

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DEL PROCESO “FABRICACIÓN DE TURBINAS” DE LA EMPRESA TALLER INDUSTRIAL MILENIUM, C.A. EN CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR.

**TRABAJO FINAL DE GRADO
PRESENTADO POR LA
BACHILLER OBEYLIZ P.
MACALLUMS O., PARA
OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

CIUDAD BOLÍVAR, OCTUBRE 2017



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

ACTA DE APROBACION

Este trabajo de grado titulado **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DEL PROCESO “FABRICACIÓN DE TURBINAS” DE LA EMPRESA TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A, EN CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR.** Presentado por el bachiller: **OBEYLIZ P. MACALLUMS O.,** cedula de identidad N° **V-21.009.531,** como requisito para optar al título de **INGENIERO INDUSTRIAL,** ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado Integrado por los profesores:

Nombres y Apellidos:

Firma:

Prof. Manuel Cordero

(Asesor)

Prof. Alejandro Villegas

(Jurado)

Prof. Martin Gámez

(Jurado)

Prof. Dafnis Echeverría
Jefe del Departamento de Ing.
Industrial

Prof. Francisco Monteverde
Director de Escuela

Ciudad Bolívar, Octubre de 2017.

DEDICATORIA

Dedico este triunfo a mi musa, mi fortaleza, mi orgullo, mi pilar, mi todo, a mi madre Elizabeth María Oropeza Pinto, Por brindarme ese apoyo incondicional, ese amor de madre, ese vamos Obeyliz que tú puedes!, por llenarme de tu sabiduría y convertirme en la mujer de bien que soy hoy en día, por enseñarme que todo sacrificio y esfuerzo tiene su recompensa, y porque todo lo que hago en esta vida, es por ti, para que siempre estés orgullosa de mí. ¡Te amo mama! Eres lo más importante que tengo en mi vida, deseo que Dios te bendiga hoy mañana y siempre, y que me permita recompensarte todos los sacrificios que has hecho por mí. Porque todos mis éxitos siempre serán dedicados a ti.

Para ti Abuela, Petra María Pinto de Oropeza, aunque fue poco tiempo que estuviste a mi lado, me enseñaste muchísimo, y sé que estabas orgullosa de mí, me hubiese gustado que estuvieras físicamente conmigo en este momento tan importante de mi vida, pero sé que de alguna manera lo estas, para ti, con todo mi amor.

Aunque ya nada pueda devolver la hora del esplendor en la hierba, la belleza subsiste en el recuerdo.

Porque donde quiera que estés, siempre serás un divino recuerdo presente en mi mente y en mi corazón.

Obeyliz Macallums

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada, agradecida con Dios padre todo poderoso y la Virgen María, por haberme dado la fuerza, y la sabiduría para poder alcanzar una de mis metas más anheladas.

A mi madre, Elizabeth María Oropeza Pinto, agradecida por todos los sacrificios que hiciste por mí, para que hoy en día pudiera lograr, una de mis metas más anheladas.

A los hombres de mi vida, Pedro Oropeza, Antonio Oropeza y Alexis Hernández, por brindarme ese apoyo incondicional cada día, formar parte de esta aventura y estar allí siempre cuando los necesito.

A la casa más alta del oriente del país, UDO BOLIVAR. Por contar con excelentes profesionales, y haberme dado la oportunidad de formarme como profesional en su casa de estudio, ya que de alguna u otra manera dejaron en mí ese granito de arena, esa huella, esa enseñanza que hizo llegar a ser cada día una mejor persona.

A mi tutor Manuel Antonio Cordero Santavica, por orientarme durante el desarrollo de esta investigación, y por haberme dado la oportunidad de ser su alumna, ¡muchísimas gracias Prof!

A todas y cada una de las personas que conozco y que formaron parte de mis éxitos y fracasos, a los que creyeron en mí y a los que vivieron conmigo esta inolvidable etapa de mi vida.

Obeyliz Macallums

RESUMEN

La presente investigación se realizó con la finalidad de proponer un plan de mantenimiento preventivo para los equipos del proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A, en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar. La investigación es de tipo descriptiva, con diseño de campo. La población al igual que la muestra de esta investigación estuvo conformada por 4 (cuatro) equipos que intervienen en el proceso de fabricación. Las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos incluyen: la observación directa no participante, revisión documental, entrevistas no estructuradas, diagrama de flujo de procesos, diagrama causa-efecto, diagrama de Pareto, análisis de criticidad y análisis de modo y efecto de fallas (AMEF). El análisis e interpretación de los resultados obtenidos, primero, se analizó la situación actual que presentan los equipos que intervienen en el proceso de “fabricación de turbinas”, utilizando el diagrama de flujo el cual permitió describir las actividades que forman parte del proceso productivo, mediante el diagrama de Ishikawa se identificaron las causas tales como: material, maquinaria, mano de obra y métodos como las principales fallas que se presentan en el proceso productivo. Segundo, mediante el despiece se logró, observar los componentes que presentan mayores fallas y fueron analizados mediante el diagrama de Pareto, dichos componentes se analizaron para la elaboración de los formatos (AMEF), donde se determinó los modos de fallas, efectos, causas, numero de prioridad de riesgo (NPR) y acciones recomendadas para cada equipo, se realizó un análisis de criticidad a los equipos utilizados en el proceso de fabricación donde se obtuvo que con un alto nivel de criticidad fueron el taladro de columna y el torno paralelo con un valor de 275 y 136 respectivamente, seguido de la prensa hidráulica con un valor de 68 ubicado en estado semi crítico y finalmente en un estado No crítico está la máquina de soldadura con un valor de 32. Finalmente, el trabajo de investigación permitió proponer el plan de mantenimiento preventivo a los equipos del proceso de “fabricación de turbinas”, basados conforme a la norma COVENIN 3049-93, facilitará una metodología para el personal, y podrán cumplir con las actividades establecida en el mismo.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN.....	v
CONTENIDO.....	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABLAS.....	x
LISTA DE APÉNDICES	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	4
SITUACION A INVESTIGAR	4
1.1 Situación objeto de estudio	4
1.2 Objetivos de la investigación	8
1.2.1 Objetivo general.....	8
1.2.2 Objetivos específicos.....	8
1.3 Justificación de la investigación.....	9
1.4 Alcance de la investigación.....	9
1.5 Limitaciones	10
CAPITULO II	11
GENERALIDADES	11
2.1 Reseña histórica de la empresa.....	11
2.2 Ubicación geográfica de la empresa.....	12
2.3 Objetivos de la empresa	13
2.4 Misión de la empresa.....	13
2.5 Visión de la empresa	13
2.6 Valores de la empresa	13
2.7 Funciones de la empresa	14
2.8 Estructura organizacional y organigrama de la empresa.....	14
CAPITULO III	20
MARCO TEORICO	20
3.1 Antecedentes de la investigación	20
3.2 Fundamentos Teóricos	24
3.2.1 Sistema de producción.....	24
3.2.2 Mantenimiento	24

3.2.3 Tipos de mantenimientos	25
3.2.4 Objetivo del mantenimiento	26
3.2.5 Políticas de mantenimiento	26
3.2.6 Plan de mantenimiento	26
3.2.7 Programa de mantenimiento	26
3.2.8 Falla	27
3.2.9 Clasificación de falla	27
3.2.10 Vida útil	28
3.2.11 Torno paralelo.....	28
3.2.12 Prensa hidráulica.....	29
3.2.13 Máquina de soldadura.....	29
3.2.14 Taladro de columna	29
3.2.15 Turbina.....	30
3.2.16 Diagrama de flujo del proceso	30
3.2.17 Diagrama causa- efecto.....	32
3.2.18 Diagrama de Pareto.....	35
3.2.19 Análisis de criticidad	38
3.2.20 Análisis de modo efecto y fallas (AMEF)	40
3.3 Bases legales	56
3.3.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.....	56
3.3.2 La ley Orgánica de Prevención y condiciones de trabajo	57
3.3.3 Ley Orgánica del trabajo los trabajadores y trabajadoras.....	58
3.4 Definición de términos básicos	59
CAPÍTULO IV	62
METODOLOGÍA DE TRABAJO	62
4.1 Tipos de investigación.....	62
4.1.1 Según el nivel de la investigación	62
4.1.2 Según el diseño de la investigación	59
4.2 Población de la investigación.....	60
4.3 Muestra de la investigación.....	60
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	61
4.4.1 Técnica de recolección de datos	61
4.4.2 Instrumentos de recolección de datos	62
4.5 Técnicas de ingeniería industrial.....	63
4.5.1 Diagrama de flujo del proceso	63
4.5.2 Diagrama causa- efecto.....	63
4.5.3 Diagrama de Pareto.....	64
4.5.4 Análisis de criticidad	64
4.5.5 Análisis del modo y efectos de fallas (AMEF).....	65

CAPÍTULO V	66
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	66
5.1 Análisis de la situación actual que presentan los equipos	66
5.1.1 Nivel de producción de la empresa.....	66
5.1.2 Materiales y equipos para la “fabricación de turbinas”	69
5.1.3 Proceso productivo	72
5.1.4 Diagrama de flujo para el proceso de “fabricación de turbinas”	79
5.1.5 Diagrama Causa – Efecto	89
5.2 Describir los componentes de los equipos.	92
5.2.1 Equipos utilizados para la “fabricación de turbinas”	92
5.2.2 Despiece de los equipos	93
5.3 Determinar la criticidad de los equipos	110
5.3.1 Cálculo del nivel de criticidad	113
5.3.2 Criterios asumidos	116
5.3.3 Resultado del análisis del modo efecto y fallas (AMEF)	132
 CAPITULO VI.....	 137
LA PROPUESTA.....	137
6.1 Plan de mantenimiento preventivo	137
6.1.1 Título de la propuesta	137
6.1.2 Justificación	138
6.1.3 Objetivo de la propuesta	138
6.1.4 Alcance	138
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	 161
Conclusiones	161
Recomendaciones	164
 REFERENCIAS	 160
 APÉNDICES	 164

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación geográfica.....	12
2.2. Organigrama de la empresa	14
3.1 Diagrama causa-efecto	34
3.2 Diagrama de Pareto	37
3.3 Matriz de criticidad	40
3.4 Pasos para realizar el AMEF, diagrama de flujo.....	45
5.1 Nivel de producción de la empresa	67
5.2 Capacidad instalada y utilizada anual	69
5.3 Flujo grama proceso “fabricación de turbinas”	72
5.4 Diagrama de flujo para el proceso de “fabricación de turbinas”	80
5.5. Diagrama causa-efecto	90
5.6 Diagrama de partes, torno paralelo.	95
5.7 Diagrama de partes, taladro de columna.	97
5.8 Diagrama de partes, taladro de columna (cabezal)	103
5.9 Diagrama de partes, prensa hidráulica	105
5.10 Diagrama de partes, máquina de soldadura.....	106
5.11 Reparaciones más frecuentes en los equipos.....	109
5.12 Resultados del cálculo del nivel de criticidad	115
5.13 Representación gráfica de los resultados obtenidos	135
5.14 Capacidad instalada y utilizada anual aplicando el plan	159

LISTA DE TABLAS

	Página
3.1 Simbología utilizada de diagramas de flujo de procesos	31
3.2 Cuadro de gravedad.....	48
3.3 Cuadro de ocurrencia.	49
3.4 Cuadro de detección.....	50
3.5. Numero de prioridad de riesgo de acuerdo a índices de evaluación.	53
4.1 Población objeto de estudio.....	60
5.1 Productos ofrecidos por la empresa desde el 2007 hasta el 2015	67
5.2 Capacidad instalada y utilizada anual	68
5.3 Materiales, equipos, partes y funcionamiento de la turbina	70
5.4 Descripción de equipos empleados en la “fabricación de turbinas”	92
5.5 Despiece torno paralelo	93
5.6 Despiece taladro de columna.....	96
5.7 Despiece taladro de columna (cabezal).....	98
5.8 Despiece prensa hidráulica.....	104
5.9 Despiece máquina de soldadura	106
5.10 Reparaciones más frecuentes de algunos componentes de los equipos	107
5.11 Ítems utilizados	109
5.12 Matriz de criticidad	111
5.13 Criterio de evaluación	112
5.14 Resultados del cálculo de la criticidad	114
5.15 Clasificación de las fallas según el número de prioridad de riesgo	117
5.16 Análisis de modo efectos y fallos (AMEF).....	118
5.17 Resumen de los NPR.....	132
5.18 Plan de mantenimiento preventivo a los equipos de estudio.....	139
5.19 Frecuencia de trabajo	158
5.20 Capacidad instalada y utilizada anual aplicando el plan	158

LISTA DE APÉNDICES

	Página
A CÁLCULOS DEL NIVEL DE CRITICIDAD.....	165
A.1 Procedimiento del cálculo de la criticidad	166
B FOTOGRAFÍA EQUIPOS DE ESTUDIO.....	168
B.1 Torno paralelo.....	169
B.2 Taladro de columna	169
B.3 Prensa hidráulica.....	170
B.4 Maquina de soldadura.....	170
B.5 Pieza carcaza o caracol.....	171
B.6 Pieza orbita unido con pieza carcaza y niples de entrada y salida	171
B.7 Pieza impeler con rosca de eje.....	172
B.8 Pieza impeler con rosca de eje y alabes.....	172
B.9 Pieza unión	173
B.10 Pieza unión con impeler	173
B.11 Mesa de trabajo.....	174
B.12 Partes de la turbina	174

INTRODUCCIÓN

Taller Industrial Milenium, C.A, es una empresa creada el 14 de mayo de 1970; se encuentra ubicada en la urbanización Simón Bolívar, calle Soublotte, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar. Se dedica a la fabricación de implementos agrícolas, mineros, tuberías de riego, rotativas, turbinas hidráulicas, fabricación y reparación de piezas con trabajo de torno; contando para ello, con máquinas herramientas tales como: torno paralelo, prensa hidráulica, taladro de columna y máquina de soldadura; para dicho proceso productivo la empresa cuenta con un (1) tornero, un (1) soldador, y tres (3) ayudantes, capacitados con experiencia.

Actualmente en la organización, los equipos anteriormente mencionados han venido presentado ciertas fallas que afectan al proceso de “fabricación de turbinas”, por lo que trae como consecuencia el deterioro en la producción y paros imprevistos en la misma, para ello se consideró necesario realizar estudios de métodos como análisis de criticidad (AC) y herramientas técnicas como diagrama de flujo del proceso; causa- efecto , Análisis del modo efectos y fallos (AMEF) y entre otras, que permita la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo que ayude reducir las fallas y alargar la vida útil de los equipos, con el fin de mantener el proceso productivo en un estado de funcionamiento óptimo.

Por lo que, este trabajo de investigación está basado en la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo a los equipos que utiliza el proceso de “fabricación de turbinas” en la empresa Taller Industrial Milenium, C.A, ya que el mantenimiento preventivo permite la intervención de los equipos de una manera planificada, y es una de las formas en la que mantendremos al completo todos los bienes dentro de la empresa, para obtener de esta manera, la máxima disponibilidad y funcionamiento de

los sistemas instalados; se disminuiría las fallas imprevistas en dicha empresa, minimizando así, la ejecución de un mantenimiento correctivo. El mantenimiento preventivo es una de las claves importantes ya que su función es mantener la operatividad de los equipos o restablecer su funcionamiento en una forma rápida y al costo más bajo posible.

La investigación se estructura en seis (6) capítulos.

Capítulo I: Situación a investigar, describe el problema, objeto de estudio, el objetivo general, los objetivos específicos, la justificación y el alcance de la investigación.

Capítulo II: Generalidades, presenta información referente a la empresa Taller Industrial Milenium, C.A como: reseña histórica, ubicación geográfica, objetivos, misión, visión, valores, organigrama de la empresa entre otros.

Capítulo III: Marco teórico, contempla la información teórica que sustenta la investigación desarrollada, antecedentes de trabajos relacionados con la investigación, bases teóricas, además se incluye términos básicos como complemento para mayor comprensión del tema.

Capítulo IV, Metodología de trabajo, utilizada para la realización de la investigación; incluye: el tipo y diseño de la investigación, la población y muestra utilizada, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, la descripción de los métodos empleados para el análisis de la información y los pasos requeridos para la elaboración del proyecto.

Capítulo V, Análisis e interpretación de los resultados, obtenidos por la aplicación de los instrumentos y técnicas de recolección de datos.

Capítulo VI. Propuesta, describe la propuesta del plan de mantenimiento preventivo para los equipos del proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación con el fin de justificar la importancia de la realización del estudio; así como referencias y apéndices.

CAPITULO I

SITUACION A INVESTIGAR

En este capítulo, se plantea el problema objeto de estudio; posteriormente se establecen los objetivos, justificación, alcance y limitaciones de la investigación.

1.1 Situación objeto de estudio

La capacidad de la industria hace posible que las actividades de mantenimiento sean foco de gran importancia en los equipos, debido a que constantemente surge la necesidad de mejorar la calidad del producto ofrecido , ya que lo que marca el auge de implantación de políticas de mantenimiento es la competencia, es decir, el análisis sistemático, objetivo y documentado, que debe ser aplicado a los equipos que así lo requieren y que se encuentran asociados a una planificación desarrollada, esto permite alargar la vida útil de los equipos con la finalidad de evitar pérdidas innecesarias a la empresa y mejorar el proceso productivo de la misma.

La norma COVENIN 3049-93, define el mantenimiento como: “el conjunto de acciones que permiten conservar o establecer un sistema productivo a un estado específico, para que pueda cumplir con un servicio determinado”. (p.1). Entre los diferentes tipos de mantenimientos es necesario resaltar que, el mantenimiento preventivo, es definido como una técnica fundamental para las empresas en lo que se plantea y programa, teniendo como objetivo aplicar el mantenimiento antes de que se presenten las fallas, bien sea cambiando partes o reparándolas y de esta forma reducir los gastos de mantenimiento. (Nava A, 2006p.16).

El principal objetivo del mantenimiento preventivo es “adelantarse la aparición o predecir la presencia de las fallas”. Norma (COVENIN 3049-93 p.1).

De manera que para una organización pueda obtener una eficiencia global y de alta rentabilidad, debe conservar sus equipos en buen estado de operación; por lo que es sabido que el mantenimiento preventivo cuenta con actividades como las inspecciones periódicas, que sirven para cubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos y que afecten el sistema productivo, estas inspecciones ayudan a detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

En tal sentido, la industria metalmecánica depende de equipos confiables para sus procesos de fabricación, entre ellos, diferentes tipos de máquinas y herramientas de los cuales se destacan los tornos, que son máquinas herramientas destinadas a cilindrar, refrenar y marinar, realizando para ello varias operaciones para maquinar partes o componentes que requieren construcción o reforma que luego pueden ser implementadas como parte de otro sistema. (DeGarmo 2002).

La industria metalmecánica venezolana se ha desarrollado principalmente para suplir necesidades de sectores productivos altamente exigente como lo es, el sector agrícola, y el sector minero que utilizan componentes como turbinas, que sirven para bombear agua, o realizar un sistema de riego de alta presión, mediante el aprovechamiento de energía de un fluido de agua que pasa a través de ella, para producir un movimiento de rotación que, transferido mediante un eje, mueve directamente el agua almacenada dentro del mismo para que fluya con mayor presión, hasta salir a la superficie deseada. El Estado Bolívar no escapa de esta realidad puesto a que existe la necesidad de utilizar turbinas en sectores agrícolas para realizar un sistema de riego de alta presión en parcelas o hectáreas para cosechar cualquier tipo de siembra.

Ciudad Bolívar cuenta con el Taller Industrial Milenium , C.A, el cual fue creado bajo el tomo 2-A número: 45 del año 2007; cuyo objetivo principal de la compañía es todo lo relacionado con la fabricación de implementos agrícolas, mineros, tuberías de riego, rotativas, turbinas hidráulicas, fabricación y reparación de piezas con trabajo de torno; por lo que es una empresa que tiene como misión proveer al mercado productos y servicio que permitan el desarrollo de las diferentes actividades comerciales en la región.

Enfocados en la fabricación de turbinas, dicho proceso productivo se encuentra subdividido de la siguiente manera: almacenamiento de materiales, proceso de cortado, proceso de torneado, proceso de prensado, proceso de taladrado, proceso de soldadura y por último ensamblado. Para este proceso productivo, la empresa cuenta con los siguientes equipos: torno paralelo (Arien A4515), taladro de columna (Arien TCPA 50 ET), prensa hidráulica (Preh-20) y máquina de soldadura (Lincoln AC-225C), por lo que la organización posee una capacidad estimada de producción de turbinas anual de 1.200 turbinas según el registro histórico de la misma. Esta cuenta con una estructura organizativa tipo funcional integrada por un presidente, un asesor jurídico, un administrador, una secretaria, un jefe de taller, un tornero, un soldador y tres ayudantes.

Sin embargo, estos equipos han venido presentando fallas en cuanto al funcionamiento que requieren para el proceso “fabricación de turbinas” que conllevan a paros imprevistos, y pérdidas económicas, exigiendo así una revisión periódica que garantice las condiciones de operación para alargar la vida útil de los mismos.

En la actualidad, la organización realiza un mantenimiento correctivo a los equipos, el cual afecta al sistema productivo debido a que cuando aparece una falla repentina o súbita ocasiona paradas imprevistas en los equipos, teniendo como efecto demoras en el sistema productivo, debido a que se debe reparar la falla hasta que el

equipo funcione correctamente. Cabe mencionar que debido a la situación que se vive actualmente en el país, afecta a la empresa en cuanto a la reparación de los equipos por lo que generalmente los repuestos son difíciles de conseguir por ser maquinas en proceso de obsolescencia en el mercado, y por lo que la mano de obra suele ser un poco costosa, lo que ocasionan demoras, en cuanto al cumplimiento del servicio ofrecido por la empresa.

Por tal motivo, la organización no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo que permita mejorar el funcionamiento de los equipos para poder así, alargar la vida útil de los mismos, es por ello que el presidente de la empresa Pedro Oropeza decide emprender un plan de mantenimiento preventivo donde, involucre actividades necesarias como limpieza, inspección, lubricación y ajuste que permita alargar la vida útil de los equipos; con el fin de evitar paradas imprevistas, incrementando la productividad, mejorando la calidad, y cumpliendo con el servicio ofrecido en el tiempo adecuado, para poder así cumplir con el propósito, de lograr ser una reconocida organización especializada en la fabricación de turbinas en el Estado Bolívar.

De acuerdo con lo planteado anteriormente se formula las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuál es la situación actual que presentan los equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A., en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar?

2. ¿Qué elementos componen los equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A., en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar?

3. ¿Cuáles son los equipos más críticos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A., en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar?

4. ¿Qué actividades de mantenimiento son necesarias para los equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A., en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Proponer un plan de mantenimiento preventivo para los equipos del proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A; en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Analizar la situación actual que presentan los equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A, en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar.

2. Describir los componentes de los equipos que intervienen en el proceso de “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C. A, en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar.

3. Determinar la criticidad de los equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C. A, en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar.

4. Proponer un plan de mantenimiento preventivo para los equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C. A, en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar.

1.3 Justificación de la investigación

La investigación está enfocada en proponer un plan de mantenimiento preventivo para los equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A, debido a que actualmente existe deficiencia en los equipos. La realización de este estudio es de gran importancia para la empresa puesto que permitirá determinar tareas específicas y diseñar estrategias de mantenimiento para los equipos que intervienen en el proceso de fabricación.

Esto permitirá alargar la vida útil de los equipos, reduciendo así paros imprevistos y lograr una intervención oportuna en los mismos, puesto que el principal objetivo es que la empresa pueda contar con equipos confiables, que sean seguros y que estén disponibles para cumplir con la labor asignada, pudiendo así ofrecer un producto de calidad y al tiempo requerido.

1.4 Alcance de la investigación

El trabajo de investigación está enfocado en la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo que permitirá alargar la vida útil de los equipos que se intervienen en el proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A, esto tiene como efecto un mejor rendimiento y desempeño de sus respectivas actividades, disminuyendo fallas que afecten al sistema productivo.

1.5 Limitaciones

No hubo obstáculos para la realización del estudio.

CAPITULO II

GENERALIDADES

En este capítulo se puntualiza la fundación de la empresa y sus lineamientos estratégicos como: misión, visión, valores y la estructura organizativa para el logro de los objetivos. A continuación, se describe la reseña histórica en la organización.

2.1 Reseña histórica de la empresa

La empresa tuvo lugar el 14 de marzo de 1970 en Ciudad Bolívar, y para ese momento la organización contaba como un negocio familiar iniciado con el nombre de Taller el Triángulo, el cual se encuentra ubicado en la urbanización Simón Bolívar, calle Soubllette, Estado Bolívar. Conformado por José Elías Oropeza, Petra Pinto de Oropeza, Elizabeth Oropeza, Antonio Oropeza y Pedro Oropeza.

Al pasar los años la empresa ha tenido que adaptarse a los cambios imprevistos de la misma, cambiando el nombre a Taller Toimpe y luego en consecuencia de ello, obtuvo su lugar llamado ahora Taller Industrial Milenium, C.A, actualmente presidente de la empresa el señor Pedro Oropeza. La empresa cuenta con una superficie de 1532 m^2 , e inicio sus actividades con un área administrativa y dos galpones, de los cuales uno de ellos se dedica a la fabricación y montaje de piezas metalmecánicas industriales, y el otro galpón a la fabricación de implementos agrícolas, entre las que destacan las turbinas hidráulicas.

Taller Industrial Milenium, C.A, fue creado bajo el tomo 2-A número: 45 del año 2007; y en los últimos 10 años la organización se ha dedicado a la fabricación de implementos agrícolas, mineros, tuberías de riego, rotativas, turbinas

hidráulicas, fabricación y reparación de piezas con trabajo de torno, por lo que es una empresa que tiene como misión proveer al mercado productos y servicio que permitan el desarrollo de las diferentes actividades comerciales en la región.

La empresa inicio sus actividades con dos (2) trabajadores y el dueño, actualmente cuenta con diez (10) trabajadores en total, ubicados en el área de producción, y en el área administrativa.

Con la experiencia acumulada en el área metalmecánica del mercado han podido crear otra sucursal ubicada en Municipio Bolivariano Angostura, Parroquia Barceloneta, La Paragua, Estado Bolívar.

2.2 Ubicación geográfica de la empresa

La empresa Taller Industrial Milenium, C.A, se encuentra ubicado en la urbanización Simón Bolívar, Calle Soublotte, en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar.



Figura 2.1 Ubicación geográfica del Taller Industrial Milenium, C.A (Google Earth, 2017)

2.3 Objetivos de la empresa

- Reconocer y adaptarse a las necesidades del mercado.
- Ser una organización comprometida con la fabricación de nuestros productos.
- Ser una organización útil, eficiente y responsable al servicio de los clientes.
- Obtener un conocimiento profundo y actualizado de la actividad industrial en su conjunto, así como rubros específicos.

2.4 Misión de la empresa

Fabricar piezas metálicas que favorezcan y faciliten el trabajo de los clientes a través de métodos óptimos que permitan suministrar y coordinar mano de obra, equipos, instalaciones, materiales acordes al uso, otorgando a los productos calidad, productividad y competitividad.

2.5 Visión de la empresa

Innovar y expandir los conocimientos de la empresa al personal, empleando métodos de producción, que permitan obtener un alto nivel competitivo en el mercado tanto interno como externo.

2.6 Valores de la empresa

Comunicación, transparencia, respeto, responsabilidad, integración, ética, calidad, servicio, constancia y disciplina.

2.7 Funciones de la empresa

1. Desarrollar y planificar la ejecución de fabricación y entrega acorde a tiempo estimado con los seguimientos en el proceso.
2. Garantizar la fabricación del producto acorde a las exigencias del cliente.
3. Realizar estudios de métodos para eliminar las fallas que se presentan en el área de producción.

2.8 Estructura organizacional y organigrama de la empresa

En la siguiente figura 2.2; se muestra cómo se encuentran las secciones del personal que labora en la empresa Taller Industrial Milenium, C.A.

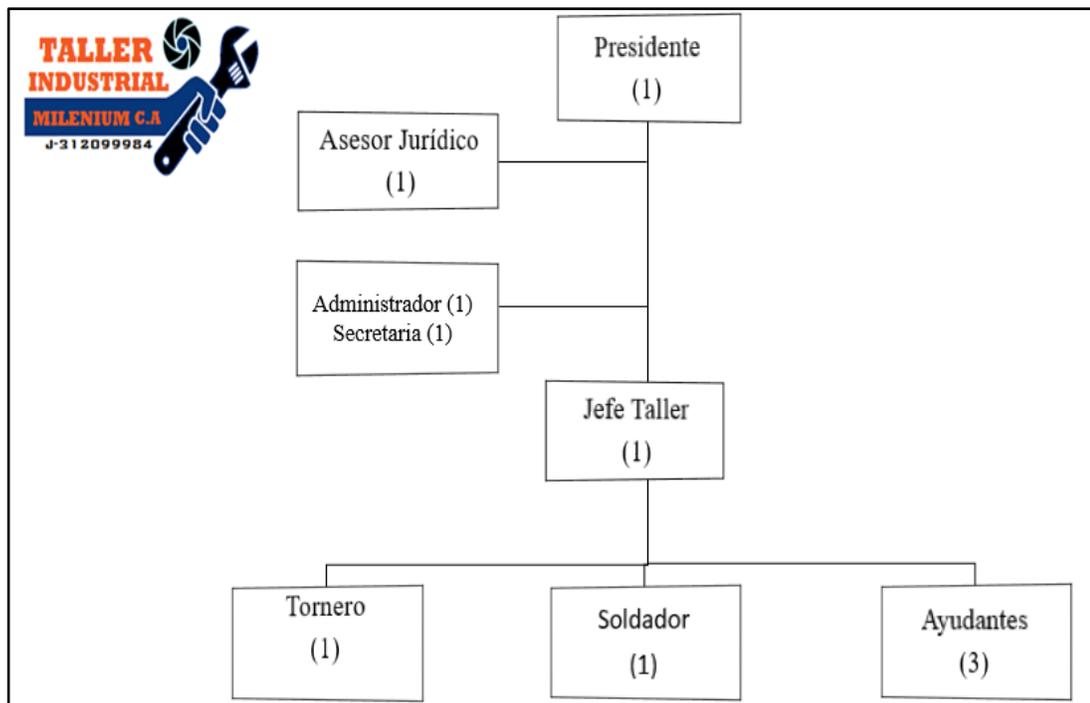


Figura 2.2. Organigrama de la empresa (Taller Industrial Milenium, C.A, 2017)

2.8.1 Presidente

Dirigir y controlar el funcionamiento de la compañía, tanto la matriz como la sucursal.

2.8.1.1 Funciones

- Coordinar y representar legalmente a la empresa.
- Organizar, planear, supervisar, coordinar y controlar los procesos productivos de la empresa.
- Ejecutar las funciones administrativas y técnicas.
- Realizar programadas y observar el cumplimiento de las normas legales de la empresa.
- Asignar y supervisar al personal de la empresa, los trabajos y estudios que deban realizarse.

2.8.2 Asesor jurídico

Tiene la responsabilidad de velar que las actividades legales de la organización se cumplan a cabalidad y dentro de los requisitos establecidos.

2.8.2.1 Funciones

- Asesora en la constitución, gestión y disolución de cualquier tipo de sociedad mercantil o civil.
- Defiende los intereses de la empresa en todo tipo de procedimientos judiciales.

- Estudia y resuelve los problemas legales relacionados con la empresa, sus contratos, convenios y normas legales.
- Negocia y redacta contratos.
- Asesora a nuestra empresa en materia fiscal, preparando todo tipo de declaraciones y obligaciones fiscales y tributarias.
- Interviene en todo tipo de negociaciones laborales.
- Asesora en materia de derecho empresarial.

2.8.3 Administrador

Se encarga de planificar, coordinar y administrar las actividades de la empresa, a fin de garantizar la efectiva administración y control de los recursos.

2.8.3.1 Funciones

- Lleva registro y control administrativo del presupuesto asignado a la empresa.
- Participa en la implementación de sistemas contables, financieros y administrativos.
- Revisión de contratos.
- Aprobación y distribución de documentos.
- Velar porque se realice las programaciones y ejecuciones de la producción de acuerdo a las realidades del mercado.
- Desarrollar y mantener una eficiente relación y cooperación que sea justa y favorable para que exista una saludable armonía y un clima laboral óptimo.
- Atiende en informa al público en general.
- Supervisa y distribuye las actividades del personal a su cargo.
- Mantiene en orden equipo y sitio de trabajo, reportando cualquier anomalía.

