

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

**“PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO EN EL
DEPARTAMENTO DE MÁQUINAS BÁSICAS EN UNA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DE PILAS ZINC CARBÓN”**

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

POR

ONELI ALFONSO OROZCO BRAVO

PREVIO A CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

ADMINISTRADOR DE EMPRESAS

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2012

**MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Decano	Lic. José Rolando Secaida Morales
Secretario	Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Vocal I	Lic. Albaro Joel Girón Barahona
Vocal II	Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez
Vocal III	Lic. Juan Antonio Gómez Monterroso
Vocal IV	P.C. Oliver Augusto Carrera Leal
Vocal V	P.C. Walter Obdulio Chiguichón Boror

**PROFESIONALES QUE PRACTICARON EL EXAMEN DE ÁREAS
PRÁCTICAS BÁSICAS**

Área Matemática-Estadística	Lic. Axel Osberto Marroquín Reyes
Área Mercadotecnia-Operaciones	Licda. Marlenne Ivonne Bran García
Área Administración-Finanzas	Lic. Eduardo de Jesús Rodríguez López

**PROFESIONALES QUE PRACTICARON
EXAMEN PRIVADO DE TESIS**

Presidente:	Licda. Marlen Verónica Pineda de Burgos
Secretaria:	Licda. Elizabeth Solís Berganza
Examinadora:	Licda. Friné Argentina Salazar Hernández

Guatemala, 10 de noviembre de 2011

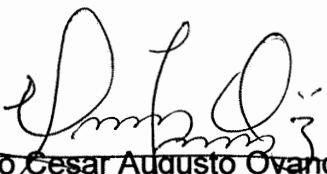
Licenciado
José Rolando Secaida Morales
Decano de la Facultad de Ciencias Económicas
Universidad de San Carlos de Guatemala
Su despacho

Señor Decano:

De conformidad con el nombramiento emanado de la Decanatura de la Facultad de Ciencias Económicas, con fecha doce de noviembre de dos mil nueve, en el que se me designa asesor de tesis del estudiante Oneli Alfonso Orozco Bravo, carné 2000-19603 con el tema: **“PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO EN EL DEPARTAMENTO DE MÁQUINAS BÁSICAS EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PILAS ZINC CARBÓN”**, me permito informarle que he procedido a revisar el contenido de dicho estudio, encontrando que el mismo cumple con los lineamientos y objetivos planteados en el respectivo plan de investigación.

Con base en lo anterior, recomiendo que se acepte el trabajo en mención para sustentar el Examen Privado de Tesis, previo a optar el título de Administrador de Empresas en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,


Licenciado Cesar Augusto Ovando López
Colegiado No.6084



FACULTAD DE CIENCIAS
ECONOMICAS

Edificio "S-8"

Ciudad Universitaria, Zona 12
GUATEMALA, CENTROAMERICA

**DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS. GUATEMALA,
VEINTICINCO DE SEPTIEMBRE DE DOS MIL DOCE.**

Con base en el Punto QUINTO, inciso 5.1, subinciso 5.1.1 del Acta 15-2012 de la sesión celebrada por la Junta Directiva de la Facultad el 7 de septiembre de 2012, se conoció el Acta ADMINISTRACIÓN 13-2012 de aprobación del Examen Privado de Tesis, de fecha 28 de febrero de 2012 y el trabajo de Tesis denominado: "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO EN EL DEPARTAMENTO DE MÁQUINAS BÁSICAS EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PILAS ZINC CARBÓN", que para su graduación profesional presentó el estudiante ONELI ALFONSO OROZCO BRAVO, autorizándose su impresión.

Atentamente,

"D Y ENSEÑAD A TODOS"

LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES
SECRETARIO



LIC. JOSE ROLANDO SECAIDA MORALES
DECANO

Srta.

Ingrid
REVISADO



ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por darme la vida, y las fuerzas necesarias para poder terminar mis estudios.

MIS PADRES

Alfonso Orozco y Roselia Bravo por enseñarme con su ejemplo a luchar por las cosas que se quieren.

