



VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE INGENIERÍA
POSTGRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD

Trabajo Especial de Grado

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA DE
CONTROL NUMÉRICO DE LA EMPRESA ENAVAL

Presentado por: Ing. Ediczon Armeina Calderón
Como requisito parcial para optar al grado de:
Especialista en Ingeniería Industrial y Productividad

Asesor:
Ing. Luis Villalba

CIUDAD GUAYANA, Abril2013

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
ESPECIALIDAD: INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD

Director Postgrado en Ingeniería Industrial y Productividad.

Presente.-

Me dirijo a usted en la oportunidad de hacer de su conocimiento, que el Trabajo Especial de Grado, titulado: **Diseño de un Plan de Mantenimiento para las Máquinas Herramientas de Control Numérico de la empresa ENAVAL**; realizado y presentado por el participante Ingeniero **Ediczon Armeina Calderón, C.I.: 12.847.502**, para optar al Grado de Especialista en Ingeniería Industrial y Productividad, se ha concluido; y que en mi condición de asesor, hago constar que he leído y revisado el mencionado Trabajo y manifiesto que se encuentra listo para la evaluación definitiva.

En la Ciudad de Puerto Ordaz a los 10 días del mes de abril de 2013.

Firma.

Luis Villalba Aliendres

C.I. 8.528.982

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

VICERRECTORADO ACADÉMICO

Postgrado en Ingeniería Industrial y Productividad

Proyecto de TEG

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA DE CONTROL NUMÉRICO DE LA EMPRESA ENAVAL

Autor: Ing. Ediczon Armeina

Asesor: Ing. Luis Villalba

Año: 2012

RESUMEN DE LA PROPUESTA

El siguiente de TEG fue una investigación para el Diseño de un Plan de Mantenimiento de las Máquinas Herramientas de CNC de la empresa ENAVAL, esta empresa produce válvulas petroleras para PDVSA, suministrándole el 100% de su producción. En el proceso de fabricación de las válvulas utilizan máquinas a CNC, las cuales carecen de un efectivo plan de mantenimiento, únicamente se realizan las actividades básicas de mantenimiento. Este estudio respondió a la necesidad de diseñar un plan de mantenimiento que garantice la operatividad de los equipos de CNC. El marco teórico que sustentó esta investigación estuvo basado en aportes de antecedentes de investigación referidos al mantenimiento y en conceptos y técnicas de planificación del mantenimiento desarrollados por diferentes autores. La investigación estuvo concebida bajo la modalidad de proyecto factible o investigación y desarrollo, bajo un diseño No Experimental, apoyándose en investigaciones de campo y documental. La unidad de análisis correspondió al área de maquinado de la empresa ENAVAL; la población fue de tipo finito, conformada por el conjunto máquinas herramientas a CNC, pertenecientes a la unidad de análisis, la muestra fue igual a la población. El desarrollo de la investigación estuvo estructurada en seis (6) etapas, las cuales fueron: estudiar el funcionamiento del CNC, determinar las fallas del sistema de CNC, determinar los efectos y consecuencias de las fallas, analizar el sistema actual de mantenimiento y desarrollar un plan de mantenimiento objetivo. Obteniendo como producto final un Plan de Mantenimiento

Palabras clave: Sistema, plan, mantenimiento, CNC.

ÍNDICE GENERAL

	P.P.
RESUMEN	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO	
I.- EL PROBLEMA	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
OBJETIVOS.....	7
GENERAL.....	7
ESPECÍFICOS.....	7
DELIMITACIÓN.....	8
JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
II.- MARCO TEÓRICO	11
ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
BASES TEÓRICAS.....	14
PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	15
GERENCIA DEL MANTENIMIENTO.....	16
MANTENIMIENTO.....	17
FUNCIONES PRIMARIAS.....	20
FUNCIONES SECUNDARIAS.....	21
PRINCIPIOS E IMPORTANCIA.....	22
OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO.....	23
TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	24
FORMAS DE HACER EL MANTENIMIENTO.....	26
SISTEMA DE MANTENIMIENTO.....	27
PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	28
ORGANIZACIÓN DE ACTIVIDADES.....	30

ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	30
METODOLOGÍA DE CRITICIDAD DE FALLAS.....	32
BASES CONCEPTUALES.....	35
BASES LEGALES.....	36
III.- MARCO METODOLÓGICO.....	38
TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	39
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	41
POBLACIÓN Y MUESTRA.....	44
UNIDAD DE ANÁLISIS.....	44
POBLACIÓN.....	44
MUESTRA.....	45
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	46
VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS.....	48
DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	49
TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y EL ANÁLISIS DE LOS DATOS	51
FASES DE LA INVESTIGACIÓN.....	51
RECURSOS PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	52
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	52
IV.- RESULTADOS.....	54
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE MANTENIMIENTO DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTAS DE CONTROL NUMÉRICO DE LA EMPRESA ENAVAL.....	54
INVENTARIO DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTAS DE CONTROL NUMÉRICO.....	63
DOCUMENTACIÓN DE APOYO PARA EL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	65
TAREAS Y FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO PARA LAS MÁQUINAS HERRAMIENTAS DE CONTROL NUMÉRICO.....	78
RECURSOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	89
V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
BIBLIOGRAFÍA.....	93

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		P.P.
1	Modelo de análisis de criticidad a emplear	33
2	Modelo de análisis de criticidad a emplear	34
3	Modelo de análisis de criticidad a emplear	35
4	Operacionalización de variables	50
5	Cronograma de actividades	53
6	Ficha de evaluación	61
7	Inventario de maquinas de CNC.	64
8	Formato para el listado de máquinas CNC	67
9	Ficha de máquina	68
10	Ficha de histórica de fallas	69
11	Solicitud de reparación	70
12	Registro de solicitud de reparación	71
13	Control mensual de paradas por fallas	72
14	Solicitud de reparación	74
15	Orden de repuestos	75
16	Parte diario de mantenimiento	76
17	Hoja de intervención de mantenimiento	77

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		P.P.
1	Componentes del proceso de mantenimiento	27
2	Modelo básico de criticidad	31
3	Diagrama del tipo de investigación	41
4	Diagrama del diseño de la investigación	43
5	Diagrama resumen de la recolección de datos	49
6	Sistema de mantenimiento propuesto	82

DEDICATORIA

A Dios Padre Todopoderoso por darme fortaleza para alcanzar una de mis metas y que siempre permanezca a mi lado para guiar mis pasos.

A mi esposa Lissett Lorena, por apoyarme y darme el ánimo necesario para culminar esta etapa de mi preparación.

A mis padres Gregorio Armeina y Blanca Beatriz de Armeina, por su apoyo ilimitado para seguir adelante en la culminación de mis metas.

¡PARA TODOS USTEDES MIS ÉXITOS!

AGRADECIMIENTOS

A la Divinidad por darme vida, salud y sabiduría, por ser mí guía y ayudarme a lograr mis sueños.

A mi esposa, padres y hermanos, por siempre estar a mi lado y ser mis grandes pilares, por la confianza que han puesto en mí y por haberme apoyado en todo momento.

A la empresa ENAVAL y a todo su personal, por haberme abierto las puertas para la realización y desarrollo de este trabajo ¡Muchas gracias!

A mi tutor académico Ing. Luis Villalba Aliendres, muchas gracias por el tiempo dedicado y por haberme brindado su colaboración y su conocimiento, que me guiaron para la realización de este trabajo.

A mis jefes Sr. Yorgelis Parra y Carlos Hernández por el apoyo en el desarrollo de mi superación académica y haberme dado la oportunidad de formarme y realizar estudios superiores en este Post Grado.

A todos mis amigos y compañeros de la Cohorte III de Ingeniería Industrial y Productividad de Puerto Ordaz, por su incondicional amistad y compañerismo, y por tantos ratos agradables que pasamos juntos en nuestra preparación como profesionales ¡Siempre los tendré presente!

A todas las personas que colaboraron para la realización de este trabajo ¡Gracias!

INTRODUCCIÓN

El funcionamiento confiable de la gran cantidad de equipos y máquinas de una empresa es el resultado de una selección cuidadosa, un diseño eficaz y un completo Programa de Mantenimiento.

La manera más torpe de operar las máquinas es hacerlas funcionar hasta que se dañen o fallen para luego repararlas y que continúen funcionando. Esta forma de pensar conlleva a los siguientes aspectos:

- a) Elevados costos en términos de pérdidas de producción
- b) Destrucción y/o desgaste prematuro del equipo
- c) Peligros para el personal
- d) Desgastes, deterioros y roturas de las maquinas

Partiendo del principio de que toda máquina nueva está proyectada con las características ideales para el trabajo a desarrollar, la labor de mantenimiento incluye todas las actividades necesarias para asegurar lo mejor posible la continuidad de dichas características originales y cumplir con la función para lo cual fue creada y garantizando su vida útil

Estas características de origen, se modifican con el trabajo debido al desgaste, mal uso y suciedad, por lo que el servicio de mantenimiento se encargará de componer, arreglar y restaurar el equipo que ha perdido algunas de sus características.

ENAVAL es una empresa metalmecánica, dedicada al diseño y fabricación de válvulas, utilizando los procesos de acería, forja, maquinado y ensamblaje, apoyados por los departamentos de Tecnología e Innovación, Mantenimiento y Control de Calidad, posee cuatro (4) áreas productivas: acería, forja, maquinado y ensamblaje. El área objeto del estudio será el de maquinado, donde se realizan los procesos de maquinado por arranque de viruta, utilizando tornos convencionales, torno a control numérico, centros de

mecanizado, fresadoras, taladros y rectificadoras. Actualmente las maquinas a control numérico presentan un alto índice de paradas por fallas, esto debido a la falta de personal especialista en mantenimiento, herramientas y equipos, inventario actualizado de los activos, rutinas y repuestos y materiales, para garantizar la operatividad de estos equipos y su vida útil. Para corregir esta situación se hace necesario diseñar un plan de mantenimiento integral para estos equipos.

El presente Trabajo Especial de Grado (TEG) tiene como objetivo realizar una investigación para Diseñar un Plan de Mantenimiento para las Maquinas Herramientas de Control Numérico de la empresa ENAVAL”.

El TEG estructurado así: en el Capítulo I se disertará sobre el uso de las maquinas de control numérico, indicando la problemática que presentan en cuanto al mantenimiento, que consecuencias genera esta situación y cuál podría ser la posible solución que permita garantizar la operatividad y su vida útil. En el Capítulo II, se definen, explican y estructuran aspectos relacionados con la investigación, comenzando con los antecedentes, que hacen referencia a la revisión de hechos pasados que permiten situar el análisis de la investigación; para esta investigación se basará en tesis de postgrados relacionadas con el tema de mantenimiento, para luego pasar a exponer los diferentes conceptos relacionados con el mantenimiento. En el Capítulo III, “Marco Metodológico” describe la metodología que se empleada, a objeto de lograr los objetivos propuestos en el desarrollo del trabajo, el cronograma de ejecución para lograr los objetivos de la investigación. El Capítulo IV “Resultados” presenta el producto de la investigación que es el Plan de Mantenimiento para las Maquinas Herramientas de CNC de la empresa ENAVAL. En el Capítulo V se presenta n las Conclusiones y recomendaciones de la investigación y finalmente la bibliografía utilizada.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

A nivel mundial los altos niveles de competencia y la necesidad de satisfacer las expectativas de los clientes, impulsan a las empresas preocupadas por la calidad, los costos de producción y en menor tiempo a implementar estrategias y tecnologías avanzadas de manufactura que vayan más allá de mejorar sus operaciones, ofreciendo un valor agregado sobre el producto o servicio adquirido por consumidores cada vez más exigentes. En los procesos de fabricación mecánica, las organizaciones están invirtiendo en máquinas de alta tecnología, como es el caso del Control Numérico Computarizado (CNC).

Los problemas y exigencias de la industria actual comportan una problemática que favorece la utilización de los sistemas CNC. Entre los más importantes podemos citar los siguientes: mayor exigencia en la precisión de los mecanizados, los diseños son cada vez más evolucionados y complejos, diversidad de productos, que ocasiona la necesidad de estructuras de producción más flexibles y dinámicas, necesidad de reducir errores en la producción para no encarecer el producto, plazos de entrega cada vez más exigentes, lo que exige mantener los niveles de producción los más altos posibles y ser más competitivos

El Control Numérico es un sistema que, aplicado a las máquinas-herramientas, automatiza y controla todas las acciones de la máquina. En general, con un CNC pueden controlarse: los movimientos de los carros o del cabezal, el valor y el sentido de las velocidades de avance y de corte, los cambios de herramientas, así como de las piezas, las condiciones de

funcionamiento de la máquina, en cuanto a su modo de trabajar (con/sin refrigerante, frenos.), o en cuanto a su estado de funcionamiento (deficiencias, averías) entre otros.

Paralelamente, el CNC se encarga de coordinar otras funciones que le son propias. Por ejemplo: control de flujo de información, control de la sintaxis de programación y diagnóstico de su funcionamiento.

En Venezuela muchas empresas metalmecánicas han invertido en estas tecnologías, entre las que se encuentran Equipetrol e Indorca en Ciudad Guayana, Estado Bolívar, Veneflu C.A, y ENAVAL en Anaco, Estado Anzoátegui. El denominador común en estas empresas es la carencia de un plan de mantenimiento preventivo confiable, para el buen uso y conservación de estos equipos y maquinarias, razón por la cual abordaremos en esta investigación este tema, para lo cual se ha escogido esta última para la realización del presente proyecto.

ENAVAL es una empresa metalmecánica, dedicada al diseño y fabricación de válvulas, utilizando los procesos de acería, forja, maquinado y ensamblaje, apoyados por los departamentos de Tecnología e Innovación, Mantenimiento y Control de Calidad, ubicada en la Carretera Negra, Km. 96, Zona Industrial Las Palmas, Anaco, Estado Anzoátegui, con una capacidad instalada de 4.200 Ton/año y una capacidad operativa de 2.640 Ton/año y cubre el 51 % de la demanda nacional en válvulas de bola, compuerta y retención en diámetros desde 2" hasta 42" y presiones ANSI 150, 300, 600, 900, 1500 y 2500. Siendo sus mercados principales la Industria Petrolera, Petroquímica y Gasífera Nacional, cuenta con las certificaciones ISO 9001-2008 para sus procesos y API 6D y API 6A para sus productos.

ENAVAL esta constituida por cuatro áreas productivas: acería, forja, maquinado y ensamblaje: el área de acería: fabrica los componentes para válvulas en acero, moldeados en arena, fundidos en hornos de inducción y

tratados térmicamente en hornos programables. El área de forjafabrica los componentes para válvulas de acero, partiendo de barras y utilizando líneas de fabricación, compuestas de hornos de calentamiento, prensa y desbarbadora. El área de Maquinados donde se realizan los procesos de arranque de viruta, utilizando tornos convencionales, torno a control numérico, centros de mecanizado, fresadoras, taladros, rectificadoras. El área de ensamblaje es donde se realizan los procesos de ensamble de las válvulas propiamente dicho y realización de pruebas de presión, utilizando bancos de prueba hidráulicos y neumáticos y finalmente el área de maquinado donde se cuenta con diferentes tipos de máquinas y equipos para el proceso de mecanizado por arranque de viruta, entre las que se destacan las máquinas herramientas a control numérico, con diferentes marcas de controles, como los pueden ser Fagor de España, Fanuc de los Estados Unidos, Siemens de Alemania, Olivetti de Italia y otros.

En esta empresa no existe un programa de mantenimiento preventivo, siendo ejecutado solamente el mantenimiento correctivo de emergencia para corregir las fallas en un menor tiempo posible, lo que comúnmente le llaman un “apaga fuegos” para tener el equipo operativo rápidamente para que la producción no se pare. Esto trae como consecuencia el deterioro progresivo de las máquinas y equipos, además de la disminución de la producción en esta empresa y altos costos. El área objeto de estudio será Maquinado, donde se presenta la mayor problemática de operatividad de máquinas y equipos por fallas.

Para el momento el área de maquinado de ENAVAL no tiene un personal especialista en mantenimiento, no cuenta con herramientas y equipos especiales para realizar el mantenimiento a estas máquinas, no hay un inventario actualizado de los activos, no se dispone de rutinas ni tampoco con un *stock* de repuestos y materiales mínimo para garantizar que el mantenimiento se realizará adecuadamente, ni se siguen unos lineamientos concretos, simplemente se efectúan las labores mínimas necesarias para

mantener en funcionamiento las máquinas. Entre las labores que se efectúan están eliminar diariamente la viruta de las máquinas (limpieza), cambiar de refrigerante, el cual se efectúa cada 15 días, revisar diariamente el nivel de aceite en las máquinas, eliminar el agua del compresor semanalmente y revisar el aceite en el compresor cada semana, esto lo realiza una persona que no tiene los conocimientos del mantenimiento de estos equipos. Al carecer de todos elementos que se mencionaron anteriormente se presenta el problema de máquinas trabajando al 50% de su capacidad y otras paradas por fallos, bajando la producción del área y por ende de la empresa, y además el alto costo de los repuestos de estos equipos por la falta de mantenimiento preventivo, ya que se tienen que traer del exterior.

