	C	Sistema Ventiladores De Proceso Linea B/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/No Existe el Evento	07/01/2014 16:58	07/01/2014 17:02	4,50	0,08	Caída de tensi en barra bt-03
PELB	3	C	Sistema Cintas Descarga Horno Linea B/Cinta Transportadora BG6001/Cinta Transportadora BG6001/Desalineada	07/01/2014 16:58	07/01/2014 17:02	4,50	0,08	Maquina 3008 parada por el desalineamien de la cinta 600

PELB	3	C	Sistema Ventiladores De Proceso Linea B/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/No Existe el Evento	07/01/2014 18:44	07/01/2014 18:49	5,17	0,09	Caida de tensi en barra bt-03
PELB	3	C	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	07/01/2014 18:44	07/01/2014 18:49	5,17	0,09	
PELB	3	C	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	07/01/2014 18:59	07/01/2014 19:35	36,00	0,60	
PELB	3	C	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	07/01/2014 19:25	07/01/2014 19:35	9,48	0,16	
PELB	3	C	Sistema Ventiladores De Proceso Linea B/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/No Existe el Evento	07/01/2014 21:19	07/01/2014 21:27	7,98	0,13	Caida de tensi en barra bt-03
PELB	3	C	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	07/01/2014 21:19	07/01/2014 21:27	7,98	0,13	
PELB	2	D	Sistema Cribado De Pellas Verdes Linea B/Cinta Transportadora BG2040/2/Cinta Transportadora BG2040/2/No existe el evento	10/01/2014 12:02	10/01/2014 12:07	4,83	0,08	Parada bg-204 por señal de sensor de movimiento (rodillo de cola desplazado)
PELB	3	A	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Falla de empalme	11/01/2014 18:42	11/01/2014 18:52	10,58	0,18	Cortar pedazo guaya en bg- 2
PELB	3	A	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora Reversible BG2001/Cinta Transportadora Reversible BG2001/Trabamiento de rodillos	11/01/2014 18:52	11/01/2014 19:03	10,58	0,18	Colocar rodillo dañado en bg-2001
PELB	1	C	Sistema De Parrilla Movil Linea B/No Existe el Equipo/No Existe el Equipo/No Existe el Evento	11/01/2014 23:30	11/01/2014 23:33	2,83	0,05	Por 3008. alto cosumo.
PELB	2	D	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Rotura de cinta	12/01/2014 8:35	12/01/2014 8:45	10,52	0,18	Cinta parada p picarle pedazo de guayas

PELB	3	A	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Rodillos desgastados	12/01/2014 21:13	12/01/2014 21:21	8,67	0,14	Ajustar base d rodillo en ag- 2 y montar rodillo caido en bg- 2
PELB	2	D	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	13/01/2014 9:41	13/01/2014 9:44	3,67	0,06	
PELB	3	A	Sistema Cribado De Pellas Verdes Linea B/Cinta Transportadora BG2041/Cinta Transportadora BG2041/Desalineada	13/01/2014 20:54	13/01/2014 21:25	30,83	0,51	
PELB	3	A	Sistema Cribado De Pellas Verdes Linea B/Cinta Transportadora BG2041/Cinta Transportadora BG2041/Desalineada	13/01/2014 20:54	13/01/2014 21:25	30,83	0,51	Cinta para por acumulación d mineral en rod de cola.
PELB	1	C	Sistema Cintas Descarga Horno Linea B/Vibro Alimentaciónador BG6008/Vibro Alimentador BG6008/No Existe el Evento	14/01/2014 6:23	14/01/2014 6:25	2,17	0,04	Bajo nivel del s 7004. descarga del vibro descargador 6 obstruido con rueda de carro falta de paylod
PELB	3	B	Sistema De Aereacion Y Dosific. Linea B/Cinta Dosificadora BG1002/Cinta Dosificadora BG1002/Rotura de cinta	15/01/2014 15:05	15/01/2014 15:19	13,43	0,22	Empalme daña
PELB	3	B	Sistema Cribado De Pellas Verdes Linea B/Cinta Transportadora BG2041/Cinta Transportadora BG2041/Desalineada	15/01/2014 15:26	15/01/2014 15:32	5,67	0,09	Linea detenida señal de latera actuado.