MIS HERMANOS

Selvin y Wilber por apoyarme en los momentos buenos y malos de mi vida

MIS TIOS

Rómulo Orozco y Rosa Miranda, por su apoyo incondicional en esta etapa de mi vida.

MIS AMIGOS

Espencer, Marcos, Ana, Yesi, por compartir una valiosa amistad

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Mi casa de estudios, templo del saber

LAS PERSONAS QUE COLABORARON EN MÍ TRABAJO DE GRADUACIÓN

Un enorme agradecimiento a Ervin Espencer Álvarez, por apoyarme en este trabajo de tesis ya que sin su ayuda no lo habría logrado.

ÍNDICE

	Página	
Introducción	i	
CAPÍTULO I		
MARCO TEÓRICO		
1.1	Generalidades	1
1.2	Máquinas	1
	1.2.1 Definición	1
1.3	Pilas	2
	1.3.1 pilas de zinc carbón	2
	1.3.2 Componentes de una pila zinc carbón	3
1.4	Antecedentes históricos del mantenimiento	3
1.5	Mantenimiento	4
	1.5.1 Objetivos	4
	1.5.2 Costos	5
	1.5.3 Departamento de mantenimiento	7
	1.5.4 Tipos de mantenimiento	8
1.6	Mantenimiento correctivo	8
	1.6.1 Consecuencias del mantenimiento correctivo	9
1.7	Mantenimiento preventivo	9
	1.7.1 Generalidades	9
	1.7.2 Definición	10
	1.7.3 Ventajas	10
	1.7.4 Desventajas	11
	1.7.5 Consideraciones que ayudan que el mantenimiento preventivo tenga éxito	12
1.8	Mantenimiento eléctrico	12
	1.8.1 Definición	12

	Página	
1.8.2	Importancia	13
1.9	Fallas	13
1.9.1	Reporte de fallas	14
1.9.2	Clasificación de las fallas	14
1.9.3	Fuente de las fallas en las máquinas	15
1.9.4	¿Por qué se hace necesaria la detección de fallas?	15
1.10	Disponibilidad	16
1.10.1	Confiabilidad	16
1.10.2	Tiempos muertos	17
1.11	Programa de mantenimiento preventivo	17
1.12	Pasos generales para establecer un programa de mantenimiento preventivo	19
1.12.1	Programación	19
1.12.2	Inventario general	20
1.12.3	Diagnóstico preliminar	21
1.12.4	Administración de repuestos y accesorios	21
1.12.5	Reportes	23
1.12.6	Consecuencias del mal uso de la maquinaria y equipo	23
1.12.7	Capacitación	24
1.12.8	Determinación de costos	24

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO DEL MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN EL DEPARTAMENTO DE MÁQUINAS BÁSICAS EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PILAS ZINC CARBÓN

2.1	Metodología de la investigación	26
2.2	Fábrica de pilas Energía Total, S.A.	26
2.2.1	Antecedentes	26

	Página	
2.2.2	Misión y visión de la empresa	27
2.2.3	Valores organizacionales	28
2.2.4	Productos que se fabrican en la empresa	29
2.2.5	Ubicación de la empresa Energía Total, S.A.	30
2.2.6	Estructura organizacional	31
2.2.7	Departamentos productivos de la fábrica de pilas zinc carbón	32
2.2.8	Características del proceso de producción de pilas 2D	32
2.2.9	Maquinaria y equipo para la producción de pilas zinc carbón	38
2.2.10	Departamento de máquinas básicas	38
2.2.11	Descripción de los dispositivos eléctricos que están instalados en las máquinas básicas	45
2.2.12	Departamento de mantenimiento eléctrico	49
2.3	Situación actual del mantenimiento eléctrico en el departamento de máquinas básicas	50
2.3.1	Mantenimiento preventivo eléctrico	50
2.3.2	Fallas eléctricas	51
2.3.3	Tiempo en que se presenta la falla	54
2.3.4	Reporte de fallas	56
2.3.5	Registro de la reparación de las máquinas	56
2.3.6	Desperdicio de pilas	57
2.3.7	Programa de mantenimiento preventivo eléctrico	59
2.3.8	Programa de visitas	60
2.3.9	Programa de inspecciones	60
2.3.10	Órdenes de trabajo	61
2.3.11	Programación	61
2.3.12	Inventario de la maquinaria	61
2.3.13	Inventario del equipo eléctrico	63