De persistir esta situación las maquinas y equipos del área de maquinado tendrán una vida útil muy corta en comparación con la indicada por el fabricante, además, la producción de mecanizados de componentes de válvulas disminuirían, afectando los ingresos de la empresa ENAVAL.

Para corregir esta situación se hace necesario diseñar un plan de mantenimiento preventivo para las maquinas de CNC del área de maquinado de la empresa ENAVAL.

En consecuencia a lo anteriormente expuesto, surge la siguiente interrogante: ¿Cuáles son los aspectos y requerimientos a tener en cuenta para diseñar un plan de mantenimiento para las maquinas herramientas de control numérico para la empresa ENAVAL?

En función de la pregunta general se derivan las siguientes: ¿cuál es la situación actual del mantenimiento?; ¿cuántas maquinas de CNC existen y cual es su condición actual?; ¿cuáles son las tareas, frecuencias y rutinas para realizar el mantenimiento de las máquinas de CNC?; ¿cual es la

documentación de apoyo para el registro del mantenimiento?; ¿cuales serán los recursos necesarios para realizar el mantenimiento?.

Por estas razones surge la necesidad de diseñar un plan de mantenimiento para las maquinas herramientas de control numérico de la empresa ENAVAL, permitiendo optimizar la funcionalidad, confiabilidad, disponibilidad y rendimiento, impactando directamente en la reducción de costos asociados al mantenimiento. Además de esto, garantizar una excelente producción continua de componentes de las válvulas. Por lo tanto con la realización de este trabajo de investigación y su aplicación se satisface la necesidad ya antes descrita.

OBJETIVOS

Objetivo General.

- Diseñar un Plan de Mantenimiento para las Máquinas Herramientas de Control Numérico de la empresa ENAVAL

Objetivos Específicos.

- Diagnosticar la situación actual de mantenimiento de las máquinas herramientas de control numérico de la empresa ENAVAL
- Determinar el inventario de las máquinas herramientas de control numérico
- Elaborar toda la documentación de apoyo para el Plan de Mantenimiento.
- Determinar las tareas y frecuencias de mantenimiento a los componentes críticos de las máquinas herramientas de control numérico.
- Estimar los recursos, cantidad de personal, repuestos críticos, materiales y herramientas necesarios para la implementación del Plan de Mantenimiento .

Delimitación

El presente proyecto presentará el diseño de un Plan de Mantenimiento para las máquinas herramientas de control numérico de la empresa ENAVAL enmarcado en un periodo de tiempo de doce semanas contados a partir de su aprobación.

El proyecto será desarrollado en el área de maquinado de la empresa ENAVAL ubicada en Anaco, Estado Anzoátegui, aplicado a las máquinas con CNC.

Para el diseño del Plan de Mantenimiento, motivo de investigación, se considerarán de manera sistemática, todos los aspectos teóricos necesarios para la identificación, análisis y respuesta para el mantenimiento de las máquinas de CNC de la empresa ENAVAL, según la metodología planteada por los diferentes autores a consultar.

Justificación e importancia de la investigación

Los distintos modelos globales de gestión de mantenimiento surgen como consecuencias de la necesaria organización de las distintas actividades que componen esta función. La optimización de estas actividades requiere el método y estudio cuyos objetivos sean la mejora continua de la fiabilidad, mantenibilidad y logística de mantenimiento es por ello que con el estudio que se plantea en este proyecto podremos presentar una propuesta de diseño de un Sistema Integral de mantenimiento de las máquinas herramientas de CNC.

Con la implementación del Plan de Mantenimiento propuesto, se obtendrá un menor tiempo de parada de la máquina por fallos y un mayor ahorro en componentes y repuestos de las máquinas de control numérico (rodamientos, juntas tóricas, cilindros hidráulicos, tarjetas electrónicas, reguladores, motores eléctricos con control paso a paso, dispositivos electrónicos, neumáticos, hidráulicos, etc.).

Con este Plan de Mantenimiento se evitará la baja de producción en el área de maquinado, ya que se dispondrá de equipos confiables y fiables para el trabajo diario.

En virtud de lo anterior, la presente investigación se justifica básicamente porque se propone solventar la problemática que, en materia de mantenimiento, presentan las maquinas de CNC del área de maquinado de la empresa ENAVAL. Este Plan de Mantenimiento buscará aumentar la disponibilidad de las maquinas para la producción de partes y componentes de las válvulas petroleras que se ensamblan en la empresa, los cual redundará en beneficios económicos para la organización.

Los métodos utilizados para el diseño del Plan de Mantenimiento constituye una valiosa herramienta desde el punto de vista técnico y metodológico para el ámbito laboral y académico de nuestra región, aportando soluciones factibles que se traducirán en ahorros para la empresa y conocimientos para nuestra sociedad.

Institucionalmente, se contará con una base de datos para futuras investigaciones relacionadas con el área de mantenimiento, tanto para la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), como para otras instituciones.

Para el investigador es un aporte en su desarrollo personal y académico, además le dará la oportunidad para ahondar y aplicar los conocimientos adquiridos sobre mantenimiento adquiridos académicamente.

Limitaciones de la investigación

Para el desarrollo de la presente investigación existen situaciones o factores que pudieran interferir u obstaculizar el avance de la misma y en un caso más extremo impedir el logro de uno o varios de los objetivos planteados.

Entre las situaciones que pudieran presentarse se mencionan las siguientes: información confidencial inaccesible, insuficiencia de tiempo para

recolectar la información, falta de Información técnica de las maquinas y de sus proveedores, inexistencia de información documentada de planificación de mantenimiento en la empresa y situaciones conflictivas en la organización, que impidan el acceso a las instalaciones.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

El marco de referencia teórica es fundamental para respaldar y orientar cualquier investigación en todos sus aspectos; para el caso de esta investigación se fundamentará en información general sobre planes de mantenimiento en la industria, estructurándose en antecedentes de la investigación y bases teóricas referidas a los conceptos, tipos, función que cumplen y como apoyan a la función mantenimiento de las máquinas de de control numérico.

Antecedentes de la investigación

Los antecedentes de la investigación hacen referencia a revisión de hechos pasados que permiten situar los análisis de la investigación, (Sabino, 2006, p. 35).

A continuación se muestran antecedentes relacionados con la presente investigación cuyo vínculo se encuentra en la información más relevante y directamente relacionada con el tema de investigación y que se consideran aportes en referencia a éste, incluso cuando se trata de investigaciones de enfoque muy similar (o igual al nuestro).

El primer trabajo de investigación en citar es el trabajo realizado por Vásquez, E. (2011), presentado a la Universidad de Oriente (UDO), para optar al título de Magister Scientiarum en Ciencias Administrativas Mención Gerencia General, titulado: *“Metodología para Auditar la Gestión de Mantenimiento de PDVSA. Caso: Refinería San Roque”* teniendo como objetivo general: Diseñar una Metodología para Auditar la Gestión de Mantenimiento de PDVSA, tomando como Caso de Estudio la Refinería San Roque. Esta metodología planteó la visión de diseñar una herramienta gerencial que permitió determinar la gestión, el grado de madurez e

identificar las áreas de mejora potencial de la organización de mantenimiento, permitiendo a la Gerencia tomar decisiones que lleven a optimar el desempeño de la organización y la consecución de sus objetivos, garantizando la continuidad operacional y el uso eficiente de los recursos. Esta enfocada en la Filosofía de Mejoramiento Continuo de Deming.

El tipo de investigación fue de campo, mediante observaciones de los procesos, entrevistas y encuestas realizadas a todo el personal de la organización de mantenimiento. Se concluyó que: el proceso de Gestión de Mantenimiento en PDVSA esta conformado por tres niveles: estratégico, táctico y operativo. PDVSA utiliza la metodología COSO (Sistema Integrado de Control Interno) para realizar los procesos de auditorías. Actualmente las metodologías, técnicas y herramientas utilizadas para auditar el mantenimiento son: MES, MQS y MCM. Se diseño una metodología para auditar la gestión de mantenimiento en PDVSA que permite evaluar el cumplimiento de las normativas de PDVSA y el grado de madurez de la organización con respecto a las mejores prácticas de Mantenimiento Clase Mundial.

El aporte de este documento a la presente investigación se fundamentará en el marco teórico, el cual permitirá ampliar conocimientos de tipos de mantenimiento, gerencia de mantenimiento y los procesos que conforman la gestión de mantenimiento.

El segundo antecedente en citar es el trabajo de investigación de Villarroel, A. (2004): *“Modelo Gerencial de Mantenimiento basado en Ingeniería de Confiabilidad para Equipos Rotativos”*; estudio realizado en la Planta de mejoramiento de crudos extrapesados de Petrozuata Complejo Industrial “José Antonio Anzoátegui”; como requisito para optar al título de Magíster Scientiarum en Gerencia de Mantenimiento del Convenio UDO-UNEFA. El modelo de mantenimiento propuesto en este trabajo está basado en principios de Ingeniería de confiabilidad los cuales tiene como misión asegurar la confiabilidad y disponibilidad de activos. Utiliza una espiral de

diseño en la cual se representa cada una de las áreas que se elaborarán consecutivamente, esto es una herramienta valiosa porque permite ir ajustando el modelo progresivamente a las necesidades de la organización. Este trabajo se enmarca en el contexto de la Confiabilidad Operacional proporcionando a la presente investigación metodologías y técnicas necesarias para la optimización del uso de los activos físicos de una empresa.

El tercer documento en citar es el Trabajo realizado por Moreno, M. (2011), presentado a la UCAB, para optar al grado de Especialista en Ingeniería Industrial y Productividad, titulado: *“Diseño de un Sistema de Gestión de la Calidad para una Empresa del Sector Hielo, Basado en la Norma Covenin – ISO 9001 – 2008”*, teniendo como objetivo principal presentar un Diseño de un Sistema de Gestión de la Calidad de los procesos llevados a cabo por una empresa de producción de hielo. Para ello se elaboró un diagnóstico de la situación actual, empleando matrices, con el propósito de determinar el grado de cumplimiento de los requisitos que exige la Norma COVENIN ISO 9001:2008, y establecer un plan de acciones con la finalidad de eliminar o minimizar las brechas identificadas.

Este trabajo recopila información teórica, análisis y propuestas de los elementos involucrados para implantar un Sistema de Gestión de Calidad en la empresa Hielo en Cubitos Light, C.A. Con el desarrollo del mismo, se logró establecer una serie de propuestas dirigidas a los procesos de la producción de Hielo, dando como resultado el Mapa de Procesos identificando los Procesos Medulares, de Apoyo y de Dirección, permitiendo visualizar la interrelación entre la organización y las partes interesadas, orientando así a los trabajadores de la empresa a alcanzar los resultados planificados para el logro de sus metas. Como parte del plan de acción se previó la documentación de los procedimientos de trabajos, instrucciones, registros técnicos y de calidad que permitirá la implantación de un mecanismo para

medir la satisfacción del cliente y crear un canal de comunicación con el mismo.

El aporte de este documento a la presente investigación se fundamentará en el marco metodológico, el cual permitirá ampliar conocimientos referentes a la planificación de la investigación.

Bases teóricas

Pérez, (2009), define las bases teóricas "... al conjunto actualizado de conceptos, definiciones, nociones, principios, etc., que explican la teoría principal del tópico a investigar... se explican de manera independiente, prestando especial atención a la relación que mantienen con otros aspectos de la teoría.", (pp. 64-65).

Desde la premisa de que los activos industriales sufren una serie de degradaciones a lo largo de su vida útil, se evidencia la necesidad del mantenimiento, causadas por la influencia de factores ambientales o inherentes al entorno de trabajo como la obsolescencia tecnológica, originada por las condiciones del negocio y cuyo principal elemento de generación es el hombre, y/o el desgaste físico, originado por las condiciones inherentes al entorno de trabajo.

La influencia desmedida de estas condiciones, como muchas otras, generan en el negocio una pérdida de productividad, lo que se traduce en baja rentabilidad, es por ello, que surge la función del mantenimiento en el campo de la Ingeniería, como estructura de apoyo, debido al gran interés económico, derivado de la repercusión, que su carencia o insuficiencia, tiene en los beneficios empresariales, por lo tanto, esta función es admitida como un eslabón de la cadena productiva.

Bajo tales consideraciones, los entes poseedores de activos deben de realizar un mantenimiento adecuado, con el fin de conservar sus procesos productivos, por lo cual deberán tener en cuenta los aspectos técnicos,

económicos y de organización referentes a esta función y los cuales pertenecen a los recursos estratégicos de la Gestión del Mantenimiento, por medio de los cuales se enfrentará el conflicto referido a la pérdida de productividad, para obtener un nivel aceptable de la misma y con esto el logro de la Excelencia.

De esto se deriva, la importancia que el mantenimiento tiene dentro de una empresa o corporación, y por ello debe Gestionarse bien desde el momento de su concepción, hasta el último momento que es la entrega al cliente del producto, pasando obviamente por la ejecución de las tareas que son las que agregan valor. Haciendo hincapié en entender por gestión el arte, donde están implícitas las actitudes y aptitudes de los individuos, para lograr que las cosas se hagan; mientras que la Gestión del Mantenimiento según la Norma COVENIN 3049-93 consiste en “la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos del mantenimiento”.

Planeación del Mantenimiento

La planeación en el contexto del mantenimiento se refiere al proceso mediante el cual se determinan y preparan todos los elementos requeridos para efectuar una tarea antes de iniciar el trabajo. El proceso de planeación comprende todas las funciones relacionadas con la preparación de la orden de trabajo, la lista de materiales, la requisición de compras, los planos y dibujos necesarios, la hoja de planeación de la mano de obra, los estándares de tiempo y todos los datos necesarios antes de programar y liberar la orden de trabajo. (Nava, 1992)

La gestión mantenimiento dentro de cualquier organización debe permitir la retroalimentación o evaluación de esta ya que partiendo de esto se puede concebir medidas para el mejoramiento continuo, además ayuda a optimizar los recursos y reduce costos por paradas no programadas, factor que afecta en gran medida la productividad.

Gerencia de Mantenimiento

Drucker (1999) señala que la Gerencia es el órgano específico y distintivo de toda organización, encargado de establecer los recursos, medir desempeño y evaluar resultados de la misma.

El hacer mantenimiento no implica reparar el equipo dañado tan pronto como se pueda, sino mantener el equipo en operación a los niveles especificados. En consecuencia, el buen mantenimiento no consiste en realizar el trabajo equivocado en la forma más eficiente; su primera prioridad es prevenir fallas y, de este modo reducir los riesgos de paradas imprevistas.

El gerenciar mantenimiento es una labor compleja donde los resultados se ven reflejados en la calidad de los trabajos (Duffuaa, 2002). El recurso humano juega un papel importante en el mantenimiento es por ello que hay que capacitarlos de forma que se sientan comprometidos e involucrados con la finalidad de ser consistentes, contundentes y en la mayor parte, efectivos.

Ante la realidad de los parques industriales así como la cultura y la razón de ser de las organizaciones se hace necesario que a partir de las nuevas tendencias tal como lo son el mantenimiento productivo total, el mantenimiento centrado en confiabilidad y el mantenimiento clase mundial que han surgido y han abarcado el mundo en su gran parte se debe ser originarios e implantar modelos sistémicos de gestión propios tal como la tendencia sistemática del mantenimiento.

La Gerencia de Mantenimiento se basa en proporcionar las distintas técnicas y conocimientos gerenciales y administrativas que permitan tomar decisiones rápidas y oportunas, para así incrementar la confiabilidad, mantenibilidad y productividad de cualquier instalación.

Aplicando las mejores prácticas de Mantenimiento de Clase Mundial como herramienta gerencial sistemática e integral, la Gerencia de Mantenimiento busca el mejoramiento continuo de los resultados, utilizando todos los recursos disponibles al menor costo, teniendo presente

que cada organización y sus sistemas se encuentran en un nivel diferente de desarrollo y que poseen características propias que la diferencian de las demás.

La Gerencia de Mantenimiento según refiere Villamizar (2007) requiere resolver eficaz y efectivamente las siguientes actividades relevantes:

- Determinación de actividades proactivas.
- Asignación de recursos.
- Control de costos.
- Determinación de la confiabilidad y disponibilidad de las instalaciones atendidas.
- Registro de información histórica.
- Elaboración de reportes de gestión.

La Gestión de Mantenimiento Eficaz implica disponer de un informe de gestión actualizado, de un sistema de control y gestión computarizado y de una acción cíclica (práctica de mejoramiento continuo) que comprende:

- Auditoría de gestión de mantenimiento anual.
- Planificación/Programación/Ejecución del mantenimiento.
- Ejecución del plan de acción definido aplicando herramientas de gestión apropiadas.

Mantenimiento

Se entiende por Mantenimiento aquellas actividades necesarias y orientadas a preservar los activos, con el fin de cumplir con el servicio que prestan, en concordancia a un parámetro definido de estado de operación normal contribuyendo de esta forma a conservar las actividades productivas que se derivan de estos, realizándolas en términos o condiciones económicamente favorables y de acuerdo con normas de Protección Integral (Seguridad, Higiene y Ambiente), para obtener una equilibrada utilización del activo dentro de los criterios establecidos de calidad.