PELB	3	B	Sistema De Aereacion Y Dosific. Linea B/Cinta Dosificadora BG1002/Cinta Dosificadora BG1002/Rotura de cinta	15/01/2014 15:47	15/01/2014 16:25	38,42	0,64	Empalme daña
PELB	3	B	Sistema Cribado De Pellas Verdes Linea B/Cinta Transportadora BG2041/Cinta Transportadora BG2041/Desalineada	15/01/2014 16:49	15/01/2014 17:04	15,00	0,25	Linea detenida señal de latera actuado.
PELB	3	B	Sistema De Aereacion Y Dosific. Linea B/Cinta Dosificadora BG1002/Cinta Dosificadora BG1002/Rotura de cinta	15/01/2014 17:34	15/01/2014 17:53	19,23	0,32	Empalme daña
PELB	3	B	Sistema De Aereacion Y Dosific. Linea B/Cinta Dosificadora BG1002/Cinta Dosificadora BG1002/Rotura de cinta	15/01/2014 17:42	15/01/2014 17:57	15,08	0,25	Empalme daña
PELB	3	B	Sistema Cintas Desc. Mezcladores Linea B/Cinta Transportador Reversible BG1019/Cinta	15/01/2014 17:57	15/01/2014 18:13	15,08	0,25	

			Transportador Reversible BG1019/Desalineada					
PELB	3	B	Sistema Cribado De Pellas Verdes Linea B/Cinta Transportadora BG2041/Cinta Transportadora BG2041/Desalineada	15/01/2014 18:21	15/01/2014 18:25	3,98	0,07	Linea detenida señal de latera actuado.
PELB	3	B	Sistema Cribado De Pellas Verdes Linea B/Cinta Transportadora BG2041/Cinta Transportadora BG2041/Desalineada	15/01/2014 18:28	15/01/2014 18:33	4,65	0,08	Linea detenida señal de latera actuado.
PELB	3	B	Sistema De Aereacion Y Dosific. Linea B/Cinta Dosificadora BG1002/Cinta Dosificadora BG1002/Rotura de cinta	15/01/2014 18:46	15/01/2014 18:49	3,33	0,06	Empalme daña
PELB	3	B	Sistema Cribado De Pellas Verdes Linea B/Cinta Transportadora BG2041/Cinta Transportadora BG2041/Desalineada	15/01/2014 18:46	15/01/2014 18:49	3,33	0,06	Linea detenida señal de latera actuado.
PELB	1	D	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	16/01/2014 6:47	16/01/2014 6:51	4,17	0,07	Parada cinta b 2002 por latera actuado
PELB	2	A	Sistema Cribado De Pellas Verdes Linea B/Cinta Transportadora BG2040/Cinta Transportadora BG2040/Desalineada	16/01/2014 10:28	16/01/2014 11:47	78,88	1,31	
PELB	2	A	Sistema Cribado De Pellas Verdes Linea B/Cinta Transportadora BG2040/1/Cinta Transportadora BG2040/1/No Existe el Evento	16/01/2014 10:28	16/01/2014 11:47	78,88	1,31	Interrupción de producción por desplazamient de tambor de c
PELB	3	B	Sistema De Molinos Linea A/Molino De Bolas AB2022/Molino De Bolas AB2022/No Existe el Evento	17/01/2014 15:10	17/01/2014 16:15	64,47	1,07	Evento: piñón orinoco dañado subevento: piñ lado orinoco dañado
PELB	3	B	Sistema De Silos Linea B/Plato Rotativo De Alimentación BB2003/Plato Rotativo De Alimentacion BB2003/No Existe el Evento	17/01/2014 16:15	17/01/2014 17:19	64,47	1,07	Evento y sub evento:daño de reductor del m #2.