2.8.4 Secretaria

Se encarga de mantener en orden las actividades correspondientes a la documentación de la empresa.

2.8.4.1 Funciones

- Transcribir la documentación.
- Archivar las órdenes de compra.
- Ordenar y archivar información.
- Recibir llamadas y tomar notas de los mensajes.
- Velar por el resguardo y mantenimiento de los equipos de oficina.
- Mantener discreción en la información confidencial.
- Ser atenta con los clientes.
- Archivar precio de los materiales de insumo.

2.8.5 Jefe de taller

Encargado de organizar y orientar al personal a su cargo, en cuanto a las distintas actividades relacionadas con el proceso de producción.

2.8.5.1 Funciones

- Llevar un control de los productos suministrados al cliente.
- Llevar un seguimiento de los procesos operativos.
- Llevar un control de permanencia del personal a su cargo.
- Velar porque se le dé un buen uso a los equipos y herramientas.
- Dar las instrucciones al personal del taller.

2.8.6 Tornero

Fabrica piezas mecánicas, mediante el uso del torno, encaminadas a garantizar su óptimo funcionamiento para el proceso de producción.

2.8.6.1 Funciones

- Planificar detalladamente el procedimiento de trabajo observando las medidas de seguridad.
- Revisar y preparar los equipos, herramientas, instrumentos y demás materiales antes de comenzar el trabajo.
- Solicitar o buscar materiales, equipos y herramientas necesarios para la ejecución del trabajo
- Conocer las propiedades y uso de los diferentes tipos accesorios que utiliza el torno.

2.8.7 Soldador

Efectúa el trabajo de soldadura eléctrica en el proceso de fabricación o reparación de piezas.

2.8.7.1 Funciones

- Planificar detalladamente el procedimiento de trabajo observando las medidas.
- Revisar y preparar los equipos, herramientas, instrumentos y demás materiales antes de comenzar el trabajo.

- Solicitar o buscar materiales, equipos y herramientas necesarios para la ejecución del trabajo.
- Verificar soldadura en el proceso de trabajo.
- Conocer las propiedades y uso de los diferentes tipos de electrodos existente.

2.8.8 Ayudantes

Colaboran con el tornero y soldador en la producción.

2.8.8.1 Funciones

- Llevar los equipos y herramientas al área donde se va a efectuar el trabajo.
- Mantener el área de trabajo limpia.
- Solicitar o buscar los materiales, equipos y herramientas necesarios para la ejecución de trabajo.
 - Cortar la materia prima.
 - Realizar las actividades de cortado.
 - Realizar las actividades de taladrado.
 - Realizar las actividades con el soplete.

CAPITULO III

MARCO TEORICO

En este capítulo se presentan los antecedentes de la investigación, teorías, bases legales y definición de algunos términos básicos referentes al mantenimiento preventivo lo que ayudaran a sustentar el desarrollo de la presente investigación. A continuación, se muestran los antecedentes relacionados con el tema de investigación que fueron revisados, los cuales serán aplicados para el desarrollo de la misma.

3.1 Antecedentes de la investigación

Sierra, Gabriel, (2004). “Elaboración de un programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica Industrias AVM S.A”, Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, facultad ingeniería mecánica. El trabajo de grado tiene como principal objetivo garantizar la disponibilidad y confiabilidad operacional de los equipos de la planta de producción, de una manera eficiente y segura, con el fin de contribuir en el cumplimiento de la política de calidad establecida por la empresa.

Para ello Sierra Gabriel, realizó el inventario y la codificación de los equipos, seguidamente determinó el índice de criticidad para cada uno de ellos, y con base en los equipos críticos, diseñó el programa de mantenimiento preventivo, que está conformado por las inspecciones periódicas programas, ajustes menores y las actividades de lubricación por cada equipo. Este estudio contribuye al desarrollo de la investigación principalmente en las lecciones aprendidas, para cubrir todos los aspectos que conforman un plan de mantenimiento preventivo y así cumplir con toda la documentación necesaria que permita alargar la vida útil de los equipos.

Rondón, Gabriela, (2003). “Elaboración de un programa de mantenimiento preventivo a todos los equipos de un taladro de perforación”. Caracas. U. C. V. Facultad de Ingeniería. Uno de los objetivos principales de este trabajo especial de grado consiste en suministrar información sobre el mantenimiento de equipos de perforación de pozos petroleros. Esta información ha sido preparada con el propósito de brindar datos concisos y exactos para llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo de todos los equipos de un taladro de perforación.

Gabriela Rondón elaboró la base de datos que permite almacenar toda la información del mantenimiento y logró realizar un programa general de mantenimiento preventivo que garantiza condiciones óptimas para los equipos de un taladro de perforación. Este estudio sirve como refuerzo complementario para el desarrollo de la investigación referente a los requerimientos necesarios que sirvan para la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo a los equipos que intervienen en el proceso de fabricación.

García y Velásquez, (2007). “Plan de mantenimiento preventivo a Proaces C.A”. San Salvador. Universidad centroamericana “José Simeón Canas”. Facultad de ingeniería. El objetivo del trabajo de investigación es proporcionar elementos, propuestas y herramientas que permitan implementar una adecuada gestión de mantenimiento en una empresa del sector manufacturero del san salvador. Las propuestas planteadas están acordes a las necesidades y recursos disponibles con los que se cuenta en la empresa, y tiene la finalidad de incrementar la disponibilidad de sus activos y por ende mejorar la producción y la calidad de las mismas. Proaces es una empresa que enmarca dentro del ramo siderúrgico de productos de aceros de el salvador.

Este estudio fue utilizado como modelo de investigación puesto que en el mismo se especifican las herramientas necesarias que permitan proponer un plan de mantenimiento preventivo a los equipos para asegurar su óptimo funcionamiento.

Maldonado y Sigueza, (2012). “Propuesta de un plan de mantenimiento para maquinaria pesada de la empresa minera Dynasty Mining del Cantón Porvelo”. Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana. Sede Cuenca. Facultad de Ingeniería. El proyecto desarrollado estuvo enfocado en proponer un plan de mantenimiento a las maquinarias pesadas que utiliza la empresa minera Dynasty Mining, para ello los autores Maldonado y Sigueza diagnosticaron la situación actual de la empresa utilizando técnicas industriales como la observación de la realidad y encuestas estructuradas al personal de mantenimiento.

Posteriormente elaboraron una lista de verificación a las maquinarias disponibles que se encuentran en la empresa , y al observar que las actividades de mantenimiento que tenía cada maquinaria era sencillo y básico crearon fichas de mantenimiento y ordenes de trabajo con actividades completas y necesarias para su documentación, que permitan alargar la vida útil de las maquinarias ; también realizaron un análisis de criticidad para obtener como resultados los equipos más críticos al cual se deberá realizar el plan de mantenimiento , y finalmente realizaron el plan de mantenimiento propuesto que tuvo como finalidad mantener disponibles los equipos más críticos de la empresa para poder así mejorar sus condiciones.

El aporte de esta investigación al presente estudio, es de cómo identificar los elementos necesarios y los equipos que utiliza el proceso de fabricación dentro de una organización, además, de las partes que conforman un plan de mantenimiento preventivo, que sirva como modelo o guía para el desarrollo de la misma.

Sierralta N, (2010). “Mejoramiento del nivel de producción de la maquinas empaquetadoras en la empresa mavenca C.A”, Barquisimeto. Universidad nacional abierta. Área de Ingeniería industrial. El objetivo principal de este trabajo es de mejorar el nivel de producción de las maquinas empaquetadoras con la finalidad de elaborar productos de calidad que puedan competir en el mercado nacional e internacional tan exigente de hoy en día.

Sierralta utilizo diferentes técnicas y herramientas necesarias para la elaboración de la información, entre las cuales se encuentran: la observación directa, encuestas, tormentas de ideas, diagrama de operaciones del proceso, diagrama de causa-efecto, diagrama de Pareto, entrevistas estructuradas. A través de esto se determinó las principales causas que ocasionan el bajo nivel de producción. Se concluyó mala distribución de planta, no existen planes de producción, inexistencia de estándares de producción, existen equipos fuera de mantenimiento, lo que ocasiona un retraso en la producción.

De este proyecto se extrajo la información necesaria de los beneficios de las herramientas utilizadas en el proyecto, debido a que fueron de gran ayuda para poder así analizar la situación actual de los equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A.

Montaña y Rosas, (2006). “Diseño de un sistema de mantenimiento con base en análisis de criticidad y análisis de modos y efectos de falla en la Planta de coque de fabricación primaria en la empresa Acerías Paz del Río S.A.”. Duitama. Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia. Escuela de ingeniería electromecánica. El objetivo general del proyecto es aumentar la eficiencia, rentabilidad y competitividad de la planta de coque mediante el diseño de un sistema de mantenimiento con base en análisis de criticidad y análisis de efectos y modos de falla ; los resultados obtenidos al aplicar estas herramientas fueron que por medio del análisis de criticidad, se realizó

una lista ponderada de equipos desde el más crítico hasta el menos crítico, en función de su impacto global , con el fin de priorizar las ordenes de trabajo, proyectos de inversión y diseñar políticas de mantenimiento. Gracias a esta lista, se pudo conocer los cuatro elementos más críticos, a los que se les realizo el análisis de modo efectos y fallas y se actualizo las hojas de vida de cada equipo. La última parte del informe presenta un plan de mantenimiento propuesto, que se deja a consideración de la empresa y que mejora la confiabilidad de los equipos más importantes de toda la planta.

Este estudio fue utilizado como modelo de investigación puesto que en el mismo especifican las herramientas técnicas como el análisis de criticidad y modo de efectos y fallas que serán utilizados para la propuesta del plan de mantenimiento preventivo a los equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas”, ya que dicho trabajo sirve como refuerzo a los conocimientos anteriormente adquiridos.

3.2 Fundamentos Teóricos

3.2.1 Sistema de producción

“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 3049-93 p.1).

3.2.2 Mantenimiento

“Es el conjunto de acciones que permite conservar o restaurar un sistema productivo a un estado específico, para que pueda cumplir con un servicio determinado”. (COVENIN 3049-93 p.1).

3.2.3 Tipos de mantenimientos

Según (García y Velázquez, 2007). Los tipos de mantenimiento se pueden clasificar de la siguiente manera:

3.2.3.1 Mantenimiento correctivo

Son las intervenciones de mantenimiento que se aplican a los equipos cuando una falla o avería se presenta repentina y súbita, ocasionando paradas imprevistas no deseadas.

3.2.3.2 Mantenimiento preventivo

Es el conjunto de tareas de mantenimiento programadas que siguen un orden sistemático en un periodo de tiempo establecido y que tienen la finalidad de evitar fallos repentinos, paradas de producción inesperadas y mejorar la confiabilidad del equipo.

3.2.3.3 Mantenimiento predictivo

Se basa en el monitoreo periódico de parámetros medibles en la maquinaria en funcionamiento a través de instrumentación especializada. Además, contrasta los valores de dichos parámetros con estándares permisibles; de esta manera diagnosticar o pronosticar cuando es necesario realizar una intervención de mantenimiento.

3.2.4 Objetivo del mantenimiento

Asegurar la disponibilidad planeada al menor costo dentro de las recomendaciones de garantía uso de los fabricantes de los equipos e instalaciones y las normas de seguridad. (Mobley, 2002).

3.2.5 Políticas de mantenimiento

“Son los lineamientos para lograr el objetivo del mantenimiento”. (COVENIN 3049-93 p.1).

3.2.6 Plan de mantenimiento

Es una lista de tareas a realizar en los equipos de una planta, donde se especifica la frecuencia de ejecución de las mismas, con la única finalidad de mantener y conservar los equipos e instalaciones en estado óptimo y de esta manera aprovechar al máximo la vida útil de los mismos para alcanzar un mayor rendimiento. (Mobley, 2002).

3.2.7 Programa de mantenimiento

Se trata de la descripción detallada de las tareas de mantenimiento preventivo asociadas a un equipo o máquina, explicando las acciones, plazos y recambios a utilizar, en general, indican tareas de limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de piezas. (Mobley, 2002).

3.2.8 Falla

“Un evento no previsible, inherente a los sistemas de producción que impide que estos cumplan su función bajo condiciones establecidas o que no la cumplan”. (COVENIN 3049-93 p.4).

3.2.9 Clasificación de falla

Según la norma (COVENIN 3049-93 p.4). Las fallas se pueden clasificar de la siguiente manera:

3.2.9.1 Por su alcance

Parcial: es aquella que origina desviaciones en las características de funcionamiento de un sistema productivo, fuera de los límites especificados, pero no la incapacidad total de cumplir con su función.

Total: es aquella que origina desviaciones o pérdidas de las características de funcionamiento de un sistema productivo, tal que produce incapacidad para cumplir con su función.

3.2.9.2 Por su velocidad de aparición

Progresiva: es aquella en la que se observa la degradación de funcionamiento de un sistema productivo y puede ser determinada por un examen anterior de las características del mismo.

Intermitente: es aquella que se presenta alternativamente por lapsos limitados.

Súbita: es la que ocurre instantáneamente y no puede ser prevista por un examen anterior de las características del sistema productivo.

3.2.9.3 Por su impacto

Menor: es aquella que no afecta los objetivos de producción o de servicio.

Mayor: es aquella que afecta parcialmente los objetivos de producción.

Critica: es aquella que afecta totalmente los objetivos de producción de servicio.

3.2.9.4 Por su dependencia

Independiente: son fallas del sistema productivo cuyas causas son inherentes al mismo.

Dependientes: son fallas del sistema productivo cuyo origen es atribuible a una causa externa.

3.2.10 Vida útil

“El periodo durante el cual un sistema productivo cumple un objetivo determinado, bajo un costo aceptable para la organización”. (COVENIN 3049-93 p.5).

3.2.11 Torno paralelo

Es una máquina herramienta que permite transformar un sólido cualquiera en una pieza o cuerpo bien definido en cuanto a su forma y dimensiones contenido en aquel, haciendo girar dicho sólido alrededor del eje de simetría de la forma buscada y arrancando el material en forma de viruta y periféricamente. (Correa, 2008).

3.2.12 Prensa hidráulica

Es una máquina herramienta que cumple con el principio de pascal. Tiene la finalidad de producir enormes presiones para lograr la deformación permanente o incluso cortar un determinado material, mediante la aplicación de una carga y es utilizada en operaciones de trabajo en frío y en caliente. Consiste de un bastidor que sostiene una bancada y un ariete, una fuente de potencia, y un mecanismo para mover el ariete linealmente y en ángulos rectos con relación a la bancada. (Barba y Reyes, 2011).

3.2.13 Máquina de soldadura

Es una herramienta que se utiliza principalmente para la unión de piezas, mediante la aplicación de calor proporcionándoles mayor resistencia al ejercer fuerza sobre estas; esta máquina está complementada con acumuladores y electrodos de carbón, haciendo su trabajo con arco eléctrico calentado o fundiendo los metales y el electrodo, con el fin de cubrir grietas y rellenar agujeros. (Jeffus, 2009).

3.2.14 Taladro de columna

Es una máquina herramienta donde se mecanizan la mayoría de los agujeros en una pieza de cualquier material especialmente en los metales, en el taladro vertical se mantiene sobre el piso y está formado por una mesa para sostener la parte de trabajo,

un cabezal de taladro con un husillo mecanizado por la broca, una base y columna para el soporte, donde se producen virutas en grandes cantidades. (Groover ,1997).

3.2.15 Turbina

Las turbinas son máquinas que aprovechan la energía de un fluido en movimiento mediante un rotor para convertirla en energía mecánica. Es decir, las turbinas generan potencias a partir del fluido que se encuentra a altas presiones. (Creus, 1997).

3.2.16 Diagrama de flujo del proceso

Es una herramienta que facilita la eliminación o reducción en la cantidad y la duración de los componentes. Mediante la representación gráfica se muestran claramente todos los transportes, retrasos y almacenamientos, que tienen lugar dentro de un proceso y comprende información considerada necesaria para el análisis del mismo.

El diagrama de flujo presenta información clara, ordenada y concisa de un proceso que está formado por una serie de símbolos unidos por flechas, cada símbolo representa una acción específica las flechas entre los símbolos representan el orden de realización de las acciones.

El diagrama de flujo del proceso generalmente no se aplica a todos los ensambles, sino que a cada componente de un ensamble. El diagrama de flujo del proceso es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. Una vez que estos periodos no productivos se identifican, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos y, por ende, reducir sus costos. Además de registrar operaciones e

inspecciones, los diagramas de flujo de procesos muestran todos los retrasos de movimientos y almacenamiento a los que se expone un artículo a medida que recorre la planta.

Los diagramas de flujo de procesos, por lo tanto, necesitan varios símbolos entre los cuales tenemos:

- Una flecha pequeña significa transporte, el cual puede definirse como mover un objeto de un lugar a otro excepto cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección.
- Una letra D mayúscula representa un retraso, el cual se presenta cuando una parte no puede ser procesada inmediatamente en la próxima estación de trabajo.
- Un triángulo equilátero parado en su vértice significa almacenamiento, el cual se presenta cuando una parte se guarda y protege en un determinado lugar para que nadie la remueva sin autorización. (Niegel, 2009).

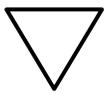
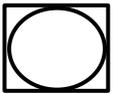
Estos cinco símbolos constituyen el conjunto estándar de símbolos que se utilizan en los diagramas de flujo de procesos cuya simbología se muestran en la tabla 3.1

Tabla 3.1 Simbología utilizada de diagramas de flujo de procesos (Niegel,2009)

SIMBOLO	TERMINOLOGIA	DESCRIPCION
	Operación	Indica las principales fases del proceso.
	Inspección	Verifica la cantidad y/o cantidad. En general no agrega valor.

	Transporte	Indica el movimiento de materiales de un lugar a otro.
	Demora	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentáneo.

Continuación tabla 3.1

SIMBOLO	TERMINOLOGIA	DESCRIPCION
	Almacenamiento	Indica depósito de un objeto bajo la vigilancia en un almacén.
	Combinación	Indica varias actividades simultáneas.

3.2.17 Diagrama causa- efecto

Es una técnica que consiste en definir la ocurrencia de un evento o problema no deseable, y los posibles factores que contribuyen a su conformación. Por lo general, las causas se dividen en cinco o seis categorías principales, y cada una de ellas se subdivide en sub-causas. Posteriormente se analiza de manera crítica los factores que contribuyen a la existencia a todo el problema. (Niebel, 2009).

Los diagramas de pescado, también conocidos como diagramas causa-efecto, fueron desarrollados por Ishikawa a principios de los años cincuenta mientras trabajaba en un proyecto de control de calidad para Kawasaki Steel Company. El método consiste en definir la ocurrencia de un evento o problema no deseable, esto es, el efecto, como la “cabeza del pescado” y, después, identificar los factores que contribuyen a su conformación, esto es, las causas, como las “espinas del pescado” unidas a la columna vertebral y a la cabeza del pescado.

Por lo general, las principales causas se subdividen en cinco o seis categorías principales entre ellas: humanas, de las máquinas, de los métodos, de los materiales, del medio ambiente, administrativas, y cada una de las cuales se subdividen en sub-causas. El proceso continúa hasta que se detectan todas las causas posibles, las cuales deben incluirse en una lista.

Un buen diagrama tendrá varios niveles de espigas y proporcionará un buen panorama del problema y de los factores que contribuyen a su existencia. Después, los factores se analizan de manera crítica en términos de su probable contribución a todo el problema. Es posible que este proceso también tienda a identificar soluciones potenciales. (Niegel, 2009).

La utilización del diagrama causa- efecto puede resultar muy útil también en su aspecto positivo, es decir, no para definir las causas de un problema, sino para comprender cuales son los factores de fenómenos positivos que pueden aplicarse a otras situaciones análogas para obtener mejoras. (Galgano,1995).

En la figura 3.1 se muestra un ejemplo de un diagrama de pescado que se utiliza para identificar las causas y sub-causas de un problema.

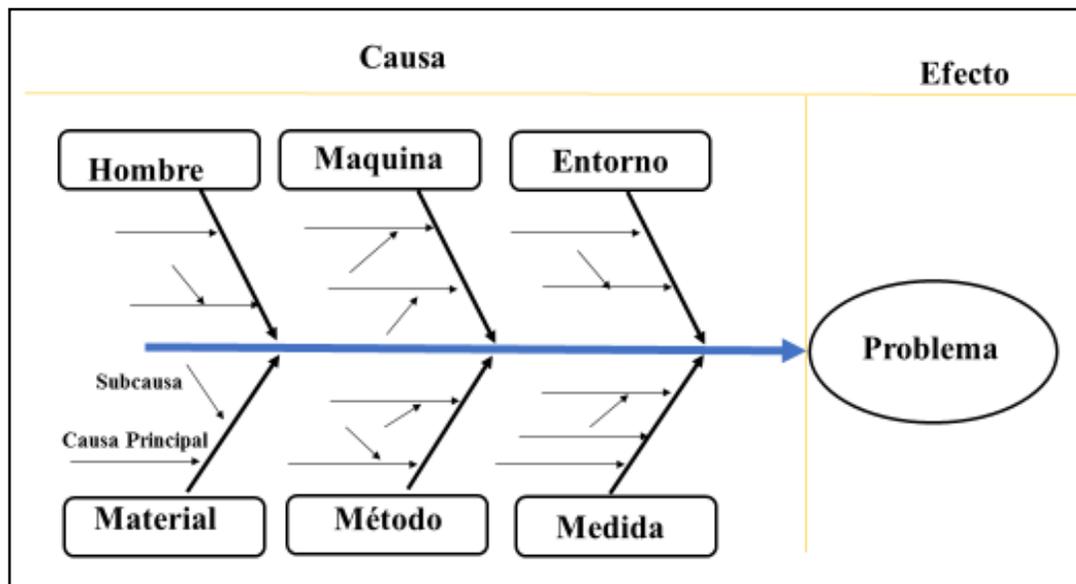


Figura 3.1 Diagrama causa-efecto (Elaboración propia, 2017)

3.2.18 Diagrama de Pareto

Es una gráfica que consiste en concentrar el mayor esfuerzo, solo en algunos pocos trabajos que generen la mayor parte de los problemas. La distribución de Pareto se organiza por medio de barras sencillas, en una línea recta de forma vertical utilizando la transformación log normal para realizar el análisis cuantitativo. (Niebel ,2009).

3.2.18.1 Usos del diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto representa uno de los primeros pasos que deben darse para realizar mejoras, ya que:

- Ayuda a definir las áreas prioritarias de intervención.
- Atrae la atención de todos sobre las prioridades y facilita la creación del consenso.

El diagrama de Pareto es muy útil para aprender a concentrar los esfuerzos en los aspectos más importantes y rentables de problema analizados, es decir, en los aspectos que ocupan las partes más elevadas del diagrama, por lo que el diagrama de Pareto contiene diversas ventajas como:

- Permite centrarse en los aspectos cuya mejora tendrá más impacto, optimizando por tanto los esfuerzos.
- Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas.

- Ayuda a evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras y ser resueltas.

- Su visión gráfica del análisis es fácil de comprender y estimula al equipo para continuar con la mejora.

En la figura 3.2 se muestra un ejemplo de un diagrama de Pareto que se utiliza para asignar un orden de prioridades.

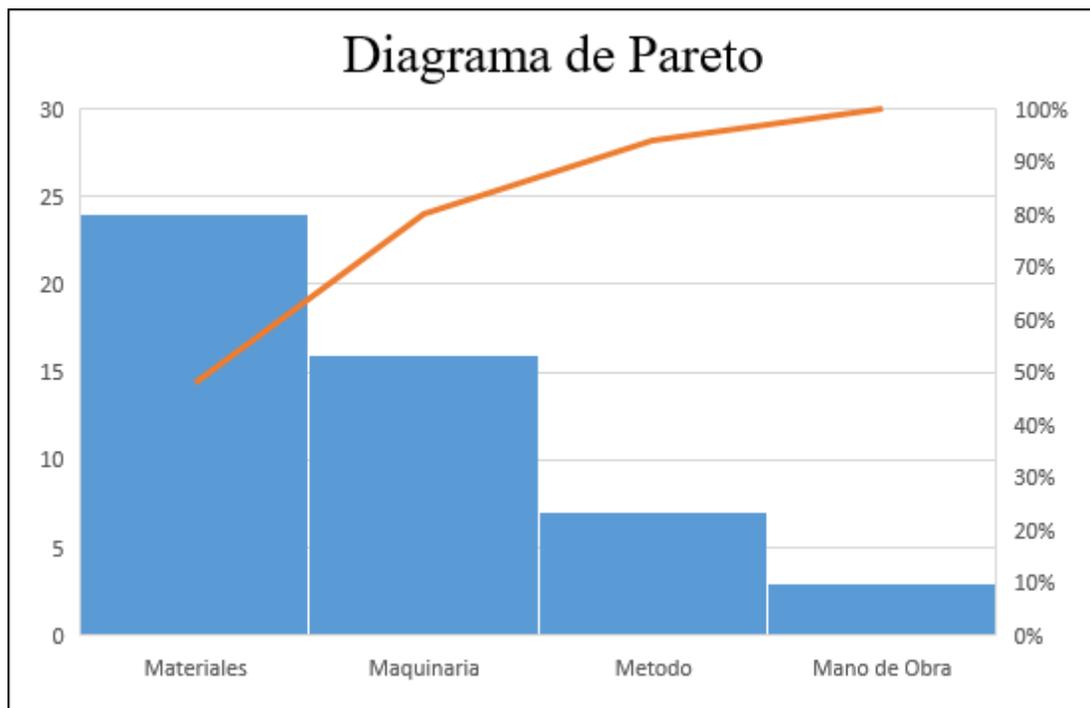


Figura 3.2 Diagrama de Pareto (Elaboración propia, 2017)

3.2.19 Análisis de criticidad

Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de optimizar el proceso de asignación de recursos (económicos, humanos y técnicos). El término “crítico” y la definición de criticidad pueden tener diferentes interpretaciones y van a depender del objetivo que se está tratando de jerarquizar. (Zambrano Carlos, 2006).

- Criticidad de los equipos: son los equipos que al fallar pueden afectar la seguridad del personal, el entorno ambiental, o provocar un paro de la producción, los criterios para analizar la criticidad pueden ser los siguientes: seguridad, medio ambiente, producción, costos, tiempos medio para reparar, frecuencia de falla y calidad.

- Análisis de criticidad de modo de falla y efectos (FMECA, Failure Mode, Effects and Criticality Analysis): es un método que permite cuantificar las consecuencias o impacto de las fallas de los componentes de un sistema, y la frecuencia con que se presentan para establecer tareas de mantenimiento en aquellas áreas que están generando mayor repercusión.

- Modo de falla: es la forma por la cual una falla es observada, describe de forma general como ocurre y su impacto en la operación del equipo.

- Efecto de falla: describe lo que ocurre cuando acontece cada modo de falla.

- Causa de falla: circunstancias asociadas con el diseño, manufactura, instalación, uso y mantenimiento que hayan conducido a una falla.

- Jerarquización: ordenamiento de tareas de acuerdo con su prioridad.

- Importancia crítica A: un equipo no debe fallar, si esta falla, habría que cerrar la planta, parte de la planta, o una línea de producción y ello ocasionaría una gran pérdida económica. Un equipo cuya falla ocasionaría daños corporales (accidentes) a los empleados, tales como grúas, elevadores, montacargas. Un equipo cuya falla ocasionaría importantes daños ambientales (aceite, derrame de producto químico), etc.
- Importancia crítica B: un equipo que no debería fallar, continúa siendo un equipo importante, pero una avería en esa máquina no tendrá un fuerte impacto en la planta (equipo redundante disponible; una avería de poca duración tiene poco impacto sobre la producción).
- Importancia crítica C: todo el resto, equipos que no se utilizan con frecuencia, etc. Índice de criticidad: a) Grave (ejemplo: parada de línea), b) Importante (ejemplo: disminución del ritmo productivo) y c) No importante o no afecta.

Con estos criterios, se genera un modelo de criticidad definido por:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia.} \quad (\text{Ec. 3.1})$$

En la tabla 3.3 se muestra la matriz de criticidad.

MATRIZ DE CRITICIDAD		CONSECUENCIA				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	5	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto
	4	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto
	3	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto
	2	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto
	1	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Alto

Figura 3.3 Matriz de criticidad. (Elaboración propia, 2017)

3.2.20 Análisis de modo efecto y fallas (AMEF)

3.2.20.1 Reseña histórica

La disciplina del AMEF fue desarrollada en el ejército de la Estados Unidos por los ingenieros de la National Agency of Space and Aeronautical (NASA), y era conocido como el procedimiento militar MIL-P-1629, titulado "Procedimiento para la ejecución de un modo de falla, efectos y análisis de criticidad, y elaborado el 9 de noviembre de 1949; este era empleado como una técnica para evaluar la confiabilidad y para determinar los efectos de las fallas de los equipos y sistemas, en el éxito de la misión y la seguridad del personal o de los equipos. (Horacio y Pereira, 1995).

En 1988 la organización internacional para la estandarización (ISO), publicó la serie de normas ISO 9000 para la gestión y el aseguramiento de la calidad; los requerimientos de esta serie llevaron a muchas organizaciones a desarrollar sistemas de gestión de calidad enfocados hacia las necesidades, requerimientos y expectativas del cliente, entre estos surgió en el área automotriz el QS 9000, éste fue desarrollado por la Chrysler Corporation, la Ford Motor Company y la General Motors Corporation en un esfuerzo para estandarizar los sistemas de calidad de los proveedores; de acuerdo con las normas del QS 9000 los proveedores automotrices deben emplear Planeación de la Calidad del Producto Avanzada (APQP), la cual

necesariamente debe incluir AMEF de diseño y de proceso, así como también un plan de control. (Horacio y Pereira, 1995).

Posteriormente, en febrero de 1993 el grupo de acción automotriz industrial (AIAG) y la Sociedad Americana para el Control de Calidad (ASQC) registraron las normas AMEF para su implementación en la industria, estas normas son el equivalente al procedimiento técnico de la Sociedad de Ingenieros Automotrices SAE J - 1739. Los estándares son presentados en el manual de AMEF aprobado y sustentado por la Chrysler, la Ford y la General Motors; este manual proporciona lineamientos generales para la preparación y ejecución del AMEF. Actualmente, el AMEF se ha popularizado en todas las empresas automotrices americanas y ha empezado a ser utilizado en diversas áreas de una gran variedad de empresas a nivel mundial. (Horacio y Pereira, 1995).

3.2.20.2 Definición del AMEF

El AMEF o análisis modal de fallos y efectos es un método dirigido a lograr el aseguramiento de la calidad, que, mediante el análisis sistemático, contribuye a identificar y prevenir los modos de fallo, tanto de un producto como de un proceso, evaluando su gravedad, ocurrencia y detección, mediante los cuales, se calculará el número de prioridad de riesgo, para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de fallo.

3.2.20.3 Objetivos del AMEF

1. Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura e un producto.
2. Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.

3. Identificar las acciones que podrán elimina o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial.

4. Analizar la confiabilidad del sistema.

5. Documentar el proceso.

Aunque el método AMEF generalmente ha sido utilizado por las industrias automotrices, este es aplicable para la detección y bloqueo de las causas y fallas potenciales en productos y procesos de cualquier clase de empresa, ya que sea que estos se encuentren en operación o fase de proyecto; así como también es aplicable para sistemas administrativos y de servicios. (Figuroa y Ramos, 2011).

3.2.20.4 Tipos de AMEF

- AMEF de diseño: consiste en el análisis preventivo de los diseños, buscando anticiparse a los problemas y necesidades de los mismos. Este AMEF es el paso previo lógico al de proceso porque se tiende a mejorar el diseño, para evitar el fallo posterior en producción. El AMEF es una herramienta previa de la calidad en la que:

1. Se hace un estudio de la factibilidad para ver si se es capaz de resolver el diseño dentro de los parámetros de fiabilidad establecidos.

2. Se realiza el diseño orientándolo hacia los materiales, compras, ensayos, producción... ya que los modos de fallo con ellos relacionados se tienen en cuenta en este tipo de AMEF.