Por otro lado Duffuaa, Raouf y Dixon (2009), definen el mantenimiento "...combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema semantiene en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas. Es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa." (p. 29).

Velásquez (1992,) define mantenimiento en relación a la eficiencia como:

conjunto de actividades planeadas, controladas y evaluadas que mediante la utilización de recursos físicos, humanos y técnicos permiten mejorar la EFICIENCIA en el sistema de producción al menor costo, minimizando las fallas imprevistas, mejorando e incrementando la confiabilidad de los equipos y garantizando seguridad al personal y sus recursos físicos. (p.1)

Este concepto expresa la voluntad de conservar en las mejores condiciones de funcionamiento a los sistemas, máquinas, equipos e instalaciones, administrando los recursos materiales y humanos, vinculando prácticas de seguridad al personal de modo de obtener excelentes resultados.

Con los anteriores conceptos, se puede decir que mantenimiento es una profesión la cual tiene como objetivo la conservación del equipo, sistema e instalaciones, para que estos se encuentren constantemente y por el mayor tiempo que sea posible, en óptimas condiciones de confiabilidad y operación.

El mantenimiento industrial día a día está rompiendo con las barreras del pasado. Hoy en la práctica en muchas empresas, los directivos del mantenimiento tienen que pensar que es un negocio invertir en mantenimiento de activos y no ver al mantenimiento como un gasto. Esta transformación que está ocurriendo en el mundo del mantenimiento ha hecho

patente la necesidad de una mejora sustancial y sostenida de los resultados operacionales y financieros de las empresas, lo que ha llevado a la progresiva búsqueda y aplicación de nuevas y más eficientes técnicas y prácticas gerenciales de planificación. La mayor parte de las estrategias empresariales de mantenimiento tienen dos objetivos primordiales: disminuir los costos (de mano de obra, material y contratación) y mejorar la confiabilidad operacional de los equipos o de la gestión de los activos (tiempo operacional - "up-time", régimen de funcionamiento - "runningspeed" y desempeño de la calidad).

Las empresas se encuentran hoy, abarrotadas de una gran cantidad de técnicas de mantenimiento que se usan indiscriminadamente, como una panacea (el remedio para todos los males), todo por el deseo de no quedarse atrás y estar dentro de las corrientes de pensamiento actual que toman la forma de los bienes que se pone a la "moda". Estas técnicas poseen una metodología específica de implementación que requiere de un conocimiento profundo para lograr desarrollarlas con éxito.

Es por ello que en la realidad se observan fracasos rotundos, debido a la visión heterogénea de los conceptos básicos de la materia, derivada de malas interpretaciones de los profesionales y cuyo principal protector son los aspectos culturales de las organizaciones donde se utilizan; pues son estos conceptos los que permiten precisar un entendimiento claro de las metodologías que se tienen a la mano y, son las bases de las metodologías. Por lo tanto, si no se posee un entendimiento preciso, la base de conocimientos no será sólida y por ello toda la estructura que soportan tenderá a fallar, proyectando una visión poco clara que permita hacer la diferencia mediante una efectiva filosofía de Gestión. El principal problema, causado por el bombardeo tecnológico y el carecer de bases sólidas, se evidencia al delimitar el camino a seguir para atacar el conflicto, pues para alcanzar el conocimiento necesario para implantar las técnicas se requiere de tiempo, y en el afán de obtener beneficios cuasi-instantáneos se toman

caminos equivocados por el poco o inexistente análisis de la situación del entorno en el que se desarrollan, ocasionando peores condiciones de las que presentaba la organización, pues esto, conlleva a realizar grandes inversiones de recursos que generan improductividad por tomar decisiones basadas en modas.

Morrow (1982) indica que las “funciones dentro de toda gestión del mantenimiento pueden dividirse en dos grandes ramas, como son las funciones primarias o principales actividades que poseen vinculación directa con los servicios de mantenimiento y las funciones secundarias o de apoyo” (p. 145).

Funciones Primarias:

- Mantenimiento a los equipos de la empresa.
- Selección y adiestramiento de personal calificado para la realización de las actividades de mantenimiento.
- Planificación y programación de las actividades, diarias, semanales, trimestrales, semestrales y anuales de mantenimiento.
- Inspección y lubricación de los equipos y maquinarias.
- Modificaciones al equipo y edificaciones existentes, en pro de una mejora para todos.
- Instalación, redistribución y retiro de maquinarias y equipos, con mira a facilitar la producción.
- Revisión de las especificaciones propuestas, mediciones y cálculos realizados para la compra de nueva maquinaria.

Las funciones secundarias son aquellas acciones, que aun no teniendo relación directa con mantenimiento, son aspectos importantes a considerar en el desarrollo de las actividades del mantenimiento y servirán de apoyo a la gestión del mantenimiento.

Funciones Secundarias:

- Técnicas de almacenamiento, reposición de inventarios y contratos de compra de piezas mecánicas, eléctricas, entre otras.
- Las labores de mantenimiento están relacionadas muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador, ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramientas, equipos de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad, evitando en parte riesgos en el área laboral.
- Disposición de desperdicios, limpieza y aseo de pisos, paredes, sanitarios y similares.
- Contabilidad de bienes.
- Control de costos.

Según (Newbrough, E.T. y Colaboradores) las Funciones de mantenimiento son:

- Seleccionar y adiestrar a personal calificado para que lleve a cabo los distintos deberes y responsabilidades de la función proporcionando reemplazos de trabajadores calificados.
- Planear y programar en forma conveniente la labor de mantenimiento.
- Disponer la relevación de máquinas, equipo en general, carros montacargas, para realizar las labores de mantenimiento planeadas.
- Conservar, reparar y revisar maquinaria y equipo de producción, herramientas eléctricas portátiles y equipo para el manejo de materiales, manteniendo todas las unidades respectivas en buen estado de funcionamiento.
- Instalar, redistribuir o retirar maquinaria y equipo, para facilitar la producción.

- Revisar las especificaciones estipuladas para la compra de nueva maquinaria, equipo y procesos, con objeto de asegurar que estén de acuerdo con las ordenanzas de mantenimiento.
- Escoger y proveer a la aplicación, en los plazos requeridos, de los lubricantes necesarios para la maquinaria y el equipo.
- Iniciar y sostener los programas de conservación para la adecuada utilización de aceites y grasas lubricantes, aceites de lubricación para cortes y desgastes, así como aceites hidráulicos.
- Proporcionar servicio de limpieza en toda la fábrica en relación a maquinaria, equipo y sistemas de elaboración.
- Preparar estadísticas para su incorporación a los procedimientos y normas de mantenimiento, tanto locales como de toda la corporación.
- Solicitar herramientas, accesorios, piezas especiales de repuestos para máquinas y, en fin, todo el equipo necesario para efectuar con éxito la función de mantenimiento.
- Preparar solicitudes de piezas de reserva para maquinaria y equipo, revisar las listas de esta clase de artículos según sea necesario, y controlar el programa de conservación de partes de repuesto y material de mantenimiento.
- Cerciorarse de que los inventarios de piezas de reserva, accesorios de mantenimiento y partes de repuestos especiales sean conservados en un nivel óptimo.

Principios e importancia.

Zambrano (2005) explica que la producción y el buen funcionamiento de la empresa o del sector productivo de bienes de consumo dependen de un cierto número de condiciones, a las cuales se les da el nombre de principios, leyes o reglas del mantenimiento entre las que se deben tener en cuenta los recursos humanos y físicos, el control de calidad, tanto del producto como del mantenimiento, la interrelación o la relación de producción

y mantenimiento que nunca deben estar desligados, el orden, la iniciativa, así como aquellos principios propios de las actividades del día a día de mantenimiento, como la planificación integral, los procedimientos escritos, la medición y desempeño, la planeación y programación, los programas de adiestramiento, las técnicas de motivación y el control de los costos.

Objetivos del mantenimiento

Según Newbrough, E.T y Colaboradores, “También para el Departamentode Mantenimiento el propósito primordial y último es impulsar y cooperar a lageneración de utilidades por la empresa. La meta subordinada se encuentraestrechamente vinculada a la producción como medio para el logro de utilidades”.

El objetivo fundamental del mantenimiento es prevenir fallas, eliminando yreduciendo al mínimo los gastos de mantenimiento, para así aumentar laproductividad de la empresa.

La Organización del Mantenimiento debe fundamentalmente contribuir al cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Maximizar la disponibilidad de maquinarias, apremiando las cero paradas.
- Mantener el equipo en una condición satisfactoria, persiguiendo los cero accidentes.
- Controlar las actividades, manteniendo el equipo en su máximo de eficiencia, en pro de cero defectos.
- Utilizar al máximo los recursos disponibles.
- Preservar el valor de los equipos, minimizando su deterioro.
- Reducir al mínimo el tiempo ocioso que resulta de las paradas.
- Mantener un alto nivel de Ingeniería practica en la ejecución del trabajo elaborado.
- Conseguir estas metas de la forma más económica posible.

Tipos de Mantenimiento.

Zambrano (2005), hace una clasificación de los diferentes tipos de mantenimiento, los cuales se explican a continuación:

Mantenimiento Rutinario: Es el que comprende actividades tales como: lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración u otras; su frecuencia de ejecución es hasta períodos semanales, generalmente es ejecutado por los mismos operarios de los Sistemas Productivos (SP) y su objetivo es mantener y alargar la vida útil de dichos SP evitando su desgaste.

Mantenimiento Programado: Toma como basamento las instrucciones técnicas recomendadas por los fabricantes, constructores, diseñadores, usuarios y experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisión y/o sustituciones para los elementos más importantes de un SP a objeto de determinar la carga de trabajo que es necesario programar. Su frecuencia de ejecución cubre desde quincenal hasta generalmente períodos de un año. Es ejecutado por las cuadrillas de la organización de mantenimiento que se dirigen al sitio para realizar las labores incorporadas en un calendario anual.

Mantenimiento correctivo (basado en la rotura): Se define como la atención a un SP cuando aparece una falla. Su objetivo es mantener en servicio adecuadamente dichos sistemas, minimizando sus tiempos de parada. Es ejecutado por el personal de la organización de mantenimiento. La atención a las fallas debe ser inmediata y por tanto no da tiempo a ser “programada” pues implica el aumento en costos y de paradas innecesarias de personal y equipos.

Mantenimiento Preventivo (basado en el tiempo): El estudio de fallas de un SP deriva dos tipos de averías; aquellas que generan resultados que obliguen a la atención de los SP mediante mantenimiento correctivo y las que se presentan con cierta regularidad y que ameritan su prevención. El mantenimiento preventivo es el que utiliza todos los medios disponibles,

incluso los estadísticos, para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustitución de piezas claves, probabilidad de aparición de averías, vida útil, u otras. Su objetivo es adelantarse a la aparición o predecir la presencia de las fallas.

Mantenimiento Predictivo (basado en la condición): Es el mantenimiento programado y planificado en base al análisis de resultados obtenidos técnicamente antes de que ocurra la falla. Es mucho más ambicioso que el mantenimiento preventivo y es, en definitiva, una modalidad más avanzada de éste. Este tipo de mantenimiento se inicia como resultado del conocimiento de la condición del equipo observada mediante el monitoreo de rutina o continuo.

Entre sus características se tienen:

- Se realiza por medio de inspecciones continuas o periódicas.
- Establece patrones exactos de comparación de gran confiabilidad.
- Utiliza para su detección y análisis, técnicas de trabajo muy sofisticadas, pero de fácil operación.
- Predice con amplio margen de seguridad cuando una pieza o equipo fallará.
- La inspección puede realizarse desde un sitio distante del equipo o en el mismo lugar, y para esto se utiliza poco personal.
- Provee información detallada de las condiciones del equipo.
- Diagnostica cualquier falla de una manera bastante rápida
- Puede realizarse un archivo con el historial de cada equipo y así facilitar el trabajo de mantenimiento.
- Minimiza ampliamente los costos de mantenimiento
- Permite inspecciones con el equipo en funcionamiento.

Formas de hacer el Mantenimiento:

- **Administración Directa:** Es el mantenimiento que se realiza con personal que pertenece a la organización de la empresa.
- **Contratado:** Es el mantenimiento que se realiza con un ente externo a la empresa según especificaciones de ésta, en condiciones de precio y tiempo previamente establecidas.

Estructura de Mantenimiento: Es la composición, localización y distribución de los recursos para hacer frente de la mejor manera, a una carga de trabajo esperada.

Forma de Estructura de la Organización de Mantenimiento:

- **Mantenimiento de Área:** Subdivide al SP en varias partes geográficas y a cada una de ellas se asignan cuadrillas de personal para ejecutar las acciones de mantenimiento. Su objetivo es aumentar la eficiencia operativa, ya que estas pequeñas organizaciones se sitúan en las proximidades de los sistemas a los cuales sirven. Se caracteriza por: mayor y mejor control de personal por área, personal especializado en el área de trabajo, aumento de costos por especialización funcional, mayor fuerza laboral, programación y prevenciones más ajustadas a la realidad, sistema de información más complejo y recomendable para SP suficientemente grandes en distribución geográfica, diversidad de procesos y de personal.
- **Mantenimiento Centralizado:** Es la concentración de los recursos de mantenimiento en una localización central. Se caracteriza por: Transferencia de personal de un lugar a otro donde exista necesidad de mantenimiento, personal con conocimientos del SP a mantener, bajo nivel de especialización en general comparado con el de área, reducción de costos por la poca especialización funcional; en

emergencias, se puede contar con todo el personal y se recomienda para SP medianos a pequeños y con poca diversidad de procesos.

Sistema de Mantenimiento.

Un sistema es un conjunto organizado e interrelacionado de componentes, que formando un todo, trabaja de manera combinada hacia un objetivo común.

PDVSA (2004) define un sistema de mantenimiento como “un conjunto de recursos donde se destacan la mano de obra, dinero, materiales y/o repuestos, instalaciones y maquinas, existiendo además una demanda de servicios y limitaciones, inherentes al desarrollo de las actividades. Así mismo, se tiene objetivos a alcanzar”.

Un sistema de mantenimiento puede verse como un modelo sencillo de entrada-salida. Las entradas de dicho modelo son: mano de obra, administración, herramientas, refacciones, equipos, etc., y la salida es un equipo funcionando, confiable, y bien configurado para lograr la operación planeada de la empresa. A continuación se muestra la figura 1, que presenta los componentes de un sistema de mantenimiento que necesitan planearse, organizarse y controlarse a fin de incrementar sus salidas y lograr la mejor utilización de los recursos.



Figura 1: Componentes del proceso de Mantenimiento.

Fuente: Norma MM-01-01-00: “Modelo de Gerencia de Mantenimiento” de PDVSA(2004)

Todo sistema debe encontrarse diseñado para conseguir los objetivos perseguidos, debe adaptarse al medio ambiente y a la situación u organización dentro de la cual ha de desenvolverse, conservar el equilibrio interno, mantener las pautas, reglas o modelos sobre los que está constituido y mantener su cohesión interna, es decir permanecer integrado (Nava 2001, p. 26)

Planificación del Mantenimiento.

Puede definirse como un conjunto de técnicas y procedimientos que permiten la optimización de las relaciones entre los medios y objetivos, al tiempo que facilita la toma de decisiones en una forma sistemática para una ejecución coordinada. La planificación busca determinar las normas, programas y procedimientos que han de usarse para la consecución de los objetivos planteados. En la planificación del mantenimiento están involucrados aspectos como: manejo y desarrollo de recursos humanos, físicos y de capital, manejo de repuestos, todo ello con el objeto de tener mayor disponibilidad orientada a la producción, maximizar la utilización de tiempos y recursos, mejorar planes y control de los trabajos y reducir los costos.

Los objetivos de la planificación del mantenimiento están basados en principios que rigen su desarrollo, entre ellos, conducir las actividades de mantenimiento sobre las bases de prevención, anticipación y orden, producción de resultados medibles, comprometer a la organización en el desarrollo potencial de cada persona.

Para lograr los objetivos de la organización, se formulan diferentes planes que pueden clasificarse de acuerdo a la frecuencia con la cual son utilizados los equipos, bien sea corto, mediano o largo plazo.

La planificación del mantenimiento generalmente incluye las siguientes actividades:

- Filosofía del Mantenimiento: Tener un nivel mínimo de personal de mantenimiento que sea consistente con la optimización de la producción y la disponibilidad de la planta sin que se comprometa la seguridad.
- Pronóstico de la carga de mantenimiento: Proceso mediante el cual se predice la carga de mantenimiento.
- Capacidad de mantenimiento: determinar los recursos necesarios para satisfacer la demanda de trabajos de mantenimiento. Incluyendo recursos que cubran aspectos como la cantidad de trabajadores por mantenimiento y sus habilidades, las herramientas requeridas, las herramientas a utilizar.
- Organización del mantenimiento: Dependiendo de los factores mencionados anteriormente, el mantenimiento se puede organizar por departamentos, por área o en forma centralizada. Cada tipo de organización del mantenimiento tiene sus pros y sus contras. La organización del mantenimiento abarca aspectos como determinar la filosofía de mantenimiento a aplicar, bien sea de inspección, conservación o reparación.
- Programación del mantenimiento: Es el proceso de definición de fechas y asignación de recursos y personal para los trabajos de mantenimiento, previendo que los trabajadores, las piezas y los materiales requeridos estén disponibles antes de poder programar una tarea. El trabajo de mantenimiento a equipos y maquinarias se maneja bajo prioridades y es atendido antes de emprender cualquier otro trabajo. La ocurrencia de tales trabajos no se puede predecir con certeza. En la eficacia de un sistema de mantenimiento influye mucho el programa de mantenimiento que se haya desarrollado y su capacidad para adaptarse a los cambios.