	Página
2.3.14	Inventario de repuestos 65
2.3.15	Procedimiento para solicitar un repuesto en bodega 67
2.3.16	Herramientas 68
2.3.17	Determinación de mínimos y máximos en stock (para la reparación de la maquinaria) 68
2.3.18	Política del programa 69
2.3.19	Capacitación 69
2.3.20	Costos de producción 72
2.3.21	Costo por tiempo de paro no planificado 74
2.4	Análisis y discusión de resultados 76

CAPÍTULO III

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO EN EL DEPARTAMENTO DE MÁQUINAS BÁSICAS EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PILAS ZINC CARBÓN

3.1	Introducción 78
3.2	Objetivo general 79
3.2.1	Objetivos específicos 79
3.3	Medidas para reducir las fallas 79
3.4	Bitácora de reparación de máquinas 82
3.5	Control de desperdicio de pilas 84
3.6	Limpieza de las máquinas básicas 86
3.7	Programa de visitas 86
3.8	Programa de inspecciones 87
3.9	Órdenes de trabajo 88
3.10	Programación 90
3.11	Herramientas 92
3.12	Determinación de mínimos y máximos en stock 92

	Página	
3.13	Procedimientos del programa de mantenimiento preventivo	93
3.14	Recomendaciones para el uso adecuado de las máquinas básicas	100
3.15	Descripción de las rutinas de mantenimiento	101
3.15.1	Rutina de mantenimiento preventivo a la estación de papel separador (methocell)	101
3.15.2	Rutina de mantenimiento preventivo a la estación de roldana de fondo	101
3.15.3	Rutina de mantenimiento preventivo a la estación de mezcla	102
3.15.4	Rutina de mantenimiento preventivo a la estación de roldana de compresión	102
3.15.5	Rutina de mantenimiento preventivo a la estación de carbón	102
3.15.6	Rutina de mantenimiento preventivo a la estación de roldana de sello	103
3.15.7	Rutina de mantenimiento preventivo a la estación de prueba eléctrica	103
3.16	Accesorios e insumos necesarios para la limpieza de los dispositivos eléctricos de la máquina	104
3.17	políticas del programa	105
3.18	Inversión en recurso humano	106
3.18.1	Proceso para la contratación del nuevo personal	107
3.18.2	Descripción técnica del puesto	107
3.18.3	Organigrama del departamento de mantenimiento eléctrico	112

	Página
3.19 Plan de capacitación de mantenimiento preventivo	112
3.19.1 Objetivo	113
3.19.2 Plan de capacitación	113
3.20 Costo del programa de mantenimiento preventivo	114
CONCLUSIONES	117
RECOMENDACIONES	118
BIBLIOGRAFÍA	119
ANEXOS	120

ÍNDICE DE GRÁFICAS

No.	TÍTULO	Página
1.	Realización de mantenimiento preventivo en las máquinas básicas Energía Total S.A.	51
2.	Dispositivo donde es más frecuente la falla eléctrica	52
3.	Frecuencia con que se presenta una falla eléctrica en las máquinas básicas	55
4.	Cantidad de pilas defectuosas por turno en las máquinas básicas	57
5.	Existencia de repuestos	65
6.	Capacitación recibida por los electricistas	71