El objeto de estudio de un AMEF de diseño es el producto y todo lo relacionado con su definición. Se analiza por tanto la elección de los materiales, su configuración física, las dimensiones, los tipos de tratamiento a aplicar y los posibles problemas de realización.

- AMEF de proceso: es el "análisis de modos de fallos y efectos" potenciales de un proceso de fabricación, para asegurar su calidad de funcionamiento y, en cuanto de él dependa, la fiabilidad de las funciones del producto exigidos por el cliente. En el

AMEF de proceso se analizan los fallos del producto derivados de los posibles fallos del proceso hasta su entrega al cliente.

Se analizan, por tanto, los posibles fallos que pueden ocurrir en los diferentes elementos del proceso (materiales, equipo, mano de obra, métodos y entorno) y cómo éstos influyen en el producto resultante.

3.2.20.5 Pasos a seguir para aplicar el método AMEF

A continuación, en la figura 3.4, se muestra un diagrama de flujo explicando los pasos a seguir para aplicar el AMEF.

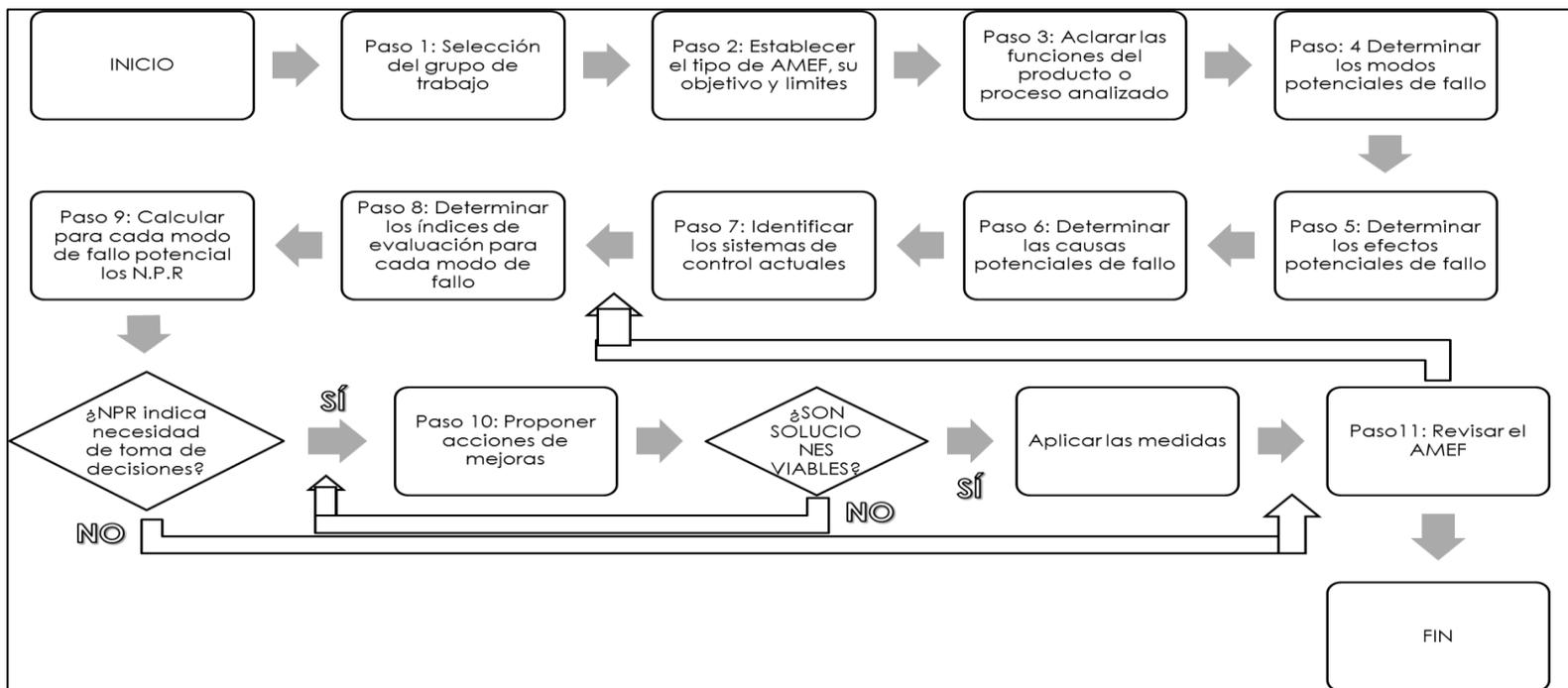


Figura 3.4 Pasos para realizar el AMEF, diagrama de flujo. (Gómez, 2016).

Paso 1. Selección del grupo de trabajo: el grupo de trabajo estará compuesto por personas que dispongan de amplia experiencia y conocimientos del producto/servicio y/o del proceso objeto del AMEF.

Paso 2. Establecer el tipo de AMEF a realizar, su objeto y límites: se definirá de forma precisa el producto o parte del producto, el servicio o el proceso objeto de estudio, delimitando claramente el campo de aplicación del AMEF. El objeto del estudio no debería ser excesivamente amplio, recomendando su subdivisión y la realización de varios AMEF en caso contrario. Para el cumplimiento de este paso se requiere un conocimiento básico, común a todos los integrantes del grupo, del objeto de estudio. En el caso de un AMEF de proceso, se recomienda la construcción de un diagrama de flujo que clarifique el mismo para todos los participantes.

Paso 3. Aclarar las prestaciones o funciones del producto o del proceso analizado: lista la función del proceso que corresponda a cada paso del proceso u operación siendo analizado. La función del proceso describe el propósito o intención de la operación. Es necesario un conocimiento exacto y completo de las funciones del objeto de estudio para identificar los modos de fallo potenciales, o bien tener una experiencia previa de productos o procesos semejantes.

Paso 4. Determinar los modos potenciales de fallo: para cada función definida en el paso anterior, hay que identificar todos los posibles modos de fallo. Un modo de falla potencial es definido como la manera en la cual un proceso podría fallar potencialmente para cumplir con los requerimientos del proceso. Esta identificación es un paso crítico y por ello se utilizarán todos los datos que puedan ayudar en la tarea, por ejemplo: AMEF anteriormente realizados para productos/servicios o procesos similares, estudios de fiabilidad, datos y análisis sobre reclamos de clientes tanto internos como externos, los conocimientos de los expertos mediante la realización de tormentas de ideas o procesos lógicos de deducción.

Paso 5. Determinar los efectos potenciales de fallo: para cada modo potencial de fallo se identificarán todas las posibles consecuencias que éstos pueden implicar para el cliente. Al decir cliente, se refiere tanto al cliente externo como al interno. Cada modo de fallo puede tener varios efectos potenciales.

Paso 6. Determinar las causas potenciales de fallo: para cada modo de fallo se identificarán todas las posibles causas ya sean estas directas o indirectas. Causa potencial de una falla es definida como una indicación de como una falla podría ocurrir, y es descrita en términos de algo que pudiera ser corregido o controlado. La causa potencial de una falla puede ser una indicación de una debilidad del diseño o proceso, y consecuencia del mismo es el modo de falla. Para el desarrollo de este paso se recomienda la utilización de los diagramas causa-efecto, diagramas de relaciones o cualquier otra herramienta de análisis de relaciones de causalidad. Puede haber una o más causas que puedan resultar en el modo de falla siendo analizado.

Paso 7. Identificar sistemas de control actuales: en este paso se buscarán los controles diseñados para prevenir las posibles causas del fallo, o bien para detectar el modo de fallo resultante. Los controles actuales son descripciones de los controles que pueden ser ya sea para prevenir en un alcance posible, la causa de la falla o detectar el modo de la falla. Esta información se obtiene del análisis de sistemas y procesos de control de productos/servicios o procesos, similares al objeto de estudio.

Paso 8. Determinar los índices de evaluación para cada modo de fallo: existen tres (3) índices de evaluación:

Índice de gravedad (G): evalúa la gravedad del efecto o consecuencia de que se produzca un determinado fallo para el cliente. La evaluación se realiza en una escala del 1 al 10 en base a un cuadro de gravedad (tabla 3.2), y que es función de la

mayor o menor insatisfacción del cliente por la degradación de la función o las prestaciones.

Cada una de las causas potenciales correspondientes a un mismo efecto se evalúa con el mismo índice de gravedad. En el caso de que una misma causa pueda contribuir a varios efectos distintos del mismo modo de fallo, se le asignará el índice de gravedad mayor.

Tabla 3.2 Cuadro de gravedad. (Horacio y Pereira, 1995)

CRITERIO	CLASIFICACION
Irrazonable, esperar que el fallo produjese un efecto perceptible en el rendimiento del producto o servicio. Probablemente el cliente no podrá detectar el fallo	1
Baja gravedad, debido a la escasa importancia de las consecuencias del fallo, que causarían en el cliente un ligero descontento	2 3
Moderada gravedad, del fallo que causaría al cliente. Cierta descontento. Puede ocasionar retrabajos.	4 5 6
Alta clasificación de gravedad, debido a la naturaleza del fallo que causa en el cliente un alto grado de insatisfacción sin llegar a incumplir la normativa sobre seguridad o quebrando las leyes. Requiere retrabajos mayores.	7 8
Muy alta clasificación de gravedad, que origina total insatisfacción del cliente, o puede llegar a suponer un riesgo para la seguridad o incumplimiento de la normativa.	9 10

Índice de Ocurrencia (O): evalúa la probabilidad de que se produzca el modo de fallo por cada una de las causas potenciales en una escala del 1 al 10 en base a una "Tabla de Ocurrencia".

Para su evaluación, se tendrán en cuenta todos los controles actuales utilizados para prevenir que se produzca la causa potencial del fallo. (Tabla 3.3).

Tabla 3.3 Cuadro de ocurrencia. (Horacio y Pereira, 1995)

CRITERIO	CLASIFICACION	PROBABILIDAD
Remota probabilidad de ocurrencia. Sería irrazonable esperar que se produjese el fallo.	1	1/10.000
Baja probabilidad de ocurrencia. Ocasionalmente podría producirse un numero relativo bajo de fallos.	2	1/5.000
	3	2/2.000
Moderada probabilidad de ocurrencia. Asociado a situaciones similares que hayan tenido fallos esporádicos, pero no en grandes proporciones.	4	1/1.000
	5	1/500
	6	1/200
Alta probabilidad de ocurrencia. Los fallos se presentan con frecuencia	7	1/100
	8	1/50
Muy alta probabilidad de ocurrencia. Se produciría el fallo casi con total seguridad.	9	1/20
	10	1/10

Índice de Detección (D): evalúa, para cada causa, la probabilidad de detectar dicha causa y el modo de fallo resultante antes de llegar al cliente en una escala del 1 al 10 en base a una "tabla de detección". (Tabla 3.4). Para determinar el índice D se supondrá que la causa de fallo ha ocurrido y se evaluará la capacidad de los controles

actuales para detectar la misma o el modo de fallo resultante. Los tres (3) índices anteriormente mencionados son independientes y para garantizar la homogeneidad de su evaluación, éstas serán realizadas por el mismo grupo de análisis.

Tabla 3.4 Cuadro de detección. (Horacio y Pereira, 1995)

CRITERIO	CLASIFICACION	PROBABILIDAD
Remota probabilidad de que el defecto llegue al cliente. Casi completa fiabilidad de los controles.	1	1/10.000
Baja probabilidad de que el defecto llegue al cliente. Ya que, de producirse sería detectado por los controles o en fases posteriores del proceso.	2	1/5.000
	3	2/2.000
Moderada probabilidad de que el producto o servicio defectuoso llegue al cliente.	4	1/1.000
	5	1/500
	6	1/200
Alta probabilidad de que el producto o servicio defectuoso llegue al cliente, debido a la baja fiabilidad de los controles existentes.	7	1/100
	8	1/50
Muy alta probabilidad de que el producto o servicio defectuoso llegue al cliente. Este está latente y no se manifestaría en la fase de fabricación del producto.	9	1/20
	10	1/10

Paso 9. Calcular para cada modo de fallo potencial los números de prioridad de riesgo (NPR): Para cada causa potencial, de cada uno de los modos de fallo potenciales, se calculará el número de prioridad de riesgo multiplicando los Índices de Gravedad (G), de Ocurrencia (O) y de Detección (D) correspondientes.

$$\text{NPR} = \text{G} \cdot \text{O} \cdot \text{D} \quad (3.2)$$

Dónde:

G = Gravedad

O = Ocurrencia

D = Detección

El valor resultante podrá oscilar entre 1 y 1.000, correspondiendo a 1.000 el mayor potencial de riesgo. El resultado final de un AMEF es, por tanto, una lista de modos de fallo potenciales, sus efectos posibles y las causas que podrían contribuir a su aparición clasificados por unos índices que evalúan su impacto en el cliente.

Paso 10. Proponer acciones de mejora: cuando se obtengan Números de Prioridad de Riesgo (NPR) elevados: deberán establecerse acciones de mejora para reducirlos. Se fijarán, asimismo, los responsables y la fecha límite para la implantación de dichas acciones. Con carácter general, se seguirá el principio de prevención para eliminar las causas de los fallos en su origen (acciones correctoras). En su defecto, se propondrán medidas tendentes a reducir la gravedad del efecto (acciones contingentes). Finalmente, se registrarán las medidas efectivamente introducidas y la fecha en que se hayan adoptado.

Paso 11. Revisar y seguir el AMEF: el AMEF se revisará periódicamente, en la fecha que se haya establecido previamente, evaluando nuevamente los índices de

gravedad, ocurrencia y detección y recalculando los números de prioridad de riesgo (NPR), para determinar la eficacia de las acciones de mejora.

3.20.6 Interpretación del AMEF

El AMEF es una herramienta útil para la priorización de los problemas potenciales, marcándonos mediante el NPR (número de prioridad de riesgo) la pauta a seguir en la búsqueda de acciones que optimicen el diseño de un producto/servicio o el proceso planificado para su obtención. Los puntos prioritarios en la actuación serán:

- Aquellos en que el número de prioridad de riesgo es elevado. Se puede considerar la siguiente tabla:

Tabla 3.5. Numero de prioridad de riesgo de acuerdo a índices de evaluación. (Scarpatti Fernando,2016)

INDICE DE EVALUACION	N.º DE PRIORIDAD DE RIESGO	
1-50	Bajo	
51-100	Medio	
101-200	Alto	
201-1000	Muy Alto	

- Aquellos en que el índice de gravedad es muy elevado, aunque el NPR se mantenga dentro de los límites normales.

Las acciones que surgen como consecuencia del análisis del resultado del AMEF pueden ser orientadas a:

1. Reducir la gravedad de los efectos del modo de fallo: es un objetivo de carácter preventivo que requiere la revisión del producto/servicio. es la solución más deseable, pero, en general, la más complicada. Cualquier punto donde la gravedad sea alto debe llevar consigo un análisis pormenorizado para asegurarse de que el impacto no llega al cliente o usuario. Solo una revisión del diseño o proceso puede traer una reducción en el rango de gravedad.

2. Reducir la probabilidad de ocurrencia: es un objetivo de carácter preventivo que puede ser el resultado de cambios en el producto/servicio o bien en el proceso de producción. En el caso en que se produzca el fallo, aunque éste no llegue al cliente o su gravedad no sea alta, siempre se incurre en deficiencias que generan un aumento de costes de transformación.

3. Aumentar la probabilidad de detección: es un objetivo de carácter correctivo y, en general, debe ser la última opción a desarrollar por el grupo de trabajo, ya que con ella no se atacan las causas del problema.

4. Requiere la mejora del proceso de control existente. el incremento de la frecuencia de inspección no es usualmente una acción efectiva y solo debiera ser usado como medida temporal para recolectar información sobre el proceso mismo de forma que puedan implementarse acciones correctivas/preventivas permanentes. (Figueroa, Y. y Ramos, J., 2011).

3.3.20.7 Beneficios de la aplicación del AMEF

Los principales beneficios que se obtienen al aplicar este método AMEF son los siguientes:

- Potencia la atención al cliente: en la aplicación del método AMEF y la consiguiente reducción, al mínimo, del número de prioridad de riesgo, lo que se pretende es que el efecto para los clientes (tanto externos como internos) de los posibles modos de fallo sea el mínimo posible. Esto se consigue mediante las acciones correctoras.

- Potencia la comunicación entre los departamentos: la organización para la realización del AMEF requiere que diversos departamentos de la empresa colaboren en la búsqueda de los modos de fallo y sus soluciones. Esta interacción facilita la comunicación entre departamentos, de forma que los problemas no se observan como relativos a un departamento, sino al conjunto de la empresa.

- Facilita el análisis de los productos y los procesos: la estructuración sistemática del AMEF permite recopilar una enorme cantidad de información que de otra forma sería imposible, Además, proporciona la información necesaria para decidir qué es lo que se debe hacer y por qué, de forma clara y concisa, fomentando la participación del grupo.

- Mejora la calidad de los productos y los procesos: el AMEF permite, mediante la ponderación y la selección, proponer y aplicar las acciones correctoras que mejoran el diseño o el proceso, de forma que se reduce el riesgo de ocurrencia de ineficacias y, por lo tanto, el resultado es una mejora de la calidad del producto o del proceso.

- Reduce los costes operativos: la filosofía de la prevención y de la mejora continua, que subyace en el AMEF, ayuda a eliminar las ineficiencias existentes, con la consiguiente reducción en tiempo y dinero.

- Ayuda a cumplir con requisitos ISO 9000 y directivas europeas de responsabilidad de productos

La razón por la que el AMFE se aplica a todos los apartados de la norma ISO 9000, es porque el AMFE comparte el objetivo y el espíritu de modo de prevención que impregna este estándar. Se debe recordar siempre que por definición el AMFE es una herramienta que quiere optimizar el sistema, diseño, proceso y/o servicio a través de la modificación, mejora y/o eliminación de cualquier problema conocido o potencial.

Las eliminaciones de los modos de fallas potenciales tienen beneficios tanto a corto como a largo plazo, A corto plazo, representan ahorros de los costos de reparaciones, las pruebas repetitivas y el tiempo de paro.

El beneficio a largo plazo es mucho más difícil medir puesto que se relaciona con la satisfacción del cliente con el producto y con su percepción de la calidad, esta percepción afecta las futuras compras de los productos y es decisiva para crear una buena imagen de los mismos.

3.3 Bases legales

El presente estudio se fundamenta legalmente en las siguientes bases:

3.3.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela

Artículo 112. “El Estado promoverá la iniciativa privada, garantizando la creación y justa distribución de la riqueza, así como la producción de bienes y servicios que satisfagan las necesidades de la población, la libertad de trabajo, empresa, comercio, industria, sin perjuicio de su facultad para dictar medidas para

planificar, racionalizar y regular la economía e impulsar el desarrollo integral del país”. Mediante este artículo el Ejecutivo Nacional pretende promover la creación de empresas privadas que produzcan bienes y servicios necesarios tanto para la población como para el desarrollo del país.

Artículo 299. “El Estado, conjuntamente con la iniciativa privada, promoverá el desarrollo armónico de la economía nacional con el fin de generar fuentes de trabajo, alto valor agregado nacional, elevar el nivel de vida de la población y fortalecer la soberanía económica del país, garantizando la seguridad jurídica, solidez, dinamismo, sustentabilidad, permanencia y equidad del crecimiento de la economía, para lograr una justa distribución de la riqueza mediante una planificación estratégica democrática, participativa y de consulta abierta”. Con este artículo se pretende promover el trabajo en conjunto del Estado Venezolano con la empresa privada, con el fin de asegurar un país económicamente independiente, que le brinde alta calidad de vida a su población, a través de la generación de empleo, distribuyendo de forma equitativa la riqueza de la nación.

3.3.2 La ley Orgánica de Prevención, condiciones y medio ambiente de trabajo (LOPCYMAT)

En el artículo 53 habla sobre los derechos de los trabajadores de la empresa:

1. Ser informados al inicio de su actividad, de las condiciones en que esta se va a desarrollar.
2. Recibir formación teórica y práctica en la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales.

3. Rehusarse a trabajar a interrumpir una tarea o actividad, cuando exista un peligro inminente que ponga en riesgo su vida.

4. Denunciar condiciones inseguras insalubres de trabajo.

5. Ser reubicados de sus puestos de trabajo o a la adecuación de sus tareas por razones de salud, rehabilitación o reinserción laboral.

6. Que se le realicen periódicamente exámenes de salud preventivos.

3.3.3 Ley Orgánica del trabajo los trabajadores y trabajadoras (LOTTT)

Artículo 173. La jornada de trabajo no excederá de cinco días a la semana y el trabajador o trabajadora tendrá derecho a dos días de descanso, continuos y remunerados durante cada semana de labor.

La jornada de trabajo se realizará dentro de los siguientes límites:

1. La jornada diurna, comprendida entre las 5:00am y las 7:00pm no podrá exceder de ocho (8) horas diarias ni de cuarenta (40) horas semanales.

2. La jornada nocturna, comprendida entre las 7:00pm y las 5:00am no podrá exceder de seis (6) horas diarias ni de treinta y cinco (35) horas semanales.

3. Toda prolongación de la jornada nocturna en horario diurno se considerará como hora nocturna.

4. Cuando la jornada comprenda periodos de trabajos diurnos y nocturnos se considerará jornada mixta y no podrá exceder de las siete horas y media diarias ni de

treinta y siete horas y media semanales. Cuando la jornada mixta tenga un periodo nocturno mayor de cuatro (4) horas se considerará jornada nocturna en su totalidad.

3.4 Definición de términos básicos

Alabes: es la paleta curva de la turbina, y forma parte del rodete. Los álabes desvían el flujo de corriente, bien para la transformación entre energía cinética a energía de presión o bien para intercambiar cantidad de movimiento del fluido con un momento de fuerza en el eje. (Groover M., 1997)

Barra de acero: cilindro metálico que utiliza el torno para la fabricación de tuercas para eje. (Groover M., 1997)

Carcaza o caracol: según las dimensiones de la turbina, se construye con láminas de acero, y su función principal es la de transformar la energía cinética y cubrir las partes internas de la turbina como el impeler. Dicha carcaza se une con un impeler y la pieza unión para poder así evitar que el agua salpique hacia los lados, y pueda salir mediante el tubo de salida de manera adecuada. (Groover M., 1997)

Electrodo: es un conductor eléctrico que utiliza la máquina de soldadura para realizar la acción de unir piezas metálicas. (Jeffus, L., 2009)

Escalones: líneas diseñadas con el torno que permite la fijación de mangueras. (Correa J., 2009)

Espárragos: elemento metálico que permite la fijación temporal de unas piezas con otras. (Groover M., 1997)

Falla: daño que impide el buen funcionamiento de la maquinaria o equipo. (Villanueva, 2006)

Impeler: consiste en un disco de acero, situado con una rosca para ejes y en la otra cara contiene alabes curvados en dirección contraria al movimiento, según los esfuerzos que deba soportar y una rosca para ejes la agresividad del medio que deba impulsar. (Groover M., 1997)

Lámina: porción de cualquier material de amplia superficie y grosor determinado. (Groover M., 1997)

Mantenimiento: son todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo, equipo, máquina o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función. (Villanueva, 2006)

Martillo: herramienta utilizada para darle la forma de aspa la lámina de acero. (Creus ,1997)

Niple: cilindro metálico que utiliza la entrada y salida del agua. (Groover M., 1997)

Prensado: consiste en crear piezas metálicas deformando el material térmicamente con el fin de obtener una variedad de formas, radios, diámetros y longitudes deseadas. (Correa J., 2009).

Roscas para eje: permite garantizar que las dos mitades (interior y exterior) de una unión roscada se ajusten correctamente para producir una conexión capaz de soportar una carga dada, estas se construyen en acero, de sección maciza o hueca. (Groover M., 1997)

Soldadura: consiste en realizar la unión de dos metales por medio de calor o presión utilizando electrodos. (Correa J., 2009)

Soplete: herramienta de combustión que genera llamas y es utilizado para cortar lámina de acero. (Creus ,1997)

Segueta: es una sierra de marquetería, pequeña que consta con una hoja muy fina sujeta con unas clavijas giratorias que permiten cortar los metales. (Creus ,1997)

Taladrado: consiste en perforar o hacer agujeros cilíndricos deseados por arranque de virutas. (Correa J., 2009)

Torneado: consiste en arrancar virutas por medio de un filo o herramienta que avanza longitudinalmente mientras la pieza a mecanizar gira accionada por el torno. (Correa J., 2009)

Tubo de entrada y salida: también llamado tubo de sección, son construidos con niples y se utiliza frecuentemente en las turbinas de reacción, este tubo hace que, entre el agua mediante una manguera, y salga por el otro extremo de manera más potente. (Groover M., 1997)

Tuercas para eje: permiten la fijación axial segura y precisa de la turbina. (Groover M., 1997)

Viruta: es un fragmento de material residual en forma de espiral que es extraído mediante un cepillo u otras herramientas tales como brocas al realizar trabajos de peroración sobre metales y es considerado un residuo en las industrias de metal. (Correa J., 2009)

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

En este capítulo se presenta la metodología de trabajo, el cual contiene el tipo y diseño de investigación, población, muestra, recolección de información y técnicas utilizadas para el procesamiento y análisis de la información, debido a que estos comprenden los pasos a seguir desde el inicio del estudio hasta su culminación. A continuación, se describe el tipo de investigación.

4.1 Tipos de investigación

4.1.1 Según el nivel de la investigación

El tipo de investigación está orientada hacia un tipo de investigación descriptiva y proyectiva.

El estudio se enmarca dentro de una investigación descriptiva; “La investigación descriptiva consiste en la identificación de las características del evento en estudio. Los perfiles, las taxonomías, los estudios historiográficos, los estudios anatómicos, los estudios topográficos, los censos, los estudios epidemiológicos, por ejemplo, son investigaciones descriptivas”. (Hurtado, 2010 p.133).

En el presente trabajo de investigación se pretende identificar los equipos que intervienen el proceso “fabricación de turbinas”, para luego proponer un plan de mantenimiento preventivo a los equipos que utiliza dicho proceso productivo. En el plan de mantenimiento se procederá a describir los procedimientos o métodos que

satisfaga las necesidades de la empresa y que le permita alargar la vida útil de los equipos, trabajando de esta forma con la realidad de los hechos.

Por otra parte, la investigación es de tipo proyectiva, “Este tipo de investigación intenta proponer soluciones a una situación determinada. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, más no necesariamente ejecutar la propuesta”. (Hurtado, 2010 p.133).

En la presente investigación ofrece dentro de sus objetivos, la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A.

4.1.2 Según el diseño de la investigación

El diseño de la investigación es de campo y documental.

“Los diseños de campo, se basan en informaciones obtenidas directamente de la realidad, permitiéndole al investigador cerciorarse de las condiciones reales en que se han conseguido los datos”. (Sabino, 2002 p.64). Tomando en cuenta esta referencia, la investigación se puede considerar de campo; debido a que la información obtenida fue recolectada directamente de la realidad.

Por otra parte, “Se entiende por investigación documental, el estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos”. (Pérez, 2004 p.67).

La investigación necesita las bases teórico-referenciales, de forma que será apoyada en un diseño documental, mediante la consulta de trabajos previos.

Puede concluirse que, de acuerdo a la búsqueda de información, esta es una investigación de tipo mixta, ya que se apoya en la investigación de campo y documental, para alcanzar los objetivos.

4.2 Población de la investigación

“Es el conjunto de seres que poseen las características o evento a estudiar que se enmarcan dentro de los criterios de inclusión.” (Hurtado 2010, p.140). De acuerdo Hurtado, la población de esta investigación está conformada por la totalidad de equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A, en la tabla 4.1 muestra la población objeto de estudio.

Tabla 4.1 Población objeto de estudio. (Elaboración propia, 2017)

Equipo	Cantidad	Marca -Modelo
Torno paralelo	1	Arien - A4515
Taladro de columna	1	Arien - TCPA 50 ET
Prensa hidráulica	1	Truper- Preh-20
Máquina de soldadura	1	Lincoln - AC-225C

4.3 Muestra de la investigación

“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.” (Hurtado,2010 p.140). Por lo tanto, la muestra de esta investigación esta representada por el 100% de la población.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1 Técnica de recolección de datos

Las técnicas son los procedimientos utilizados para recopilar datos, como: encuestas, entrevistas, revisión documental, observación., entre otros, y los instrumentos son las herramientas con las que se van a recoger los datos como cuestionarios o instrumentos de medición dependiendo de la investigación. (Hurtado, 2010). Las técnicas que serán manejadas para la recolección de los datos en el presente estudio, son las siguientes:

4.4.1.1 Recopilación de material bibliográfico

Mediante la consulta en libros, informes, trabajo de grado, internet o en cualquier otro material relacionado con el tema de investigación, se pudo recopilar información relevante para la investigación. Esta técnica permitió extraer las bases teóricas y los antecedentes del problema de investigación, sirviendo como herramientas documentales que sustentan el trabajo propuesto.

4.4.1.2 Observación directa

A través de esta técnica se logra visualizar y examinar los equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas”, las condiciones de trabajo y las actividades del personal en sus respectivas áreas de trabajo, permitiendo indagar en los posibles fallos de los equipos y recolectar información necesaria para explicar la situación actual que presenta dicho proceso en la empresa Taller Industrial Milenium, C.A.

4.4.1.3 Entrevista no estructurada

Esta técnica se emplea para conseguir información específica acerca de las condiciones de los equipos estudiados y las distintas actividades de mantenimiento aplicadas a los mismos, además de que se realizaran con frecuencia necesaria a medida que la investigación así lo exija, contara con preguntas abiertas y cerradas y el tiempo por el que sea preciso dependiendo la necesidad de información.

4.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Los materiales utilizados en la investigación se clasificaron en equipos de campo, equipos de oficina y herramientas.

4.4.2.1 Equipos de campo

Dentro de esta clasificación se utilizó: papel, lápices, cámara fotográfica y pendrive.

4.4.2.2 Equipos de oficina

Fueron utilizados: bolígrafos, computadora, documentos de consulta, escáner, fotocopidora, impresora y lápices.

4.4.2.3 Herramientas informáticas

Para la obtención y codificación de los datos, así como la estructuración formal del informe final, se utilizarán los siguientes paquetes computarizados:

1. Microsoft Excel: programa de computación utilizado para elaborar hojas de cálculo, construcción de tablas, gráficos...

2. Microsoft Word: programa de computación utilizado para la transcripción del informe.

3. Microsoft PowerPoint: programa de computación utilizado para elaborar la presentación del informe.

4.5 Técnicas de ingeniería industrial

4.5.1 Diagrama de flujo del proceso

Un diagrama de flujo del proceso, es una representación gráfica que permite informar de manera clara, ordenada y concisa un proceso, está formado por una serie de símbolos unidos por flechas, cada símbolo representa una acción específica las flechas entre los símbolos representan el orden de realización de las acciones. Esta técnica permite mostrar gráficamente los pasos partiendo de una entrada, serie de acciones y salida para explicar de una manera más clara, y concisa el proceso de “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A.

4.5.2 Diagrama causa- efecto

El diagrama causa de causa-efecto, diagrama de Ishikawa, o también llamado diagrama de espina de pescado, es una técnica gráfica ampliamente utilizada, que permite apreciar con claridad las relaciones entre un tema o problema y las posibles causas que pueden estar contribuyendo para que él ocurra.

Esta técnica permite analizar las probables causas que generan fallas en el proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A.

4.5.3 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto, es una gráfica donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendentes, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. Si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema. Esta técnica permite jerarquizar la frecuencia de fallos de los equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas”, y en base a ello tomar acciones preventivas para el plan propuesto.

4.5.4 Análisis de criticidad

El análisis de criticidad, es una metodología que permite establecer las prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual. Esta técnica permite priorizar las causas potenciales en los equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas”, teniendo en cuenta los resultados de este análisis como base para la propuesta de mantenimiento preventivo a dichos equipos.

4.5.5 Análisis del modo y efectos de fallas (AMEF)

Es una herramienta que permite identificar las variables significativas del proceso/producto para poder determinar y establecer las acciones correctoras necesarias para la prevención el fallo, o la detección del mismo si éste se produce. Esta técnica permitió reconocer y evaluar las fallas presentes en los equipos que intervienen en el proceso de “fabricación de turbinas”, así como los efectos de dichas fallas, con lo que se identificaron acciones que podrían eliminar o reducir la posibilidad de que ocurran dichos fallos.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos una vez aplicadas las técnicas e instrumentos de recolección de datos planteados en la metodología de trabajo. Estos resultados permitirán dar respuestas a los objetivos específicos establecidos y a la consecución del objetivo general de la investigación.