PELB	3	B	Sistema Cintas Descarga Horno Linea B/Cinta Transportadora BG6001/Cinta Transportadora BG6001/No existe el evento	17/01/2014 17:08	17/01/2014 17:19	10,67	0,18	Cinta detenida falla en lateral señal permane
PELB	3	C	Sistema Ventiladores De Proceso Linea B/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/No Existe el Evento	18/01/2014 15:00	18/01/2014 23:00	480,00	8,00	Bg- 5015 cerra a 15% por mot de las persiana cerradas. mala calidad en el

								producto.
PELB	1	B	Sistema Ventiladores De Proceso Linea B/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/No existe el evento	18/01/2014 23:00	19/01/2014 6:17	437,70	7,30	
PELB	2	A	Sistema Ventiladores De Proceso Linea B/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/No Existe el Evento	20/01/2014 7:32	20/01/2014 9:49	137,00	2,28	Falla en las conexiones de motor de la persiana 5015/
PELB	2	A	Sistema Ventiladores De Proceso Linea B/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/No Existe el Evento	20/01/2014 9:49	20/01/2014 15:00	310,32	5,17	Falla en las conexiones de motor de la persiana 5015/
PELB	3	C	Sistema Ventiladores De Proceso Linea B/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/Falla en cable de alimentación	20/01/2014 15:00	20/01/2014 16:21	81,20	1,35	Falla de conex en el motor de persianas.
PELB	3	C	Sistema De Molinos Linea B/Molino De Bolas BB2021/Molino De Bolas BB2021/Desprendimiento	20/01/2014 15:00	20/01/2014 16:21	81,20	1,35	baja productivi del horno bg30 por indisponibilidad del molino ab2 (un solo molino operativo bb20
PELB	3	C	Sistema De Molinos Linea B/Molino De Bolas BB2021/Molino De Bolas BB2021/Desprendimiento	20/01/2014 16:41	20/01/2014 16:47	6,33	0,11	
PELB	3	C	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	20/01/2014 16:41	20/01/2014 16:47	6,33	0,11	
PELB	3	C	Sistema Ventiladores De Proceso Linea B/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/Falla en cable de alimentación	20/01/2014 16:47	20/01/2014 17:04	16,85	0,28	Falla de conex en el motor de persianas.
PELB	3	C	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	20/01/2014 16:57	20/01/2014 17:04	6,50	0,11	
PELB	3	C	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	20/01/2014 18:10	20/01/2014 18:20	10,00	0,17	

PELB	3	C	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	20/01/2014 19:11	20/01/2014 19:18	6,33	0,11	
PELB	1	B	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	21/01/2014 0:43	21/01/2014 0:48	4,70	0,08	
PELB	3	D	Sistema De Molinos Linea A/Molino De Bolas AB2022/Molino De Bolas AB2022/Acople	21/01/2014 15:36	21/01/2014 16:12	36,42	0,61	Piñon lado orin dañado
PELB	3	D	Sistema De Silos Linea B/Plato Rotativo De Alimentación BB2003/Plato Rotativo De Alimentacion BB2003/No Existe el Evento	21/01/2014 16:12	21/01/2014 16:49	36,42	0,61	Evento y sub evento:daño d reductor del m #2.
PELB	3	D	Sistema De Molinos Linea B/Molino De Bolas BB2022/Molino De Bolas BB2022/Acople	21/01/2014 16:49	21/01/2014 17:25	36,42	0,61	Por dañarse bomba bb 202
PELB	1	B	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora Reversible BG2001/Cinta Transportadora Reversible BG2001/Cambio de rodillos de impacto	22/01/2014 1:46	22/01/2014 1:53	7,00	0,12	Cambio de rod de retorno.