ÍNDICE DE CUADROS

No.	TÍTULO	Página
1.	Ejemplo de programación	20
2.	Inventario de maquinaria en el departamento de máquinas básicas	62
3.	Inventario de equipo eléctrico	64
4.	Listado de repuestos más usados en las máquinas básicas	66
5.	Vale de requisición de repuestos a bodega	67
6.	Tiempo de laborar en el departamento de máquinas básicas	70
7.	Necesidad de capacitación relacionada con mantenimiento preventivo	72
8.	Costo unitario de una semipila	73
9.	Unidades producidas vrs. unidades mínimas requeridas en un mes de trabajo	74
10.	Datos para el cálculo del costo por tiempo de paros no planificados en concepto de mano de obra	75
11.	Cálculo de costo por paros no planificados en concepto de mano de obra	75
12.	Hoja de control de fallas eléctricas	81
13.	Bitácora de reparación de máquinas	83
14.	Control de producción acumulada vrs. desperdicio acumulado	85
15.	Insumos para el control de desperdicios	85
16.	Reporte del programa de visitas	87
17.	Hoja de inspección	88
18.	Orden de trabajo	89
19.	Programación de las actividades de mantenimiento preventivo	91
20.	Cantidad mínima y máxima de repuestos	93
21.	Accesorios e insumos de limpieza	104

No.		Página
22.	Aplicación para los accesorios e insumos	105
23.	Inversión en recurso humano	107
24.	Costo total del programa de mantenimiento preventivo	115

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	TÍTULO	Página
1.	Factores que integran la disponibilidad	16
2.	Organigrama general de la empresa Energía Total, S.A.	32
3.	Diagrama de operaciones del proceso de la pila zinc carbón	37
4.	Organigrama del departamento de mantenimiento (propuesto)	112

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

No.	TÍTULO	Página
1.	Presentación de pila zinc carbón 2D Energía Total, S.A.	29
2.	Presentación de pila zinc carbón 1LP Energía Total, S.A.	29
3.	Presentación de pila zinc carbón R6 o AA Energía Total, S.A.	30
4.	Ubicación de la planta de producción de pilas zinc carbón Energía Total, S.A.	31
5.	Panorámica del departamento de máquinas básicas	42
6.	Máquina básica de la empresa Energía Total, S.A.	44
7.	Sensor de roldana de fondo con residuos de mezcla y de papel	54
8.	Desperdicio de pilas en máquinas básicas	59

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de la maquinaria y equipo es la base principal del desempeño de una planta de producción, debido a que hoy en día se depende cada vez mas de las máquinas para la elaboración de productos de consumo. Adicional se sabe que el mantenimiento preventivo es parte fundamental del desempeño de las máquinas, cuyo propósito es reducir la cantidad de fallas que presentan diariamente y así aumentar la disponibilidad y eficiencia.

El tema que se describe en el presente trabajo de tesis, denominada **“PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO EN EL DEPARTAMENTO DE MÁQUINAS BÁSICAS EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PILAS ZINC CARBÓN”** se ha realizado con el fin de conocer la situación actual del mantenimiento y de ese modo proponer un programa cuyo objetivo será disminuir la cantidad de fallas y aumentar la eficiencia de las máquinas básicas de la línea de producción en su tamaño 2D.

La investigación consta de tres capítulos en donde el primero describe el marco teórico, que incluye temas como: fallas, los tipos de mantenimiento, asimismo presenta los temas que conlleva un programa de mantenimiento preventivo; el capítulo dos consta de la situación actual del mantenimiento en el departamento de máquinas básicas de la empresa Energía Total, S.A. elaborando un análisis de las condiciones actuales del mantenimiento eléctrico en dicho departamento, en el cual ocurren fallas eléctricas diariamente; por último, el tercer capítulo incluye la propuesta con que se pretende solucionar los problemas encontrados en el capítulo dos, dentro de las principales propuestas que se incluyen en el programa están la elaboración rutinas de mantenimiento preventivo, realizar inspecciones y visitas a cada una de las máquinas siguiendo

un programa (diario, semanal y mensual), además generar ordenes de trabajo, las cuales ayudaran a reducir las fallas que se presentan diariamente, por otro lado se propone la creación de tres nuevas plazas (dos de electricista y un supervisor) con su respectiva capacitación en mantenimiento preventivo, para ayudar con las labores de mantenimiento en el departamento en estudio. Por último, se incluye las conclusiones, recomendaciones y bibliografía.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Generalidades

Para nadie es un secreto que la correcta utilización del tiempo provee ventajas competitivas a las empresas que deseen ubicarse en los primeros lugares en su ramo, y para ello se requiere del adecuado funcionamiento de las instalaciones, maquinaria, equipo y herramienta utilizada.