5.1 Análisis de la situación actual que presentan los equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A, en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar.

5.1.1 Nivel de producción de la empresa

En la tabla 5.1, muestra los productos ofrecidos por la empresa Taller Industrial Milenium, C.A, donde se puede observar claramente su frecuencia de salida, porcentaje de frecuencia, y frecuencia acumulada de cada uno de los productos fabricados desde el año 2007, hasta el año 2015, esta información fue suministrada por la administración de la empresa, quien es la personal encargado de planificar, coordinar administrar y de llevar un control de la documentación correspondiente de los productos fabricados, obteniendo como resultado una demanda de turbinas en el mercado que supera los demás productos ofrecidos por la organización , con una salida de 9600 y una frecuencia acumulada de 82%, Por lo tanto, la presente investigación se enfocó en la elaboración de turbinas como objeto de estudio.

Tabla 5.1 Productos ofrecidos por la empresa desde el 2007 hasta el 2015. (Taller Industrial Milenium, C.A, 2017)

Ítems	Producto	Capacidad de salida	Frecuencia %	Frecuencia Acumulada
1	Turbinas	9.600	82%	82%
2	Tuberías de Riego	800	6.8%	88.4%
3	Implementos Agrícolas	600	5.1%	93.9%
4	Rastras rotativas	400	3.4%	97.3%
5	Plataforma de camiones	300	2.5%	100%
Total		11.700	100%	

La figura 5.1 ilustra el nivel de producción de los productos ofrecidos por la empresa Taller Industrial Milenium, C.A, donde claramente se observa que el proceso de “fabricación de turbinas” es la líder con la mayor salida de productos ofrecidos, por la empresa, llevando el primer lugar de la lista y con un porcentaje de 82%. En el periodo de 2007 hasta el año 2015.

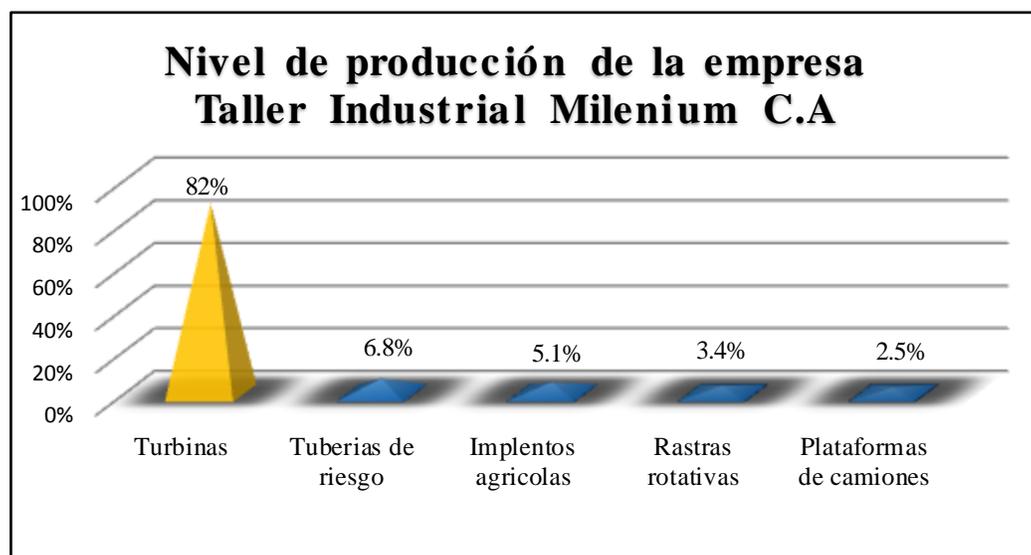


Figura 5.1 Nivel de producción de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A. (Elaboración propia, 2017)

La tabla 5.2 muestra la capacidad instalada y utilizada anual de los productos ofrecidos por la empresa Taller Industrial Milenium, C.A.

Tabla 5.2 Capacidad instalada y utilizada anual de los productos ofrecidos por la organización (Taller Industrial Milenium, C.A, 2017)

Producto	Capacidad Instalada Anual	%	Capacidad utilizada Anual	%
Turbinas	2.000	73%	1.200	44%
Tuberías de Riego	300	11%	100	4%
Implementos Agrícolas	200	7%	75	3%
Rastras rotativas	150	5%	50	2%
Plataforma de camiones	100	4%	35	1%
Total	2.750	100%	1.460	53%

La figura 5.2 muestra el grafico de la capacidad instalada y utilizada de los productos ofrecidos por la empresa Taller Industrial Milenium, C.A por año, donde se observa que en la “fabricación de turbinas” la capacidad utilizada es de 1200 turbinas, lo que representa un 44% de la producción.

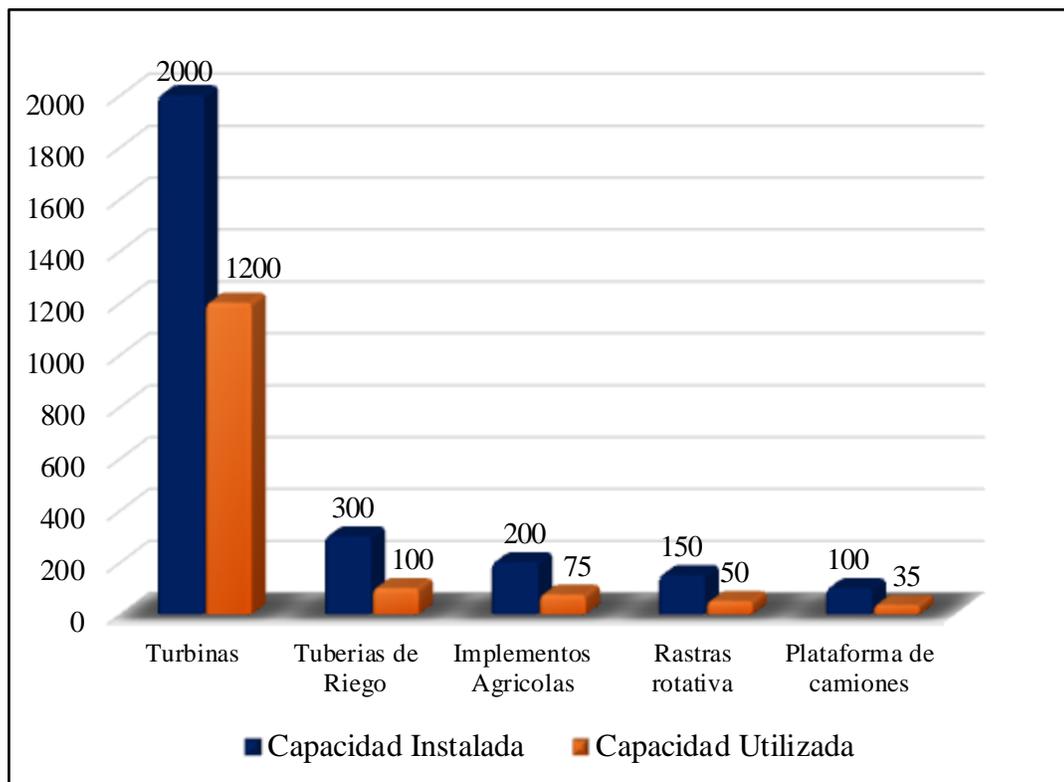


Figura 5.2 Capacidad instalada y utilizada anual de los productos ofrecido por el Taller Industrial Milenium, C.A (Elaboración propia, 2017)

5.1.2 Materiales y equipos para la “fabricación de turbinas”

El proceso de “fabricación de turbinas”, inicia con la recepción de la materia prima, las cuales son: lamina de acero, niples, barra de acero y espárragos, también cuenta principalmente con tres (3) partes, que, al ser ensambladas entre sí, forman una turbina. En la tabla 5.3. Muestra los materiales y equipos necesarios para el proceso de “fabricación de turbinas”, así como también sus partes y funcionamiento.

Tabla 5.3 Materiales, equipos, partes y funcionamiento de la turbina. (Elaboración propia, 2017)

Ítems	Partes	Función	Material Utilizado	Herramientas y Equipos	Figura
1	Carcaza o caracol	Transformar la energía cinética y cubrir las partes internas de la turbina. Dicha carcaza se une con un impeler para poder así evitar que el agua salpique hacia los lados, y pueda salir mediante el tubo de salida de manera adecuada.	<ul style="list-style-type: none"> • Láminas de acero. • Niple. 	<ul style="list-style-type: none"> • Soplete. • Máquina de soldadura. • Prensa Hidráulica. 	
2	Unión	Es la pieza que une la turbina, consiste en una circunferencia con perforaciones hechas por el taladro de columna, que unido con los espárragos que contiene la pieza orbita, cierra por completo el flujo de la corriente, para su transformación entre energía cinética a energía de presión .	<ul style="list-style-type: none"> • Láminas de acero. 	<ul style="list-style-type: none"> • Soplete. • Taladro de columna 	

Continuación tabla 5.3

Ítems	Partes	Función	Material Utilizado	Herramientas y Equipos	Figura
3	Impeler	Consiste en un disco de acero, situado con una rosca para ejes y en la otra cara contiene alabes curvados en dirección contraria al movimiento, según los esfuerzos que deba soportar.	<ul style="list-style-type: none"> • Lamina de acero. • Barra de acero 	<ul style="list-style-type: none"> • Soplete. • Máquina de soldadura. • Torno paralelo. 	

5.1.3 Proceso productivo

Para la “fabricación de turbinas” en la empresa Taller Industrial Milenium, C.A se desarrollan los siguientes procesos:

- Almacenamiento
- Proceso de cortado
- Proceso de torneado
- Proceso de prensado
- Proceso de taladrado
- Proceso de soldadura
- Ensamblado

A continuación, en la figura 5.3 se elaboró un flujograma que permita explicar todos los procesos de fabricación de turbinas desarrollados en la organización:

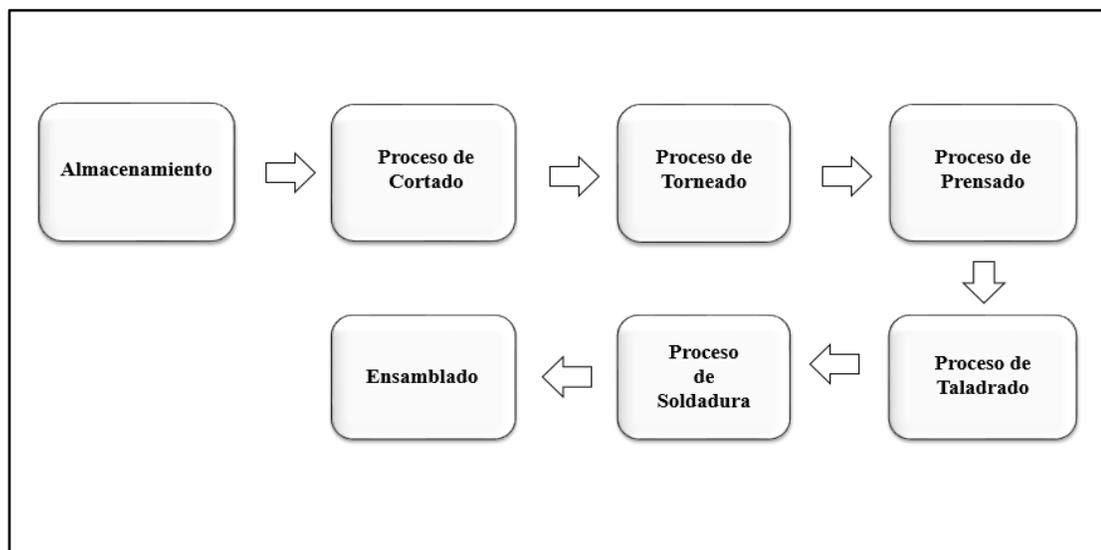


Figura 5.3 Flujograma proceso “fabricación de turbinas” (Elaboración propia, 2017).

1. Proceso de almacenamiento: consiste en recopilar diferentes tipos de materiales tales como: láminas de acero, barra de acero, niples, y espárragos.

2. Proceso de cortado: consiste en trasladar los materiales a utilizar del almacenamiento, hasta el área de corte , utilizando instrumentos como soplete el cual es un instrumento tubular en el que se inyecta por uno de sus extremos una mezcla de oxígeno y un gas combustible como hidrógeno, y al salir por la boquilla del extremo opuesto produce una llama de alto potencial calórico, y se utilizada para cortar metales, con esta herramienta el operario las utiliza para extraer los cortes necesarios para los materiales.

- De la lámina de acero: se extraen los seis (6) diferentes cortes los cuales son: carcaza o caracol pieza listón, pieza orbita, pieza impeler, pieza unión y los alabes.

- De la barra de acero: se extraen dos (2), que formaran las roscas para ejes de la turbina.

- Del Niple: se extraen dos (2) cortes, el primer corte es el tubo de entrada posteriormente el tubo de salida de agua.

3. Proceso de torneado: consiste en utilizar una máquina herramienta y/o equipo llamado torno paralelo que cumple con un proceso de “maquinado” por arranque de virutas, consiste en eliminar el material hasta darle forma final al producto. Para la pieza impeler el proceso de maquinado permite darle al producto final un aspecto brillante a la pieza y para los niples de entrada y salida se utiliza dicho proceso para crear los eslabones, estos eslabones son los que evitan salir cuando conectan la manguera por la presión del agua.

4. Proceso de prensado: consiste en crear piezas metálicas deformando el material térmicamente con el fin de obtener una variedad de formas, radios, diámetros y longitudes deseadas utilizando para ello una máquina herramienta y/o equipo llamado prensa hidráulica. Para el proceso de prensado uno de los niples específicamente el niple de salida, pasa por este proceso hasta obtener la deformación deseada.

5. Proceso de taladrado: consiste en perforar o hacer agujeros cilíndricos deseados por arranque de virutas utilizando una máquina herramienta y/o equipo llamado taladro de columna, para ello, la pieza orbita y pieza unión pasan por dicho proceso.

6. Proceso de soldadura: consiste en realizar la unión de dos metales por medio de calor o presión utilizando electrodos que permite la unión de las piezas hasta que se funde y una vez unidas las piezas es necesario dejar enfriar las piezas unidas, en el proceso de soldadura se utiliza la máquina de soldadura, que cumple con la función de unificar o soldar las siguientes partes:

- Carcaza con pieza listón,
- Carcaza y pieza listón con niples.
- Pieza orbita y espárragos con carcaza, pieza listón y niples.
- Alabes con pieza impeler.
- Pieza impeler con roscas para ejes.
- Pieza impeler y roscas para ejes con pieza unión.

7. Ensamblado: consiste en unificar todas las partes de la turbina.

La “fabricación de turbinas” pasa por los procesos anteriormente mencionados, el proceso productivo comienza con la recepción de materiales, las cuales son: lamina de acero (2,42m x 1,20m), barra de acero (2.04m de largo x 5.58cm de diámetro), niple (2m x 3cm de diámetro) y espárragos (5cm de largo x 1cm de diámetro), una vez recibido los materiales el operario se dirige a almacenarlos, posteriormente toma la lámina de acero de (2,42m x 1,20m) y se dirige al área de corte, sujeta un instrumento llamado soplete y procede a extraer 6 diferentes cortes de la siguiente medida:

- Pieza carcaza o caracol (34 cm de diámetro)
- Pieza listón (90.5cm x 5.5cm)
- Pieza orbita (34 cm de diámetro x 4cm)
- Pieza impeler (27 cm de diámetro)
- Pieza unión (33 cm de diámetro)
- Alabes (15 cm x 2.5 cm)

El operario verifica cada corte, si realiza el corte inadecuado el operario vuelve a cortar la lámina hasta extraer el corte adecuado, una vez cortadas las partes para la fabricación de turbina , el operario procede a trasladarse desde el área de corte hasta el almacén de materiales donde toma una barra de acero de (2.04m de largo x 5.58cm de diámetro), seguidamente se traslada hasta el área de corte con la barra de acero y sujeta un instrumento llamado segueta y procede a cortar las dos (2) rocas de ejes para la turbina con una medida de (4cm de largo) para cada rosca , seguidamente verifica cada corte.

Posteriormente el operario se traslada desde el área de corte hasta el almacén de materiales donde toma los niples de (2m x 3cm de diámetro) y se traslada desde el almacén de materiales hasta el área de corte donde sujeta el instrumento llamado

soplete y procede a extraer dos cortes , el primer corte es el tubo de entrada con una medida de (8cm x 3cm de diámetro) y el segundo corte es de (32cm x 3cm de diámetro) que serán los tubos de entrada y salida de agua respectivamente para la turbina, una vez realizado los cortes, inspecciona cada corte realizado luego procede a tomar el niple de salida de la turbina y se traslada desde el área de corte hasta la maquina prensa hidráulica donde seguidamente el niple de salida prensado para deformarlo a longitud requerida, luego, el operario se dirige con el niple de salida desde la maquina prensa hidráulica hasta la maquina torno paralelo donde inmediatamente procede a la creación de eslabones , debe de asegurarse de inspeccionar el corte adecuadamente.

Una vez creados los eslabones en el niple de salida , el operario se traslada desde la maquina torno paralelo hasta la máquina de soldadura, donde deja el niple en la mesa de trabajo y se traslada hasta el área de corte , toma el niple de entrada , se traslada hasta el torno paralelo y procede crearle los eslabones, luego se traslada con el niple de entrada con sus dichos eslabones hasta la máquina de soldadura donde deja el niple de entrada junto al niple de salida en la mesa de trabajo y se traslada hasta el área de corte donde toma la pieza carcaza o caracol y la pieza listón, se traslada a la máquina de soldadura donde inmediatamente procede a soldar la pieza carcaza con la pieza listón , espera unos minutos a que las piezas unidas se enfríen .

Mientras las piezas se van enfriando el operario se traslada hasta el área de corte donde toma la pieza orbita y se traslada con la pieza orbita desde área de corte hasta la maquina taladro de columna, inmediatamente procede a perforar 6 orificios de (0.75 cm) y una vez perforados e inspeccionados cada orificio se traslada desde el taladro de columna hasta la máquina de soldadura donde deja la pieza orbita en la mesa de trabajo.

Se traslada desde la mesa de trabajo hasta el almacén de materiales donde toma los espárragos de (5cm de largo x 1cm de diámetro) y se dirige hasta la máquina de soldadura, donde procede a soldar los espárragos con la pieza orbita, espera que dichas uniones se enfríen y procede a soldar la `pieza carcaza o caracol con la pieza orbita, espera a que dichas uniones se enfríen y finalmente procede a soldar los niples de entrada y salida a las piezas unidas.

Una vez unidas todas las partes el operario se traslada desde la máquina de soldadura hasta el área de ensamblaje donde deja dichas piezas unidas en la mesa de trabajo, seguidamente se traslada desde la mesa de trabajo hasta el área de corte donde toma la pieza impeler y las roscas de ejes, para trasladarse hasta la máquina torno paralelo donde dichas piezas sufren un proceso de “maquinado”, una vez “maquinado” el impeler y los ejes se traslada hasta la máquina de soldadura, donde procede a soldar , una rosca de eje con el impeler , mientras espera que las uniones de enfríen, el operario se traslada desde la máquina de soldadura hasta el área de corte donde toma los alabes que necesita, que vienen en medidas de (15cm x 2.5 cm).

Una vez tomado los alabes se dirige hasta la máquina de soldadura donde procede a soldar los alabes a la pieza impeler, inspecciona la unión y espera a que dichas piezas unidas se enfríen, una vez frías el operario se traslada con las piezas unidas desde la máquina de soldadura hasta el área de ensamble , deja las piezas en la mesa de trabajo y se dirige hasta el área de corte, donde toma la pieza unión y se traslada hasta el taladro de columna , perfora 6 orificios a (0.75 cm de diámetro) y los inspecciona , posteriormente se traslada desde el taladro de columna hasta la máquina de soldadura, donde procede a soldar la rosca de eje restante.

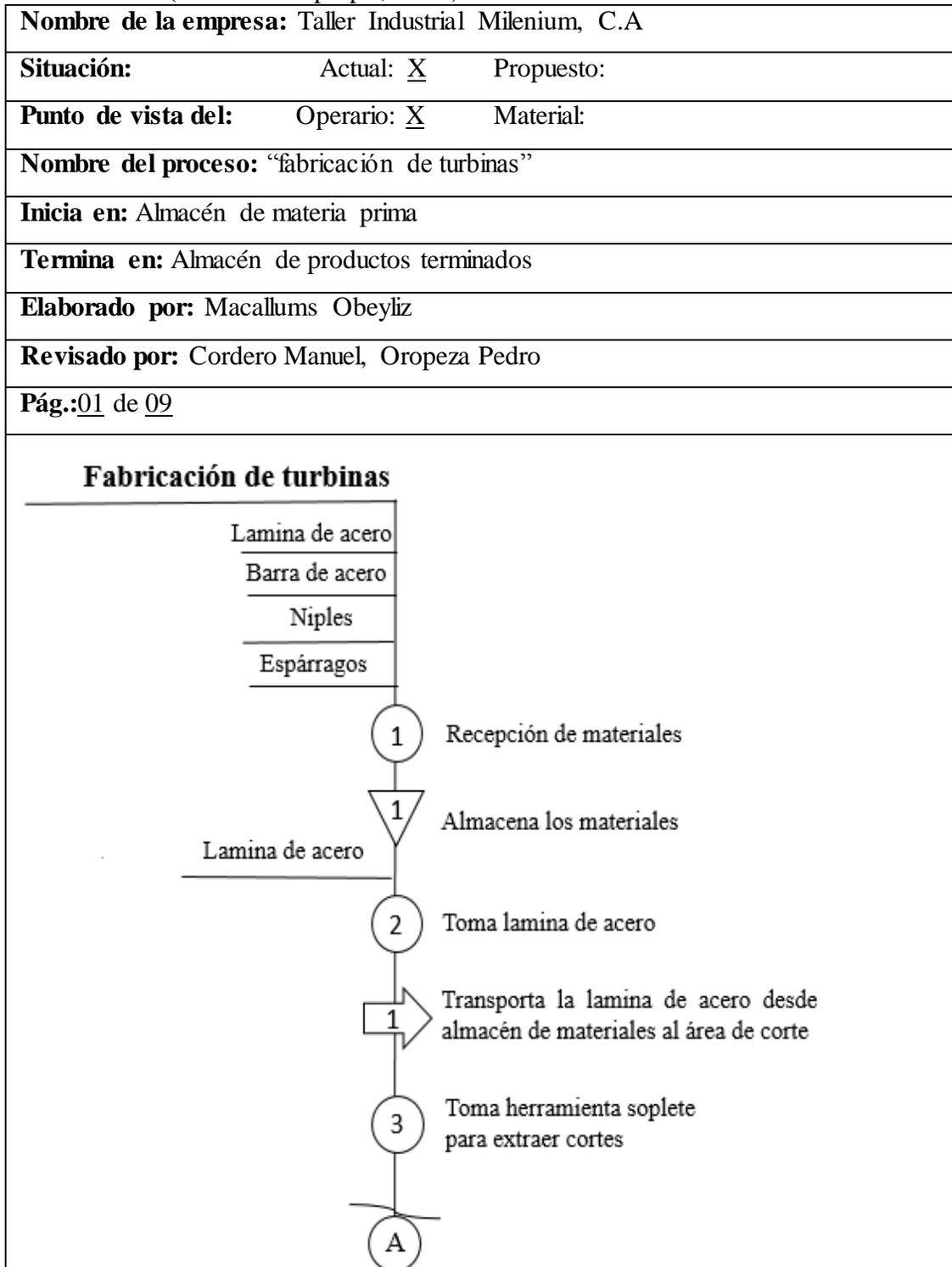
Con la pieza unión, espera a que dicha unión se enfríe y se traslada con las piezas unidas desde la máquina de soldadura hasta el área de ensamble, donde procede a ensamblar todas las partes anteriormente dejadas en la mesa de trabajo y

forma la turbina, una vez ensamblada todas las partes finalmente el operario procede almacenar la turbina.

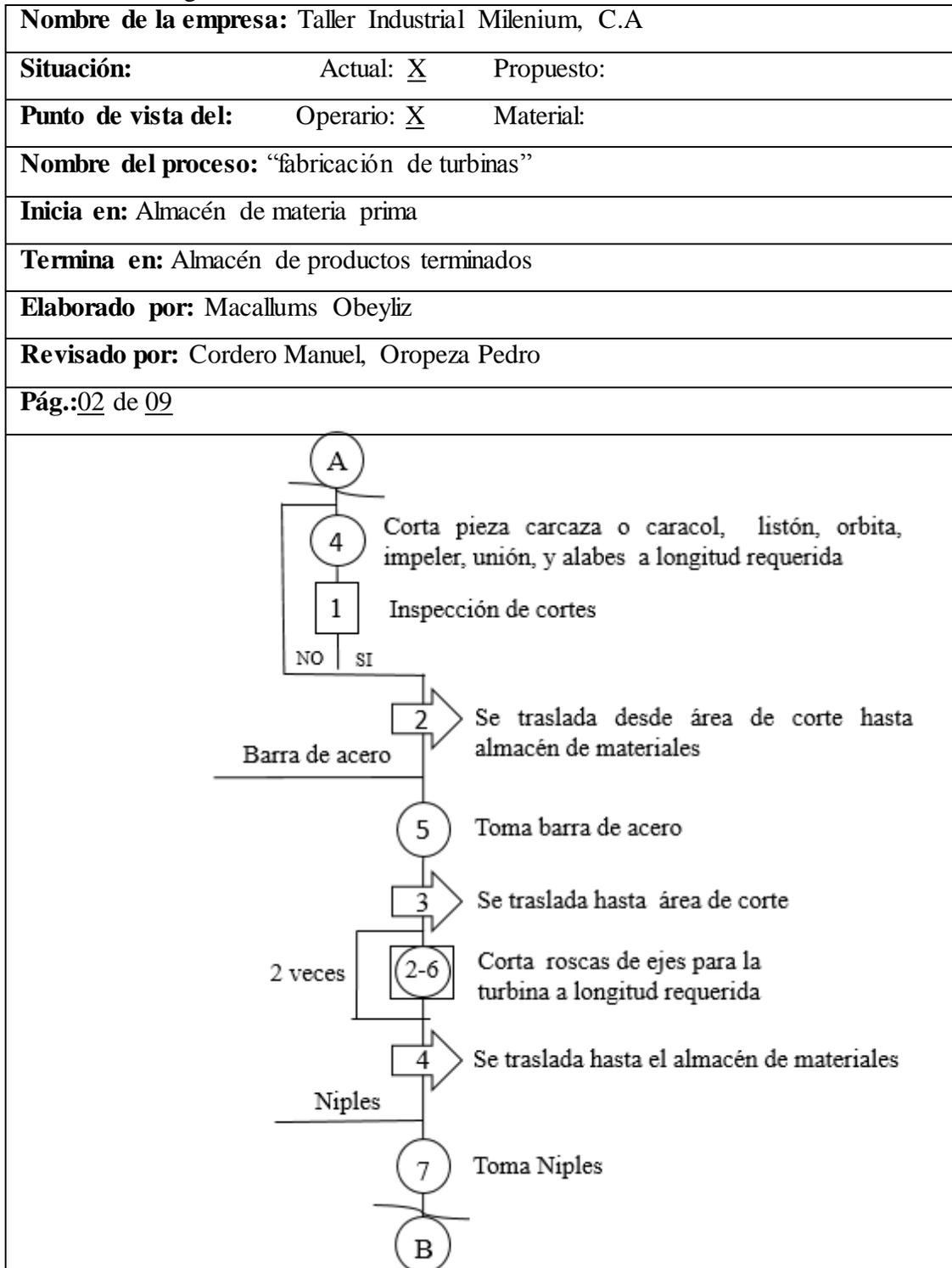
5.1.4 Diagrama de flujo para el proceso de “fabricación de turbinas”

A continuación, en la figura 5.4 se presentan los diagramas de flujo de procesos, para el proceso de “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium,C.A.