PELB	3	D	Sistema Cintas Descarga Horno Linea B/Cinta Transportadora BG6001/Cinta Transportadora BG6001/No existe el evento	22/01/2014 20:21	22/01/2014 20:26	5,00	0,08	Parada maquin bg-3008 por cambio de rodi dañado en la c bg-6001
PELB	3	D	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/No existe el evento	23/01/2014 16:32	23/01/2014 16:47	15,22	0,25	Para cortar gua a la cinta 2002
PELB	1	A	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	24/01/2014 0:19	24/01/2014 0:25	6,17	0,10	
PELB	3	D	Sistema Cintas Descarga Horno Linea B/Cinta Transportadora BG6001/Cinta Transportadora BG6001/Cambio de rodillos de carga	24/01/2014 17:07	24/01/2014 17:48	41,17	0,69	Parada bg-600 por cambio de varios rodillos
PELB	3	D	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	24/01/2014 21:24	24/01/2014 21:29	4,50	0,08	
PELB	2	C	Sistema Ventiladores De Proceso Linea B/Ventilador Descarga Gases Horno BH1017/Ventilador Descarga	27/01/2014 9:26	27/01/2014 9:36	10,00	0,17	Parada del ventilador 101 quedando con

			Gases Horno BH1017/No Existe el Evento					condición de arranque.
PELB	2	C	Sistema De Parrilla Movil Linea B/Sistema Lubricación De Parrilla/Sistema Lubricación De Parrilla BG3008/No Existe el Evento	28/01/2014 8:34	28/01/2014 8:37	3,00	0,05	Para la máquin por alto consu
PELB	2	B	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Cambio de rodillo autolineante	29/01/2014 10:59	29/01/2014 11:11	11,32	0,19	Cambio de rod de retorno
PELB	3	A	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/No Existe el Evento	29/01/2014 21:43	29/01/2014 21:48	5,15	0,09	Cinta bg-2002 para por señal emergencia po desprendimien de soporte de gueya de emergencia activando la misma.
PELB	3	A	Sistema De Aereacion Y Dosific. Linea B/Cinta Dosificadora BG1001/Cinta Dosificadora BG1001/No Existe el Evento	31/01/2014 20:13	31/01/2014 20:33	19,67	0,33	Dejo de salir mineral por la balanza, por ca de aire de la descarga de la balanza llena c mineral
PELB	2	B	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Rotura de cinta	01/02/2014 9:40	01/02/2014 9:50	9,85	0,16	Cortando guay colgante de un extremo de la cinta.,
PELB	3	D	Sistema Cintas Descarga Horno Linea B/Cinta Transportadora BG7001/Cinta Transportadora BG7001/Desalineada	03/02/2014 21:16	03/02/2014 21:30	14,00	0,23	Por bajo nivel silo bg-7004 po cinta 7001 desalineada co mineral acumulado en rodillo de cola
PELB	3	C	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	16/03/2014 20:41	16/03/2014 20:51	9,67	0,16	Cinta desalinea
PELB	3	C	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora Reversible BG2001/Cinta Transportadora Reversible BG2001/Obstrucción del chute	16/03/2014 20:53	16/03/2014 22:12	79,50	1,33	Cortina centrad dañada, acumu gran cantidad material y al desprenderse tapona el chute

								la cinta 2001 h la bg-2002.
PELB	3	C	Sistema Cribado De Pellas Verdes Linea B/Cinta Transportadora BG2041/Cinta Transportadora BG2041/Desalineada	16/03/2014 22:13	16/03/2014 22:17	3,83	0,06	Cinta desalinea
PELB	1	B	Sistema Cintas Desc. Mezcladores Linea B/Cinta Transportador Reversible BG1019/Cinta Transportador Reversible BG1019/Desalineada	16/03/2014 23:01	17/03/2014 0:08	66,53	1,11	Desalineada de cinta bg 1019 y interrupcion se prolonga,por bloquearse el motor principal el sepam,por paradas continuas.