Organización de Actividades

La organización de las actividades de mantenimiento se logra mediante la aplicación de una serie de documentos, como listas de chequeo, procedimientos aprobados y estandarizados para las actividades, registros, al igual que tener documentados los datos técnicos y operaciones de los equipos a mantener, entre otros.

Análisis de Criticidad

PDVSA (2004) explica que el análisis de criticidad es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para realizar un Análisis de Criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis.

El objetivo de un Análisis de Criticidad es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable. La información recolectada en el estudio podrá ser utilizada para:

- Priorizar órdenes de trabajo de operaciones y mantenimiento.
- Priorizar proyectos de inversión.
- Diseñar políticas de mantenimiento.
- Seleccionar una política de manejo de repuestos y materiales.
- Dirigir las políticas de mantenimiento hacia las áreas o sistemas más críticos.

El Análisis de Criticidad aplica en cualquier conjunto de procesos, plantas, sistemas, equipos y/o componentes que requieran ser jerarquizados

en función de su impacto en el proceso o negocio donde formen parte. Sus áreas comunes de aplicación se orientan a establecer programas de implantación y prioridades en los siguientes campos: mantenimiento, inspección, materiales, disponibilidad de planta, personal.

Un modelo básico de Análisis de Criticidad es equivalente al mostrado en la figura 2. Para la selección del método de evaluación se toman criterios de ingeniería, factores de ponderación y cuantificación. Para la aplicación de un procedimiento definido se trata del cumplimiento de la guía de aplicación que se haya diseñado. Por último, la lista jerarquizada es el producto que se obtiene del análisis.

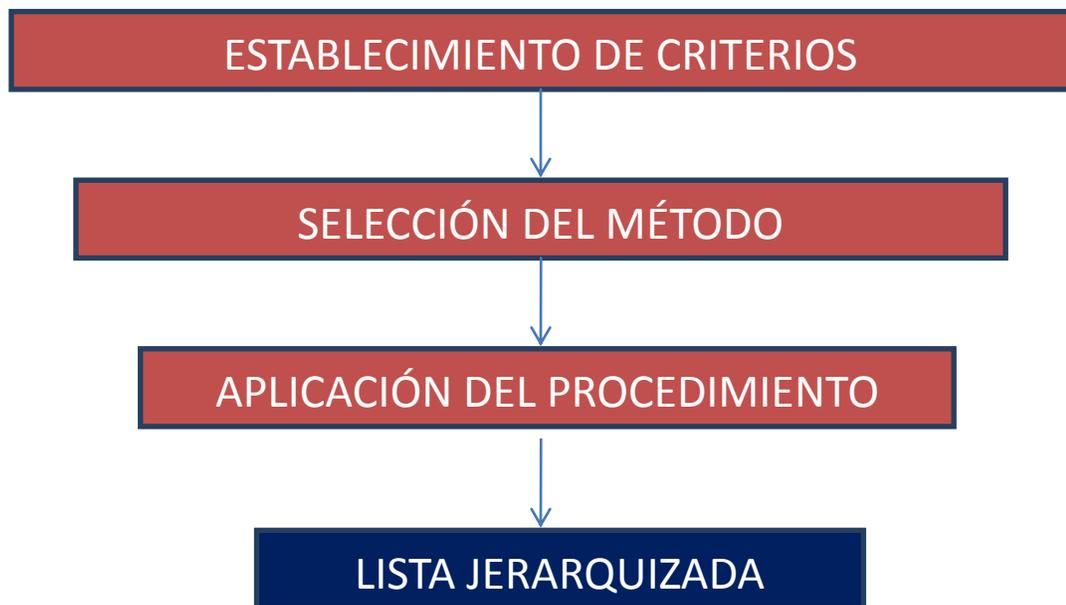


Figura 2. Modelo básico de criticidad.

Fuente: Norma MM-01-01-00: "Modelo de Gerencia de Mantenimiento" de PDVSA(2004)

Metodología de Criticidad de Fallas:

Consideraremos tres posibles casos: que el fallo sea crítico, que el fallo sea importante o que sea tolerable. En lo referente a la seguridad y al impacto medioambiental del fallo, consideraremos que el fallo es crítico si existen ciertas posibilidades de que pueda ocurrir, y ocasionaría un accidente grave, bien para la seguridad de las personas o bien para el medioambiente. Consideraremos que es importante si, aunque las consecuencias para la seguridad y el medioambiente fueran graves, la probabilidad de que ocurra el fallo es baja. Por último, consideraremos que el fallo es tolerable si el fallo tiene poca influencia en estos dos aspectos.

En cuanto a la producción, podemos decir que un fallo es crítico si el fallo supone una parada de planta, una disminución del rendimiento o de la capacidad productiva, y además, existe cierta probabilidad de que el fallo pudiera ocurrir. Si la posibilidad es muy baja, aunque pueda suponer una parada o afecte a la potencia o al rendimiento, el fallo debe ser considerado como importante. Y por último, el fallo será tolerable si no afecta a la producción, o lo hace de modo despreciable.

Desde el punto de vista del mantenimiento, si el coste de la reparación (de la suma del fallo más otros fallos que pudiera ocasionar ese) supera una cantidad determinada (por ejemplo, 10.000 Bs. F), el fallo será crítico. Será importante si está en un rango inferior (por ejemplo, entre 1000 y 10.000 Bs. F) y será tolerable por debajo de cierta cantidad (por ejemplo, 1000 Bs. F). Las cantidades indicadas son meras referencias, aunque pueden considerarse aplicables en muchos casos.

En resumen, para que un fallo sea crítico, debe cumplir por lo menos 2 de estas condiciones:

- Que pueda ocasionar un accidente que afecte a la seguridad o al medioambiente, y que existan ciertas posibilidades de que ocurra.

- Que suponga una parada de planta o afecte al rendimiento o a la capacidad de producción.
- Que la reparación del fallo más los fallos que provoque este (fallos secundarios) sea superior a cierta cantidad.

En la tabla 1 se puede observar el diseño que se implementará para el análisis de criticidad de fallo, esta tabla representa un modo de falla crítico

Tabla 1. Modelo de análisis de criticidad de fallo a emplear.

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE FALLO					
SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE		PRODUCCIÓN		MANTENIMIENTO	
Accidente Grave Probable	X	Parada de la máquina. Afecta la producción	X	Alto Costo de Reparación (> 10.000 Bs. F)	X
Accidente Grave, Pero Muy Poco Probable		Afecta a Potencia y/o Rendimiento, Pero el Fallo es Poco Probable		Costo Medio de Reparación (1.000-10.000 Bs. F)	
Poca Influencia en Seguridad y Medio Ambiente		No Afecta a La Producción		Bajo Costo de Reparación (< 1000 Bs. F)	

Para que un fallo sea importante debe cumplir por lo menos 2 de las condiciones presentadas a continuación:

- Que pueda ocasionar un accidente grave, aunque la probabilidad sea baja

- Que pueda suponer una parada de planta, o afecte a la capacidad de producción y/o rendimiento, pero que probabilidad de que ocurra sea baja.
- Que el coste de reparación sea medio

En la Tabla 2 se puede observar el diseño que se implementara para el análisis de criticidad de fallo, esta tabla representa un modo de falla importante. Se tomara como importante también si el resultado del análisis de criticidad de fallo es diagonal.

Para que un fallo pueda ser considerado tolerable, debe cumplir todas las condiciones o por lo menos dos acompañada de una crítico o importante, debe tener poca influencia en seguridad y medioambiente, no afecte a la producción de la planta y tenga un coste de reparación bajo.

Tabla 2. Modelo de análisis de criticidad de fallo a emplear.

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE FALLO					
SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE		PRODUCCIÓN		MANTENIMIENTO	
Accidente Grave Probable		Parada de la máquina. Afecta la producción		Alto Costo de Reparación (> 10.000 Bs. F)	
Accidente Grave, Pero Muy Poco Probable	X	Afecta a Potencia y/o Rendimiento, Pero el Fallo es Poco Probable	X	Costo Medio de Reparación (1.000-10.000 Bs. F)	X
Poca Influencia en Seguridad y Medio Ambiente		No Afecta a La Producción		Bajo Costo de Reparación (< 1000 Bs. F)	

En la tabla 3 se puede observar el diseño que se implementara para el análisis de criticidad de fallo, esta tabla representa un modo de falla tolerable.

Tabla 3. Modelo de análisis de criticidad de fallo a emplear.

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE FALLO					
SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE		PRODUCCIÓN		MANTENIMIENTO	
Accidente Grave Probable		Parada de la máquina. Afecta la producción		Alto Costo de Reparación (> 10.000 Bs. F)	
Accidente Grave, Pero Muy Poco Probable		Afecta a Potencia y/o Rendimiento, Pero el Fallo es Poco Probable		Costo Medio de Reparación (1.000-10.000 Bs. F)	
Poca Influencia en Seguridad y Medio Ambiente		X	No Afecta a La Producción	X	Bajo Costo de Reparación (< 1000 Bs. F) X

Bases Conceptuales

Sistemas Productivos (SP): Son aquellas siglas que identifican a los Sistemas Productivos dentro de los cuales se pueden encontrar dispositivos, equipos, instalaciones y/o edificaciones sujetas a acciones de mantenimiento. (COVENIN 1993).

Mantenimiento: Es el conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un SP a un estado específico, para que pueda cumplir con servicio determinado. (COVENIN 1993).

Gestión de Mantenimiento: Es la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos del mantenimiento. (COVENIN 1993).

Objetivo de Mantenimiento: Es mantener un SP en forma adecuada de manera que pueda cumplir su misión, para lograr una producción esperada en empresas de producción y una calidad de servicios exigida, en empresas de servicio, a un costo global óptimo. (COVENIN 1993).

Políticas de Mantenimiento: Son los lineamientos para lograr los objetivos de mantenimiento. (COVENIN 1993).

Trabajos de Mantenimiento: Son las actividades a ejecutar para cumplir con los objetivos de la organización. (COVENIN 1993).

Recursos de Mantenimiento: Son todos los insumos necesarios para realizar la gestión de mantenimiento, tales como: humanos, materiales, financieros u otros. (COVENIN 1993).

Vida Útil: es el periodo durante el cual un SP cumple un objetivo determinado, bajo un costo aceptable para la organización. . (COVENIN 1993).

Ingeniería de Mantenimiento: Es la función responsable de la definición de procedimientos, métodos, análisis de técnicas a utilizar, contratos, estudios de costos y los medios para hacer el mantenimiento, incluyendo la investigación y desarrollo del mismo. (COVENIN 1993).

Bases Legales

Pérez define las bases legales como "...el conjunto de leyes, reglamentos, normas, decretos, etc., que establecen el basamento jurídico sobre el cual se sustenta la investigación", (p. 65).

Las bases legales bajo las cuales se rigió esta investigación fueron las siguientes:

Norma COVENIN 3049-93 Mantenimiento. Definiciones: Esta norma venezolana establece el marco conceptual de la función mantenimiento a fin de tender a la unificación de criterios y principios básicos de dicha función. Su aplicación está dirigida a aquellos sistemas en operación, sujetos a acciones de mantenimiento.

Norma COVENIN 2500-93. Manual para Evaluar los Sistemas de Mantenimiento en la Industria: Esta norma venezolana contempla un método cuantitativo, para la evaluación de sistemas de mantenimiento, en empresas manufactureras, para determinar la capacidad de gestión de la empresa en lo que se respecta al mantenimiento mediante el análisis y calificación de los siguientes factores:

- Organización de la empresa
- Organización de la función de mantenimiento
- Planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento.
- Competencia del personal

El manual está enfocado para su aplicación en empresas o plantas en funcionamiento. Para aquellas en fase de proyecto se requiere de una planificación que contemple aspectos funcionales y de ingeniería tales como criterios de selección de equipos y maquinarias, especificación de materiales de construcción, distribución de plantas u otros.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico se refiere al modo de realizar con orden lógico un estudio o investigación, en donde se busca de manera sistemática encontrar un conocimiento causal de los problemas que se presentan en determinado ambiente. Es necesario partir de un problema bien identificado y delimitado, para luego establecer las etapas del análisis del problema en estudio, el método de investigación, fuentes de información y tratamiento de la información.

El marco metodológico es una parte importante en toda investigación, cuyo propósito fundamental, según Balestrini, (2002) es:

... situar en el lenguaje de investigación, los métodos e instrumentos que se emplearán en la investigación planteada, desde la ubicación acerca del tipo de estudio y el diseño de investigación; su universo o población; su muestra; los instrumentos y técnicas de recolección de datos; la medición; hasta la codificación, análisis y presentación de datos. De esta manera se proporcionará al lector una información detallada acerca de cómo se realizará la investigación. (p.126)

El marco metodológico estuvo orientado a la identificación de métodos e instrumentos que permitieron la obtención de la información y el procesamiento de los datos para el diseño del Plan de Mantenimiento para las Máquinas Herramientas de Control Numérico de la empresa ENAVAL

Es así como en el diseño metodológico que se desarrolla en este capítulo se exponen los siguientes aspectos: tipo de investigación, diseño de la investigación, unidad de análisis, población, muestra, técnicas e instrumentos para recolección de los datos, técnicas para el procesamiento y

análisis de los datos, operacionalización de los objetivos y las consideraciones éticas.

Tipo de investigación

Este trabajo de acuerdo a la delimitación de sus objetivos correspondió a una investigación aplicada, por cuanto a través de su desarrollo se propuso un Plan de Mantenimiento para las máquinas de CNC de la empresa ENAVAL debido a que su finalidad es buscar una solución posible a un problema de tipo práctico, para satisfacer necesidades de una organización.

Dentro de la clasificación de la investigación aplicada, se clasifica este estudio como proyecto factible, ya que persigue la elaboración de una propuesta que se convierte en un modelo operativo viable para resolver una situación específica en una organización en función de sus requerimientos y necesidades; específicamente para el caso de estudio existe una necesidad caracterizada por la falta de un plan de mantenimiento para las máquinas de CNC de la empresa ENAVAL.

Hurtado de Barrera (2007 citado por la UCAB 2010) indica que “la investigación proyectiva propone soluciones a una situación determinada a partir de un proceso de indagación. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, más no necesariamente ejecutar la propuesta. En esta categoría entran los proyectos factibles. Todas las investigaciones que implican el diseño o creación de algo, también entran en esta categoría...”

En tanto que para Yáber y Valarino, (2003), investigación y desarrollo, es aquella que “... tiene como propósito indagar sobre necesidades del ambiente interno o externo de una organización, para luego desarrollar un producto o servicio que pueda aplicarse en la organización...”, (p. 9).

El tipo de la investigación también hace referencia al nivel de trascendencia con la cual se estudia un ente o fenómeno. Como plantea Hurtado de Barrera, J. (2008) “Los métodos, técnicas, tácticas y estrategias no son genéricos para cualquier investigación; los métodos son diferentes en función del tipo de investigación y el objetivo que se pretende lograr” (p. 98). Así pues, el tipo de la investigación indicará si se trata de una investigación exploratoria, descriptiva o explicativa.

De este modo, el estudio se enmarca dentro del tipo de Investigación Descriptiva, porque mide o evalúa diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a estudiar. La misma es definida por Hernández et. al., (2003), como aquella que “indaga la incidencia de las modalidades, categorías o niveles de una o más variables en una población, son estudios puramente descriptivos” (p. 152)

La presente investigación busca describir y analizar los procedimientos actuales para la realización del mantenimiento a las máquinas de CNC de la empresa ENAVAL entró en contacto con los documentos del mismo para detectar, interpretar, describir, registrar y analizar la situación actual presentada en la empresa involucrando los procesos que se ejecutan, dedonde se obtuvieron los datos necesarios para la realización del estudio y así determinar las especificaciones que permitieron plantear una propuesta para el Diseño del Plan de Mantenimiento, partiendo de una etapa de diagnóstico. No estuvo en el alcance de la investigación ejecutar la propuesta.

En la figura 3 se muestra un diagrama que resume el tipo de investigación de la presente investigación, (Hernández et. al., 2003, p. 112).