Figura 5.4 Diagrama de flujo para el proceso de “fabricación de turbinas”
(Elaboración propia, 2017)



Continuación figura 5.4



Continuación figura 5.4

Nombre de la empresa: Taller Industrial Milenium, C.A	
Situación:	Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto:
Punto de vista del:	Operario: <input checked="" type="checkbox"/> Material:
Nombre del proceso: "fabricación de turbinas"	
Inicia en: Almacén de materia prima	
Termina en: Almacén de productos terminados	
Elaborado por: Macallums Obeyliz	
Revisado por: Cordero Manuel, Oropeza Pedro	
Pág.: 03 de 09	
<pre> graph TD B((B)) --> 5[5] 5 --> 3_8[3-8] 3_8 --> 9((9)) 9 --> 6[6] 6 --> 4_10[4-10] 4_10 --> 7[7] 7 --> 5_11[5-11] 5_11 --> 8[8] 8 --> C((C)) </pre> <p>Se traslada con niples desde almacén de materiales hasta área de corte</p> <p>Corta niples a longitud requerida para entrada y salida de la turbina.</p> <p>Toma niple de salida de la turbina</p> <p>Se traslada con niple de salida desde área de corte hasta prensa hidráulica</p> <p>Deforma niple de salida a longitud requerida</p> <p>Traslada niple de salida desde prensa hidráulica hasta torno paralelo.</p> <p>Creación de escalones al niple de salida con la maquina torno paralelo</p> <p>Traslada el niple de salida con sus escalones, desde torno paralelo hasta maquina de soldadura.</p>	

Continuación figura 5.4

Nombre de la empresa: Taller Industrial Milenium, C.A	
Situación:	Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto:
Punto de vista del:	Operario: <input checked="" type="checkbox"/> Material:
Nombre del proceso: "fabricación de turbinas"	
Inicia en: Almacén de materia prima	
Termina en: Almacén de productos terminados	
Elaborado por: Macallums Obeyliz	
Revisado por: Cordero Manuel, Oropeza Pedro	
Pág.: 04 de 09	
<pre> graph TD C((C)) --> 12((12)) 12 --> 9[9] 9 --> 13((13)) 13 --> 10[10] 10 --> 6_14[6-14] 6_14 --> 11[11] 11 --> 15((15)) 15 --> 12[12] 12 --> 16((16)) 16 --> D((D)) </pre>	

Continuación figura 5.4

Nombre de la empresa: Taller Industrial Milenium, C.A	
Situación:	Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto:
Punto de vista del:	Operario: <input checked="" type="checkbox"/> Material:
Nombre del proceso: "fabricación de turbinas"	
Inicia en: Almacén de materia prima	
Termina en: Almacén de productos terminados	
Elaborado por: Macallums Obeyliz	
Revisado por: Cordero Manuel, Oropeza Pedro	
Pág.: 05 de 09	
<pre> graph TD D((D)) --> 13[13] 13 --> 7_17[7-17] 7_17 --> 1((1)) 1 --> 14[14] 14 --> 18((18)) 18 --> 15[15] 15 --> 8_16[8-16] 8_16 --> 16[16] 16 --> 17((17)) 17 --> E((E)) </pre> <p> Se traslada con pieza carcasa y listón desde área de corte hasta maquina de soldadura. Soldar pieza carcasa con pieza listón 3 min Espera a que las piezas unidas se enfrien Se traslada desde maquina de soldadura hasta área de corte. Toma pieza orbita Se traslada con pieza orbita desde área de corte hasta maquina taladro de columna 6 veces Perforación de orificios en pieza orbita a longitud requerida Se traslada con pieza orbita con orificios desde taladro de columna hasta maquina de soldadura Deja piezas orbita en mesa de trabajo </p>	

Continuación figura 5.4

Nombre de la empresa: Taller Industrial Milenium, C.A	
Situación:	Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto:
Punto de vista del:	Operario: <input checked="" type="checkbox"/> Material:
Nombre del proceso: "fabricación de turbinas"	
Inicia en: Almacén de materia prima	
Termina en: Almacén de productos terminados	
Elaborado por: Macallums Obeyliz	
Revisado por: Cordero Manuel, Oropeza Pedro	
Pág.: 06 de 09	
<pre> graph TD E((E)) --> 17[17] 17 --> 18((18)) 18 --> 18[18] 18[18] --> 9_19[9-19] 9_19 --> 2((2)) 2 --- 3min1[3 min] 3min1 --> 10_20[10-20] 10_20 --> 3((3)) 3 --- 3min2[3 min] 3min2 --> 11_21[11-21] 11_21 --> 19[19] 19 --> F((F)) </pre> <p>Flowchart description:</p> <ul style="list-style-type: none"> Node E: Start Arrow 17: Se traslada desde mesa de trabajo hasta almacén de materiales Circle 18: Toma espárragos necesarios Arrow 18: Se traslada con espárragos desde almacén de materiales hasta maquina de soldadura Square 9-19: Soldar los espárragos con pieza orbita Circle 2: Espera a que las piezas unidas de enfrien (3 min) Square 10-20: Soldar pieza carcaza con pieza orbita Circle 3: Espera a que las piezas unidas de enfrien (3 min) Square 11-21: Soldar pieza carcaza y orbita con niples de entrada y salida Arrow 19: Se traslada con piezas unidas desde maquina de soldadura hasta área de ensamblaje. Node F: End 	

Continuación figura 5.4

Nombre de la empresa: Taller Industrial Milenium, C. A	
Situación:	Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto:
Punto de vista del:	Operario: <input checked="" type="checkbox"/> Material:
Nombre del proceso: “fabricación de turbinas”	
Inicia en: Almacén de materia prima	
Termina en: Almacén de productos terminados	
Elaborado por: Macallums Obeyliz	
Revisado por: Cordero Manuel, Oropeza Pedro	
Pág.: 07 de 09	
<pre> graph TD F((F)) --- 22((22)) 22 --- 20[20] 20 --- 23((23)) 23 --- 21[21] 21 --- 12-24[12-24] 12-24 --- 22[22] 22 --- 10-28[10-28] 10-28 --- 4((4)) 4 --- 23[23] 23 --- G((G)) </pre> <p> F 22 Deja piezas orbita en mesa de trabajo 20 Se traslada desde mesa de trabajo, hasta área de corte 23 Toma pieza impeler y roscas para ejes 21 Se traslada con pieza impeler y roscas para ejes desde el área de corte hasta torno paralelo 12-24 “Maquinado” de pieza impeler y ejes 22 Se traslada con pieza impeler y roscas para ejes “maquinados” desde el torno paralelo hasta maquina de soldadura 10-28 Soldar rosca de eje con pieza impeler 3 min 4 Espera a que las piezas unidas de enfrien 23 Se traslada desde maquina de soldadura hasta área de corte G </p>	

Continuación figura 5.4

Nombre de la empresa: Taller Industrial Milenium, C.A	
Situación:	Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto:
Punto de vista del:	Operario: <input checked="" type="checkbox"/> Material:
Nombre del proceso: "fabricación de turbinas"	
Inicia en: Almacén de materia prima	
Termina en: Almacén de productos terminados	
Elaborado por: Macallums Obeyliz	
Revisado por: Cordero Manuel, Oropeza Pedro	
Pág.: 08 de 09	
<pre> graph TD G((G)) --> 29((29)) 29 --- T29[Toma alabes necesarios] 29 --> 24[24] 24 --- T24[Se traslada con alabes desde área de corte hasta maquina de soldadura] 24 --> 1330[13-30] 1330 --- T1330[Soldar alabes con pieza impeler] 1330 --> 5[5] 5 --- T5[Espera a que las piezas unidas de enfrien] 5 --- D5[3 min] 5 --> 25[25] 25 --- T25[Se traslada con piezas unidas desde maquina de soldadura hasta área de ensamble] 25 --> 31((31)) 31 --- T31[Deja piezas unidas en mesa de trabajo del área de ensamble] 31 --> 26[26] 26 --- T26[Se traslada desde área de ensamble hasta área de corte] 26 --> 32((32)) 32 --- T32[Toma pieza unión] 32 --> 27[27] 27 --- T27[Se traslada desde área de corte con pieza unión hasta el taladro de columna] 27 --> H((H)) </pre>	

Continuación figura 5.4

Nombre de la empresa: Taller Industrial Milenium, C. A																
Situación:	Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto:															
Punto de vista del:	Operario: <input checked="" type="checkbox"/> Material:															
Nombre del proceso: "fabricación de turbinas"																
Inicia en: Almacén de materia prima																
Termina en: Almacén de productos terminados																
Elaborado por: Macallums Obeyliz																
Revisado por: Cordero Manuel, Oropeza Pedro																
Pág.: 09 de 09																
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>CUADRO DE RESUMEN</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Operación</td> <td>○</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>Inspección</td> <td>□</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>Almacén</td> <td>▽</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td>→</td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>Demora</td> <td>⊔</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div style="width: 65%;"> </div> </div>		Operación	○	36	Inspección	□	14	Almacén	▽	2	Transporte	→	29	Demora	⊔	6
Operación	○	36														
Inspección	□	14														
Almacén	▽	2														
Transporte	→	29														
Demora	⊔	6														

5.1.5 Diagrama Causa – Efecto

En la figura 5.5, se muestra en el diagrama las principales causas que originan las deficiencias en los equipos que se utilizan para la “fabricación de turbinas” en la empresa Taller Industrial Milenium, C.A, estos ítems se analizaron de manera individual.

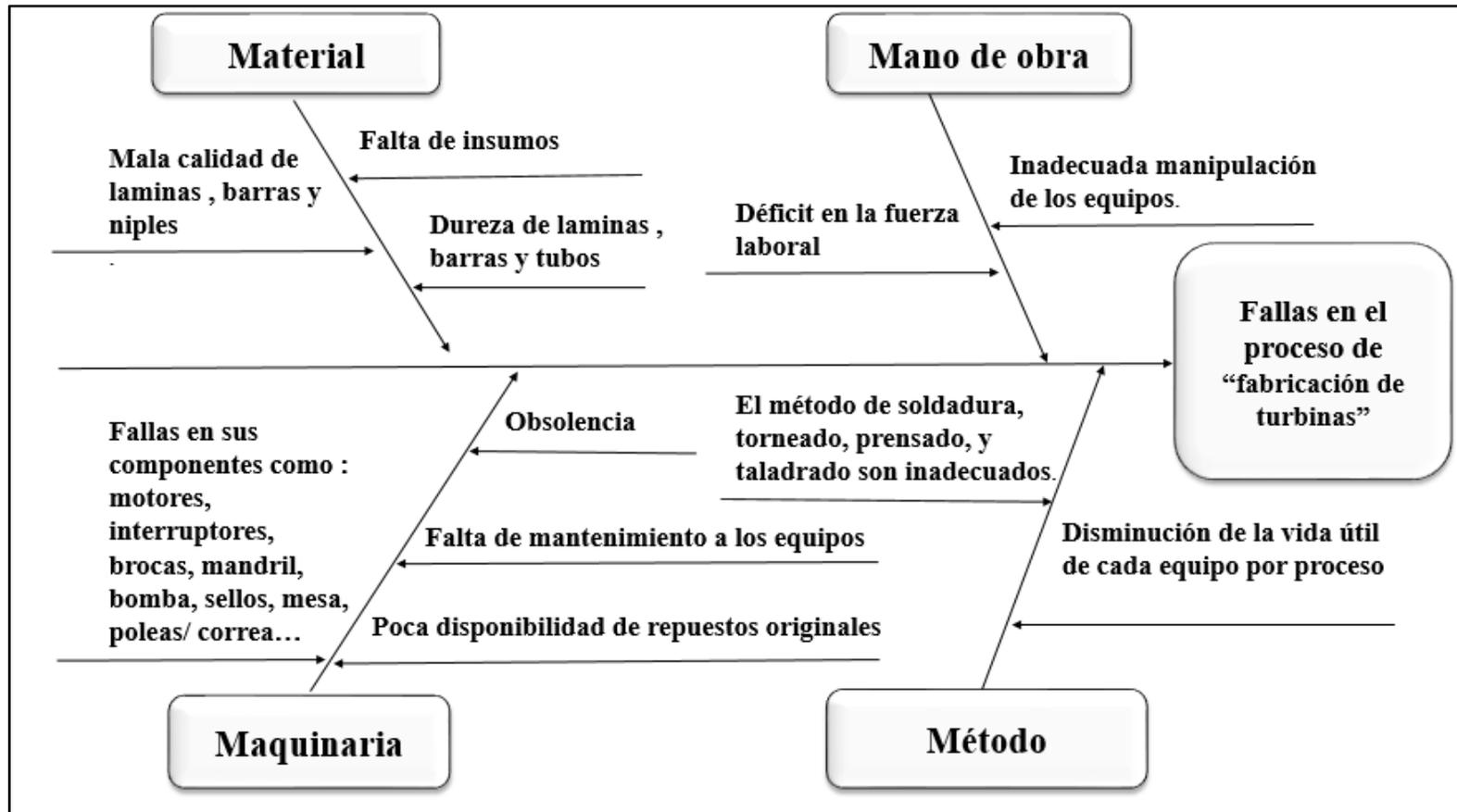


Figura 5.5. Diagrama causa-efecto (Elaboración propia, 2017)

Las fallas presentes en el proceso de “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A son causadas por los siguientes factores: materia prima, mano de obra, maquinaria y métodos.

Los resultados que se presentan en la figura 5.5, mencionan los problemas presenten en el proceso de “fabricación de turbinas” de la empresa.

Respecto a la categoría de material: la cual están representadas por las láminas, barras de acero, y los niples han originado fallas en el proceso debido a la dureza y mala calidad de la misma, ya que, la calidad de la materia prima no siempre es la misma debido a los diferentes proveedores del producto y, por ende, al pasar cada material en sus respectivos equipos, estos ocasionan daños a ciertos componentes de la máquina generando paralización de la misma y por ende de la producción.

En relación a la mano de obra, las causas que ocasionan ciertas fallas se encuentran debido a la realización incorrecta o inadecuada de los equipos, por la falta concentración, y déficit en la fuerza laboral.

Por otra parte, la categoría que representa mayores fallas en la producción es la maquinaria, a causa de que dichos equipos son obsoletos y algunas piezas o componentes mecánicos de las mismas, están dañados o deteriorados bien sea por falta de lubricación y/o mantenimiento.

Y por último está la categoría métodos, que está constituida por los métodos inadecuados que tiene como consecuencia la disminución de la vida útil de los equipos por cada proceso de fabricación, ya que estas serían algunas de las causas básicas que generan fallas en dicho proceso.

5.2 Descripción de los componentes de los equipos que intervienen en el proceso de “fabricación de turbinas”.

Para el proceso de “fabricación de turbinas”, la empresa Taller Industrial Milenium, C.A cuenta con cuatro (4) equipos, los cuales en la tabla 5.4 se muestran la descripción de cada uno de ellos, posteriormente el despiece para cada equipo. Cabe mencionar que para cada despiece de los equipos se utilizó su manual de fabricación donde muestra la marca, modelo y diseño.

5.2.1 Equipos utilizados para la “fabricación de turbinas”

Tabla 5.4 Descripción de equipos empleados en la “fabricación de turbinas”.
(Elaboración propia, 2017)

ITEMS	EQUIPO	CANTIDAD	MARCA	MODELO	FUNCION
1	Torno Paralelo	1	ARIEN	A4515	Permite transformar un sólido cualquiera en una pieza o cuerpo bien definido.
2	Taladro de columna	1	ARIEN	TCPA50 ET	Mecaniza la mayoría de los agujeros en una pieza de cualquier material especialmente en los metales.
3	Prensa hidráulica	1	TRUPER	PREH-20	Producir enormes presiones para lograr la deformación permanente o incluso cortar un determinado material.
4	Máquina de soldadura	1	LINCOLN	AC-225-GLM	Unir piezas mediante la aplicación de calor proporcionándoles mayor resistencia al ejercer fuerza sobre estas.

5.2.2 Despiece de los equipos

5.2.2.1 Despiece torno paralelo

A continuación, se realizó el despiece del torno paralelo:

Tabla 5.5 Despiece torno paralelo TCPA50 ET, (ARIEN MACHINE, S.L, 2001)

ÍTEMS	NOMBRE	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD
1	Dial selector de avances	1	1
2	Selectores de avance	1	1
3	Selector sentido de avance, sentido de la rosca	1	1
4	Interruptor principal (en la parte posterior)	1	1
5	Dial selector de velocidades	1	1
6	Palanca selectora de la gama de velocidades	1	1
7	Pulsador de marcha (motor principal)	1	1
8	Pulsador de parada (motor principal)	1	1
9	Pulsador de parada de emergencia.	1	1
10	Pulsador para soltar el freno	1	1
11	Pulsadores de la bomba de refrigeración.	1	1
12	Pulsadores de la bomba hidráulica.	1	12
13	Pulsadores de plato de potencia.	1	13
14	Tornillo de bloqueo del carro superior.	1	14
15	Tornillo de bloqueo del carro transversal	1	15
16	Manivela de translación del carro superior.	1	16

Continuación tabla 5.5

ÍTEMS	NOMBRE	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD
15	Tornillo de bloqueo del carro transversal	1	15
16	Manivela de translación del carro superior.	1	16
17	Manivela de translación del carro transversal.	1	17
18	Tornillo de bloqueo del carro longitudinal.	1	18
19	Bloqueo de la caña del contrapunto.	1	19
20	Bloqueo de la caña del contrapunto.	1	20
22	Balón de bloqueo auxiliar del contrapunto.	1	22
23	Tornillo de desplazamiento del contrapunto.	1	23
24	Palanca de mando del husillo.	1	24
25	Volante de translación del carro principal.	1	25
26	Mando de engrase central.	1	26
27	Regulación de disparo de avance.	1	27
28	Acoplamiento de avance.	1	28
29	Inversión del avance.	1	29
30	Acoplamiento del avance de roscado.	1	30

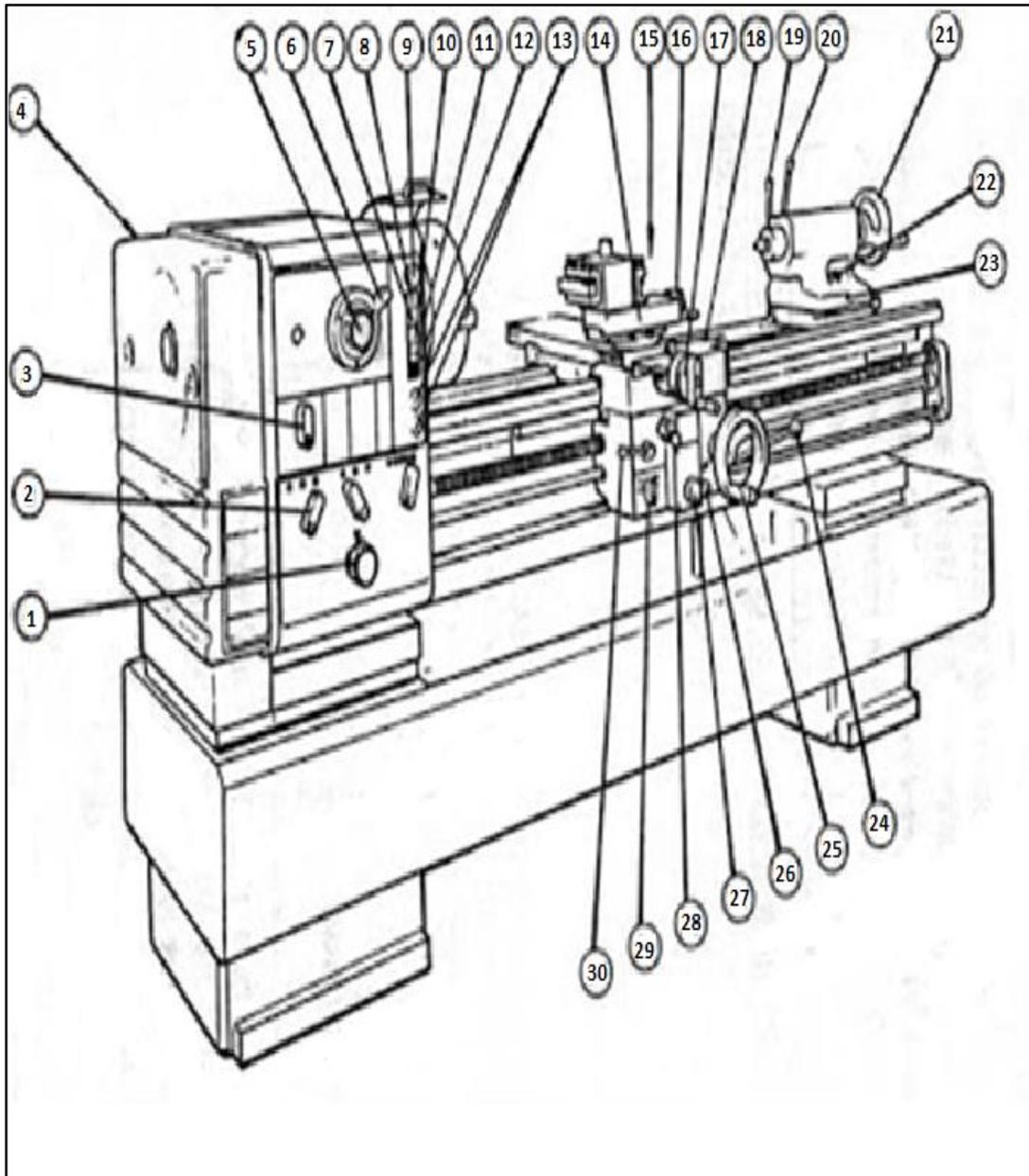


Figura 5.6 Diagrama de partes, torno paralelo, Arien-TCPA50 ET. (ARIEN MACHINE, S.L, 2001).

5.2.2.2 Despiece taladro de columna

A continuación, se realizó el despiece del taladro de columna:

Tabla 5.6 Despiece taladro de columna TCPA50 ET, (ARIEN MACHINE, S.L, 2001)

ÍTEMS	NOMBRE	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD
1	Pomo	32004/ZY5050	1
2	Tornillo moleteado	32005/ZY5050	1
3	Tornillo	32004/ZY5050A	1
4	Tuerca	31003/ZY5050A	1
5	Soporte calibre	32004/ZS5030	1
6	Indicador	35001/ZS5030	1
7	Husillo principal	32035/ZY5050	1
8	Tapa rodamientos	32003/ZY5050	1
9	Rodamientos	D7000110; GB276	1
10	Arandela	32001/ZY5050	1
11	Rodamiento	D7000110; GB276	1
12	Arandela	32002/ZY5050	1
13	Rodamiento	8110; GB301	1
14	Scale clasper	31002/ZY5050	1
15	Caña	32036/ZY5050	1
16	Caña	32006/ZY5050	1
17	Rodamiento	D000909; GB276	1
18	Arandela	32029/ZY5050	1
19	Tuerca	32007/ZY5050	2
20	Eje de transmisión	32037/ZY5050	1
21	Rodamiento	2007107E;GB297	1
22	Tapa de rodamiento	32008/ZY5050	1
23	Engraje de avance	32048/ZY5050	1
24	Rodamiento	7000106; GB276	2
25	Cojinete	32051/ZY5050	1
26	Rodamiento	32050/ZY5050	1
27	Piñón	32049/ZY5050	1
28	Piñón	32009/ZY5050	1
29	Piñón	32010/ZY5050	1

ÍTEMS	NOMBRE	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD
30	Rodamiento	50204; GB277	1
31	Arandela	18; GB858	1
32	Tuerca	32011/ZY5050	1
33	Tapa	32012/ZY5050	1

Continuación tabla 5.6

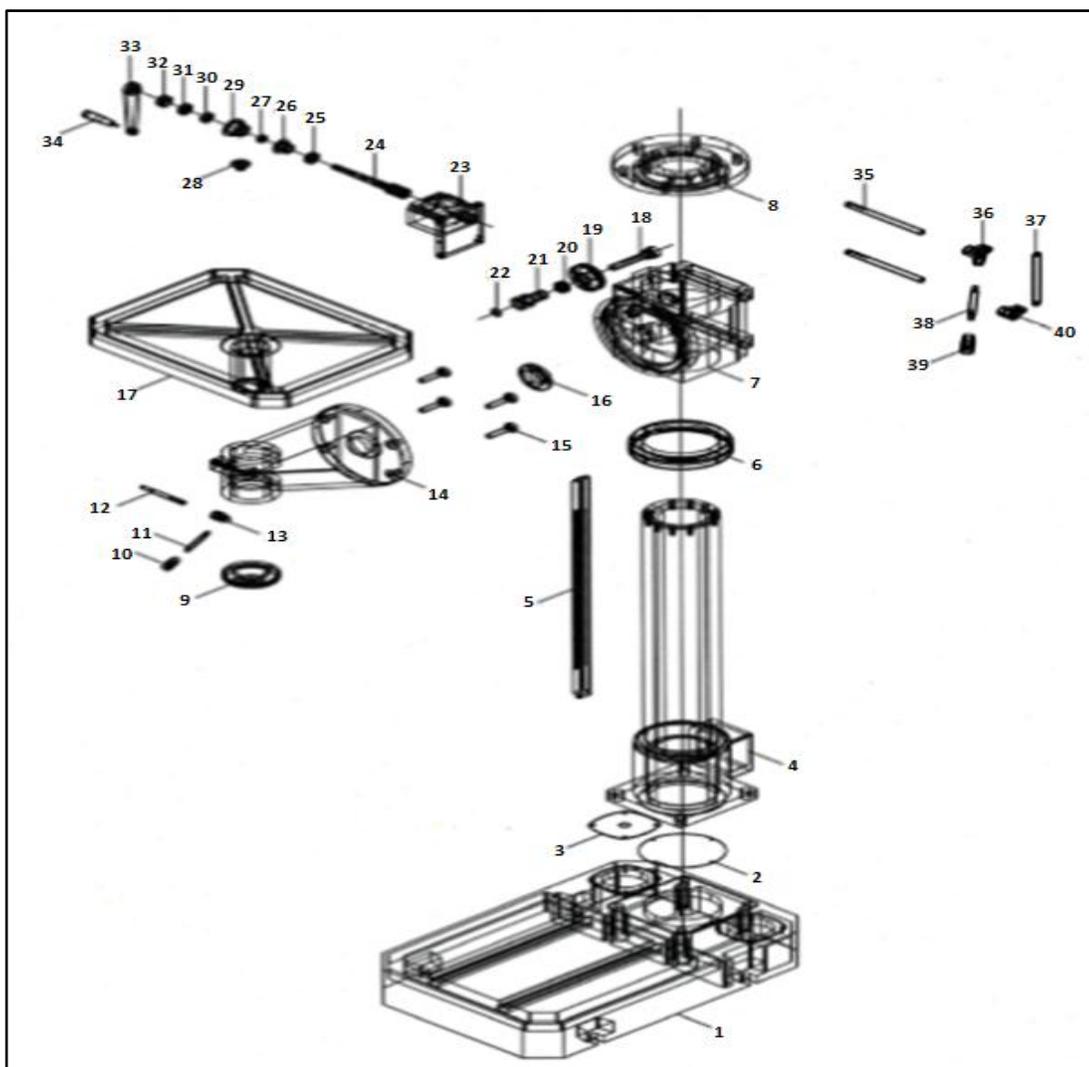


Figura 5.7 Diagrama de partes, taladro de columna, TCPA50 ET. (ARIEN MACHINE, S.L, 2001).

5.2.2.3 Despiece taladro de columna. (cabezal)

A continuación, se realizó el despiece de taladro de columna (cabezal):

Tabla 5.7 Despiece taladro de columna (cabezal) TCPA50 ET, (ARIEN MACHINE, S.L, 2001)

ÍTEMS	NOMBRE	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD
1	Base	11003/ZY5050	1
2	Tapa	12003/ZY5050	1
3	Tapa	12008/ZS5030	1
4	Columna	11008/ZS5050	1
5	Rack	12004/ZY5050	1
6	Anillo de parada	11010/ZY5050	1
7	Dispositivo de subida/bajada	11006/ZY5050	1
8	Asiento conexión subida	11009/ZY5050	1
9	Tapa	11001/ZY5050	1
10	Palanca larga	M10x50; GB4141.14	1
11	Palanca manual	M10x80; GB4141.15	1
12	Tonillo de doble cara	12005/ZY5050	1
13	Asiento de la palanca	M12x30; GB4141.16	1
14	Asiento abrazadero	11007/ZY5050	1
15	Tornillos en T	12005/ZS5030	1
16	Eje posicionador	12010/ZS5030	1
17	Mesa	11002/ZY5050	1
18	Eje pequeño	12016/ZY5050	1
19	Sinfin	12017/ZY5050	1
20	Casquillo	11015/ZY5050	1
21	Piñón	12015/ZY5050	1
22	Arandela	12014/ZY5050	1
23	Tapa lateral del elevador	11014/ZY5050	1
24	Sinfin elevador	12012/ZY5050	1
25	Rodamiento a bolas	8104; GB301	1
26	Piñón cónico	12011/ZY5050	1
27	Arandela de ajuste	11013/ZY5050	1
28	Piñón cónico	12013/ZY5050	1

Continuación tabla 5.7

ÍTEMS	NOMBRE	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD
29	Asiento de rodamiento	12007/ZY5050	1
30	Rodamientos a bolas	7000102;GB276	1
31	Conector	12010/ZY5050	1
32	Conector	12008/ZY5050	1
33	Manivela elevación	11011/ZY5050	1
34	Manivela de giro	M10x80; GB4141.5	1
35	Tornillo de dos caras	12006/ZY5050	2
36	Tuerca de bloqueo	11005/ZY5050	1
37	Conector de la abrazadera	12012/ZS5030	1
38	Palanca	M12x100; GB4141.15	1
39	Pomo	M12x60; GB4141.14	1
40	Tuerca	11004/ZY5050	1
41	Palanca	32032/ZS5030	2
42	Pomo ovalado	1.222/40-M8/21101	2
43	Bloque	34010/ZY5050	1
44	Soporte palanca	31013/ZY5050	1
45	Eje palanca	32090/ZY5050	1
46	Eje posicionador	32047/ZY5050	1
47	Cojinete	32045/ZS5030	1
48	Palanca moleteada	BM8x32; GB4141.27	1
49	Tapa	31012/ZY5050	1
50	Caja del husillo	31001/ZY5050	1
51	Anillo de parada	32085/ZY5050	1
52	Casquillo de bloqueo (II)	32070/ZY5050	1
53	Casquillo	32071/ZY5050	1
54	Casquillo de bloqueo (I)	32072/ZY5050	1
55	Tornillo de bloqueo	32073/ZY5050	1
56	Tapa excéntrica	32077/ZY5050	1
57	Pomo ovalado	1.222/30-M8/21001	1
58	Palanca	32075/ZY5050	1
59	Asiento de la palanca	32076/ZY5050	1
60	Palanca de bloqueo	34019/ZY5050	1
61	Soporte	31015/ZY5050	1

Continuación tabla 5.7

ÍTEMS	NOMBRE	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD
--------------	---------------	-----------------------	-----------------

62	Eje pequeño	32094/ZY5050	1
63	Tapa lateral	31016/ZY5050	1
64	Tapa	31006/ZY5050	1
65	Placa posicionadora	32095/ZY5050	1
66	Asiento de la palanca	32093/ZY5050	1
67	Palanca	32038/ZS5030A	1
68	Pomo Ovalado	1.222/30-M8/21001	1
69	Tapa	31008/ZY5050	1
70	Tapa Rodamientos	32027/ZS5030	1
71	Arandela	32024/ZS5030	2
72	Rodamiento	104; GB276	1
73	Husillo Horizontal	32001/ZY5050A	1
74	Rodamiento	1000909; GB276	1
75	Arandela	32002/ZY5050A	1
76	sinfín	31001/ZY5050A	1
77	Casquillo	32003/ZY5050A	1
78	Rodamiento	1000909; GB276	1
79	Tapa lateral de avances	31002/ZY5050A	1
80	Asiento palanca	32029/ZS5030A	1
81	Arandela de ajuste	32030/ZS5030A	1
82	Tapa de presión	32031/ZS5030A	1
83	Palanca	32033/ZS5030A	3
84	Asa de la palanca	32032/ZS5030A	3
85	Nip	35002/ZS5030A	3
86	Core lever	35001/ZS5030A	3
87	Rodamiento	50204; GB277	1
88	Piñón	32027/ZY5050	1
89	Piñón	32026/ZY5050	1
90	Piñón	32025/ZY5050	1
91	Piñón	32023/ZY5050	1
92	Piñón	32014/ZY5050	1
93	Piñón	32013/ZY5050	1
94	Spline (II)	32024/ZY5050	1
95	Rodamiento	204; GB276	1
96	Tapa del cabezal	31005/ZY5050	1
97	Rodamiento	50204; GB277	1
98	Piñón	32022/ZY5050	1

Continuación tabla 5.7

ÍTEM	NOMBRE	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD
99	Piñón	32020/ZY5050	1

100	Piñón	32019/ZY5050	1
101	Piñón	32018/ZY5050	1
102	Eje (I)	32021/ZY5050	1
103	Rodamiento	204; GB276	1
104	Piñón eléctrico	32017/ZY5050	1
105	Piñón de avances	32046/ZY5050	1
106	Rodamiento	7000103; GB276	1
107	Asiento de rodamiento	32053/ZY5050	1
108	Rodamiento	7000103; GB276	1
109	Piñón de avances	32052/ZY5050	1
110	Rodamiento	202; GB276	1
111	Eje(III)	32040/ZY5050	1
112	Piñón de avances	32041/ZY5050	1
113	Piñón de avances	32042/ZY5050	1
114	Piñón de avances	32043/ZY5050	1
115	Piñón de avances	32044/ZY5050	1
116	Piñón de avances	32045/ZY5050	1
117	Rodamiento	50202; GB277	1
118	Volante	B-12x100; GB4141.2	1
119	Tapa sinfín	32067/ZY5050	1
120	Eje de avance micrométrico	32068/ZY5050	1
121	Embrague	32069/ZY5050	1
122	Tuerca redonda	M14 X 1.5; GB812	1
123	Arandela	14; GB858	1
124	Rodamiento	8102; GB301	1
125	Asiento de rodamiento	31007/ZY5050	1
126	Rodamiento	8102; GB301	1
127	Arandela	32066/ZY5050	1
128	Rodamiento	102; GB276	1
129	Eje sinfín	32064/ZY5050	1
130	Rodamiento	106; GB276	1
131	Asiento del embrague	32063/ZY5050	1
132	Rodamiento	202; GB276	1

Continuación tabla 5.7

ÍTEMS	NOMBRE	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD
133	Casquillo protección	32062/ZY5050	1

	sobrecarga		
134	Arandela de ajuste	32060/ZY5050	1
135	Piñón de avances	32059/ZY5050	1
136	Piñón de avances	32058/ZY5050	1
137	Piñón de avances	32057/ZY5050	1

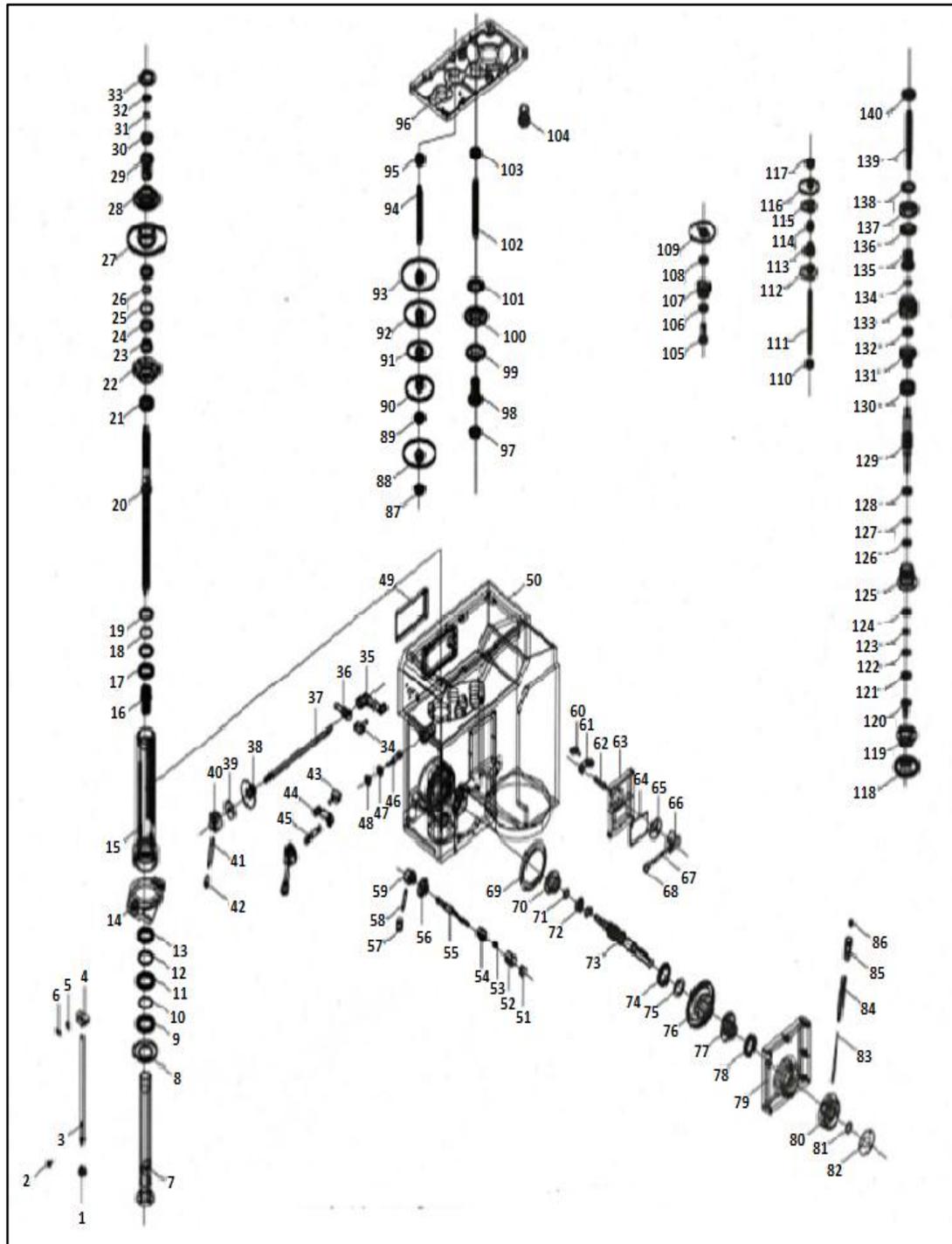


Figura 5.8 Diagrama de partes, taladro de columna (cabezal), TCPA50 ET. (ARIEN MACHINE, S.L, 2001).