PELB	1	B	Sistema Ventiladores De Proceso Linea B/Ventilador Descarga Gases Horno BH1017/Ventilador Descarga Gases Horno BH1017/No existe el evento	17/03/2014 6:13	17/03/2014 6:25	12,00	0,20	Paro la linea p parada de los ventiladores 10 5011, 5006, y pellas verdes.
PELB	1	B	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	18/03/2014 2:39	18/03/2014 2:43	4,17	0,07	Al parar la bala línea b quedo vacia la cinta y actuo lateral.
PELB	2	A	Sistema De Secadores Linea A/Conjunto Secador De Mineral AB2012/Conjunto Secador De Mineral AB2012/Conectores flojos	18/03/2014 10:56	18/03/2014 13:17	140,22	2,34	Falla en motor principal del secador ab 20
PELB	2	A	Sistema De Secadores Linea A/Conjunto Secador De Mineral AB2012/Conjunto Secador De Mineral AB2012/Conectores flojos	18/03/2014 13:17	18/03/2014 13:53	36,78	0,61	Falla en motor principal del secador ab 20
PELB	3	D	Sistema Cribado De Pellas Verdes Linea B/Cinta Transportadora BG2041/Cinta Transportadora BG2041/Desalineada	18/03/2014 17:11	18/03/2014 17:13	2,83	0,05	Cinta desalinea
PELB	2	C	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	19/03/2014 10:05	19/03/2014 10:24	18,67	0,31	Cinta desalinea
PELB	2	C	Sistema De Parrilla Movil Linea B/Silo Pella. De Proteccion BG7004/Silo Pella. De Proteccion BG7004/No Existe el Evento	19/03/2014 11:02	19/03/2014 11:07	4,17	0,07	Para tapar bote pellas en la bo de grano de protección lado caroní.
PELB	3	D	Sistema Transporte Pellas Verdes Linea B/Cinta Transportadora BG3005/Cinta Transportadora BG3005/Disparo de protección del	19/03/2014 16:25	19/03/2014 18:01	96,18	1,60	Por motor daña de la 3005 se cambio

			equipo					
PELB	3	D	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	20/03/2014 19:34	20/03/2014 19:39	5,33	0,09	Cinta 2002 desalineada
PELB	1	A	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	21/03/2014 5:04	21/03/2014 5:12	8,33	0,14	Por cinta desalineada
PELB	1	A	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	21/03/2014 6:40	21/03/2014 7:00	19,23	0,32	Cinta desalinea
PELB	2	C	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	21/03/2014 7:00	21/03/2014 7:15	15,10	0,25	
PELB	2	C	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	21/03/2014 7:33	21/03/2014 7:35	2,02	0,03	
PELB	2	C	Sistema Ventiladores De Proceso Linea B/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/No Existe el Evento	21/03/2014 7:52	21/03/2014 8:44	51,85	0,86	Colocar pasad persianas.
PELB	2	C	Sistema Ventiladores De Proceso Linea B/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/No Existe el Evento	21/03/2014 8:52	21/03/2014 9:44	52,17	0,87	Colocar pasad persianas.
PELB	2	C	Sistema Ventiladores De Proceso Linea B/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/No Existe el Evento	21/03/2014 14:00	21/03/2014 14:22	22,32	0,37	
PELB	1	A	Sistema Transporte Pellas Verdes Linea B/Cinta Transportadora BG3005/Cinta Transportadora BG3005/No Existe el Evento	22/03/2014 0:45	22/03/2014 0:47	2,02	0,03	Desprendimen de lamina de descarga a la criba bg-3007.