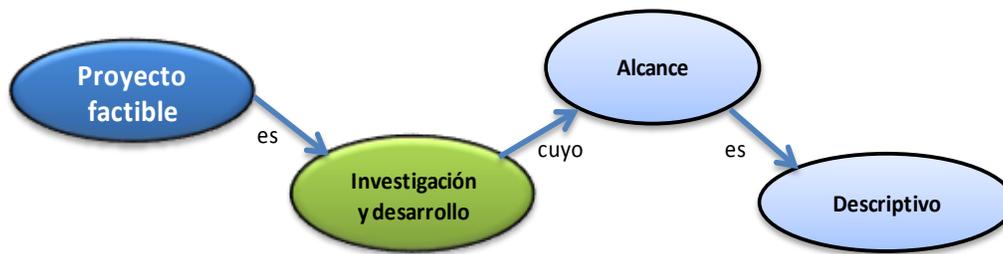


Figura 3. Diagrama del tipo de investigación
 Fuente: Adaptado de Hernández et. al., (2003, p. 112)

Otra dimensión de la investigación comprende el grado de estructuración impuesta por anticipado al estudio, los estudios cuantitativos tienden a ser altamente estructurados, de modo que el investigador especificará las características principales del diseño antes de obtener un solo dato. Por el contrario, el diseño de los estudios cualitativos es más flexible; permite e incluso estimula la realización de ajustes, a fin de sacar provecho a la información reunida en las fases tempranas de su realización.

En la presente investigación el diseño fue cuantitativo, ya que los instrumentos de recolección de datos estuvieron estructurados anticipadamente antes del inicio de la investigación.

Diseño de la investigación

El diseño de la investigación estuvo referido al plan o la estrategia que se utilizó para obtener la información requerida; en tal sentido la investigación se desarrolló bajo el diseño No Experimental, apoyándose en investigaciones de campo (primarias) y documentales (secundarias).

Considerando lo que plantea Kerlinger, (2002, p. 420) citado por Hernández et. al., (2003): “En la investigación no experimental no es posible manipular las variables o asignar aleatoriamente a los participantes o tratamientos.” (p. 267). Los fenómenos se observan en su ambiente natural

para después ser analizados, es decir, las situaciones no son construidas sino que son situaciones existentes, no provocadas por el investigador o personas ligadas a la investigación.

La investigación realizada fue de diseño ex post facto, que significa posterior al hecho. Así lo indica Arias (2006): "...estos diseños buscan establecer las causas que produjeron un hecho, lógicamente, después que han ocurrido. Por lo tanto, no existe manipulación de la causa o variable independiente" (p. 33).

A su vez el diseño fue considerado por su dimensionamiento temporal o número de momentos en los cuales se recolectaron los datos, como una investigación transversal o transeccional, ya que los mismos fueron recopilados en un periodo de tiempo único, y es descriptiva dado que su propósito fue describir las variables, analizar y diagnosticar la incidencia de estas en un momento determinado. Para sustentar teóricamente lo anteriormente planteado, se cita a Hernández et. al., (2003, p. 273), quienes declaran que:

Los estudios transeccionales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiestan una o más variables (dentro del enfoque cuantitativo) o ubicar, categorizar y proporcionar una visión de una comunidad, un evento, un contexto, un fenómeno o una situación (describirla, como su nombre lo indica, dentro del enfoque cualitativo).

La investigación fue documental porque es un "proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas...". (Arias 2006, p. 27)

Además fue una investigación de campo porque “la recolección de datos se hizo directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la Información pero no altera las condiciones existentes. .” (Arias 2006, p. 27)

Un resumen del diseño de la investigación se presenta en la figura 4.

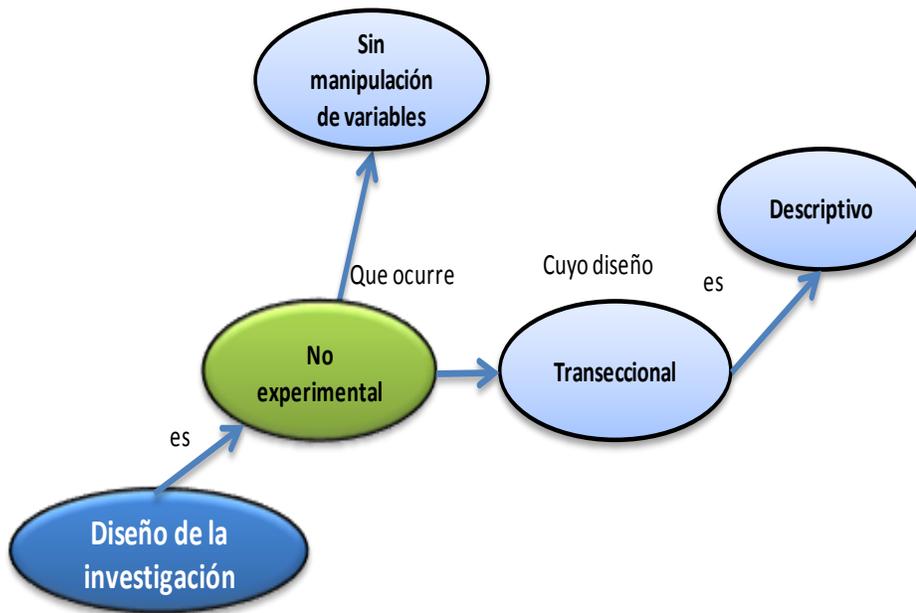


Figura 4. Diagrama del diseño de la investigación

Fuente: Adaptado de Hernández et. al., (2003, p. 182)

Con base a lo planteado anteriormente, el proceso de recolección de datos consistió, en forma general en:

1. Delimitar el problema y los objetivos del estudio.
2. Identificar las fuentes secundarias de información.
3. Identificar las fuentes primarias de Información.
4. Ejecutar el proceso de recopilación de los datos.
5. Analizar los datos recopilados.
6. Realizar la interpretación de los resultados.

7. Identificar los criterios que formarían parte del Sistema de Mantenimiento.

Población y Muestra

1. Unidades de Análisis

La unidad de análisis, también llamada casos o elementos objeto de estudio, correspondió el área de maquinado de la empresa ENAVAL, ya que es allí donde se encuentran las máquinas herramientas de control numérico, sobre los cuales se recolectaron los datos a examinar en función de los objetivos planteados en el Capítulo I.

Para Balestrini, (2002, p. 137), las unidades de análisis son:

... sujetos u objetos a ser estudiados y medidos, por cuanto, necesariamente los elementos de la población no tienen que estar referidos única y exclusivamente a individuos... pueden ser instituciones, animales, objetos físicos, etc.; en función de la delimitación del problema y de los objetivos de la investigación. Estas unidades de análisis son parte constitutiva de la población...

2. Población

Establecer el tamaño poblacional y muestral es un paso necesario en toda investigación, ya que de no hacerlo se corre el riesgo de estudiar un número innecesario de personas, lo cual acarrea no solo pérdida de tiempo e inversión innecesaria de recursos, si no que puede afectar la calidad del estudio

Parella y Martins (2010) define la población como: “El conjunto de unidades de las que se desea obtener información y sobre las que se va a generar conclusiones” (p. 105). y Arias, F. (2006), establece:

La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las

conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio (p. 81).

En otras palabras, la población es el grupo total de elementos a investigar, la cual debe definirse de manera precisa según el contenido, el lugar y el tiempo previsto para el estudio. Basados en esto, la población de esta investigación para el Diseño de un Plan de Mantenimiento para las Máquinas Herramientas de Control Numérico de la empresa ENAVAL, estuvo constituida por todas las máquinas herramientas con control numérico instaladas en el Área de producción de la empresa ENAVAL, ocho (8) en total.

Por conocer la cantidad de elementos que conforman la población se consideró a la población finita ya que como establece Arias, F. (2006): “Población finita: agrupación en la que se conoce la cantidad de unidades que la integran” (p. 82). Sierra Bravo (1991) citado por Arias, F. (2006) establece que: “Desde el punto de vista estadístico, una población finita es la constituida por un número inferior a cien mil unidades” (p. 82).

3. Muestra

La muestra como lo define Arias, F. (2006): “Es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p. 83).

Basado en el acceso que se tiene de la población y el número de unidades que lo integran se establece que se estudiará la totalidad de la población objetivo, por lo que no se extrajo muestra de la misma ni se emplearon técnicas de muestreo. Esto basado en la definición dada por Arias, F. (2006) donde establece que:

Si la población, por el número de unidades que lo integran, resulta accesible en su totalidad, no será necesario extraer una muestra. En consecuencia se podrá investigar u obtener datos de toda la población objetivo, sin que sea estrictamente un censo (p. 83).

Hurtado de Barrera (2008) establece lo siguiente con relación al muestreo: No hace falta hacer muestreo cuando:

-La población es conocida y se puede identificar cada uno de sus integrantes.

-La población, además de ser conocida es accesible, es decir, es posible ubicar a todos los miembros. No vale la pena hacer un muestreo para poblaciones de menos de 100 integrantes.

-La población es relativamente pequeña, de modo que puede ser abarcada en el tiempo y con los recursos del investigador (p. 140).

Técnicas e instrumentos para recolección de los datos

Una vez identificada la unidad de análisis, delimitada la población y definida la muestra, se procedió a determinar el o los procedimientos (técnicas) y las herramientas (instrumentos) con las cuales se recolectaron los datos, sobre los elementos involucrados en la investigación.

Para Hernández et. al., (2003, p. 344) la recolección de datos comprende tres (3) actividades vinculadas entre sí, como son:

1. Seleccionar un instrumento o método de recolección de los datos, el cual deberá ser válido y confiable.
2. Aplicar ese instrumento o método para la recolección de los datos, que son de interés para el estudio.
3. Preparar observaciones, registros y mediciones obtenidas, para ser analizadas correctamente.

Los datos se recogieron en dos (2) fases o etapas: durante la inmersión inicial en el campo y en la recolección definitiva de los datos para el análisis.

Para la recolección de datos e información necesaria para el desarrollo de la investigación, se emplearon técnicas relacionadas con el análisis documental de fuentes escritas y técnicas de campo propias de la investigación. Específicamente se utilizó: revisión de documentos, observación directa, entrevistas no estructuradas, sesiones en profundidad, tormenta de ideas y juicio de expertos.

La revisión de documentos estuvo asociada a los documentos existentes que forman parte de la base de datos de las máquinas herramientas con control numérico. Para Balestrini, (2002, p. 152), con la observación documental se "...iniciará la búsqueda y observación de hechos presentes en los materiales escritos consultados que son de interés para la investigación."

Con respecto a la observación directa, el investigador se involucró en el medio donde se desarrolla el estudio, (Arias, 2006).

Las entrevistas no estructuradas o abiertas, son procesos de comunicación verbal recíproca. Según Hernández et. al., (2003, p. 455), se define "... como una conversación entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados).", así mismo afirma que las entrevistas no estructuradas "... se fundamentan en una guía general con temas no específicos y el entrevistador tiene toda la flexibilidad para manejarlas." Esta actividad se realizará a través de reuniones con los especialistas en el área.

Con respecto a los instrumentos o herramientas de recolección de los datos, Arias (2006) las define como "... cualquier recurso, dispositivo o formato (papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información." (p. 69). Sobre la base de lo antes expuesto por Arias, se tiene que los instrumentos de recolección, registro y almacenamiento de datos utilizados en la presente investigación fueron: apuntes y notas en libretas,

listas de chequeo o verificación, fichas de trabajo, grabaciones de audio y video, así como tablas para grupos de discusión.

Validez y confiabilidad de los instrumentos

Con respecto a la validez de un instrumento Palella y Martins (2010) la define “Como la ausencia de sesgos. Representa la relación entre lo que se mide y aquello que realmente se quiere medir.”(p.160). El mismo asesor” recomienda determinar la validez mediante la técnica del juicio de expertos...” (p.161).

El instrumento que se elaboró para las entrevistas los revisaron varios expertos en la materia para constatar el vocabulario y la redacción de los ítems y si el contenido de los mismos mide los que se desea medir. Estos expertos hicieron las observaciones de tipo general, las cuales fueron corregidas.

En referencia a la confiabilidad de un instrumento Palella y Martins (2010) establece:

La confiabilidad es definida como la ausencia de error aleatorio en un instrumento de recolección de datos. Representa la influencia del azar en la medida: es decir, es el grado en el que las mediciones están libres de la desviación producida por los errores casuales. (p.164).

Hernández et al., (2006) establece “La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto produce resultados iguales.” (p.277).

Para verificar la confiabilidad del instrumento se aplicó una prueba piloto a una muestra reducida del personal involucrado en las labores de mantenimiento de la empresa ENAVAL. Con los resultados obtenidos se le

hicieron las respectivas modificaciones al instrumento para su aplicación definitiva.

A continuación se presenta un diagrama que resume lo referente a la recolección de los datos, (figura 5).

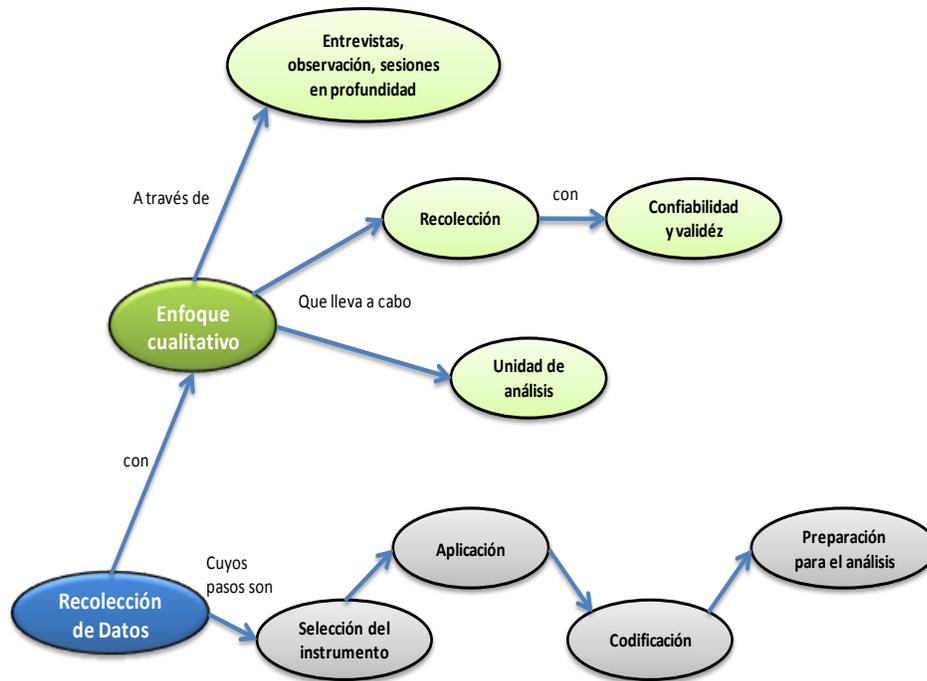


Figura 5. Diagrama resumen de la recolección de los datos
Fuente: Adaptado de Hernández et. al., (2003, p. 342)

Definición y Operacionalización de Variables.

Una variable es un elemento que varía, es decir, que puede adquirir diferentes fases o estados. Se extraen de los objetivos específicos de la investigación. Cuando se habla de Operacionalizar una variable, significa desglosarla o descomponerla en estados o fases cada vez más concreto y específicos. Según Sabino, (1.992) “Consiste en hacer operativos, es decir, manejables, posibles de trabajar con ellos, a los conceptos y elementos que intervienen en el problema a investigar” (p.101)

Para ello se diseñó un esquema donde se detallan los elementos que intervendrán en el desarrollo de la operatividad de los objetivos planteados en esta investigación

Tabla 4. Operacionalización de Variables

Objetivo General: Diseñar un Sistema Integral de Mantenimiento para las Máquinas Herramientas de Control Numérico Fagor de la empresa ENAVAL”				
Objetivos Específicos	Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas / Instrumentos
Diagnosticar la situación actual de mantenimiento de las máquinas herramientas de control numérico de la empresa ENAVAL	Plan de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Personal • Activos a mantener • Rutinas de Mantenimiento • Repuestos y Materiales • Herramientas 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de personal • Inventario de Activos • Tareas y frecuencias • Inventario de Repuestos y Herramientas 	Entrevista. Observación directa. Revisión de documentación Guía de Preguntas Tablas, cuadros, planillas y documentos elaborados en archivos electrónicos como Excel y Word Juicio de expertos
Determinar el inventario de las máquinas herramientas de control numérico	Activos a mantener	Inventario	Cantidad de Maq.	
Elaborar toda la documentación de apoyo para el Plan de Mantenimiento.	Plan de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Personal • Activos a mantener • Rutinas de Mantenimiento • Repuestos y Materiales • Herramientas 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de personal • Inventario de Activos • Tareas y frecuencias • Inventario de Repuestos y Herramientas 	
Determinar las tareas y frecuencias de mantenimiento a los componentes críticos de las máquinas herramientas de control numérico.	Plan de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Personal • Activos a mantener • Rutinas de Mantenimiento • Repuestos y Materiales • Herramientas 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de personal • Inventario de Activos • Tareas y frecuencias • Inventario de Repuestos y Herramientas 	
Estimar los recursos, cantidad de personal, repuestos críticos, materiales y herramientas necesarios para la implementación del Plan de Mantenimiento .	Plan de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Personal • Activos a mantener • Rutinas de Mantenimiento • Repuestos y Materiales • Herramientas 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de personal • Inventario de Activos • Tareas y frecuencias • Inventario de Repuestos y Herramientas 	

Fuente: Elaborado por la Investigador (2013)

Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos

Existen dos (2) técnicas para el procesamiento y análisis de los datos obtenidos, como son el análisis cuantitativo, donde se utilizan matrices de datos y el análisis cualitativo donde, el análisis de los datos no está predeterminado, sino que se efectúa bajo un plan general que irá sufriendo modificaciones de acuerdo a los resultados, (Hernández et. al., 2003, p. 609).