5.2.2.4 Despiece prensa hidráulica

A continuación, se realizó el despiece de la prensa hidráulica:

Tabla 5.8 Despiece prensa hidráulica PREH-20, (TRUPER, 2001).

ÍTEMS	NOMBRE	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD
1	Manómetro	-	1
2	Sello plástico	-	1
3	Vástago ensamblado	-	1
4	Tuerca de seguridad	M6 x 10	1
5	Bloque de impacto	-	1
6	Tuerca superior	M25	1
7	Placas	-	1
8	Tuerca inferior	M15	1
9	Tornillo hexagonal	M16 x 35mm	8
10	Viga superior	-	2
11	Tuerca hexagonal	M16	8
12	Rondana de presión	(D) 16	8
13	Rondana plana	(D) 16	8
14	Rondana plana	(D) 10	4
15	Rondana de presión	(D) 10	4
16	Tuerca hexagonal	M10	4
17	Placas de soporte	-	2
18	Marco soporte	-	2
19	Perno soporte	-	2
20	Poste	-	2
21	Base	-	2
22	Rondana plana	(D) 12	6
23	Rondana de presión	(D) 12	6
24	Tuerca hexagonal	M12	6
25	Tornillo hexagonal	M12x30mm	6
26	Unión inferior	-	1
27	Tornillo hexagonal	M10x140mm	4
28	Buje	-	4
29	Tornillo hexagonal	M8x15mm	3
30	Rondana Plana	(D) 8	3
31	Soporte para bomba	-	1
32	Bomba hidráulica	-	1
33	Placa para bomba	-	1

Continuación tabla 5.8

ÍTEMS	NOMBRE	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD
34	Tuerca de llenado de aceite	-	1
35	Manguera hidráulica	-	1
36	Conexión de la manguera	-	1
37	Tuerca de conexión	M12	1
38	Tuerca de conexión	M8	1

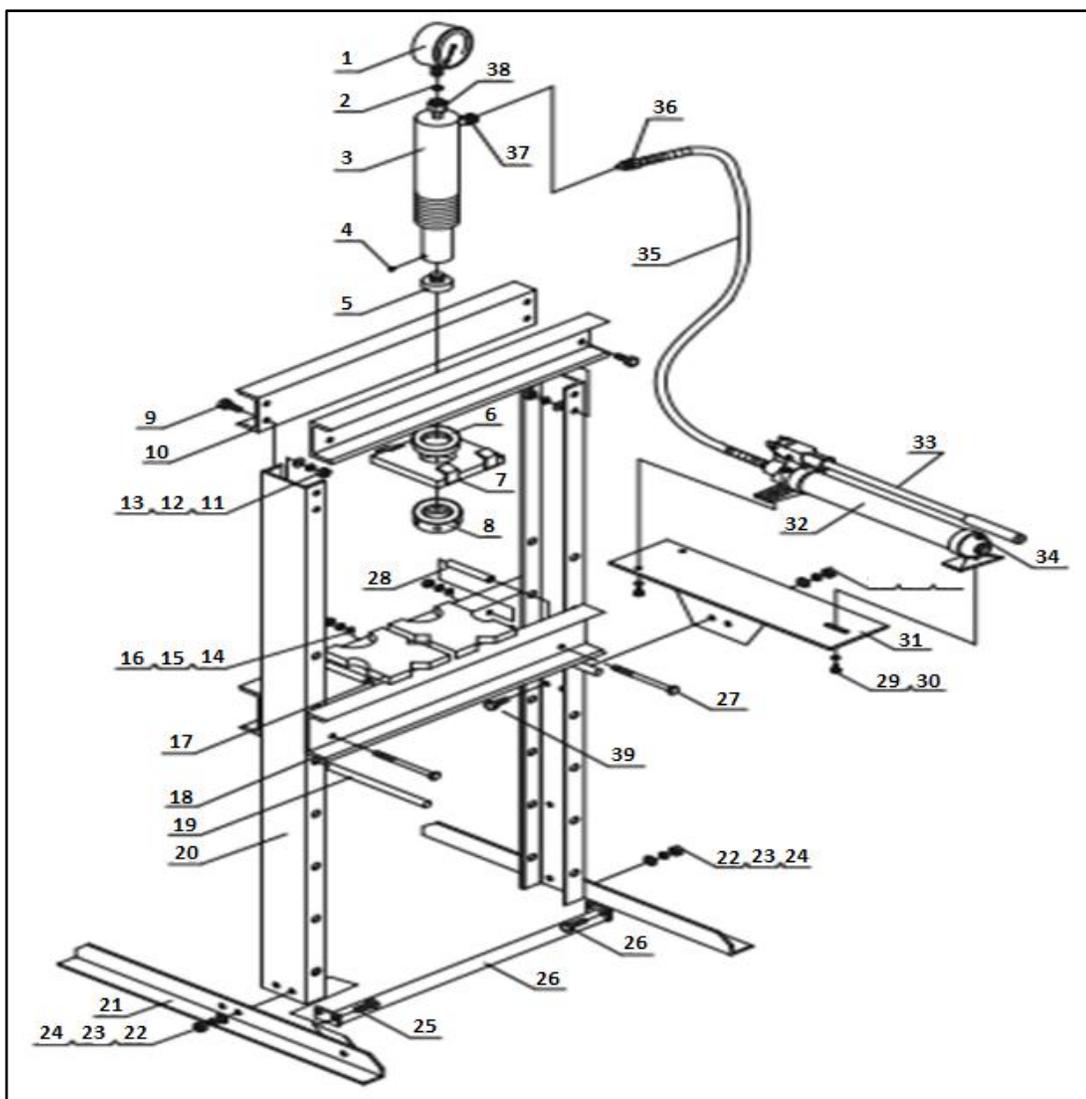


Figura 5.9 Diagrama de partes, prensa hidráulica PREH-20. (TRUPER, 2001)

5.2.2.5 Despiece máquina de soldadura

A continuación, se realizó el despiece de la máquina de soldadura:

Tabla 5.9 Despiece máquina de soldadura AC-225-GLM (LINCOLN ,2001)

ÍTEMS	NOMBRE	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD
1	Manómetro	-	1
2	Sello plástico	-	1
3	Vástago ensamblado	-	1
4	Tuerca de seguridad	M6 x 10	1
5	Bloque de impacto	-	1
6	Tuerca superior	M25	1
7	Placas	-	1
8	Tuerca inferior	M15	1
9	Tornillo hexagonal	M16 x 35mm	8
10	Viga superior	-	2
11	Tuerca hexagonal	M16	8
12	Rondana de presión	(D) 16	8
13	Rondana plana	(D) 16	8
14	Rondana plana	(D) 10	4
15	Rondana de presión	(D) 10	4
16	Tuerca hexagonal	M10	4

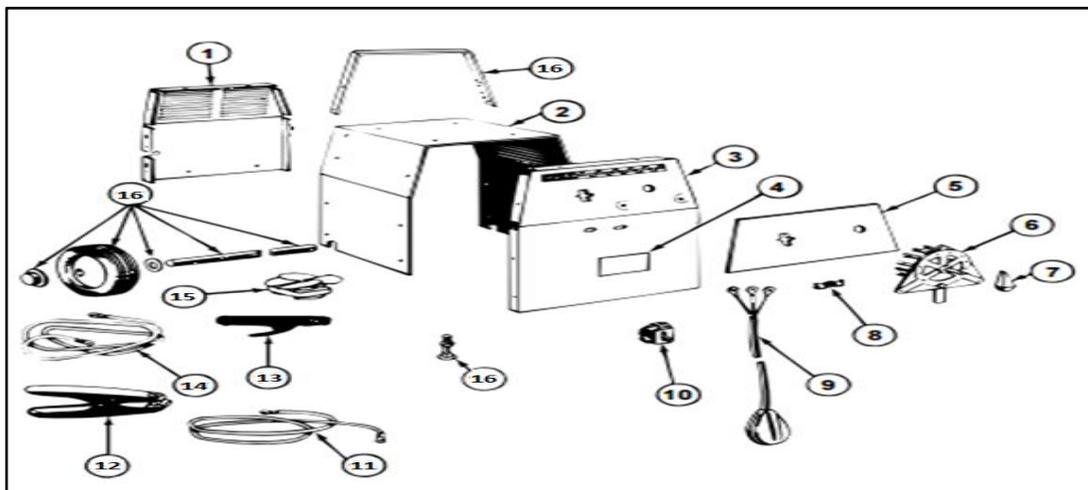


Figura 5.10 Diagrama de partes, máquina de soldadura, AC-225-GLM. (LINCOLN ,2001)

A continuación, en la tabla 5.10 se desarrolla un análisis para determinar las causas de las fallas más frecuentes en los componentes de los equipos que se utilizan para el proceso de “fabricación de turbinas” en la empresa Taller Industrial Milenium, C.A; es de gran importancia resaltar que los componentes más frecuentes descritos a continuación, fueron suministrados por la administración de la empresa, y también se tomó la técnica de la observación directa. El seguimiento se realizó por un periodo de un (1) año comprendido desde el 2015 hasta el 2016.

Tabla 5.10 Reparaciones más frecuentes de algunos componentes de los equipos que intervienen en el proceso de “fabricación de turbinas” desde 2015 hasta 2016, (Taller Industrial Milenium, C.A ,2017)

Ítems	Causa	Frecuencia	Frecuencia %	Frecuencia Acumulada%
TC1	Broca	30	12.24%	12.24%
TC2	Mandril porta brocas	20	8.17%	20.41%
TC3	Motor eléctrico	18	7.35%	27.76%
TC4	Mesa	18	7.35%	35.11%
TP1	Motor eléctrico	15	6.12%	41.23%
TP2	Bancada	15	6.12%	47.35%
TP3	Cabezal fijo	14	5.72%	53.07%

Continuación tabla 5.10

Ítems	Causa	Frecuencia	Frecuencia %	Frecuencia Acumulada%
TP4	Carro principal	13	5.31%	58.38%
TC5	Manivela	12	4.90%	63.28%
PH1	Bomba hidráulica	12	4.90%	68.18%
MS1	Motor bobinado	12	4.90%	73.08%
MS2	Interruptor de encendido y apagado	12	4.90%	77.98%
PH2	Sellos	10	4.08%	82.06%
MS3	Pinza de tierra y porta electrodos	9	3.67%	85.73%
MS4	Cable de alimentación	9	3.67%	89.4%
TP5	Interruptor de encendido y apagado	8	3.26%	92.66%
TC6	Polea / Correa	6	2.45%	95.11%
TC7	Interruptor de encendido y apagado	6	2.45%	97.56%
PH3	Manómetro	3	1.22%	98.78%
PH4	Manguera	3	1.22%	100%
	TOTAL:	245	100%	

En la tabla 5.11 se ilustra una simbología o codificación donde se definen los Ítems utilizados en la tabla 5.10, cabe mencionar que las primeras dos letras representan las iniciales de cada equipo utilizado, para mayor comprensión a continuación la tabla propuesta.

Tabla 5.11 Ítems utilizados (Elaboración propia, 2017)

TP	Torno Paralelo
TC	Taladro de Columna
PH	Prensa Hidráulica
MS	Máquina de Soldadura

A continuación, en la figura 5.11 ilustra de forma evidente las reparaciones más frecuentes en los equipos que intervienen en el proceso de “fabricación de turbinas” de la empresa a Taller Industrial Milenium, C.A

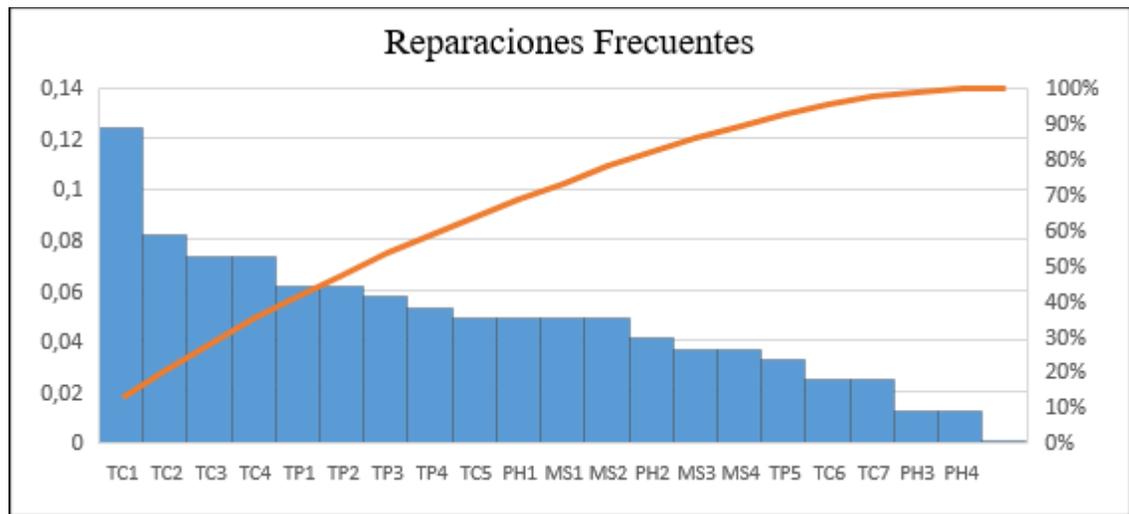


Figura 5.11 Reparaciones más frecuentes en los equipos de la empresa Taller Industrial Milenium , C.A (Elaboración propia,2017)

En la figura 5.11 se observa que los cinco (5) componentes que más fallan, representan el 41.23 % en los equipos estudiados, estos componentes hacen que los equipos que intervienen en el proceso de “fabricación de turbinas” ocasionen paradas imprevistas. Por el Principio de Pareto, se concluye que: la mayor parte de las reparaciones encontradas pertenece principalmente a los cinco (5) tipos de causas (las “pocos vitales”), de manera que si se eliminan las causas que provocan paradas imprevistas desaparecería la mayor parte de las reparaciones.

5.3 Determinación de la criticidad de los equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas”

Para poder desarrollar el análisis de criticidad, es necesario determinar los criterios a utilizar para aplicar la metodología, a través de la matriz modeladora de riesgos, también conocida como matriz de criticidad, el análisis de criticidad se hará a través de rangos dentro de los criterios seleccionados señalando la condición más favorable hasta la menos favorable dentro de estos rangos.

Los equipos a los cuales se le va a determinar su criticidad son: Un (1) torno paralelo marca Arien-A4515, un (1) Taladro de columna, Arien-TCPA 50 ET, una (1) Prensa hidráulica Truper- Preh-20 y una (1) Máquina de soldadura. Lincoln - AC-225C.

En el análisis de la criticidad de los equipos de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A, se determinarán a través del criterio de evaluación con la frecuencia de fallas (FF), impacto operacional (IO), flexibilidad operacional (F), impacto al ambiente (IA) e impacto al personal (IP).

La tabla 5.12 muestra la matriz de criticidad y los resultados de las ponderaciones

Tabla 5.12 Matriz de criticidad. (Elaboración propia, 2017)

Frecuencia	5	SM	SM	C	C	C
	4	SM	SM	C	C	C
	3	NC	SM	SM	C	C
	2	NC	NC	SM	SM	C
	1	NC	NC	NC	SM	C
Consecuencia		1	2	3	4	5
No crítico			x < 50		Green	
Semi crítico			50 ≤ x ≤ 100		Yellow	
Crítico			x > 100		Red	

Para efectos del estudio la metodología a utilizar será basada en la teoría del riesgo, la cual generará resultados semicuantitativos. La ecuación de:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia} \quad (5.1)$$

$$\text{Criticidad} = \text{FF} * \text{C}$$

Donde

FF = Frecuencia de falla

C = Consecuencia

$$\text{Consecuencia} = (\text{IO} * \text{F}) + \text{IP} + \text{IA} \quad (5.2)$$

Donde

IO = Impacto operacional

F = Flexibilidad Operacional

IP = Impacto al personal

IA = Impacto al Ambiente

$$\text{Criticidad} = \text{FF} * [(\text{IO} * \text{F}) + \text{IP} + \text{IA}] \quad (5.3)$$

La tabla 5.13 muestra el criterio de evaluación para la elaboración del análisis de criticidad.

Tabla 5.13 Criterio de evaluación. (Elaboración propia, 2017)

Criterios	Puntaje
Frecuencia de fallas (FF)	
Menor o igual a 2 por año	1
Entre 3 y 4 fallas por año	2
Entre 5 y 6 fallas por año	3
Entre 7 y 8 fallas por año	4
Más de 8 fallas por año	5
Criterios	Puntaje
Impacto Operacional (IO)	
No afecta	0
25% de Impacto	3
50% de Impacto	6
75% de Impacto	9
La afecta totalmente	12
Criterios	Puntaje
Frecuencia de fallas (FF)	
Menor o igual a 2 por año	1
Entre 3 y 4 fallas por año	2
Entre 5 y 6 fallas por año	3
Entre 7 y 8 fallas por año	4
Más de 8 fallas por año	5
Flexibilidad Operacional (F)	
Función de repuesto disponible	1
Hay opción de repuesto compartido	2
No existe opción de producción y no existe función de repuestos	4

Continuación tabla 5.13

Costo de Reparación (CR)	
Menor a 500.000 Bs	1
Mayor o igual a .500.000 Bs	2
Impacto al Ambiente (IA)	
Ninguno	0
Contaminación Baja	10
Contaminación Moderada	20
Contaminación Alta	30
Impacto al Personal (IP)	
No origina heridas ni lesiones	0
Puede ocasionar lesiones leves	10
Puede ocasionar lesiones graves con incapacidad temporal	20
Puede ocasionar lesiones graves con incapacidad permanente	35

5.3.1 Cálculo del nivel de criticidad

Una vez establecido el criterio de evaluación para la elaboración del análisis de criticidad, se procede a realizar los procedimientos para calcular la criticidad de los equipos. Para el cálculo de las consecuencias y criticidad (Apéndice A).

La tabla 5.14 muestra los resultados del cálculo de la criticidad de los equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A.

Tabla 5.14 Resultados del cálculo de la criticidad. (Elaboración propia, 2017)

Equipos	FF	IO	F	CR	IA	IP	Consecuencia	Total	Jerarquización
Torno Paralelo	4	6	4	2	10	0	34	136	C
Taladro de Columna	5	9	5	2	10	0	55	275	C
Prensa hidráulica	4	6	3	2	10	0	34	68	SC
Maquina de soldadura	2	3	2	1	10	0	16	32	NC

Los resultados obtenidos en la tabla 5.14 permiten visualizar que la mayoría de los equipos utilizados en el proceso de “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A, presentan un carácter crítico, dentro del proceso productivo de la misma, siendo de vital importancia para la empresa aplicar un mantenimiento preventivo en cada equipo para disminuir las fallas que presentan y así no disminuir la producción de la misma. Ya que, si se detiene cualquiera de los equipos utilizados afectará de manera directa el proceso “fabricación de turbinas”, esto se debe a que cada equipo tiene una función única y específica en el sistema.

La figura 5.12 muestra los resultados del cálculo del nivel de criticidad de los equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A.

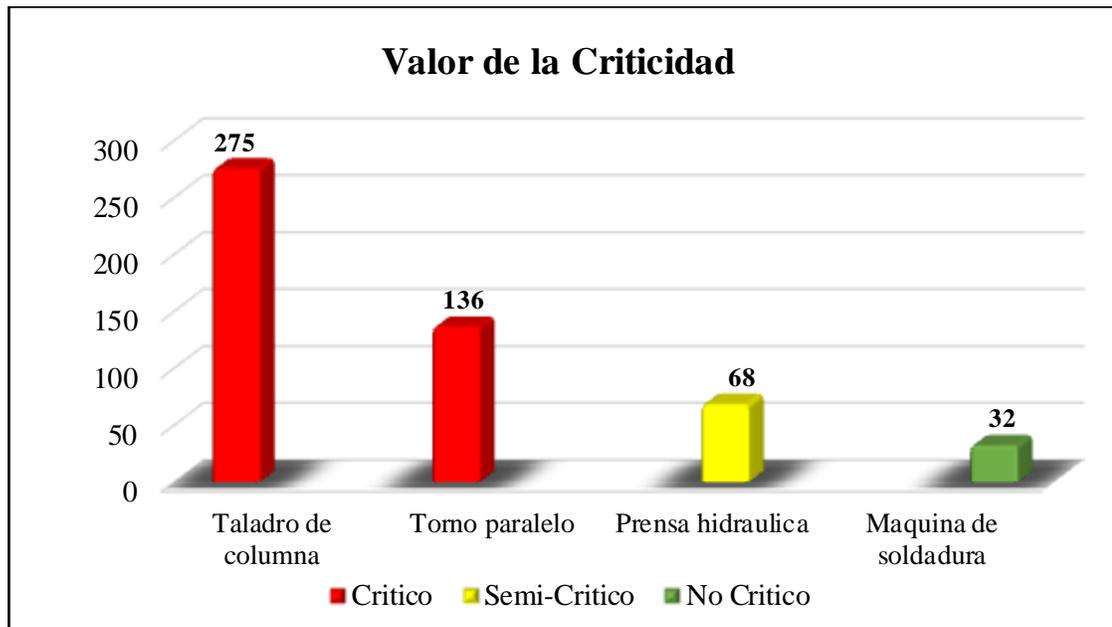


Figura 5.12 Resultados del cálculo del nivel de criticidad de los equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A. (Elaboración propia,2017)

De acuerdo a los resultados obtenidos de la figura 5.12 se puede observar que dos (2) de los cuatro (4) equipos se encuentran en estado crítico, con un valor de 275, para el taladro de columna y para el torno paralelo, con un valor de 136, posteriormente está la prensa hidráulica con un valor de 68 ubicado en estado semi crítico y finalmente en un estado No crítico está la máquina de soldadura con un valor de 32.

Se elaboró un análisis de criticidad a los equipos cuatro (4) equipos que intervienen en el proceso de “fabricación de turbinas”, las cuales son: torno paralelo, taladro de columna, prensa hidráulica, y máquina de soldadura con el fin de conocer el estado óptimo de los equipos, y poder así realizar una propuesta de mantenimiento preventivo a cada uno de ellos, es importante destacar que los parámetros asignados, fueron establecidos a juicio del experimentador, con ayuda de los manuales de cada equipo, y la experiencia laboral de la empresa.

5.3.2 Criterios asumidos

Para la clasificación del análisis de modos efecto de fallas (AMEF), se empleó la tabla 5.15 correspondiente a la clasificación del producto de Gravedad (G), Ocurrencia (O), y Detección (D), es decir el Numero Prioritario de Riesgo (RPR) del modo de falla de cada componente. A fin de facilitar la elaboración del grafico del análisis de criticidad, se realizó una sumatoria de los Número de Prioridad de Riesgo Totales (NPRT) con el fin de clasificarlos de acuerdo a sus clases de fallas.

Todas las causas de fallas son evaluadas a fin de clasificar las mismas en alguno de los siguientes grupos:

- Clase A: fallas que ocasionan cese de las funciones del sistema en más del 80% de los casos.
- Clase B: fallas que ocasiona cese de las funciones del sistema entre el 50 % y el 80% de los casos.
- Clase C: fallas que ocasiona cese de las funciones del sistema entre el 25% y el 50 % de los casos.
- Clase D: fallas que ocasiona cese de las funciones del sistema en menos del 25% de los casos.

Tabla 5.15 Clasificación de las fallas según el número de prioridad de riesgo (Scarpatti Fernando,2016)

INDICE DE EVALUACION	N.º DE PRIORIDAD DE RIESGO	
1-50	Bajo	D
51-100	Medio	C
101-200	Alto	B
201-1000	Muy Alto	A

Las causas de fallas con mayor riesgo (resaltados de color rojo), corresponden a los componentes de equipos que fallan de manera frecuente y se debe de prestar mayor atención para la propuesta mantenimiento preventivo, con la finalidad de minimizar estos modos de fallos potenciales.

En la tabla 5.16 se ilustra a través de un análisis de modo efecto y fallas (AMEF), Los equipos que intervienen en el proceso de fabricación.

Tabla 5.16 Análisis de modo efectos y fallos (AMEF)

 <p>TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A. J-312099984</p>	<p>TALLER INDUSTRIAL MILENIUM, C.A</p>	<p>AMEF de Diseño</p>	<p>Fecha de Elaboración: 20/01/2017</p>	<p>Elaborado por: Macallums Obeyliz</p>						
	<p>Equipo: Torno Paralelo Modelo: A4515 Marca: Arien</p>	<p>Revisado por: Cordero Manuel Oropeza Pedro</p>	<p>Pág. 1 de 11</p>							
Nombre del componente	Función del Componente	Fallos Potenciales			Estado Actual					Acción Recomendada
		Modo de Falla (G)	Efecto de falla (O)	Causa de falla (D)	Índice					
					G	O	D	NPR	NPRT	
Motor eléctrico	Convierte la energía eléctrica en energía mecánica.	Fundiciones de fusibles, y/o conexiones	Motor quemado o fundido	Conector suelto y/o desprendido	4	5	5	100	175	<ul style="list-style-type: none"> Recuperar la fuente de alimentación, verificar y apretar todos los conectores Ajuste el voltaje. Reducir el movimiento de carga.
		Recalentamiento del motor	El motor funciona con dificultad	Bajo voltaje.	5	5	3	75		
Carro Principal	Produce movimiento de avance de la pieza, desplazándose en forma manual paralelamente al eje del torno	Descarrilamiento	Se imposibilita la operación de torneado	Mal montaje del elemento	8	4	7	244	244	<ul style="list-style-type: none"> Ser cuidadosos en el montaje del carro. Hacer pruebas antes de mecanizar

Continuación tabla 5.16

	TALLER INDUSTRIAL MILENIUM, C. A	AMEF de Diseño	Fecha de Elaboración: 20/01/2017	Elaborado por: Macallums Obeyliz						
	Equipo: Torno Paralelo Modelo: A4515 Marca: Arien		Revisado por: Cordero Manuel Oropeza Pedro					Pág. 2 de 11		
Nombre del componente	Función del Componente	Fallos Potenciales			Estado Actual					Acción Recomendada
		Modo de Falla (G)	Efecto de falla (O)	Causa de falla (D)	Índice					
						G	O	D	NPR	NPRT
Cabezal fijo	Contener los engranajes o poleas que impulsan la pieza de trabajo y las unidades de avance	No gira el plato	Motor eléctrico dañado por no poder transmitir el movimiento de rotación	Desgaste o corrosión en las poleas	7	3	5	165	375	<ul style="list-style-type: none"> Lubricación correcta de las poleas Ajuste de polea Cambio de correa. Limpiar y engrasar adecuadamente los engranajes de la caja de velocidades
			No hay transmisión de movimiento hasta no corregir la falla	Correas de transmisión estiradas	6	5	2			
		No hay cambios en la velocidad de paso	Mal mecanizado y problemas en operaciones de torneado	Desgaste en los engranes o fractura de algún diente de dicha caja	6	5	7	210		

	TALLER INDUSTRIAL MILENIUM, C. A	AMEF de Diseño	Fecha de Elaboración: 20/01/2017	Elaborado por: Macallums Obeyliz						
	Equipo: Torno Paralelo Modelo: A4515 Marca: ARIEN		Revisado por: Cordero Manuel Oropeza Pedro		Pág. 3 de 11					
Nombre del componente	Función del Componente	Fallos Potenciales			Estado Actual					Acción Recomendada
		Modo de Falla (G)	Efecto de falla (O)	Causa de falla (D)	Índice					
					G	O	D	NPR	NPRT	
Bancada	Soporta otras unidades del torno por medio de guías por las que se desplaza el cabezal móvil y el carro principal	Deslizamiento del carro principal	Desplazamiento frenado del carro principal dando mal mecanizado en las piezas y dimensiones incorrectas	Desgaste en las guías	4	3	4	48	88	<ul style="list-style-type: none"> Limpiar la viruta. Lubricación de las guías. Limpiar la viruta después de un proceso de mecanizado.
		Atascamiento del carro principal	Problemas para el mecanizado de piezas y dimensiones incorrectas	Obstrucción en la guía por presencia de viruta o elementos externos	5	4	2	40		
Interruptor de encendido y apagado	Energiza todo el equipo	No enciende el equipo	Fusible dañado	Alta o baja de tensión	5	4	3	60	60	<ul style="list-style-type: none"> Controlar los niveles de tensión y cambiar fusible.