PELB	2	C	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	22/03/2014 10:16	22/03/2014 10:25	8,67	0,14	
PELB	2	C	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/No Existe el Evento	22/03/2014 10:44	22/03/2014 10:50	5,83	0,10	Cambio de rod de retorno

PELB	1	D	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/No Existe el Evento	23/03/2014 0:59	23/03/2014 1:04	4,82	0,08	Para cortar tira la cinta
PELB	1	D	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	23/03/2014 2:14	23/03/2014 2:53	39,33	0,66	Para cortar tira centrar cinta 2
PELB	2	C	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora BG2002/Cinta Transportadora BG2002/Desalineada	23/03/2014 8:30	23/03/2014 8:36	5,83	0,10	
PELB	2	C	Sistema De Horno Linea B/Ventilador Aire Combustion BG4020/Ventilador Aire Combustion BG4020/Daño en Acople	23/03/2014 8:51	23/03/2014 15:00	368,68	6,14	Rodamientos lados acoples dañados de los ventiladores de combustión bg 4020 y 4021.
PELB	3	B	Sistema De Horno Linea B/Ventilador Aire Combustion BG4020/Ventilador Aire Combustion BG4020/Acople	23/03/2014 15:00	23/03/2014 23:00	480,00	8,00	Rodamientos lados acoples dañados de los ventiladores de combustión bg 4020 y 4021.
PELB	1	D	Sistema De Horno Linea B/Ventilador Aire Combustion BG4020/Ventilador Aire Combustion BG4020/Alta vibración	23/03/2014 23:00	24/03/2014 7:00	480,00	8,00	Por reparacio d los ventiladore 4020 y 4021
PELB	2	C	Sistema De Horno Linea B/Ventilador Aire Combustion BG4021/Ventilador Aire Combustion BG4021/Alta vibración	24/03/2014 7:00	24/03/2014 15:00	480,00	8,00	Rodamientos lados acoples dañados de los ventiladores de combustión bg 4020 y 4021.
PELB	3	B	Sistema De Horno Linea B/Ventilador Aire Combustion BG4020/Ventilador Aire Combustion BG4020/Cambio	24/03/2014 15:00	24/03/2014 21:19	379,25	6,32	Cambio de mo y sitema de ventola.
PELB	1	D	Sistema De Parrilla Movil Linea B/Accionamiento Parrilla Movil Linea B/Accionamiento Parrilla Movil Linea B/No Existe el Evento	25/03/2014 23:00	25/03/2014 23:02	2,18	0,04	Por alto consu d la maquina 3
PELB	1	D	Sistema Cribado De Pellas Verdes Linea B/Cinta Transportadora BG2040/2/Cinta Transportadora BG2040/2/Desalineada	26/03/2014 0:10	26/03/2014 0:15	4,83	0,08	Cinta con later actuado
PELB	3	A	Sistema Transporte Pellas Verdes Linea B/Cinta Transp.Reciprocante BG2039/Cinta Transp.Reciprocante BG2039/No Existe el Evento	26/03/2014 19:48	26/03/2014 19:53	4,50	0,08	Falla en salida referencia de velocidad del danfos.

PELB	2	B	Sistema Cintas Descarga Horno Linea B/Cinta Transportadora BG6002/Cinta Transportadora BG6002/Rotura de cinta	28/03/2014 7:24	28/03/2014 9:34	130,33	2,17	Parada de line por rotura del acople de la ci 6002 y alto niv de la pila de emergencia
PELB	1	A	Sistema Transporte Pellas Verdes Linea B/Cinta Transportadora BG3005/Cinta Transportadora BG3005/Falsa señal	01/04/2014 2:27	01/04/2014 2:32	5,17	0,09	Cinta bg-3005 para por señal sobre carga, se ajusta velocida de 418 a 550 r
PELB	1	A	Sistema Ventiladores De Proceso Linea B/Ventilador Descarga Gases Horno BH1017/Ventilador Descarga Gases Horno BH1017/No existe el evento	01/04/2014 4:39	01/04/2014 4:45	5,68	0,09	Falla el ventila al comenzar a llover.