Según Hernández et. al., (2003), explica que el análisis cualitativo tiene propósitos centrales como es:

Darle orden a los datos; organizar las unidades, las categorías, los temas y los patrones; comprende, en profundidad, el contexto que rodea a los datos; describir las experiencias de las personas estudiadas bajo su óptica, en su lenguaje y sus expresiones; interpretar y evaluar unidades, categorías, temas y patrones; explicar contextos, situaciones, hechos, fenómenos; generar preguntas de investigación e hipótesis; reconstruir historias; relacionar los resultados del análisis con la teoría fundamentada; o construir teorías (p. 612),.

La técnica a utilizar para el análisis de los datos fue la de análisis cualitativo (técnicas lógicas de análisis de contenido), debido a que se tuvo un volumen considerable de datos e información que debió ser clasificada, organizada, registrada y tabulada, para comprender en profundidad, interpretar y poder desarrollar la propuesta del Plan de Mantenimiento y dar así respuesta a los objetivos de la investigación.

Fases de la investigación

La investigación fue desarrollada por fases con el fin de cumplir de manera sistemática con los objetivos planteados.

Recursos necesarios para el desarrollo de la investigación

1. Recursos Humanos

Los recursos humanos consistieron en la persona que realizará la investigación y las fuentes a las cuales se le aplicará la técnica de la entrevista.

2. Recursos Informativos

En la parte documental de la investigación, la mayoría de los recursos utilizados fueron informativos (libros, manuales de las maquinas de CNC, tesis de grado para los antecedentes, internet), los cuales fueron consultados y recopilados según el cronograma de ejecución de la investigación planteado.

3. Recursos Materiales

La investigación contempló el uso de recursos como una computadora portátil, fotocopidora, impresora, teléfono, papel, lápices y otros, los cuales el investigador los tiene a disposición.

4. Recursos Económicos

Los recursos económicos fueron por cuenta del investigador y corresponderán a impresión, encuadernación, empastado duro, usos de internet y teléfono, gastos de traslado, compra de libros relacionados con el tema, entre otros.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El cronograma de actividades en el marco del proyecto de investigación, tiene gran significación, por cuanto, al permitir el establecimiento de metas y determinados periodos de tiempo para culminar cada una de las etapas y actividades inherentes al proceso de investigación; conlleva también a la fijación de un compromiso del investigador con la UCAB para presentar el proyecto en el tiempo previsto.

Se emplearon 12 semanas contadas a partir de la aprobación del presente del proyecto.

Tabla 5. Cronograma de Actividades

Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fase 1: Elaboración del capítulo I de la investigación, (Planteamiento del Problema),												
Fase 2: elaboración del Marco Teórico												
Fase 3: Elaboración del capítulo III de la investigación, (Marco Metodológico)												
Fase 4: elaboración del capítulo IV de la investigación: descripción de la empresa.												
Fase 5: Elaboración del capítulo V de la investigación, (Presentación y Análisis de los Resultados).												
Fase 6: Elaboración de las conclusiones y recomendaciones de la investigación.												
Fase 7: Entrega del documento final de la investigación.												

Fuente: El Investigador (2012)

CAPITULO IV

RESULTADOS

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE MANTENIMIENTO DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTAS DE CONTROL NUMÉRICO DE LA EMPRESA ENAVAL

Situación actual: En la empresa ENAVAL, se realizan las labores de mantenimiento a las máquinas herramientas de control numérico basándose en una estructura organizacional inadecuada, como consecuencia de esto ejecuta un plan de las actividades de mantenimiento inadecuado, ya que no cuenta con el personal especializado, no hay un stock de repuestos y materiales, se carece de las herramientas necesarias para efectuar dichas actividades apropiadamente.

En esta empresa no existe el inventario de las máquinas, esto trae como consecuencia que muchos de los repuestos que se requieren para efectuar los trabajos de mantenimiento por avería no se encuentran en inventario.

Los trabajos de mantenimiento no están estructurados, ni estandarizados: por lo tanto, esta empresa no cuenta con un proceso de asignación, ejecución y control de trabajos efectivos y eficientes.

Diagnóstico: Para dar una clara visión del estado en que se encuentra la organización de mantenimiento en la empresa ENAVAL, se aplicó la norma COVENIN 2500-93 en la empresa al personal relacionado con las máquinas de control numérico involucrado con las actividades de mantenimiento que

se realizan, la información suministrada se recopiló en la tabla 6 de evaluación de la norma y se detectaron una serie de carencias o problemas que están presentes en cada una de las áreas que conforman el proceso total de mantenimiento.

Estas áreas de la investigación se podrán definir a través de la utilización de la norma COVENIN 2500-93, la cual describe la manera de efectuar una evaluación y diagnóstico del sistema de mantenimiento en la industria; donde se realiza una cuantificación de los principios de un sistema de mantenimiento.

Dicha evaluación está enfocada en el análisis de aquellos aspectos más resaltantes que se deben ejercer y asumir en las actividades cotidianas de mantenimiento de una empresa para que esta opere eficientemente (principio básico). Sin embargo, es importante resaltar que no se deben dejar de tomar en cuenta aquellos aspectos parciales (Deméritos), los cuales restan valores a las funciones primordiales de la organización de mantenimiento, es decir, que por omisión o incidencia negativa en el proceso de mantenimiento originan un descenso en la efectividad de los principios básicos.

El objetivo principal de esta evaluación y diagnóstico es obtener una base propia, para poder atacar las fallas o deficiencias más importantes dentro de la gestión de mantenimiento, esto con la finalidad de proponer recomendaciones en torno a dichas deficiencias, y además diseñar un Plan de Mantenimiento que permita mejorar la manera de realizar e integrar los distintos procesos o subprocesos de mantenimiento en la empresa.

Con el fin de evaluar los diferentes aspectos del sistema de mantenimiento en cuestión, se definen las áreas de evaluación, conformadas cada una por varios principios básicos a los que se les asigna una puntuación determinada; a su vez para cada principio básico existen deméritos que restan puntos a dicho principio básico, lo que totaliza un número de puntos producto de restar a los puntos asignados para el principio

básico, el total de puntos de los deméritos. De esa forma se obtiene el perfil de la empresa relativo al mantenimiento; de igual modo con los resultados totales y considerando las áreas de evaluación, se puede calcular la PPG (Puntuación Porcentual Global), que indica en términos porcentuales en qué proporción la empresa ENAVAL se comporta igual (desde el punto de vista del mantenimiento) a la empresa ideal establecida por la norma.

Para determinar la capacidad de gestión de la empresa en lo que respecta al mantenimiento mediante el análisis y calificación de los siguientes factores:

- Organización de la empresa.
- Organización de la función de mantenimiento.
- Planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento.
- Competencia del personal.

Los resultados arrojados en la evaluación del sistema de mantenimiento de la empresa ENAVAL, indica una gran deficiencia existentes en la mayoría de áreas evaluadas. En el diagrama de barras se muestran los resultados de dicha evaluación, los cuáles fueron clasificados por áreas tal como se muestra en la figura.

Resultados de la evaluación con la Norma 2500-93

Área I: Organización de la Empresa: La organización de la empresa ENAVAL obtuvo un desempeño de 82% como se muestra en la figura 6, esta área fue la que más se acercó a cumplir todos los principios básicos, sin embargo existen deficiencias, las funciones de cada cargo son conocidas mas no se encuentran estandarizadas o por escrito, no obstante por lo general son ejecutadas y llegan hasta los niveles necesarios para el

cumplimiento de los objetivos. El personal en general cuenta con el apoyo necesario de la dirección de la organización.

Desde el punto de vista del manejo de información, no se cuenta con un diagrama de flujo para el sistema de información y no existen procedimientos estandarizados para la comunicación entre departamentos.

Área II: Organización de Mantenimiento: El porcentaje de cumplimiento de esta área fue de un 20%, esto debido a que el departamento de mantenimiento no existe, las personas que realizan el mantenimiento a los equipos son las mismas que operan las máquinas de control numérico, se limitan a chequear el aceite y lubricación de manera periódica. Cuando existe una avería o falla se subcontrata el servicio de mantenimiento. Las funciones de mantenimiento no están definidas y estas se limitan solo a reparar los equipos cuando estos fallen. No se posee sistemas ni procedimientos definidos con los que pueda manejar la información de importancia de los equipos tales como registro de fallas, programación de mantenimiento, estadísticas, entre otras.

Área III: Planificación de Mantenimiento: La planificación de la empresa ENAVAL obtuvo un 11.5 % de desempeño, la razón de este porcentaje tan bajo es la falta de mantenimiento preventivo porque sólo se realiza mantenimiento correctivo a las máquinas cuando presentan fallas, no existe el departamento de mantenimiento, por lo tanto no se tienen los lineamientos básicos para poder planificar y controlar el mantenimiento de los equipos. No se lleva un registro de fallas de los equipos y tampoco cuentan con un inventario actualizado.

Área IV: Mantenimiento Rutinario: En esta área la empresa obtuvo un 18.4%. En la empresa ENAVAL no hay organización en el área de mantenimiento, no existen instrucciones técnicas que permitan aplicar correctamente el mantenimiento rutinario en los equipos. No hay

coordinación entre los responsables de mantenimiento y los otros departamentos y tampoco existe supervisión para el control de ejecución de las actividades de mantenimiento rutinario.

Área V: Mantenimiento Programado: el desempeño de la empresa estudiada en esta área fue de un 8%, esto nos indica que el departamento de mantenimiento no tiene definidas las acciones de mantenimiento en orden de prioridad, no cuenta con una infraestructura y procedimiento para que las acciones de mantenimiento programado se lleven en una forma organizada., no se llevan formatos de control que permitan verificar si se cumple el mantenimiento programado, no existen planillas de programación anual por semanas y su posterior evaluación de ejecución.

Área VI: Mantenimiento Circunstancial: La eficiencia de la empresa en este tipo de mantenimientos es de 20% ENAVAL no dispone de medios efectivos para llevar a cabo el control de ejecución de las actividades de mantenimiento circunstancial en el momento establecido. No existe información clara y detallada sobre las acciones a ejecutarse en mantenimiento circunstancial en el momento en que sea requerido.

Área VII: Mantenimiento Correctivo: acuerdo con la evaluación del sistema demantenimiento en la empresa ENAVAL, obtuvo un 2% de cumplimiento, esto es debido a que no se llevan registros por escrito de aparición de fallas para actualizarlas y evitar su futura presencia, no se clasifican las fallas para determinar cuáles se van a atender o a eliminar por medio de la corrección y no se tiene establecida la programación de ejecución de las acciones de mantenimiento correctivo. La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento correctivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.

Área VIII: Mantenimiento Preventivo: La empresa cumplió con un 7.2% de los principios básicos de la norma. Este resultado se debe a que La organización no cuenta con estudios que permitan determinar la confiabilidad y mantenibilidad de los objetos de mantenimiento. No se tienen estudios estadísticos para determinar la frecuencia de las revisiones y sustituciones de piezas claves, la recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento preventivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.

Área IX: Mantenimiento por Avería: En lo que respecta al mantenimiento por avería se observa como resultado un 30% de desempeño, debido a que no se cuenta con instructivos de registros de fallas que permitan el análisis de las averías sucedidas para cierto período, no se tiene establecido un orden de prioridades en cuanto a atención de fallas con la participación de la unidad de producción. No se cuenta con registros sobre el consumo de materiales o repuestos utilizados en la atención de las averías, debido a deficiencias en los formatos utilizados en lo que respecta a la especificación de ciertos datos de importancia al momento de utilizarlos.

Área X: Personal de Mantenimiento: El desempeño de la empresa ENAVAL en esta área fue de 35%. En la empresa no hay personal directamente encargado para el mantenimiento, este es realizado por empleados del área de producción, lo que causa conflictos con respecto al tiempo ya que al ocuparse personal de producción para el área de mantenimiento se ve perjudicada la productividad. La organización de mantenimiento no cuenta con formatos donde se especifique, el tipo de y número de ejecutores de mantenimiento por tipo de frecuencia, tipo de mantenimiento y para cada semana de programación.

Área XI: Apoyo Logístico: De acuerdo con la evaluación del sistema de mantenimiento realizado en la empresa ENAVAL, obtuvo un 26% de desempeño. La administración no tiene políticas bien definidas, en cuanto al apoyo que se debe prestar a la organización de mantenimiento, además, La organización de mantenimiento no tiene el nivel jerárquico adecuado dentro de la organización en general.

Área XII: Recursos: En lo que respecta a los recursos se observa un 32.6%. Los recursos se refiere a los equipos, herramientas, instrumentos, materiales y repuestos básicos para la eficiente consecución del mantenimiento. La empresa no cuenta con los equipos, herramientas e instrumentos necesarios para el ente de mantenimiento, Pero los repuestos necesarios no se encuentran en la empresa y tienen que ser adquiridos cada vez que se necesiten, esto alarga mucho los tiempos de mantenimiento ya que se depende de un proveedor para realizarlo. No se tiene un almacén donde tener dichos repuestos.

La puntuación porcentual global obtenida en la Evaluación del Sistema de Mantenimiento de la Empresa ENAVAL bajo los lineamientos de la norma Covenin (2500-93) fue de 21.68% siendo esta una puntuación baja para las expectativas de la gerencia de la empresa es claro que la organización requiere de un plan adecuado de mantenimiento, estableciendo metas claras y de esta manera elevar su competitividad y optimización de la producción

Tabla 6. Ficha de evaluación

A	B	C	D(D1+D2+.....+Dn)	E	F	G%
AREA	PRINCIPIO BASICO	PTS		TOTAL DEME.	PTS	
I ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	1.Funciones y Responsabilidades	60	5 + 5 + 5	15	45	82.6%
	2.Autoridad y Autonomía	40	3 + 5	8	42	
	3.Sistema de Información	50	5 + 5 + 3	13	37	
	TOTAL OBTENIBLE	150	TOTAL OBTENIDO		124	
II ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	1.Funciones y Responsabilidades	80	15 + 8 + 15 + 8 + 10	56	24	20%
	2.Autoridad y Autonomía	50	8+12+10+8	38	12	
	3.Sistema de Información	50	15+15+10+10+10+10	50	0	
	TOTAL OBTENIBLE	180	TOTAL OBTENIDO		36	
III PLANIFICACION DE MANTENIMIENTO	1.Objetivos y Metas	70	20 + 20 + 15 + 7	62	8	11.5%
	2.Políticas para Planificación	70	15 + 15 + 15 + 10	55	15	
	3.Control y Evaluación	60	10 + 10 + 10 + 10 + 5 + 5 + 5 + 5	60	0	
	TOTAL OBTENIBLE	200	TOTAL OBTENIDO		23	
IV MANTENIMIENTO RUTINARIO	1.Planificación	100	20+20+10+20+0+5	75	25	18.4%
	2.Programación e Implantación	80	15+10+0+5+7+10+5	59	21	
	3.Control y Evaluación	70	10+15+5+ 10+5+5+20	70	0	
	TOTAL OBTENIBLE	250	TOTAL OBTENIDO		46	
V MANTENIMIENTO PROGRAMADO	1.Planificación	100	20+15+15+20+5+10+10	95	5	8%
	2.Programación e Implantación	80	20+5+5+10+10+15	65	15	
	3.Control y Evaluación	70	15+10+10+5+5+5+20	70	0	
	TOTAL OBTENIBLE	250			20	
VI MANTENIMIENTO CIRCUNSTANCIAL	1.Planificación	100	10+20+10+10+10	60	40	20%
	2.Programación e Implantación	80	15+20+15+15+5	70	10	
	3.Control y Evaluación	70	15+15+10+10+20	70	0	
	TOTAL OBTENIBLE	250		200	50	

VII MANTENIMIENTO CORRECTIVO	1.Planificación	100	30+30+20+20	100	0	2.0%
	2.Programación e Implantación	80	20+20+20+15	75	5	
	3.Control y Evaluación	70	15+15+20+20	70	0	
	TOTAL OBTENIBLE	250	TOTAL OBTENIDO	245	5	

VIII MANTENIMIENTO PREVENTIVO	1.Determinación de Parámetros	80	20+20+20+10+5	75	5	7.2%
	2.Planificación	40	20+20	40	0	
	3.Programación e Implantación	70	20+10+10+7+5+5	57	13	
	4.Control y Evaluación	60	5+15+10+20	60	0	
	TOTAL OBTENIBLE	250	TOTAL OBTENIDO	232	18	
IX MANTENIMIENTO POR AVERIA	1.Atención a las fallas	100	0+20+10+15+0+15	60	40	30%
	2.Supervisión y Ejecución	80	20+15+10+0+5+5+0+0	55	25	
	3.Información sobre la Avería	70	20+0+20+20	60	10	
	TOTAL OBTENIBLE	250	TOTAL OBTENIDO	175	75	
X PERSONAL DE MANTENIMIENTO	1.Cuantificación Necesidades Pers.	70	15+10+20	45	25	35%
	2.Selección y Formación	80	0+10+0+10+10+10+0+0	40	40	
	3.Motivación e Incentivos	50	20+10+10+5	45	5	
	TOTAL OBTENIBLE	200	TOTAL OBTENIDO	130	70	
XI APOYO LOGISTICO	1.Apoyo Administrativo	40	10+10+5+0+5	30	10	26%
	2.Apoyo Gerencial	40	10+10+10+5+3	38	2	
	3.Apoyo General	20	6+0	6	14	
	TOTAL OBTENIBLE	100	TOTAL OBTENIDO	74	26	
XII RECURSOS	1.Equipos	30	5+3+4+2+5+5	24	6	32.6%
	2.Herramientas	30	7+4+2+5+5	23	7	
	3.Instrumentos	30	3+5+5+0+5+5	23	7	
	4.Materiales	30	3+0+3+3+3+3+0+0+0+2	17	13	
	5.Repuestos	30	2+0+3+2+3+3+0+0+0+1	14	16	

	TOTAL OBTENIBLE	150	TOTAL OBTENIDO	101	49	
		(1) 2500		(2) 542		

Puntuación Porcentual Global = $\frac{(2)}{(1)} \times 100 = 21.68\%$

(1)

INVENTARIO DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTAS DE CONTROL NUMÉRICO

Se elaboró un listado (ver tabla 7) de los equipos objeto de estudios de la empresa ENAVAL, compuesta por las especificaciones técnicas de los equipos, las cuales se registraron en un formato por tipo que contiene los siguientes ítems:

- Descripción: Nombre del equipo.
- Tipo
- Marca del equipo: Identificación del fabricante del equipo.
- serial
- Año de adquisición.