Continuación tabla 5.16

Continuación tabla 5.16

 <p>TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A. J-312099984</p>	<p>TALLER INDUSTRIAL MILENIUM, C. A</p>	<p>AMEF de Diseño</p>	<p>Fecha de Elaboración: 20/01/2017</p>	<p>Elaborado por: Macallums Obeyliz</p>						
	<p>Equipo: Taladro de columna Modelo: TCPA50 ET Marca: ARIEN</p>		<p>Revisado por: Cordero Manuel Oropeza Pedro</p>	<p>Pág. 4 de 11</p>						
Nombre del componente	Función del Componente	Fallos Potenciales			Estado Actual					Acción Recomendada
		Modo de Falla (G)	Efecto de falla (O)	Causa de falla (D)	Índice					
					G	O	D	NPR	NPRT	
Motor eléctrico	Convierte la energía eléctrica en energía mecánica.	Fundiciones de fusibles, y/o conexiones	Motor quemado o fundido	Conector suelto y/o desprendido	4	5	5	100	175	<ul style="list-style-type: none"> Recuperar la fuente de alimentación, verificar y apretar todos los conectores.
		Recalentamiento del motor	El motor funciona con dificultad	Bajo voltaje.	5	5	3	75		<ul style="list-style-type: none"> Ajuste el voltaje

 <p>TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A. J-31 2099984</p>	TALLER INDUSTRIAL MILENIUM, C. A	AMEF de Diseño	Fecha de Elaboración: 20/01/2017	Elaborado por: Macallums Obeyliz						
	Equipo: Taladro de columna Modelo: T CPA50 ET Marca: ARIEN		Revisado por: Cordero Manuel Oropeza Pedro					Pág. 5 de 11		
Nombre del componente	Función del Componente	Fallos Potenciales			Estado Actual					Acción Recomendada
		Modo de Falla (G)	Efecto de falla (O)	Causa de falla (D)	Índice					
					G	O	D	NPR	NPRT	
Polea / Correa	Transmite fuerza y velocidades angulares entre ruedas paralelas a una cierta distancia	Detención de la polea	No transmite la fuerza necesaria al mandril la broca no perfora a la medida	Correa desgastada	8	6	5	240	240	<ul style="list-style-type: none"> Cambiar correa antes de su vencimiento
Mandril portabrocas	Mantener los diferentes tipos de brocas durante su uso	Rotura del mandril	Imposibilita la sujeción de la broca para perforar orificios	Deterioro físico	3	6	4	72	288	<ul style="list-style-type: none"> Limpieza de mandril Lubricación de Mandril
				Sobre calentamiento del mandril	8	9	3	216		

Continuación tabla 5.16

 <p>TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A. J-312099984</p>	TALLER INDUSTRIAL MILENIUM, C. A	AMEF de Diseño	Fecha de Elaboración: 20/01/2017		Elaborado por: Macallums Obeyliz					
	Equipo: Taladro de columna Modelo: TCPA50 ET Marca: ARIEN		Revisado por: Cordero Manuel Oropeza Pedro			Pág. 6 de 11				
Nombre del componente	Función del Componente	Fallos Potenciales			Estado Actual					Acción Recomendada
		Modo de Falla (G)	Efecto de falla (O)	Causa de falla (D)	Índice					
					G	O	D	NPR	NPRT	
Brocas	Formar orificios o concavidad cilíndrica a longitud requerida.	Rotura de brocas	Perforación de orificio a medidas erróneas	Mal amolamiento	7	6	8	336	434	<ul style="list-style-type: none"> Amolar broca adecuadamente antes de perforar orificios. Usar broca necesariamente.
	Insatisfacción del cliente		material defectuoso	7	2	7	98	Lubricación de brocas		
Mesa	Permite situar en posición adecuada la pieza bajo el mandril para su perforación	Inestabilidad de la mesa	Incomodidad del cliente	Tornillo mal fijado	3	5	2	30	36	<ul style="list-style-type: none"> Ajustar tornillos Limpieza de virutas
				Medidas erróneas	3	2	1	6		<ul style="list-style-type: none"> Ajustar mesa adecuadamente

Continuación tabla 5.16

Continuación tabla 5.16

 <p>TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A. J-31 2099984</p>	<p>TALLER INDUSTRIAL MILENIUM, C. A</p>	<p>AMEF de Diseño</p>	<p>Fecha de Elaboración: 20/01/2017</p>		<p>Elaborado por: Macallums Obeyliz</p>					
	<p>Equipo: Taladro de columna Modelo: TCPA50ET Marca: ARIEN</p>			<p>Revisado por: Cordero Manuel Oropeza Pedro</p>			<p>Pág. 7 de 11</p>			
Nombre del componente	Función del Componente	Fallos Potenciales			Estado Actual					Acción Recomendada
		Modo de Falla (G)	Efecto de falla (O)	Causa de falla (D)	Índice					
					G	O	D	NPR	NPRT	
Manivela	Transformar el movimiento circular de en un movimiento de traslación, o viceversa para mover la dirección del mandril porta brocas	Detención de la manivela	No gira adecuadamente	Banda desgastada	3	3	7	63	63	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza y lubricación
Interruptor de encendido y apagado	Energiza todo el equipo	No enciende el equipo	Fusible dañado	Alta o baja de tensión	6	4	3	72	72	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar los niveles de tensión y cambiar fusible

Continuación tabla 5.16

 <p>TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A. J-312099984</p>	TALLER INDUSTRIAL MILENIUM, C. A		AMEF de Diseño	Fecha de Elaboración: 20/01/2017			Elaborado por: Macallums Obeyliz			
	Equipo: Prensa Hidráulica Modelo: PREH-20 Marca: TRUPER				Revisado por: Cordero Manuel Oropeza Pedro				Pág. 8 de 11	
Nombre del componente	Función del Componente	Fallos Potenciales			Estado Actual					Acción Recomendada
		Modo de Falla (G)	Efecto de falla (O)	Causa de falla (D)	Índice					
					G	O	D	NPR	NPRT	
Bomba hidráulica	Suministrar el caudal de aceite a una determinada presión	Bombear con dificultad	No manda presión adecuada	Desgastes en los sellos	7	7	7	343	343	<ul style="list-style-type: none"> Cambiar los sellos en un periodo determinado. Verificar la presión del fluido con un manómetro
Sellos plásticos	Impiden la salida y/o entrada de un fluido como el aceite con el fin de mantenerlo adentro de la bomba	Rotura de sellos	Bomba no manda presión adecuada	Desgastes en los sellos	5	6	5	150	150	<ul style="list-style-type: none"> Cambiar los sellos en un periodo determinado

Continuación tabla 5.16

	TALLER INDUSTRIAL MILENIUM, C. A		AMEF de Diseño	Fecha de Elaboración: 20/01/2017		Elaborado por: Macallums Obeyliz				
	Equipo: Prensa Hidráulica Modelo: PREH-20 Marca: TRUPER			Revisado por: Cordero Manuel Oropeza Pedro			Pág. 9 de 11			
Nombre del componente	Función del Componente	Fallos Potenciales			Estado Actual					Acción Recomendada
		Modo de Falla (G)	Efecto de falla (O)	Causa de falla (D)	Índice					
						G	O	D	NPR	NPRT
Manómetro	Indica la presión real de salida de la bomba	Incapaz de indicar la presión real	Mala maniobra del instrumento	Daño en el manómetro por desgaste natural	3	5	2	30	42	<ul style="list-style-type: none"> Usar adecuadamente el manómetro Verificar si la manguera hidráulica contiene alguna fuga
				Rotura de manguera	2	2	3	12		
Manguera hidráulica	Conducir fluidos hidráulicos a altas presiones.	Rotura de manguera	Insatisfacción	Presiones de impulso excesivas	3	7	3	63	87	<ul style="list-style-type: none"> Usar adecuadamente la manguera Verificar calidad de manguera Verificar manguera a ver si contiene alguna fuga.
			Imposibilidad de mandar presión al manómetro	Uso pesado	2	6	2	24		

Continuación tabla 5.16

 <p>TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A. J-312099984</p>	<p>TALLER INDUSTRIAL MILENIUM, C. A</p>	<p>AMEF de Diseño</p>	<p>Fecha de Elaboración: 20/01/2017</p>		<p>Elaborado por: Macallums Obeyliz</p>					
	<p>Equipo: Maquina de Soldadura Modelo: AC-225-GLM Marca: LINCOLN</p>			<p>Revisado por: Cordero Manuel Oropeza Pedro</p>			<p>Pág. 10 de 11</p>			
Nombre del componente	Función del Componente	Fallos Potenciales			Estado Actual					Acción Recomendada
		Modo de Falla (G)	Efecto de falla (O)	Causa de falla (D)	Índice					
					G	O	D	NPR	NPRT	
Motor bobinado	Se encarga de crear un campo magnético que produce un movimiento hacia el rotor produciendo así un cambio de energía eléctrica a mecánica.	Bobinado roto o quemado	Insatisfacción del cliente	Bajo voltaje daño bobinado	8	5	3	120	180	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar voltaje adecuado • Revisar cable de alimentación
		Recalentamiento del motor	Ruido y vibraciones indeseadas	Fallo del cable alimentación del motor	6	5	2	60		
Interruptor de encendido y apagado	Energiza todo el equipo	No enciende el equipo	Fusible dañado	Alta o baja de tensión	10	4	8	90	90	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar los niveles de tensión y cambiar fusible

Continuación tabla 5.16

 <p>TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A. J-312099984</p>	<p>TALLER INDUSTRIAL MILENIUM, C. A</p>	<p>AMEF de Diseño</p>	<p>Fecha de Elaboración: 20/01/2017</p>				<p>Elaborado por: Macallums Obeyliz</p>			
	<p>Equipo: Taladro de columna Modelo: TCPA50ET Marca: ARIEN</p>		<p>Revisado por: Cordero Manuel Oropeza Pedro</p>						<p>Pág. 11 de 11</p>	
Nombre del componente	Función del Componente	Fallos Potenciales			Estado Actual					Acción Recomendada
		Modo de Falla (G)	Efecto de falla (O)	Causa de falla (D)	Índice					
					G	O	D	NPR	NPRT	
Cable de alimentación	Se encarga de llevar la corriente del motor hasta las pinzas de tierra y porta electrodos	Fallo de alimentación del motor	No recibe corriente eléctrica	Terminal de conexión del cable eléctrico de alimentación defectuoso	6	6	4	36	36	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar voltaje • Verificar terminal de conexión.
Pinza de tierra y porta electrodos	Son pinzas que van unidas al cable de alimentación y sirven para portar el electrodo y para medir la corriente.	No aprieta adecuadamente	I Imposibilita la acción de soldar el material.	Resortes vencidos.	6	5	5	150	250	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar resorte y pinzas antes de su uso. • Reemplazar resorte y/o material defectuoso.
			Insatisfacción del cliente	Material defectuoso	5	4	5	100		

5.3.3 Resultado del análisis del modo efecto y fallas (AMEF)

Una vez realizados los AMEF a continuación, en la tabla 5.17 se presenta un resumen de cada uno de los NPR obtenidos de las partes de los equipos utilizados para el proceso de “fabricación de turbinas”.

Tabla 5.17 Resumen de los NPR. (Elaboración propia, 2017)

Máquina	Componentes	Modo	NPR	Total, NPR	
Torno paralelo	Motor eléctrico	Fundiciones de fusibles y/o conexiones	100	175	
		Recalentamiento del motor	75		
	Carro Principal	Descarrilamiento	224	224	
	Cabezal fijo	No gira el plato	165	375	
		No hay cambios en la velocidad de paso	210		
	bancada	Deslizamiento del carro principal	48	88	
		Atascamiento del carro principal	40		
	Interruptor de encendido y apagado	No enciende el equipo	60	60	
	TOTAL, NPR DEL EQUIPO				922

Continuación tabla 5.17

Máquina	Componentes	Modo	NPR	Total, NPR
Taladro de Columna	Motor eléctrico	Fundiciones de fusibles y/o conexiones	100	175
		Recalentamiento del motor	75	
	Polea/correa	Detención de la polea	240	240
	Mandril portabrocas	Rotura de mandril	288	288
	Brocas	Rotura de brocas	434	434
	Mesa	Inestabilidad de Mesa	36	36
	manivela	Detención de la manivela	63	63
	Interruptor de encendido y apagado	No enciende el equipo	72	72
TOTAL, NPR DEL EQUIPO				1.308
Máquina	Componentes	Modo	NPR	Total, NPR
Prensa hidráulica	Bomba hidráulica	Bombear con dificultad	343	343
	Sellos plásticos	Rotura de sellos	150	150
	manómetro	Incapaz de indicar la presión real	42	42
	Manguera hidráulica	Rotura de manguera	87	87
TOTAL, NPR DEL EQUIPO				622

Continuación tabla 5.17

Máquina	Componentes	Modo	NPR	Total, NPR
Máquina de soldadura	Motor bobinado	Bobinado roto o quemado	120	180
		Recalentamiento del motor	60	
	Interruptor de encendido y apagado	No enciende el equipo	90	90
	Cable de alimentación	Fallo de alimentación del motor	36	36
	Pinza de tierra y porta electrodos	No aprieta adecuadamente	250	250
	TOTAL, NPR DEL EQUIPO			

La tabla 5.17 muestra los valores calculados de NPR en donde se tomará en cuenta los NPR de los componentes de los equipos que tienen mayor valor, para tomar las medidas que requieran de acciones preventivas con la finalidad disminuir las fallas imprevistas de contar con un proceso de producción continuo.

El equipo con mayor valor de NPR es el taladro de columna obtuvo 1.308 , con tres (3) componentes de muy alto nivel específicamente estos son : la polea, el mandril portabrocas, y las brocas, seguidamente el equipo Torno paralelo obtuvo 922 de NPR, con dos (2) componentes de muy alto nivel específicamente estos son: el carro principal y el cabezal fijo, la prensa hidráulica obtuvo 622 de NPR con un (1) componente llamado bomba hidráulica y finalmente la máquina de soldadura obtuvo 556 de NPR, igualmente con un (1) componente muy alto llamado pinza de tierra y porta electrodos.

Esta jerarquización de prioridades fue realizada a través de la técnica análisis del modo de efectos y fallas (AMEF) con el fin de reconocer mediante su número de prioritario de riesgo (NPR), los componentes de los equipos más afectado o que presentan frecuentemente fallas en el proceso de fabricación de la organización, ya que esta herramienta sirve de apoyo a lo sustentado en el análisis de criticidad anteriormente realizado; por dicha razón el estudio es un aval que garantiza que, realizando el plan de mantenimiento preventivo en función de él, se obtendrá buenos resultados ya que se atendería las exigencias de cada equipo.

Para ilustrar de manera un poco más eficiente, en la figura 5.13 muestra los resultados del análisis de criticidad de modo de falla y efectos obtenidos a los equipos anteriormente estudiados.

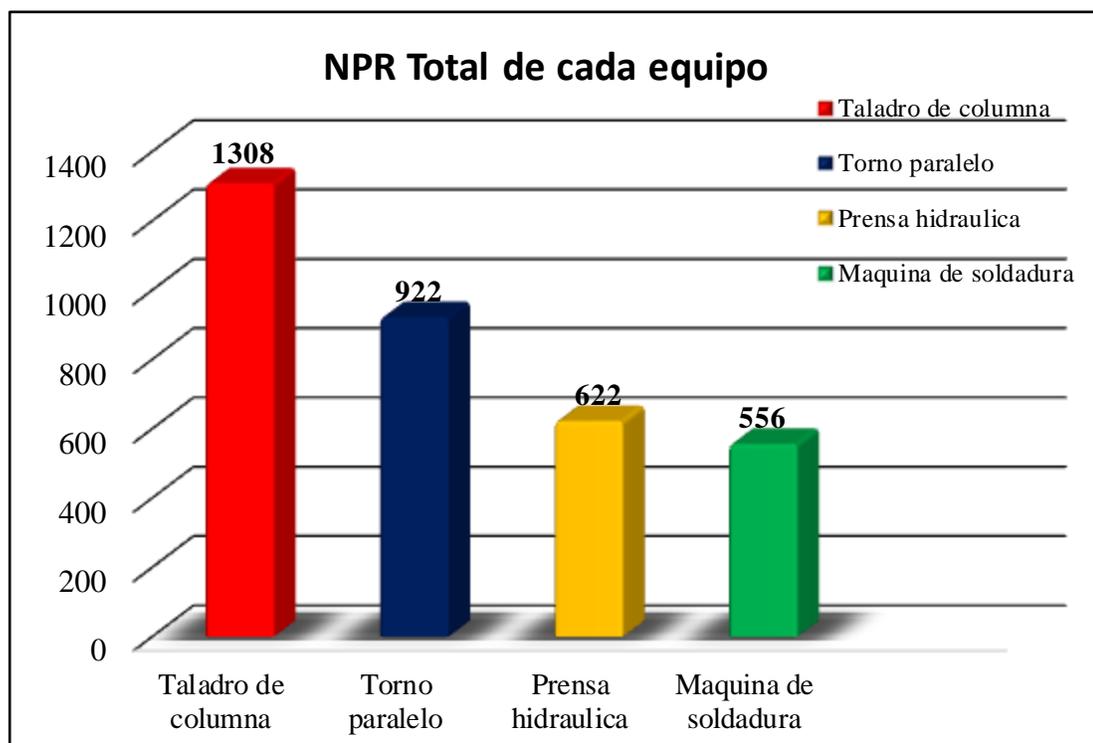


Figura 5.13 Representación gráfica de los resultados obtenidos (Elaboración propia, 2017)

En la figura 5.13 se observa que el equipo taladro de columna tiene un valor total de NPR de 1.308, siendo este valor el más alto obtenido en la evaluación AMEF, por lo que es necesario realizar un plan de mantenimiento preventivo a todos los equipos que intervienen en el proceso de “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A, con el fin de alargar la vida útil y mantener un mejor funcionamiento de los mismos.

CAPITULO VI

LA PROPUESTA

6.1 Plan propuesto de mantenimiento preventivo para los equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas”

En este capítulo se presenta el plan de mantenimiento preventivo para los equipos que intervienen en el proceso de “fabricación de turbinas”, en la empresa Taller Industrial Milenium, C.A.

La propuesta de un plan de mantenimiento preventivo a los equipos que intervienen en el proceso de “fabricación de turbinas”, está compuesto en base al análisis de criticidad anteriormente estudiado, cabe mencionar que las actividades de mantenimiento para cada equipo estudiado se extrajeron de los manuales de fabricación, de las reparaciones más frecuentes de los componentes que presentan fallas en los equipos de “fabricación de turbinas”, suministrado por la administración de la empresa, las experiencias de los trabajadores, y de la observación directa.

El plan propuesto contiene una duración máxima anual, según se vaya comprobando su grado de eficiencia y aplicabilidad para cada equipo, el responsable de poner en marcha el plan de mantenimiento propuesto es el jefe de taller. Es importante destacar que la propuesta de mantenimiento está basada conforme a la norma venezolana COVENIN 3049-93.

6.1.1 Título de la propuesta

Plan de mantenimiento preventivo para los equipos que intervienen en el proceso de “fabricación de turbinas”, en la empresa Taller Industrial Milenium, C.A.

6.1.2 Justificación

El diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos que intervienen en el proceso de “fabricación de turbinas”, en la empresa Taller Industrial Milenium, C.A, ha sido elaborado por las siguientes razones: garantizar el cumplimiento de las actividades de mantenimiento a los equipos que intervienen en el proceso de “fabricación de turbinas”, con el fin de prolongar su estado óptimo operacional, para que no se detengan los equipos, ni la línea de producción y así evitar gastos innecesarios a la empresa, mejorar la relación del cliente respecto al producto, identificar las oportunidades de mejora de los procesos y así registrar las lecciones aprendidas para proyectos futuros.

6.1.3 Objetivo de la propuesta

Minimizar las fallas presentes en los equipos que intervienen en el proceso de “fabricación de turbinas” en la empresa Taller Industrial Milenium, C.A

6.1.4 Alcance

El alcance de esta propuesta abarca la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos que intervienen en el proceso de “fabricación de turbinas”, en la empresa Taller Industrial Milenium, C.A, con el fin garantizar el buen funcionamiento durante todos los años de vida útil de los equipos.

Los resultados de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo para los equipos que intervienen en el proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C. A, se muestran a continuación en la tabla 5.18.

Tabla 5.18 Plan de mantenimiento preventivo a los equipos de estudio
(Elaboración propia, 2017).

Nombre de la Empresa: TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A						
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
Objetivo: Minimizar las fallas presentes en los equipos del proceso de “fabricación de turbinas”. Alcance: Lograr reducir los factores de desgaste, deterioro y rotura, garantizar el buen funcionamiento durante todos los años de vida útil de los equipos.						
Nombre del Equipo: Torno paralelo. Modelo: A4515 Marca: ARIEN						
Nota Importante: Utilizar gafas industriales o protectores de vista en todo momento que esté usando esta máquina y/o equipo.						
Ejecutor y Responsables de las actividades de mantenimiento : Jefe de Taller.						
ITEMS	Frecuencia de Trabajo	D	S	M	A	Materiales y/o instrumentos
	Actividades					
1	Revisión y lubricación de la bancada					<ul style="list-style-type: none"> Lubricantes. Recipiente para lubricación.
2	Lubricación de puntos y de carro principal, transversal y cabezal fijo.					<ul style="list-style-type: none"> Lubricantes. Recipiente para lubricación
3	Limpieza de Bancada					<ul style="list-style-type: none"> Cepillo con cerdas en nylon.
4	Verificar los niveles de aceite en el tablero del torno y caja de avance.					
5	Limpieza de virutas el área de trabajo del torno.					<ul style="list-style-type: none"> Cepillo con cerdas en nylon. Guante Látex. Trapos. Recipiente y/o Contenedor.

Continuación tabla 5.18

Nombre de la Empresa:		TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A				
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
Objetivo: Minimizar las fallas presentes en los equipos del proceso de “fabricación de turbinas”. Alcance: Lograr reducir los factores de desgaste, deterioro y rotura, garantizar el buen funcionamiento durante todos los años de vida útil de los equipos.						
Nombre del Equipo: Tomo paralelo.						
Modelo: A4515						
Marca: ARIEN						
Nota Importante: Utilice gafas industriales o protectores de vista en todo momento que esté usando esta máquina y/o equipo.						
Ejecutor y Responsables de las actividades de mantenimiento : Jefe de Taller.						
ITEMS	Frecuencia de Trabajo	D	S	M	A	Materiales y/o instrumentos
	Actividades					
6	Limpieza de la guía del tornillo de carro principal.					<ul style="list-style-type: none"> • Guantes de látex. • Cepillo con cerdas en nylon. • Recipiente metálico.
7	Revisión del interruptor de encendido y apagado realizando pruebas de encendido.					
8	Limpieza y lubricación de cremallera principal del torno.					<ul style="list-style-type: none"> • Cepillo con cerdas en nylon. • Lubricantes. • Guantes de látex. • Recipiente para lubricación
9	Lubricación correcta de las poleas que se encuentran en el cabezal fijo.					<ul style="list-style-type: none"> • Lubricantes • Recipiente para lubricación
10	Limpiar el compartimiento donde se encuentran alojados los engranajes.					<ul style="list-style-type: none"> • Cepillo con cerdas en nylon, • Guantes. • Absorbente industrial.

Nombre de la Empresa: TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A						
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
Objetivo: Minimizar las fallas presentes en los equipos del proceso de “fabricación de turbinas”. Alcance: Lograr reducir los factores de desgaste, deterioro y rotura, garantizar el buen funcionamiento durante todos los años de vida útil de los equipos.						
Nombre del Equipo: Torno paralelo. Modelo: A4515 Marca: ARIEN						
Nota Importante: Utilice gafas industriales o protectores de vista en todo momento que esté usando esta máquina y/o equipo.						
Ejecutor y Responsables de las actividades de mantenimiento : Jefe de Taller.						
ITEMS	Frecuencia de Trabajo	D	S	M	A	Materiales y/o instrumentos
	Actividades					
11	Limpieza de copa desmontando las mordazas.					<ul style="list-style-type: none"> • Cepillo con cerdas en nylon. • Guantes de látex.
12	Ajuste de tuercas y tornillos en mecanismos y de la estructura de la máquina.					<ul style="list-style-type: none"> • Destornillador de estrella. • Destornillador de pala. • Llave.
13	Verificar ruidos y anomalías no percibidos en condiciones normales de funcionamiento.					
14	Revisión de señales: Voltaje de entrada, salida y comparándolos con la plaqueta del motor.					<ul style="list-style-type: none"> • Multímetro.
15	Revisar y realizar el ajuste adecuado de las correas					<ul style="list-style-type: none"> • Guantes de látex.

Continuación tabla 5.18

Continuación tabla 5.18

Nombre de la Empresa:		TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A				
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
<p>Objetivo: Minimizar las fallas presentes en los equipos del proceso de “fabricación de turbinas”.</p> <p>Alcance: Lograr reducir los factores de desgaste, deterioro y rotura, garantizar el buen funcionamiento durante todos los años de vida útil de los equipos.</p>						
Nombre del Equipo: Torno paralelo						
Modelo: A4515						
Marca: ARIEN						
<p>Nota Importante: Utilice gafas industriales o protectores de vista en todo momento que esté usando esta máquina y/o equipo.</p>						
Ejecutor y Responsables de las actividades de mantenimiento : Jefe de Taller.						
ITEMS	Frecuencia de Trabajo	D	S	M	A	Materiales y/o instrumentos
	Actividades					
16	Verificación de contactores y reparación conexiones eléctricas.					<ul style="list-style-type: none"> • Pinzas. • Cables. • Multímetro. • Alicata. • Destornillador de pala y estría • Cinta Aislante.
17	Revisión y limpieza del motor eléctrico.					<ul style="list-style-type: none"> • Cepillo con cerdas en nylon. • Trapos. • Compresor de aire. • Guantes de látex.

18	Análisis de vibraciones					<ul style="list-style-type: none">• Medidor de vibración
----	-------------------------	--	--	--	--	--

Continuación tabla 5.18



Continuación tabla 5.18

Nombre de la Empresa:		TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A				
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
Objetivo: Minimizar las fallas presentes en los equipos del proceso de “fabricación de turbinas”. Alcance: Lograr reducir los factores de desgaste, deterioro y rotura, garantizar el buen funcionamiento durante todos los años de vida útil de los equipos.						
Nombre del Equipo:		Torno paralelo				
Modelo:		A4515				
Marca:		ARIEN				
Nota Importante:		Utilice gafas industriales o protectores de vista en todo momento que esté usando esta máquina y/o equipo.				
Ejecutor y Responsables de las actividades de mantenimiento :		Jefe de Taller.				
ITEMS	Frecuencia de Trabajo	D	S	M	A	Materiales y/o instrumentos
	Actividades					
19	Verificar que la cimentación cumple las especificaciones del fabricante y no dispone de grietas.					
20	Pintura general de la máquina.					<ul style="list-style-type: none"> • Pinturas. • Cepillo con cerdas en nylon. • Guantes.
21	Realizar una inspección anual de las velocidades de salida en rpm.					<ul style="list-style-type: none"> • Amperímetro
22	Cambio de aceite.					<ul style="list-style-type: none"> • Aceite

Nombre de la Empresa: TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A							
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Objetivo: Minimizar las fallas presentes en los equipos del proceso de “fabricación de turbinas”.							
Alcance: Lograr reducir los factores de desgaste, deterioro y rotura, garantizar el buen funcionamiento durante todos los años de vida útil de los equipos.							
Nombre del Equipo: Taladro columna							
Modelo: TCPA50 ET							
Marca: ARIEN							
Nota Importante: 1. Utilice gafas industriales o protectores de vista en todo momento que esté usando este tipo de herramienta. 2. No usar líquidos agresivos ni volátiles cuando se limpie las diferentes partes móviles.							
Ejecutor y Responsables de las actividades de mantenimiento : Jefe de Taller.							
ITEMS	Frecuencia de Trabajo	D	S	M	6M	A	Materiales y/o instrumentos
	Actividades						
1	Verificar si el motor está conectado de una manera correcta a la fuente de alimentación (energía).						
2	Revisión del interruptor de encendido y apagado realizando pruebas de encendido.						<ul style="list-style-type: none"> • Brocha. • Trapos. • Compresor de aire. • Guantes de látex.
3	Verificar que la mesa del taladro, se encuentren libre de cualquier objeto que puedan impedir el libre movimiento de la misma						

Continuación tabla 5.18

Nombre de la Empresa: TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A							
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Objetivo: Minimizar las fallas presentes en los equipos del proceso de “fabricación de turbinas”.							
Alcance: Lograr reducir los factores de desgaste, deterioro y rotura, garantizar el buen funcionamiento durante todos los años de vida útil de los equipos.							
Nombre del Equipo: Taladro columna							
Modelo: TCPA50 ET							
Marca: ARIEN							
Nota Importante:							
1. Utilice gafas industriales o protectores de vista en todo momento que esté usando este tipo de herramienta.							
2. No usar líquidos agresivos ni volátiles cuando se limpie las diferentes partes móviles.							
Ejecutor y Responsables de las actividades de mantenimiento : Jefe de Taller.							
ITEMS	Frecuencia de Trabajo	D	S	M	6M	A	Materiales y/o instrumentos
	Actividades						
4	Lubricar mesa del taladro						<ul style="list-style-type: none"> Lubricantes
5	Ajustar la mesa del taladro en posición horizontal para conservar una posición precisa.						
6	Limpieza de virutas						<ul style="list-style-type: none"> Cepillo con cerdas en nylon. Trapos. Recipiente y/o Contenedor.

Continuación tabla 5.18

Nombre de la Empresa: TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A							
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Objetivo: Minimizar las fallas presentes en los equipos del proceso de “fabricación de turbinas”. Alcance: Lograr reducir los factores de desgaste, deterioro y rotura, garantizar el buen funcionamiento durante todos los años de vida útil de los equipos.							
Nombre del Equipo: Taladro de columna Modelo: TCPA50 ET Marca: ARIEN							
Nota Importante: 1. Utilice gafas industriales o protectores de vista en todo momento que esté usando este tipo de herramienta. 2. No usar líquidos agresivos ni volátiles cuando se limpie las diferentes partes móviles.							
Ejecutor y Responsables de las actividades de mantenimiento : Jefe de Taller.							
ITEMS	Frecuencia de Trabajo	D	S	M	6M	A	Materiales y/o instrumentos
	Actividades						
7	Limpieza y lubricación del mandril portabrocas						<ul style="list-style-type: none"> • Cepillo con cerdas en nylon. • Guantes • Trapos. • Recipiente y/o Contenedor. • Lubricantes
8	Ajustar el espacio preciso del mandril y la mesa para su perforación.						

Continuación tabla 5.18

Nombre de la Empresa: TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A							
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Objetivo: Minimizar las fallas presentes en los equipos del proceso de “fabricación de turbinas”. Alcance: Lograr reducir los factores de desgaste, deterioro y rotura, garantizar el buen funcionamiento durante todos los años de vida útil de los equipos.							
Nombre del Equipo: Taladro de columna. Modelo: TCPA50 ET Marca: ARIEN							
Nota Importante: 1. Utilice gafas industriales o protectores de vista en todo momento que esté usando este tipo de herramienta. 2. No usar líquidos agresivos ni volátiles cuando se limpie las diferentes partes móviles.							
Ejecutor y Responsables de las actividades de mantenimiento : Jefe de Taller.							
ITEMS	Frecuencia de Trabajo	D	S	M	6M	A	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales y/o instrumentos
	Actividades						
9	Amolar adecuadamente las brocas						<ul style="list-style-type: none"> • Lijas • Cepillo con cerdas en nylon.
10	Revisar la broca si su temperatura es demasiado alta o hace un ruido atípico.						<ul style="list-style-type: none"> • Guante de carnaza • Trapos.
11	Limpieza y lubricación de manivela						<ul style="list-style-type: none"> • Cepillo con cerdas en nylon. • Trapos, Lubricantes. • Recipiente y/o Contenedor.

Continuación tabla 5.18

Nombre de la Empresa: TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A							
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Objetivo: Minimizar las fallas presentes en los equipos del proceso de “fabricación de turbinas”.							
Alcance: Lograr reducir los factores de desgaste, deterioro y rotura, garantizar el buen funcionamiento durante todos los años de vida útil de los equipos.							
Nombre del Equipo: Taladro de columna							
Modelo: TCPA50 ET							
Marca: ARIEN							
Nota Importante: 1. Utilice gafas industriales o protectores de vista en todo momento que esté usando este tipo de herramienta. 2. No usar líquidos agresivos ni volátiles cuando se limpie las diferentes partes móviles.							
Ejecutor y Responsables de las actividades de mantenimiento : Jefe de Taller.							
ITEMS	Frecuencia de Trabajo	D	S	M	6M	A	Materiales y/o instrumentos
	Actividades						
12	Comprobar la existencia de superficies deslizantes y la falta de lubricante en las piezas.						<ul style="list-style-type: none"> Lubricantes
13	Verificar la tensión de la correa en la polea de acuerdo a las especificaciones del taladro con el fin de que la potencia de penetración en el material sea la recomendada de acuerdo a las características del fabricante.						<ul style="list-style-type: none"> Guantes Trapos.
14	Revisión y limpieza del motor eléctrico.						<ul style="list-style-type: none"> Brocha. Trapos. Compresor de aire.

Continuación tabla 5.18

Nombre de la Empresa: TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A						
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
Objetivo: Minimizar las fallas presentes en los equipos del proceso de “fabricación de turbinas”.						
Alcance: Lograr reducir los factores de desgaste, deterioro y rotura, garantizar el buen funcionamiento durante todos los años de vida útil de los equipos.						
Nombre del Equipo: Taladro de columna						
Modelo: TCPA50 ET						
Marca: ARIEN						
Nota Importante:						
1. Utilice gafas industriales o protectores de vista en todo momento que esté usando este tipo de herramienta.						
2. No usar líquidos agresivos ni volátiles cuando se limpie las diferentes partes móviles.						
Ejecutor y Responsables de las actividades de mantenimiento : Jefe de Taller.						
ITEMS	Frecuencia de Trabajo					Materiales y/o instrumentos
	D	S	M	6M	A	
	Actividades					
15						<ul style="list-style-type: none"> Pinzas. Cables. Multímetro. Alicate. Destornillador de pala y estría. Cinta Aislante.
16						
17						<ul style="list-style-type: none"> Destornillador de estrella, pala. llave.