Por otro lado, las corrientes modernas de manufactura presentan maquinarias y equipos mucho más sofisticados de lo que en años anteriores los centros productivos estaban acostumbrados a utilizar. Los equipos cada vez son más modernos y con mayor diversidad de agregados o componentes tecnológicos. Esta realidad en el ámbito mundial ha propiciado la tremenda importancia de las prácticas de mantenimiento en todas aquellas instituciones que posean recursos para la transformación de la materia prima.

1.2 Máquinas

1.2.1 Definición

La máquina puede definirse como un conjunto de piezas y órganos unidos entre sí, de los cuales uno por lo menos habrá de ser móvil y en su caso de órganos de accionamiento, circuitos de mando y de potencia, etc. asociados de forma solidaria para una aplicación determinada en particular, para la fase de transformación, tratamiento, desplazamiento y acondicionamiento de un material, como ejemplo de máquina se puede mencionar: torno, fresadora, cepillo mecánico, taladro, entre otros.

Las empresas industriales cuentan con diferentes tipos de máquinas las cuales dependerán de la actividad a que se dediquen.

1.3 Pilas

“Se denomina pila o elemento galvánico (electricidad dinámica producida por una reacción química) a un sistema en que la energía química de una reacción química es transformada en energía eléctrica.

Todas las pilas consisten en un electrolito (que puede ser líquido, sólido o en pasta), un electrodo positivo y un electrodo negativo. El electrolito es un conductor iónico; uno de los electrodos produce electrones y el otro electrodo los recibe. Al conectar los electrodos al aparato que hay que alimentar, llamado carga, se produce una corriente eléctrica.” (5: s/p)