ENAVAL	LISTADO DE MÁQUINAS DE CNC Fagor			HOJA Nº:		DATOS SERVICIO TÉCNICO		
	Código	DESCRIPCIÓN	TIPO	MARCA	SERIAL	AÑO	EMPRESA	TELÉFONO
010	Torno CNC Fagor 8025	C-50	CLOVIS	PE81379	1979			
020	Torno CNC Fagor 8025	07	KUR	82513-92	1992			
030	Torno Vertical CNC Fagor 8025	KF10	MORANDO	M3568	1978			
040	Torno Vertical CNC Fagor 8025	VS09	MORANDO	M3568	1978			
050	Centro Mecanizado Fagor 8030	FP60	FormPress	ZX2345-78	1978			
060	Torno Vertical B110	8CNC	BIGLIA	B6578TV	1989			
070	Centro Mecanizado Fagor 8050M Dual	T33	TITAN	M6785	1995			
080	Centro Mecanizado Fagor 8050M	Mandelli7	MANDELLI	111560	1996			

Tabla 7. INVENTARIO DE MAQUINAS DE CNC.

DOCUMENTACIÓN DE APOYO PARA EL PLAN DE MANTENIMIENTO.

Para el cumplimiento efectivo del Plan de Mantenimiento para las máquinas de CNC, es importante contar con una documentación de apoyo, en la cual se reflejará las características de las máquinas y demás datos específicos de cada una de ellas, además se tiene que disponer de estándares, guías de inspección y guías para los trabajos rutinarios. En las páginas siguientes se muestran los formatos que apoyarán al plan de mantenimiento propuesto.

Es interesante disponer de un listado de las máquinas a CNC existente en la empresa y que recoja los siguientes datos:

- Código
- Descripción de la máquina
- Tipo
- Marca
- Serial
- Año de adquisición
- Datos del servicio técnico

El modelo del formato que recoge estos datos se presenta en la tabla 8.

Con el objeto de poder acceder con rapidez a toda la Información sobre una máquina es necesario que dicha máquina disponga de un dossier o ficha de máquina en la que figure la siguiente Información:

- Datos de la máquina
- Datos del fabricante
- Características principales
- Históricos de fallas (tabla 9)

El modelo del formato que recoge estos datos se presenta en la tabla 10.

Cuando se presente una falla por avería, el operario de la máquina o el encargado de la sección de mecanizado solicitará al jefe de mantenimiento una solicitud de reparación, en la cual especificará el nivel de urgencia y naturaleza del trabajo, para los cual emitirá el formato presentado en la tabla 11.

Las solicitudes de reparación se irán registrando en el Departamento de Mantenimiento, mediante el formato presentado en la tabla 12, en el que se indicará: fecha de solicitud, la sección solicitante y el número de orden de reparación asignado. De esta manera se puede llevar estadísticas y realizar periódicamente un balance de las solicitudes de reparación. También se llevará un control mensual de paradas de las máquinas por fallas (ver tabla 13)

Tabla8.Formato para el listado de máquinas.

ENAVAL	LISTADO DE MÁQUINAS DE CNC			HOJA Nº:		DATOS SERVICIO TÉCNICO		
Código	DESCRIPCIÓN	TIPO	MARCA	SERIAL	AÑO	EMPRESA		TELÉFONO

Tabla 10. Ficha de Máquina

FICHA DE MAQUINA

Nº DE FICHA: _____

FECHA DE ELABORACIÓN: _____

1. DATOS DE LA MAQUINA

TIPO DE MAQUINA: _____

MARCA: _____

MODELO: _____

SERIAL Nº: _____

CÓDIGO: _____

AÑO DE FABRICACIÓN: _____

AÑO DE COMPRA: _____

2. DATOS DEL FABRICANTE

EMPRESA: _____

DIRECCIÓN: _____

TELÉFONO: _____ EMAIL: _____

PERSONA(S) DE CONTACTO: _____

OBSERVACIONES: _____

3. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

DIMENSIONES: _____

PESO: _____

CAPACIDADES NOMINALES: _____

4. Histórico de fallas:

Tabla 11. Solicitud de reparación

ENAVAL		SOLICITUD DE REPARACIÓN			Nº _____	
SECCIÓN	GRUPO	MÁQUINA		CÓDIGO	URGENCIA*	
NATURALEZA DEL TRABAJO				FECHA DE SOLICITUD		
				Día	Hora:	
				FECHA DE COMIENZO		
				Día	Hora:	
				FECHA DE TERMINACIÓN		
				Día	Hora:	
*URGENCIAS		Firma Solicitante	Vº Bº Jefe de Mantto.	Horas de Parada	Firma. Recibido	
A = Perdida total de producción o riesgo de Accidente grave	C= No interesa retraso					
B= Disminución de producción o riesgo de Accidente leve	D= Puede esperar					

Al recibir el Departamento de Mantenimiento la “Solicitud de reparación” debe emitir una orden de reparación (ver tabla 14), donde se especificará lo siguiente:

- El número de orden de la reparación
- La identificación de la maquina.

El responsable de mantenimiento, ordena al personal del mismo, una primera inspección de la máquina averiada para:

- Reparar inmediatamente la falla, en los casos en que esto sea posible.
- Detectar el alcance de la avería, las necesidades de repuestos, etc., a fin de programar su reparación.

Si la reparación requiere repuestos de almacén se emitirá la correspondiente orden de repuestos (ver tabla 15).

Diariamente el operario de mantenimiento deberá llenar el formato denominado “parte diario de mantenimiento” en donde se justifican las horas de trabajo. (ver tabla 16).

En la tabla 17 se presenta la hoja de intervención de mantenimiento, donde se detallará todo lo concerniente al trabajo realizado.

Ordenamiento de la Información Técnica

No es suficiente con “tener” Información sobre los medios de producción, si no que dicha Información debe ser suficiente y de fácil localización por aquellos que los requieran. Para ello es necesario ordenar y adecuar la documentación considerando los siguientes aspectos:

- Inventario de la documentación existente
- Ubicación: por razones de seguridad y por facilidad de manejo.
- Análisis de la documentación.
- Plan de actualización.
- Modo de disposición de la Información: personal, copias, electrónica.

Tabla 15. Orden de Repuestos

ENAVAL	ORDEN DE REPUESTOS			SECCIÓN:			
				MÁQUINA			
DENOMINACIÓN	ReferenciaMaterial	UNIDADES		PRECIO	TOTAL	OBSERVACIONES	
		Pedido	Entregado				
FECHA SOLICITUD ALMACÉN:		COSTO TOTAL			FIRMA SOLICITANTE		VºBº Almacén
FECHA SUMINISTRO							
FECHA CONTABILIZADO							

Tabla 16. Parte diario de mantenimiento

ENAVAL		PARTE DIARIO DE MANTTO		
Nombre:			Turno	
CONCEPTO		SECCIÓN	MÁQUINA	HORAS
FALLAS Y REPARACIONES				
PREVENTIVO	Engrase			
	Inspecciones			
	Revisiones			
OBRAS				
Preparación Herramientas				
Trabajo Producción				
Trabajo Exterior				
TOTAL HORAS PRODUCTIVAS				

Tabla 17. Hoja de intervención de mantenimiento

ENAVAL		Hoja de Intervención de Mantenimiento		Nº:		
RELLENAR POR EL SOLICITANTE						
Fecha		SECCIÓN:				
Hora		MAQUINA:				
Prioridad		Descripción de la Falla:				
<input type="checkbox"/> Intervención inmediata						
<input type="checkbox"/> Urgente						
<input type="checkbox"/> Planificar						
Problema						
<input type="checkbox"/> Mecánico						
<input type="checkbox"/> Eléctrico						
<input type="checkbox"/> Electrónico						
RELLENAR POR EL TÉCNICO DE MANTENIMIENTO						
INFORME DE LA INTERVENCIÓN: (anexar informe de la intervención del técnico)						
OPERARIO	Inicio Intervención		Fin Intervención		Horas	Firmas
1.	Fecha:	Hora:	Fecha:	Hora:	Localizar: Repar:	
2.	Fecha:	Hora:	Fecha:	Hora:	Localizar: Repar:	
3.	Fecha:	Hora:	Fecha:	Hora:	Localizar: Repar:	
Clase de trabajo	MATERIALES				Cantidad	Precio
<input type="checkbox"/> Rutinario						
<input type="checkbox"/> Programado						
<input type="checkbox"/> Correctivo						
<input type="checkbox"/> Preventivo						
RELLENAR POR JEFE DE MANTENIMIENTO						
Concepto	Horas	Precio	Subtotal	FALLA reparable	FALLA EVITABLE	
MOD				SI () NO ()	SI () NO ()	
T.Contrat				PENDIENTE		
Repuest						
COSTO DE LA PRODUCCION				OBSERVACIONES		
Máquina						
Defectos						
COSTO DE LA FALLA				FECHA CIERRE O.T.:		FIRMA

TAREAS Y FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO PARA LAS MÁQUINAS HERRAMIENTAS DE CONTROL NUMÉRICO.

Un Plan de Mantenimiento es la mayor parte del Proceso de la Gerencia del Activo de la empresa ENAVAL, en el caso de esta investigación son las máquinas de CNC. Este programa asistirá a la organización para moverse hacia un ambiente donde las fallas del activo se pronostiquen con exactitud y sean resultado del desgaste.

Las estrategias de mantenimiento deben ser desarrolladas para manejar los riesgos (seguridad, ambiente, costos y producción) asociados con los diferentes niveles de criticidad relativa de las máquinas de CNC (clasificación de criticidad). La estrategia de mantenimiento del activo debe estar direccionada a mantenimiento en servicio, mantenimiento en paradas, inventario de piezas de repuesto, entrenamiento y operación. Estas estrategias incluirán la detección, mitigación y la eliminación o aceptación de los modos de fallas esperados. La intención de la estrategia de mantenimiento del activo es definir un Plan de Mantenimiento Planificado específico para los activos que asegure que estos continúen realizando sus funciones de diseño para toda la vida operacional prevista. Las características del Plan de Mantenimiento proactivo son:

- La retroalimentación y las comunicaciones positivas que aseguren que los cambios en diseño o procedimientos sean rápidamente realizados y disponibles para los responsables.
- Metodología del ciclo de vida para mantenimiento de los activos y funciones de soporte.
- Un proceso para iniciativas de mejoramiento continuo.
- Optimización de técnicas y tecnologías de mantenimiento para cada práctica de mantenimiento.

- Integración de un proceso eficaz de manejo de órdenes de trabajo para apoyar la ejecución eficiente del mantenimiento.
- Análisis causa - raíz de la falla y análisis predictivo para maximizar eficacia del mantenimiento.
- Evaluación periódica del contenido técnico y frecuencia de las actividades de mantenimiento.
- Objetivo terminal: "Minimizar la necesidad de mantenimiento".

Estrategia del Mantenimiento

Esta estrategia involucra las actividades específicas que optimizarán la confiabilidad y los costos del ciclo de vida mientras el activo está en servicio. Estas actividades incluyen el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo incluyendo las actividades de inspección en períodos definidos para mitigar los modos de fallas identificados durante el Análisis AMFE

Hay cuatro tipos generales de estrategias de mantenimiento del activo que se consideraron al elaborar el Plan de Mantenimiento para las máquinas de CNC:

- Aceptación de la falla (el activo cuando está en operación puede tener una falla operacional) - Mantenimiento Correctivo.
- Eliminación de la Falla – Cambios en planta
- Detección de la Falla - Mantenimiento Predictivo
- Reducción de la Falla - Mantenimiento Preventivo

El siguiente Plan de Mantenimiento está estructurado para llevarse a cabo de forma diaria, semanal, quincenal, mensual, trimestral, semestral y anual por la persona encargada del mantenimiento, con la colaboración de los operarios de las máquinas y equipos involucrados.

Instrucciones Generales:

Puntos Preliminares:

- Organizar un inventario de piezas de recambio, como correas, empaquetaduras, rodamientos, lubricantes, etc.
- Disponer en el inventario un *stock* de repuestos críticos.
- Mantener los instrumentos de medida y las herramientas de trabajo en orden y listos para usar. Rechazar las herramientas excesivamente gastadas y adquirir nuevas.
- Antes de iniciar el mantenimiento asegurarse de estar familiarizado con las especificaciones, construcción y funciones de la máquina.
- Realizar un registro de todos los trabajos de mantenimiento efectuados.

Recomendaciones a la hora de realizar mantenimiento a las máquinas:

Mantenimiento a la parte mecánica de las máquinas:

- Los mecánicos deben vestirse adecuadamente para el trabajo de mantenimiento (ropa, zapatos y lentes de seguridad).
- Colgar una tarjeta de seguridad que indique a otros operarios que la máquina está siendo reparada.
- Usar instrumentos y herramientas adecuadas para cada trabajo.
- Cuando dos ó más operarios estén realizando trabajo de mantenimiento, asegurarse de comunicarles el proceso de mantenimiento paso a paso.
- La zona de trabajo debe estar bien iluminada.
- Usar la marca adecuada de lubricante, grasa o aceite o sus equivalentes correctos.
- Utilizar la práctica operativa correspondiente.

Mantenimiento a la parte eléctrica de las máquinas:

- El mantenimiento eléctrico sólo deberá hacerse por el personal autorizado.
- Asegurarse de desconectar el interruptor general si hay peligro de tocar partes energizadas.
- Cuando sea necesario realizar el trabajo sin corriente, colgar un cartel del interruptor principal que indique que no debe conectarse dicho interruptor.
- No tocar cables o controles eléctricos con las manos desnudas.
- No intentar mover los mandos que regulan los controles de la máquina a menos que sea imprescindible.
- Usar fusibles y cables del calibre correcto.

PLAN DE MANTENIMIENTO

El Plan de Mantenimiento propuesto se basa en el modelo presentado en la figura 6, en el cual se observa que todos los componentes están en constante dinamismo, la fase de ejecución está compuesta por toda la documentación de apoyo desarrollada en el objetivo específico tres (3), la cual es necesaria para llevar a cabo una ejecución óptima del mantenimiento, luego de esta fase se pasa al análisis y control post-mantenimiento, donde se controla y analiza los resultados, en esta etapa se elaboran indicadores mediante análisis estadísticos con el objetivo de mejorar el sistema y los estándares del sistema aplicado.

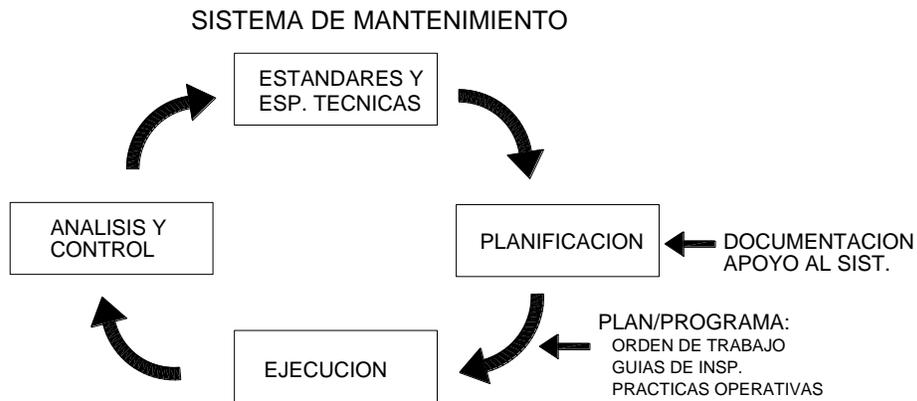


Figura 6. Sistema de mantenimiento propuesto
Fuente: diseño del investigador

Tipos de Mantenimiento a aplicar:

Mantenimiento rutinario: Se realizará diaria y semanalmente y es ejecutado por los operarios de las máquinas.