Continuación tabla 5.18

Nombre de la Empresa: TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A							
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Objetivo: Minimizar las fallas presentes en los equipos del proceso de “fabricación de turbinas”.							
Alcance: Lograr reducir los factores de desgaste, deterioro y rotura, garantizar el buen funcionamiento durante todos los años de vida útil de los equipos.							
Nombre del Equipo: Taladro de columna							
Modelo: TCPA50 ET							
Marca: ARIEN							
Nota Importante: 1. Utilice gafas industriales o protectores de vista en todo momento que esté usando este tipo de herramienta. 2. No usar líquidos agresivos ni volátiles cuando se limpie las diferentes partes móviles.							
Ejecutor y Responsables de las actividades de mantenimiento : Jefe de Taller.							
ITEMS	Frecuencia de Trabajo	D	S	M	6M	A	Materiales y/o instrumentos
	Actividades						
18	Revisión de señales: Voltaje de entrada, salida y comparándolos con la plaqueta del motor.						• Multímetro.
19	Cambiar correa de la polea/correa						• Correa
20	Cambio de aceite						• Aceite
21	Pintura general de la máquina.						• Pinturas. • Cepillo con cerdas en nylon. • Guantes.

Continuación tabla 5.18

Nombre de la Empresa: TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A					
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
<p>Objetivo: Minimizar las fallas presentes en los equipos del proceso de “fabricación de turbinas”.</p> <p>Alcance: Lograr reducir los factores de desgaste, deterioro y rotura, garantizar el buen funcionamiento durante todos los años de vida útil de los equipos.</p>					
<p>Nombre del Equipo: Máquina de Soldadura Modelo: AC-225C Marca: LINCOLN</p>					
<p>Nota Importante: Para soldar algún otro tipo de material que no sea acero, se requiere una máquina de soldar compatible con su material.</p>					
<p>Ejecutor y Responsables de las actividades de mantenimiento : Jefe de Taller.</p>					
ITEMS	Frecuencia de Trabajo	D	M	A	Materiales y/o instrumentos
	Actividades				
1	Verificación eléctrica del motor bobinado				<ul style="list-style-type: none"> Amperímetro
2	Revisar fusible de interruptor y si está dañado cambiarlo por uno nuevo				<ul style="list-style-type: none"> Fusible del interruptor
3	Verificación de corriente del selector de rango realizando pruebas de encendido.				
4	Verificación de la correcta tensión de alimentación				<ul style="list-style-type: none"> Multímetro
5	Verificación de recalentamiento del motor y ruidos indeseados				
6	Revisión de conexión del conductor de barra de tierra del equipo.				<ul style="list-style-type: none"> Barra de acero

Continuación tabla 5.18

Nombre de la Empresa: TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A					
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
Objetivo: Minimizar las fallas presentes en los equipos del proceso de “fabricación de turbinas”.					
Alcance: Lograr reducir los factores de desgaste, deterioro y rotura, garantizar el buen funcionamiento durante todos los años de vida útil de los equipos.					
Nombre del Equipo: Máquina de Soldadura					
Modelo: AC-225C					
Marca: LINCOLN					
Nota Importante: Para soldar algún otro tipo de material que no sea acero, se requiere una máquina de soldar compatible con su material.					
Ejecutor y Responsables de las actividades de mantenimiento : Jefe de Taller.					
ITEMS	Frecuencia de Trabajo	D	M	A	Materiales y/o instrumentos
	Actividades				
7	Verificación de resortes de las pinzas de tierra y pinza porta electrodo y si está dañado cambiarlo por uno nuevo				• Resortes
8	Desalojar las herramientas u objetos que impidan el buen y adecuado funcionamiento del equipo				
9	Verificación de No obstrucción del flujo de aire				
10	Aplicación de spray anti-escoria				• Spray anti-escoria
11	Cambiar resortes de las pinzas				• Resortes
12	Verificación del correcto funcionamiento de los equipos de ventilación como filtros y/o rejillas				

Continuación tabla 5.18

Nombre de la Empresa: TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A					
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
Objetivo: Minimizar las fallas presentes en los equipos del proceso de “fabricación de turbinas”.					
Alcance: Lograr reducir los factores de desgaste, deterioro y rotura, garantizar el buen funcionamiento durante todos los años de vida útil de los equipos.					
Nombre del Equipo: Máquina de Soldadura					
Modelo: AC-225C					
Marca: LINCOLN					
Nota Importante: Para soldar algún otro tipo de material que no sea acero, se requiere una máquina de soldar compatible con su material.					
Ejecutor y Responsables de las actividades de mantenimiento : Jefe de Taller.					
ITEMS	Frecuencia de Trabajo	D	M	A	Materiales y/o instrumentos
	Actividades				
13	Revisión general de intensidad consumida en cada fase en vacío como en puesta en marcha, verificando su equilibrio y la adecuación con la especificación del equipo				<ul style="list-style-type: none"> Multímetro
14	Revisar los cables de soldadura y en su defecto remplazarlos				<ul style="list-style-type: none"> Cables de soldadura
15	Sopetear la máquina y/o equipo por dentro de manera de eliminar el polvo				<ul style="list-style-type: none"> Compresor
16	Inspeccionar la maquina en busca de averías o posibles daños				
17	Cambiar o lavar las placas de datos del equipo de modo que estas sean legibles				<ul style="list-style-type: none"> Desengrasantes, placas de datos, cepillos con cerdas.

Continuación tabla 5.18

Nombre de la Empresa: TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A					
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
Objetivo: Minimizar las fallas presentes en los equipos del proceso de “fabricación de turbinas”. Alcance: Lograr reducir los factores de desgaste, deterioro y rotura, garantizar el buen funcionamiento durante todos los años de vida útil de los equipos.					
Nombre del Equipo: Prensa hidráulica Modelo: PREH-20 Marca: TRUPER					
Nota Importante: No utilizar la prensa para comprimir resortes o cualquier otro objeto que pudiera soltarse.					
Ejecutor y Responsables de las actividades de mantenimiento : Jefe de Taller.					
ITEMS	Frecuencia de Trabajo	D	M	A	Materiales y/o instrumentos
	Actividades				
1	Verificar que la presión de aceite en el manómetro se encuentre en un rango establecido				
2	Revisar el nivel de aceite del tanque con los pistones principales en su posición más baja				<ul style="list-style-type: none"> • Varilla de aceite
3	Verificar que las temperaturas de los moldes sean iguales entre ellas y la indicada para el tipo de lámina con que se está trabajando en la prensa				<ul style="list-style-type: none"> • Pirómetro
4	Revisar las tuberías adyacentes para descartar fugas en las mangueras y válvulas, en su defecto reemplazarlos.				<ul style="list-style-type: none"> • Válvulas • Mangueras
5	Verificar que la bomba no esté produciendo ruidos atípicos				

Continuación tabla 5.18

Nombre de la Empresa: TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A					
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
Objetivo: Minimizar las fallas presentes en los equipos del proceso de “fabricación de turbinas”.					
Alcance: Lograr reducir los factores de desgaste, deterioro y rotura, garantizar el buen funcionamiento durante todos los años de vida útil de los equipos.					
Nombre del Equipo: Prensa hidráulica					
Modelo: PREH-20					
Marca: TRUPER					
Nota Importante: No utilizar la prensa para comprimir resortes o cualquier otro objeto que pudiera soltarse.					
Ejecutor y Responsables de las actividades de mantenimiento : Jefe de Taller.					
ITEMS	Frecuencia de Trabajo			Materiales y/o instrumentos	
	D	M	A		
	Actividades				
6				• Manómetro	
7				• Sellos nuevos	
8				• Destornillador de estrella. • Destornillador de pala. • Llave.	
9					
10					
11				• Aceite	

Continuación tabla 5.18

Nombre de la Empresa: TALLER INDUSTRIAL MILENIUM C.A							
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Objetivo: Minimizar las fallas presentes en los equipos del proceso de “fabricación de turbinas”.							
Alcance: Lograr reducir los factores de desgaste, deterioro y rotura, garantizar el buen funcionamiento durante todos los años de vida útil de los equipos.							
Nombre del Equipo: Prensa hidráulica							
Modelo: PREH-20							
Marca: TRUPER							
Nota Importante: No utilizar la prensa para comprimir resortes o cualquier otro objeto que pudiera soltarse.							
Ejecutor y Responsables de las actividades de mantenimiento : Jefe de Taller.							
ITEMS	Frecuencia de Trabajo			D	M	A	Materiales y/o instrumentos
	Actividades						
12	Pintura general de la máquina.						<ul style="list-style-type: none"> • Pinturas. • Guantes.
13	Análisis de vibraciones						<ul style="list-style-type: none"> • Medidor de vibración
14	Verificar que la cimentación cumple las especificaciones del fabricante y no dispone de grietas.						

Para la propuesta del plan de mantenimiento preventivo, se adoptó una simbología con la que se suelen representar los periodos de intervención. En la tabla 5.19 muestra la frecuencia de trabajo para mayor comprensión del plan propuesto.

Tabla 5.19 Frecuencia de trabajo (Elaboración propia, 2017)

D	Actividad que se desarrolla diariamente
S	Actividad que se desarrolla semanalmente
M	Actividad que se desarrolla mensualmente
6M	Actividad que se desarrolla cada seis meses
A	Actividad que se desarrolla anualmente

Estas actividades están sujetas a las exigencias de cada equipo para su mantenimiento, y dependen del manual de fabricación, basados en la norma COVENIN 3049-93, plan de mantenimiento. En la tabla 5.20 muestra cómo una vez aplicando el plan de mantenimiento preventivo propuesto, la capacidad utilizada anual de la “fabricación de turbinas”, ofrecido por la empresa Taller Industrial Milenium, C.A, aumenta su producción a 600 turbinas por año, esto sería expresado en porcentaje un 50% de la producción.

Tabla 5.20 Capacidad instalada y utilizada anual de la “fabricación de turbinas”, aplicando el plan de mantenimiento preventivo propuesto. (Elaboración propia, 2017)

Producto	Capacidad instalada anual	Capacidad utilizada anual cumpliendo plan de mantenimiento	Capacidad utilizada anual situación actual	Aumento de la producción con el cumplimiento del plan	%
Turbinas	2000	1800	1200	600	50%

La figura 5.14 muestra el grafico de la capacidad instalada anual, capacidad utilizada actual y la capacidad utilizada anual cumpliendo el plan de mantenimiento

preventivo propuesto a los equipos que intervienen en el proceso de “fabricación de turbinas”, ofrecido por la empresa. Donde se observa que para dicho proceso aumenta la producción en 600 turbinas anualmente, lo que esto representaría para la organización un 50% de la producción.

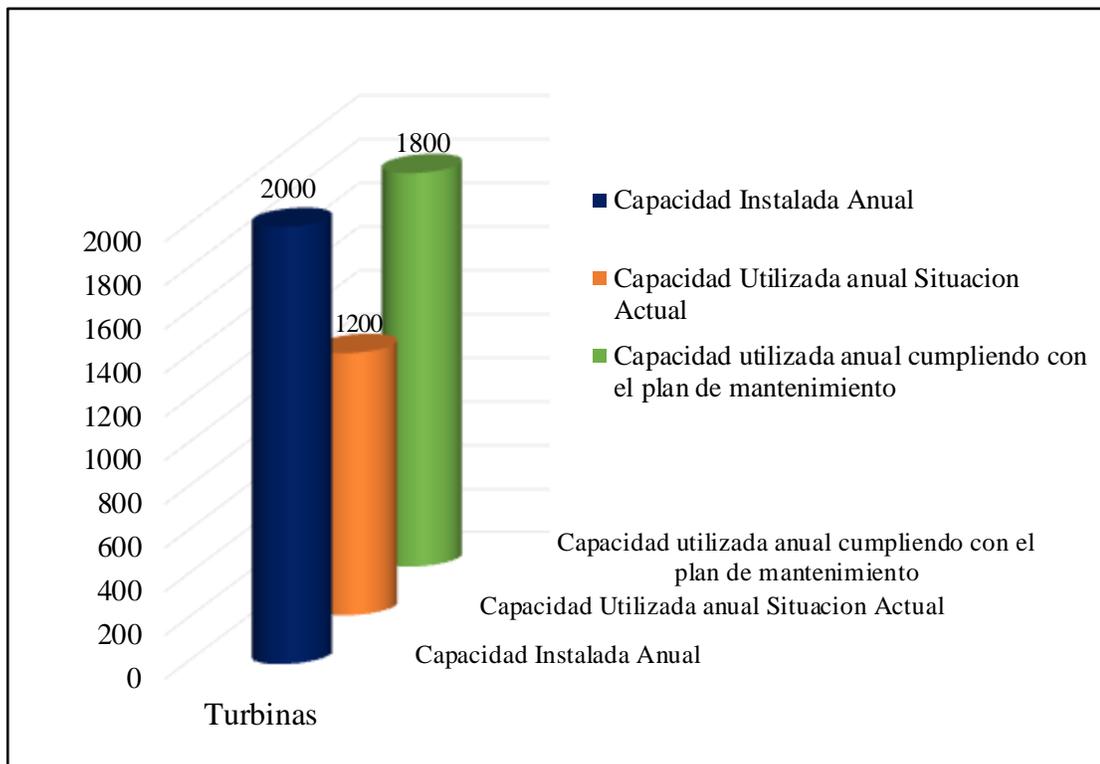


Figura 5.14 Capacidad instalada y utilizada anual aplicando el plan de mantenimiento preventivo propuesto por año en la empresa Taller Industrial Milenium, C.A (Elaboración propia, 2017)

Con el plan de mantenimiento preventivo, anteriormente propuesto a los equipos que intervienen en el proceso de “fabricación de turbinas”, permitirá la intervención de los equipos de una manera planificada, se obtendrá la máxima disponibilidad y funcionamiento , ya que se alargará la vida útil de los mismos, se acortará tiempo de paradas imprevistas en el proceso de fabricación, y permitirá ahorrar costos a la organización; el plan de mantenimiento propuesto es un aval que garantiza buenos resultados aumentando su capacidad utilizada anual en el proceso de

“fabricación de turbinas”, aumentando su producción anual de 1200 a 1800 turbinas , es decir aumentaría la producción de 600 turbinas anualmente , lo que sería un 50% de aumento en la producción para la organización.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. La identificación y descripción del proceso de “fabricación de turbinas”, ayudo a comprender el funcionamiento de cada una de las actividades que allí se ejecutan. Para ello se utilizó la herramienta del diagrama de flujo del proceso, el cual permitió conocer la intervención de los equipos y la descripción de cada una de las actividades que se realizan para dicho proceso. En la “fabricación de turbinas”, se desarrollan seis (6) procesos que empieza por almacenamiento, proceso de cortado, torneado, prensado, taladrado, proceso de soldadura, ensamblado de partes y finalmente termina en almacén de productos terminados.

2. Con el diagrama de causa- efecto , o también llamado Ishikawa, se determinaron las posibles causas principales que generan fallas al proceso de “fabricación de turbinas”, afectando así la productividad estas son, en el material: La dureza de las láminas, barras y nipples y mala calidad de las mismas; y falta de insumos, en la maquinaria: Falla en alguno de sus componentes como por ejemplo ,motores, interruptores, brocas, mandril, broca, sellos, mesa polea- correa etc...obsolescencia, falta de mantenimiento y poca disponibilidad de los repuestos originales ; en los métodos: métodos no apropiados y disminución de la vida útil de los quipos; mano de obra: inadecuada manipulación de los equipos y déficit en la fuerza laboral.

3. Mediante el despiece de los equipos, permitió describir las especificaciones más relevantes que posee cada uno de los equipos estudiados como lo son: (torno paralelo, taladro de columna, prensa hidráulica, máquina de soldadura), conociendo sus componentes, macara, modelo y función, sirviendo como apoyo para la

realización del Análisis de modo efectos y fallos (AMEF) con el fin de identificar o resolver cualquier

anomalía en los componentes de los equipos estudiados que ocasionan paradas imprevistas en la producción.

4. Con el análisis de criticidad, se logró jerarquizar la criticidad de los equipos obteniendo como resultado que dos (2) de los cuatro (4) equipos se encuentran en estado crítico, con un valor de 275 para el taladro de columna y para el torno paralelo, con un valor de 136, posteriormente está la prensa hidráulica con un valor de 68 ubicado en estado semi crítico y finalmente en un estado No crítico está la máquina de soldadura con un valor de 32, siendo de vital importancia aplicar un mantenimiento preventivo en cada equipo para disminuir las fallas que presentan y así no disminuir la producción de la misma.

5. Mediante el análisis realizado a través del AMEF (análisis de modo efecto de fallas), se logró jerarquizar el modo de fallo de los componentes que frecuentemente fallan en los equipos que intervienen en el proceso de fabricación, para dicha jerarquización de utilizo los números prioritarios de riesgo totales (NPRT) analizados en los formatos de AMEF(análisis de modo efectos y fallos) de cada uno de los componentes con el fin de enfocarse en los componentes que presentan altos niveles de riesgo, para así disminuir las paradas y alargar la vida útil de los equipos , dando lugar a la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo con el fin de aplicar acciones recomendadas al momento de producirse una falla.,

6. Durante el proceso de investigación una de las soluciones para resolver la problemática presentada a los equipos que intervienen en el proceso de “fabricación de turbinas”, fue proponer un plan de mantenimiento preventivo a dichos equipos, con el fin de optimizar su nivel de funcionamiento y con ello alargar la vida útil de los mismos. La planificación de mantenimiento para los equipos de torno paralelo consta de (22) actividades, para el taladro de columna consta de (21) actividades, seguidamente para la máquina de soldadura consta de (17) actividades y finalmente

para la prensa hidráulica con (14) actividades. Estas actividades están representadas por verificaciones, inspecciones, limpiezas, lubricaciones y cambios de algunos componentes de los equipos, con una frecuencia diaria (D), Semanal (S), Mensual (M), Semestral (6M) y Anual (A), dependiendo dichas frecuencias para cada equipo de su manual de fabricación y basados conforme a la norma COVENIN 3049-93.

7. El plan de mantenimiento preventivo propuesto, es un aval que garantiza buenos resultados ya que se atenderá las exigencias de cada equipo, basándose en las necesidades estudiadas con anterioridad, aumentando su capacidad utilizada anual en el proceso de “fabricación de turbinas”, de 1200 a 1800 turbinas, es decir aumentaría la producción de 600 turbinas anualmente, lo que sería un 50% de aumento en la producción para la organización.

Recomendaciones

Habiendo obtenido las conclusiones anteriores, se hacen necesarias las siguientes recomendaciones:

1. Es necesario instruir, capacitar e informar al personal y al jefe de taller acerca de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo, para preservar las condiciones de trabajo de los equipos estudiados.

2. Evaluar y poner en práctica lo más pronto posible la propuesta de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad y confiabilidad y alargar la vida útil de los equipos, de manera que le garantice a la organización brindar productos de calidad.

3. Aplicar la metodología desarrollada en esta investigación, para diseñar todos los planes de mantenimiento preventivos al resto de los equipos del Taller Industrial Milenium, C.A, y de esta manera instituir una mejor cultura de calidad en la empresa.

4. Elaborar fichas técnicas a cada uno de los equipos que contribuyen al proceso de “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A, ya que de esta manera se podrá contar con información veraz y precisa al momento de ser requeridos para la elaboración de nuevos planes de mantenimiento.

5. Llevar un control de las actividades a la hora de ejecutar el plan de mantenimiento, de manera que dicha información pueda ser utilizada posteriormente de manera efectiva.

6. La planificación de actividades de mantenimiento debe ser supervisada cuando se incorporen piezas nuevas a los equipos estudiados.

REFERENCIAS

Ameñ, **ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS**, Librería HOR DAGO.

Barba y Reyes (2011). **CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA PRENSA HIDRAULICA TIPO C, CON CAPACIDAD DE 20 TONELADAS**. México. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería mecánica y Eléctrica. [Disertación Grado Ingeniero Mecánico].

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. 1999. **GACETA OFICIAL**. Artículo 112, 299. Caracas, Venezuela.

Correa J. (2008). **GUIA PRINCIPIO DE TORNEADO, TORNO PARALELO**. Ciudad del rosario, Santa fe, Argentina.

Creus. (1997). **INSTRUMENTACION INDUSTRIAL**. (Sexta edición ed.). Barcelona, España. Marcomo, S.A.

García y Velásquez (2007). **PLAN DE MANTENIMIENTO PEVENTIVO A PROACES C.A**. San Salvador. Universidad centroamericana “José Simeón Canas”. Facultad de ingeniería “Emilio Javier Morales Quintanilla”. [Disertación Grado de ingeniero Mecánico].

Galeano (1995). **LOS 7 INSTRUMENTOS DE LA CALIDAD TOTAL**. Ediciones Díaz de Santos, S.A. Madrid, España.

Groover , M (1997). **FUNDAMENTOS DE MANUFACTURA MODERNA, MATERIALES, PROCESOS Y SISTEMAS** (primera edición ed). México. Prentice Hall Hispanoamericana. S.A.

Hurtado J. (2010). **EL PROYECTO DE INVESTIGACION, COMPRESION HOLISTICA DE LA METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.** (Sexta Edición ed.). Caracas, Venezuela. Quirón.

Jeffus, L. (2009). **SOLDADURA. PRINCIPIO Y APLICACIONES.** (Quinta edición ed.). Madrid, España. Ediciones Paraninfo S.A.

Ley Orgánica del trabajo los trabajadores y trabajadoras (**LOTTT**). Artículo 173. Caracas, Venezuela.

La ley Organiza de Prevención, condiciones y medio ambiente de trabajo (**LOPCYMAT**). Artículo 53. Caracas, Venezuela

Maldonado Y Sigueza. (2012). **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA MINERA DYNASTY MINING.** Cantón Porvelo. Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana. Sede Cuenca. Facultad de Ingeniería. [Disertación Grado Ingeniero Mecánico].

Montaña y Rosas (2006). **DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO CON BASE EN ANALISIS DE CRITICIDAD Y ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA EN LA PLANTA DE COQUE, FABRICACION PRIMARIA EN LA EMPRESA ACERIAS PAZ DEL RIO S.A.** Duitama. Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia.

Escuela de Ingeniería electromecánica. Facultad seccional Duitama. [Disertación Grado Ingeniero Electromecánico].

Mobley K. (2002). **AN INTRODUCCION TO PREVENTIVE MAINTENACE**, Second Edition (PlanEngineering) Hardcover.

Norma Venezolana COVENIN 3049-93., **MANTENIMIENTO-DEFINICIONES**. 1993. P.15

Normas UPEL. 2006. **MANUAL DE TRABAJOS DE GRADO DE ESPECIALIZACION Y MAESTRIA Y TESIS DOCTORALES**. Caracas. pp. 11

Niebel B. (2009). **INGENIERIA INDUSTRIAL, METODOS, ESTANDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO**. (Duodécima edición ed.). Santa fe, México. Editorial McGraw Hill, s.a.

Rondon, G. (2003). **ELABORACION DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A TODOS LOS EQUIPOS DE UN TALADRO DE PERFORACION** Caracas. U. C. V. Facultad de Ingeniería. [Disertación Grado Ingeniero Industrial].

Sabino, C (2002). **EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN** Editorial Panapo, Caracas, P. 216

Sierra, G. (2004). **ELABORACION DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA METALMECANICA INDUSTRIAS AVM S.A**, Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, facultad ingeniería mecánica. [Disertación Grado Ingeniero Mecánico].

Scarpatti, Fernando. **AMFE ANALISIS DE MODOS DE FALLA Y SUS EFECTOS.** 01 de marzo de 2016. [http://campus.icda.uccor.edu.ar/archivos/_51/2%20FMEA%20versi%C3%B3n%20final.pdf]

Sumami M, Del Carpio M, Escobar J, Ustariz J. (2014). **ANALISIS DEL MODO Y EFECTOS DE LAS FALLA (AMEF).** 01 de Marzo de 2016. [<https://es.scribd.com/doc/219720063/ANALISIS-DEL-MODO-Y-EFECTOSDE-LA-FALLA-AMEF-pdf>]. P.15.

Zambrano, C (2006). **ANALISIS DE CRITICIDAD Y CONFIABILIDAD EN LOS EQUIPOS.** 14 de octubre de 2010. [www.biblioteca@anz.udo.edu.ve]

APÉNDICES

APENDICES A

Cálculos del nivel de criticidad

A.1 Procedimiento del cálculo de la criticidad

Para el cálculo del nivel de criticidad se utilizan las siguientes formulas:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia}$$

$$\text{Criticidad} = \text{FF} * \text{C}$$

Donde:

FF = Frecuencia de falla

C = Consecuencia

$$\text{Consecuencia} = (\text{IO} * \text{F}) + \text{IP} + \text{IA}$$

Donde:

IO = Impacto operacional

F = Flexibilidad Operacional

IP = Impacto al personal

IA = Impacto al Ambiente

$$\text{Criticidad} = \text{FF} * [(\text{IO} * \text{F}) + \text{IP} + \text{IA}]$$

El cálculo de la consecuencia y de la criticidad se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Consecuencia} = (\text{IO} * \text{F}) + \text{IP} + \text{IA}$$

$$\text{Criticidad} = \text{FF} * \text{C}$$

Para el equipo Torno paralelo

$$\text{Consecuencia} = (6 * 4) + 0 + 10$$

$$\text{Consecuencia} = 34$$

$$\text{Criticidad} = 4 * 34$$

$$\text{Criticidad} = 136$$

Para el equipo Taladro de columna

$$\text{Consecuencia} = (9 * 5) + 0 + 10$$

$$\text{Consecuencia} = 55$$

$$\text{Criticidad} = 5 * 55$$

$$\text{Criticidad} = 275$$

Para el equipo Prensa hidráulica

$$\text{Consecuencia} = (6 * 4) + 0 + 10$$

$$\text{Consecuencia} = 34$$

$$\text{Criticidad} = 2 * 34$$

$$\text{Criticidad} = 68$$

Para el equipo Maquina de soldadura

$$\text{Consecuencia} = (3 * 2) + 0 + 10$$

$$\text{Consecuencia} = 16$$

$$\text{Criticidad} = 2 * 16$$

$$\text{Criticidad} = 32$$

APENDICES B

Fotografía equipos de estudio



Figura B.1 Torno paralelo



Figura B.2 Taladro de columna



Figura B.3 Prensa hidráulica



Figura B.4 Máquina de soldadura



Figura B.5 Pieza carcaza o caracol



Figura B.6 Pieza orbita unido con pieza carcaza y niples de entrada y salida



Figura B.7 Pieza impeler con rosca de eje



Figura B.8 Pieza impeler con rosca de eje y alabes

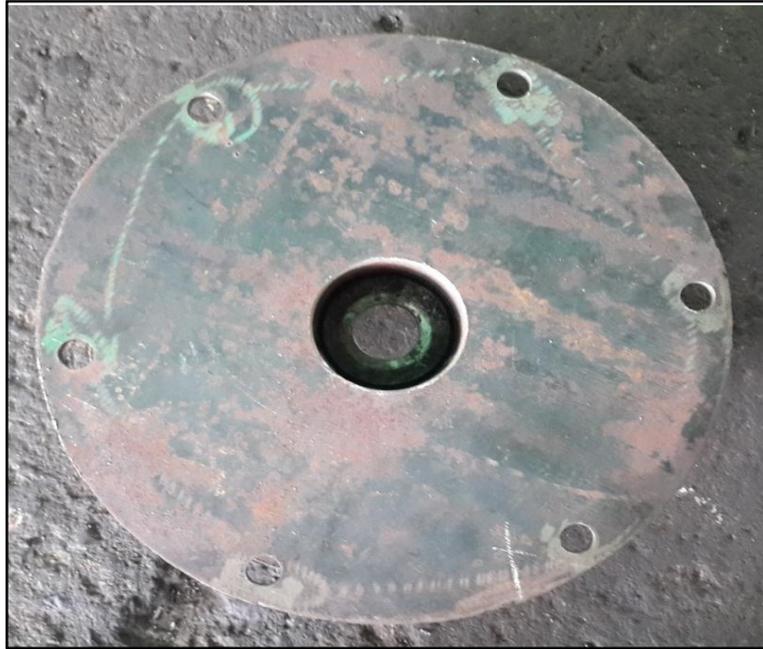


Figura B.9 Pieza unión



Figura B.10 Pieza unión con impeler



Figura B.11 Mesa de trabajo



Figura B.12 Partes de la turbina

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso

Título	PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DEL PROCESO “FABRICACIÓN DE TURBINAS” DE LA EMPRESA TALLER INDUSTRIAL MILENIUM, C.A. EN CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR.
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
MACALLUMS OROPEZA OBEYLIZ PATRICIA	CVLAC	21.009.531
	e-mail	superobii20@gmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Álabes
Análisis de criticidad
Análisis de modo efecto y falla
Barra de acero
Carcaza o caracol
Espárragos
Falla
Fabricación
Impeler
Mantenimiento
Prensado
Soldadura
Turbina
Taladrado
Torneado
Viruta
Vida Útil

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ingeniería Industrial	Ingeniería Industrial

Resumen (abstract):

La presente investigación se realizó con la finalidad de proponer un plan de mantenimiento preventivo para los equipos del proceso “fabricación de turbinas” de la empresa Taller Industrial Milenium, C.A, en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar. La investigación es de tipo descriptiva, con diseño de campo. La población al igual que la muestra de esta investigación estuvo conformada por 4 (cuatro) equipos que intervienen en el proceso de fabricación. Las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos incluyen: la observación directa no participante, revisión documental, entrevistas no estructuradas, diagrama de flujo de procesos, diagrama causa-efecto, diagrama de Pareto, análisis de criticidad y análisis de modo y efecto de fallas (AMEF). El análisis e interpretación de los resultados obtenidos, primero, se analizó la situación actual que presentan los equipos que intervienen en el proceso de “fabricación de turbinas”, utilizando el diagrama de flujo el cual permitió describir las actividades que forman parte del proceso productivo, mediante el diagrama de Ishikawa se identificaron las causas tales como: material, maquinaria, mano de obra y métodos como las principales fallas que se presentan en el proceso productivo. Segundo, mediante el despiece se logró, observar los componentes que presentan mayores fallas y fueron analizados mediante el diagrama de Pareto, dichos componentes se analizaron para la elaboración de los formatos (AMEF), donde se determinó los modos de fallas, efectos, causas, numero de prioridad de riesgo (NPR) y acciones recomendadas para cada equipo, se realizó un análisis de criticidad a los equipos utilizados en el proceso de fabricación donde se obtuvo que con un alto nivel de criticidad fueron el taladro de columna y el torno paralelo con un valor de 275 y 136 respectivamente, seguido de la prensa hidráulica con un valor de 68 ubicado en estado semi crítico y finalmente en un estado No crítico está la máquina de soldadura con un valor de 32. Finalmente, el trabajo de investigación permitió proponer el plan de mantenimiento preventivo a los equipos del proceso de “fabricación de turbinas”, basados conforme a la norma COVENIN 3049-93, facilitará una metodología para el personal, y podrán cumplir con las actividades establecida en el mismo.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Cordero, Manuel	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input checked="" type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/>
	CVLA	17.839.543
	e-mail	mcorderosantavica@gmail.com
	e-mail	
Villegas, Alejandro	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> J <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLA	8.880.986
	e-mail	ajosevillegasf@gmail.com
	e-mail	
Gámez, Martín	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> J <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLA	18.621.488
	e-mail	martingamezaro@gmail.com
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

2017	11	01
AÑO	MES	DIA

Lenguaje: Spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso

Archivo(s):

Nombre de archivo
Tesis Plan de Mantenimiento Preventivo Macallums Obeyliz.doc

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: Taller Industrial Milenium, C.A

Temporal: _____

Título o Grado asociado con el trabajo: Ingeniero Industrial

Nivel Asociado con el Trabajo: Pregrado

Área de Estudio: Departamento de Ingeniería Industrial

Otra(s) Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CU N° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR *Mazpey*
FECHA *5/8/09* HORA *5:30*

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

Juan A. Bolaños Curvelo
JUAN A. BOLANOS CURVELO
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009): “Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización.”



Macallums Obeyliz

C.I : 21.009.531

AUTOR



Cordero Manuel

C.I :17.839.543

TUTOR