PELB	2	D	Sistema Cintas Descarga Horno Linea B/Cinta Transportadora BG6001/Cinta Transportadora BG6001/No Existe el Evento	02/04/2014 9:10	02/04/2014 10:48	98,85	1,65	Para colocar plancha en chu de la 6001 a 6
PELB	3	C	Sistema Ventiladores De Proceso Linea B/Ventilador Aire Enfriamiento BG5002/Ventilador Aire Enfriamiento BG5002/No Existe el Evento	04/04/2014 21:55	04/04/2014 22:25	29,33	0,49	Alta temp. en e cojinete lado li 90°c.
PELB	3	A	Sistema Transporte Pellas Verdes Linea B/Cinta Transp.Reciprocante BG2039/Cinta Transp.Reciprocante BG2039/No Existe el Evento	07/04/2014 15:29	07/04/2014 16:44	74,65	1,24	Paro secuenci pellas verdes p falla en bg- 20 desgaste en acople de valv de control.
PELB	2	A	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora Reversible BG2001/Cinta Transportadora Reversible BG2001/No Existe el Evento	11/04/2014 10:39	11/04/2014 10:46	6,83	0,11	Paro y quedo s remoto no presenta alarm laterales ni emergencia.
PELB	2	A	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora Reversible BG2001/Cinta Transportadora Reversible BG2001/No Existe el Evento	11/04/2014 10:48	11/04/2014 10:55	7,50	0,12	Paro y quedo s remoto no presenta alarm laterales ni emergencia.
PELB	3	B	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora Reversible BG2001/Cinta Transportadora Reversible BG2001/Falla en rele de 24 voltios	11/04/2014 15:56	11/04/2014 15:58	2,50	0,04	Fusible dañado se realiza cam del mismo.
PELB	3	B	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora Reversible BG2001/Cinta Transportadora Reversible BG2001/Falla en rele de 24 voltios	11/04/2014 16:00	11/04/2014 16:06	6,35	0,11	Fusible dañado se realiza cam del mismo.

PELB	2	A	Sistema Ventiladores De Proceso Línea B/Ventilador Descarga Gases Horno BH1017/Ventilador Descarga Gases Horno BH1017/Desprendimiento	12/04/2014 9:48	12/04/2014 10:36	48,67	0,81	Ventilador de proceso bh- 10 parado por vibración-
PELB	2	A	Sistema Cintas Descarga Horno Línea B/Cinta Transportadora BG7001/Cinta Transportadora BG7001/Desalineada	13/04/2014 14:43	13/04/2014 15:00	16,40	0,27	
PELB	3	C	Sistema Cintas Descarga Horno Linea B/Cinta Transportadora BG7001/Cinta Transportadora BG7001/Desalineada	13/04/2014 15:00	13/04/2014 16:33	93,43	1,56	Bajo nivel del s 7004. cinta 700 desalineada.
PELB	2	D	Sistema Ventiladores De Proceso Linea B/Ventilador Descarga Gases Horno BH1017/Ventilador Descarga Gases Horno BH1017/Alta vibración	03/06/2014 9:10	03/06/2014 12:46	216,18	3,60	Parado ventila bh-1017 para retirar objetos metalicos adheridos a la ventola
PELB	2	C	Sistema Cintas De Carga A Silos Linea B/Cinta Transportadora Reversible BG2001/Cinta Transportadora Reversible BG2001/No Existe el Evento	14/06/2014 9:53	14/06/2014 10:43	50,33	0,84	Por 2001-a. cambio de late mezclado linea " hacia linea b.