- Mantenimiento diario:

Tornos C.N.C.:

- Control numérico: Conexiones de los cables, funcionamiento y verificación del listado de alarmas.
- Refrigerante: Comprobar nivel de refrigerante.
- Grupos hidráulicos: Verificar el nivel y aspecto del aceite. Anotar todo principio de fuga, sea en un aparato o en una tubería.
- Chequeo de los manómetros: Unidad de presión hidráulica = 30 bar. Plato hidráulico = 10 –30 bar. Contrapunto hidráulico = 10 – 35 bar.
- Chequeo de temperatura del aceite: Entre 45° y 66° C.

- Esterillas del filtro: Controlar ensuciamiento y cambiar si es necesario.
- Grupo de engrase: Verificar el nivel de aceite y si es necesario completarlo.
- Motor bomba de engrase de grupos y guías: Revisión visual del nivel de la motor bomba antes de la puesta en marcha de la máquina, para garantizar un engrase constante.
- Plato hidráulico: Limpiar la superficie del plato al final del turno diario.
- Limpieza: Retirar las virutas sobre la máquina (Nota: no se empleará aire a presión para limpiar la máquina).

Centros de Mecanizado C.N.C.:

- Control numérico: Conexiones de los cables, funcionamiento y verificación del listado de alarmas.
- Refrigerante: Comprobar nivel de refrigerante.
- Lubricación y engrase: Verificar la presión en el manómetro de la bomba del circuito hidráulico (entre 20 y 40 Kg/cm²). Verificar nivel de aceite y completarlo de ser necesario (ver lubricantes recomendados en los anexos).
- Presostato: Verificar que el Presostato dispare (cierre el contacto) al llegar a la presión mencionada.
- Presión de aire: Entre 6 y 7 bar.
- Limpieza: Retirar las virutas sobre la máquina. (Nota: No se empleará aire a presión para limpiar la máquina).
- Plato divisor: Verificar presión hidráulica (40 Kg/cm²).

- Mantenimiento Semanal:

Tornos C.N.C.:

- Plato hidráulico: Engrasar con pistola de engrase (ver plano de lubricación y engrase en los anexos). Verificar la fuerza de la garra en la barra (ver manual del fabricante).
- Tensión de las correas: Al presionarse deben formar una flecha de 10 mm.
- Sistema hidráulico: Limpiar los filtros montados en la aspiración de las bombas. Asegurarse del apriete de los elementos de fijación de los grupos motor bomba, de los soportes de la válvulas y de las tuberías.
- Guías: Limpieza y engrase.
- Limpieza: Retirar las virutas no evacuadas de la cámara de virutas de la máquina. (Nota: No se empleará aire a presión para limpiar la máquina).

Centro de Mecanizado C.N.C.:

- Sistema hidráulico: Limpiar los filtros montados en la aspiración de las bombas. Asegurarse del apriete de los elementos de fijación de los grupos motor bomba, de los soportes de las válvulas y de las tuberías.
- Tensión de las correas: Al presionarse deben formar una flecha de 10 mm.
- Limpieza: Retirar las virutas no evacuadas de la cámara de virutas de la máquina. (Nota: No se empleará aire a presión para limpiar la máquina).

Mantenimiento Programado: Su frecuencia de ejecución será desde quincenal hasta periodos anuales. Será ejecutado por la cuadrilla de mantenimiento.

- Mantenimiento quincenal:

Cambiar el refrigerante (taladrina) de todas las máquinas herramienta.

Limpieza general de las mismas. Revisar que el sistema eléctrico general se encuentre en condiciones apropiadas (seco y libre de roedores). Purgar las tuberías del sistema neumático general.

- Mantenimiento mensual:

Tornos C.N.C.:

- Caja reductora del motor principal: Controlar nivel de aceite
- Acumuladores: Comprobar carga de N2

- Mantenimiento Trimestral:

Tornos C.N.C.:

- Plato hidráulico: Sacar las garras maestras y limpiar y lubricar las guías de las garras. Verificar si hay tornillos flojos en el plato. Chequear si hay tuberías flojas o fugas de aceite.
- Motores impulsores (motor del husillo principal y motores de avance (X, Z): Limpieza exterior del motor. Verificar la presión de las conexiones.
- Extractor de virutas: Engrase (ver anexos para puntos de engrase).

Centros de Mecanizado C.N.C.:

- Motores impulsores (motor del husillo principal y motores de avance): Limpieza exterior del motor. Verificar la presión de las conexiones.

- Mantenimiento semestral:

Tornos C.N.C.:

- Plato hidráulico: Desmontarlo y limpiarlo. Sustituir las piezas gastadas.
- Guías: Cambiar el lubricante
- Aceite hidráulico: Cambiar y limpiar filtro
- Refrigerante: Cambio y limpieza del depósito
- Filtro de línea: Limpiar
- Chequeo eléctrico y a todos los puntos de tensión.
- Chequeo de señales a todas las tarjetas electrónicas.
- Revisar rodamientos de husillos, engrase
- Chequear motores eléctricos.
- Revisar funcionamiento de relés, contactores, fusibles, micro swich.

Centros de Mecanizado C.N.C.:

- Aceite hidráulico: Cambiar y limpiar filtro
- Cadenas del cabezal: Engrase
- Refrigerante: Cambio y limpieza del depósito
- Filtro de línea: Limpia
- Chequeo eléctrico y a todos los puntos de tensión.
- Chequeo de señales a todas las tarjetas electrónicas.
- Revisar rodamientos de husillos, engrase
- Chequear motores eléctricos.
- Revisar funcionamiento de relés, contactores, fusibles, micro swich.

- Mantenimiento anual:

Tornos C.N.C.:

- Motor bomba: Revisar filtro de aspiración.
- Husillos a bolas: Engrase.

Centro de Mecanizado C.N.C.:

- Husillos a bolas: Engrase.

Mantenimiento por Correctivo: Este tipo de mantenimiento lo ejecutará la cuadrilla de mantenimiento y su objetivo será mantener en servicio adecuadamente las máquinas, minimizando sus tiempos de parada. La atención a las fallas presentadas debe ser inmediata y por tanto no da tiempo a ser programada pues implica el aumento de costos y de paradas innecesarias de personal y equipos.

Mantenimiento Preventivo: Para ejecutar este tipo de mantenimiento se utilizarán todos los medios disponibles, incluso los estadísticos, para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustituciones de piezas claves, probabilidad de aparición de averías, vida útil, etc.

Su objetivo es adelantarse a la aparición o predecir la presencia de las fallas. Para poder realizarlo la cuadrilla de mantenimiento llevará un registro y archivado de todas las labores de mantenimiento que se ejecuten a cada máquina.

El mantenimiento preventivo es el costo efectivo de las actividades periódicas de mantenimiento, inspección y lubricación realizadas para reducir al mínimo las interrupciones y el deterioro del activo.

Las actividades de mantenimiento preventivo se hacen cada intervalo específico de tiempo para reducir fallas y extender la vida útil del activo.

La mayoría de las actividades de mantenimiento preventivo se realizan sobre la base de un período programado y optimizado de tiempo. Aunque se han propuesto numerosos métodos para determinar la frecuencia correcta de las actividades de mantenimiento preventivo, ninguno es válido a menos que las características del tiempo en servicio y confiabilidad del activo sean conocidas. La mejor aproximación, sino se dispone de buena información es monitorear la condición del activo.

El mantenimiento preventivo aplica a los activos de todos los niveles de criticidad.

Instrucciones Post-Mantenimiento (análisis y control):

1. Comprobar que las partes intervenidas funcionen bien.
2. Eliminar las piezas defectuosas o gastadas y los aceites usados.
3. Limpiar la máquina y la zona alrededor de ella.
4. Llevar un registro del trabajo de mantenimiento y de las inspecciones en los formatos respectivos.
5. Llevar datos estadísticos que sirvan de indicadores para el análisis de la gestión de mantenimiento ejecutada, que sirva para la mejora continua del sistema.

RECURSOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.

A través de la planificación se determina las necesidades y características de los recursos que deberán estar disponibles en el lugar, cantidad y calidad adecuada para asegurar la efectividad del servicio.

Tipos de Recursos

- Personal con el perfil técnico y humano adecuado: gerentes, ingenieros, técnicos

- Materiales adecuados para las actividades a realizar: repuestos, lubricantes, implementos de seguridad.
- Infraestructura para la prestación del servicio: talleres, equipos, depósitos, herramientas, vehículos
- Información: requerimientos clientes, objetivos, metas, indicadores de desempeño
- Contratistas: terceras personas u empresas con la capacidad adecuada: trabajos especiales, fabricación de repuestos
- Dinero (presupuestos)

Gestión de Recursos Humanos

Para lograr la eficiencia y eficacia del proceso de mantenimiento de la empresa ENAVAL se debe contar con el personal apropiado, en términos de calidad y cantidad

Factores a considerar en la gestión de recursos humanos:

- Definición de necesidades: Se determina las características cualitativas y cuantitativas del personal que se necesita para el corto, mediano y largo plazo para asegurar la efectividad del proceso de mantenimiento.
- Selección y empleo: Selección y contratación del personal requerido en el momento oportuno y con las habilidades y actitudes apropiadas para las actividades a realizar. El proceso de selección deberá ser realizado en coordinación con el sistema de recursos humanos de la organización
- Capacitación y desarrollo: Proporcionar al personal las aptitudes y actitudes adecuadas para realizar el trabajo, gerencial o técnico, con los estándares adecuados en términos de tiempo y calidad.

Gestión de Recursos Materiales

Actividades: De acuerdo a los planes y programas establecidos, se procede a coordinar con el Departamento de Compras la adquisición de materiales, equipos o servicios necesarios, realizando actividades como las siguientes:

- Definición de requerimientos
- Especificaciones para la compra
- Planificación de compras
- Solicitud y seguimiento de las compras

Documentos y registros de apoyo: Especificaciones de materiales y repuestos, para lo cual se utilizarán los formatos diseñados para tal fin.

Control de compras: Cuando se requieran nuevos materiales, equipos o servicios para el mantenimiento de las máquinas de CNC, se realizarán las siguientes actividades:

- Control de la calidad de los insumos adquiridos
- Almacenamiento y actualización del inventario
- Control de inventarios
- Instalación de servicios contratados
- Control y seguimiento de los servicios contratados

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Con el diseño de un Plan de Mantenimiento para las Máquinas Herramientas de Control Numérico de la empresa ENAVAL, que pueda ser implementado a la gestión de actual de mantenimiento del área de mecanizado, se da respuesta al objetivo general de esta investigación, cumpliendo a su vez con los objetivos específicos expuestos al inicio.

Con este Plan se tiene una herramienta que contribuirá a mantener y tener operativa a las máquinas de CNC, ayudando a la productividad de la empresa y generando más recursos en beneficios del personal.

El éxito del Plan de Mantenimiento diseñado dependerá en gran parte de empeño y honestidad con que el personal de la empresa ENAVAL realice los trabajos programados así como la elaboración de informes que se ajusten lo más exactamente posible a las labores desarrolladas.

RECOMENDACIONES

Para que la implementación de este Plan de Mantenimiento para las Máquinas Herramientas de Control Numérico de la empresa ENAVAL” se lleve a cabo con éxito, se recomienda tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Asignar y distribuir de forma efectiva y racional los recursos económicos al sector mantenimiento.

- Aprovechar al máximo el recurso humano y tecnológico existente para la realización de actividades de mantenimiento.
- Establecer los requerimientos reales de mantenimiento de los distintos activos en su contexto operacional, tomando en cuenta básicamente la importancia y criticidad de estos activos y el posible impacto que pueden provocar las fallas de los mismos : al ambiente, a la seguridad humana y a las operaciones.
- Fomentar el trabajo en equipo, convirtiéndolo en algo rutinario.
- Incrementar la seguridad operacional y la protección ambiental.
- Aumentar el conocimiento del personal tanto de operaciones como de mantenimiento con respecto a los procesos operacionales y sus efectos sobre la integridad de las instalaciones.
- Crear un sistema de capacitación para todo el personal que labora en la empresa, de forma especial al personal que forma parte del Departamento de Mantenimiento, porque si bien es cierto que se les envía a cursos de capacitación, estos cursos no son parte de una capacitación planificada y sistematizada de aprendizaje continuo, de tal manera que esto también sirva para implantar un plan de ascensos y como base para la asignación de incentivos.

BIBLIOGRAFIA

- Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica*. (5ta Edición). Caracas: Editorial Episteme.
- Balestrini, M. (2002). *Cómo se Elabora el Proyecto de Investigación*. (6ta Edición). Caracas: BL Consultores Asociados.
- Claret, A. (2011). *¿Cómo hacer y defender una tesis?*. (20va Edición). Caracas: Editorial Texto, C.A.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales, COVENIN. (1993). *Normas 3049-93 Mantenimiento. Definiciones*. Caracas – Venezuela.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales, COVENIN, (2005). *Norma 2500-93. Manual para Evaluar los Sistemas de Mantenimiento en la Industria*. Caracas. Venezuela.
- Drucker, P. (1999). *Gerencia del Siglo XXI*. Editorial Norma. Bogotá – Colombia.
- Duffuaa, Raouf y Dixon (2009),. *Sistema de mantenimiento. Planeación y Control*. Editorial Limusa. Primera Edición. México.
- Hernández, R; Fernández, C. y Batista, P. (2003). *Metodología de la Investigación*. (3ra Edición). México: McGraw – Hill International.
- Hurtado de B., J. (1999). *Metodología de la Investigación Holística*. Caracas. Fundación Sypal. Venezuela.
- Moreno, M. (2011). *Diseño de un Sistema de Gestión de la Calidad para una Empresa del Sector Hielo, Basado en la Norma Covenin – ISO 9001 – 2008*. Trabajo Especial de Grado no publicado, Universidad Católica Andrés Bello, Extensión Guayana.
- Morrow, L. (1982). *Manual de Mantenimiento Industrial*. (Novena Impresión). Mexico. Editorial Continental.

- Nava, J. (2001). *Aplicación Práctica de la Teoría del Mantenimiento*. (2da Edición). Mérida Editado por el Consejo de Publicaciones de la Universidad de los Andes.
- Newbrough, E. T y Colaboradores. (1994). *Administración de Mantenimiento Industrial*. Editorial Diana. .
- PALELLA Y MARTINS (2010) *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. (3ra edición). FEDUPEL, Caracas – Venezuela
- Petróleos de Venezuela S.A. PDVSA. (2004). Norma MM-01-01-00: “Modelo de Gerencia de Mantenimiento”
- Petróleos de Venezuela S.A. PDVSA. (2004). Norma MM-01-01-00: “Modelo de Gerencia de Mantenimiento”
- Pérez, A. (2009). *Guía Metodológica para Anteproyectos de Investigación*. (3ra Edición). Caracas: FEDUPEL.
- Sabino, C. (2006). *Cómo hacer una Tesis (y elaborar todo tipo de escritos)*. Caracas: Editorial Panapo.
- Salazar, C. (2009). *Diseño de un Plan de Mantenimiento centrado en la Confiabilidad para Sistemas de Aires en Plantas de extracción Líquidos del GAS Natural*. Trabajo de Grado no publicado, Universidad de Oriente, Barcelona.
- Universidad Católica Andrés Bello. (2010). *Instructivo Integrado Trabajos especiales de Grado*. Caracas.
- Vásquez, E. (2011). *Metodología para Auditar la Gestión de Mantenimiento de PDVSA. Caso: Refinería San Roque*. Trabajo de Magister Scientiarum no publicado, UDO. Anzoátegui – Venezuela
- Velásquez, E. (1992). *Administración de Mantenimiento*. (2da Edición). Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingeniería Mecánica. Colombia.
- Villamizar, Sallik. (2007). *Modelo Gerencial bajo el Enfoque de Servicios para Activos No Industriales. Caso: Superintendencia de Mantenimiento de Instalaciones No Industriales. Gerencia Servicios Logísticos PDVSA – Refinación PLC. Convenio UDO – UNEFA*. Trabajo presentado como requisito para optar al

título de Magíster Scientiarum en Gerencia de Mantenimiento. Anzoátegui – Venezuela.

Villarroel, A. (2004). *Modelo Gerencial de Mantenimiento basado en Ingeniería de Confiabilidad para Equipos Rotativos*. Trabajo de Magister Scientiarum no publicado, UDO-UNEFA. . Anzoátegui – Venezuela

Zambrano, S. (2005). *Fundamentos Básicos del Mantenimiento*. (2da Edición). SanCristóbal, Venezuela: Fondo Editorial de la Universidad Nacional Experimental del Táchira.

http://www.nureinvestigacion.es/FICHEROS_ADMINISTRADOR/F_METODOLOGICA/FMetodologica_26.pdf