PELB	3	B	Sistema De Horno Línea B/Ventilador Aire Booster Comb.BG4018/Ventilador Aire Booster Comb.BG4018/Variación de la presión de descarga	14/06/2014 16:09	14/06/2014 16:20	10,33	0,17	Interrupción de producción por variación de la presión de descarga causando que apagaran los quemadores parando la máquina bg-30
PELB	2	C	Sistema Cribado De Pellas Verdes Linea B/Cinta Transportadora BG2041/Cinta Transportadora BG2041/Desalineada	17/06/2014 10:05	17/06/2014 10:09	3,67	0,06	
PELB	2	B	Sistema De Parrilla Móvil Línea B/Accionamiento Parrilla Móvil Línea B/Accionamiento Parrilla Móvil Línea B/Daño en Acople	18/06/2014 9:17	18/06/2014 11:56	159,00	2,65	Falla de acople
PELB	3	A	Sistema De Manejo De Lodos/Sistema De Lodos Tanque Espesador/Sistema De Lodos Tanque Espesador/No Existe el Evento	19/06/2014 15:00	19/06/2014 15:06	6,67	0,11	
PELB	3	A	Sistema De Manejo De Lodos/Sistema De Lodos Tanque Espesador/Sistema De Lodos Tanque Espesador/No Existe el	19/06/2014 15:06	19/06/2014 16:23	76,55	1,28	

			Evento					
PELB	2	B	Sistema Ventiladores De Proceso Linea B/Ventilador De Secado De Pellas BG5006/Ventilador De Secado De Pellas BG5006/Alta vibración	21/06/2014 9:25	21/06/2014 9:29	3,50	0,06	
PELB	2	B	Sistema Ventiladores De Proceso Línea B/Ventilador De Secado De Pellas BG5006/Ventilador De Secado De Pellas BG5006/Alta vibración	21/06/2014 9:41	21/06/2014 15:00	318,85	5,31	
PELB	3	D	Sistema Ventiladores De Proceso Línea B/Ventilador De Secado De Pellas BG5006/Ventilador De Secado De Pellas BG5006/Alta vibración	21/06/2014 15:00	21/06/2014 16:10	70,15	1,17	
PELB	2	B	Sistema Ventiladores De Proceso Línea B/Ventilador Descarga Sec Ascend BG5011/Ventilador Descarga Sec Ascend BG5011/Corto circuito	24/06/2014 7:45	24/06/2014 7:59	14,17	0,24	Interrupción de producción por falla eléctrica e secuencia de 2 de bh-2010 generando falla barra de 24 v d ventilador de proceso bg-50
PELB	2	D	Sistema Cribado De Pellas Verdes Línea B/Cinta Transportadora BG2043/Cinta Transportadora BG2043/No Existe el Evento	25/06/2014 11:29	25/06/2014 15:00	210,38	3,51	Rodamiento posterior del m dañado.
PELB	3	C	Sistema Cribado De Pellas Verdes Línea B/Cinta Transportadora BG2043/Cinta Transportadora BG2043/No Existe el Evento	25/06/2014 15:00	25/06/2014 15:30	30,00	0,50	Rodamiento posterior del m dañado.
PELB	1	C	Sistema Cintas Descarga Horno Línea B/Cinta Transportadora BG7001/Cinta Transportadora BG7001/Rotura de cinta	29/06/2014 23:41	29/06/2014 23:47	6,00	0,10	Bajo nivel del s 7004. cinta 700 dañada. falta d pailoder.
PELB	1	C	Sistema Ventiladores De Proceso Línea B/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/Ventilador Recup Cajas Vientos BG5015/Alta vibración	30/06/2014 0:18	30/06/2014 1:10	52,48	0,87	Para chequear altas vibracion
PELB	2	D	Sistema Ventiladores De Proceso Línea B/Ventilador Descarga Gases Horno BH1017/Ventilador Descarga Gases Horno BH1017/No Existe el Evento	30/06/2014 10:25	30/06/2014 11:47	82,00	1,37	Al tratar de arrancar el ventilador bh-1 se dispara el multilink (lo qu era antes pro-s hubo que espe

								tiempo de desbloqueo

Anexo 4. Fallas eléctricas y mecánicas Pellas 2014.