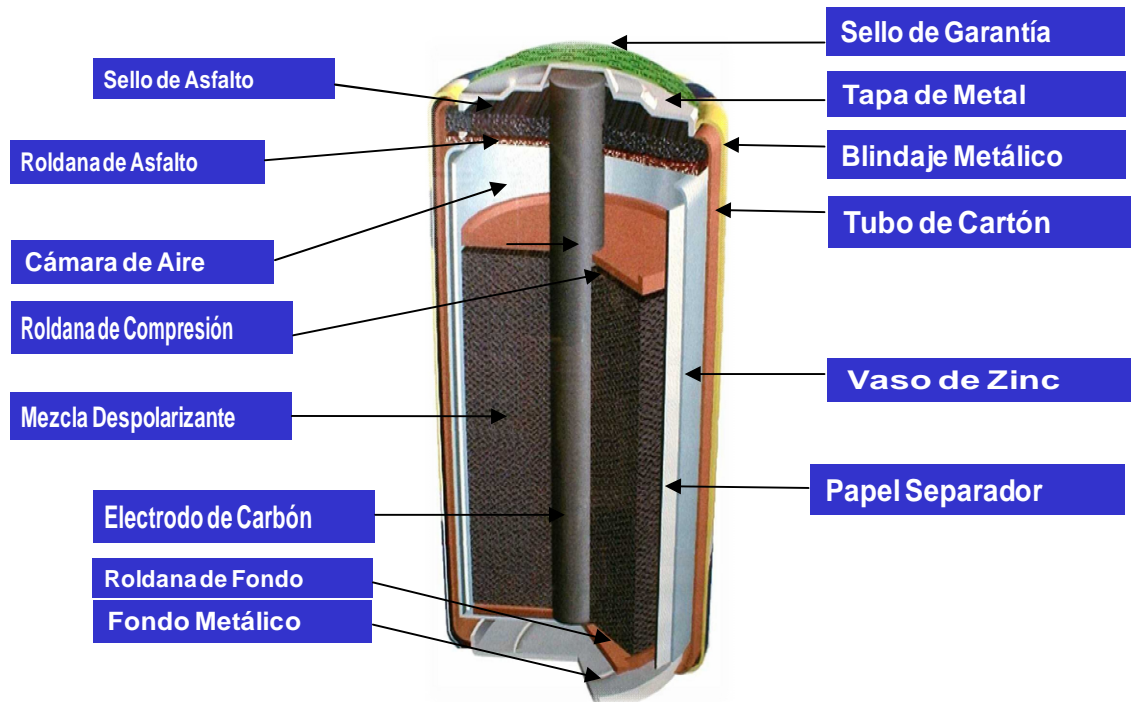
1.3.1 Pilas de zinc carbón

“La pila más utilizada es la de tipo zinc carbón, en esta pila el electrodo positivo es el carbón (c) y el polo negativo es el Zinc (Zn) el electrolito es un producto conocido como cloruro de amonio (NH_4CL) frecuentemente llamado sal de amoniaco, el electrodo negativo es de la forma del recipiente y contiene la totalidad de la pila.

El elemento positivo tiene la forma de una varilla de carbón y está colocada en el centro de la pila. El electrolito está mezclado con almidón o con harina formando una pasta, es decir, que una pila zinc carbón no es en realidad una pila seca, en efecto cuando el electrolito se seca, la pila deja de funcionar. Alrededor del electrodo de carbón se coloca una capa de dióxido de manganeso finamente pulverizado que actúa como despolarizador.” (7: s/p)

1.3.2 Componentes de una pila zinc carbón

A continuación se detalla los componentes de una pila:



Fuente: Pila zinc carbón. <http://es.wikipedia.org/wiki/Pila>. Año 2009

1.4 Antecedentes históricos del mantenimiento

“Desde el principio de la humanidad, hasta finales del siglo XVII, las funciones de preservación y mantenimiento no tuvieron un gran desarrollo debido a la menor importancia que tenía la máquina con respecto a la mano de obra, ya que hasta 1880 el 90% del trabajo lo realizaba el hombre y la máquina solo hacía el 10%.

A partir de 1950 gracias a los estudios de fiabilidad se determinó que una máquina en servicio siempre la integran dos factores: la máquina y el servicio que esta proporciona. De aquí surge la idea de preservar, o sea, cuidar que esté dentro de los parámetros de calidad deseada. De esto se desprende el siguiente principio: el servicio se mantiene y el recurso se preserva, por esto se hicieron

estudios cada vez más profundos sobre fiabilidad y mantenibilidad. Así nació la ingeniería de conservación (preservación y mantenimiento). El año de 1950 es la fecha en que se toma a la máquina como un medio para conseguir un fin, que es el servicio que esta proporciona.” (6: s/p)

1.5 Mantenimiento

El mantenimiento es muy importante, debido a que las empresas poseen maquinaria y equipo que debe funcionar en óptimas condiciones para cumplir con las órdenes de producción, y si no se cuenta con un buen mantenimiento, se incurrirá en mayores costos como: mano de obra, aumento de desperdicios y hasta cierto punto no poder cumplir con la producción programada, por lo que a continuación se da una definición del mismo.

“Es una serie de trabajos que hay que ejecutar en algún artefacto, lugar o método, a fin de conservar el servicio para el cual fue diseñado. Desde el punto de vista del administrador el objetivo del mantenimiento es la conservación ante todo, del servicio que están suministrando los equipos, artefactos, etc.” (1:87)

Para efectos de estudio se indagará si cuenta con mantenimiento adecuado la maquinaria del departamento en cuestión, con el cual se pueda garantizar el buen funcionamiento de las máquinas y de esa manera lograr los objetivos de eficiencia en la producción.

1.5.1 Objetivos

El mantenimiento debe de contar con controles eficientes para reducir el paro frecuente de la maquinaria y evitar costosas averías.

“Los principales objetivos son los siguientes:

- a) Evitar, reducir y en su caso, reparar las fallas en los equipos.
- b) Disminuir la gravedad de las fallas que no se logran evitar.
- c) Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- d) Evitar accidentes.
- e) Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- f) Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- g) Alcanzar y prolongar la vida útil de los equipos.” (9:s/p)

1.5.2 Costos

Los costos representan una porción del precio de adquisición de artículos, propiedades o servicios, que ha sido diferida o que todavía no se ha aplicado a la realización de ingresos, también puede decirse que es el conjunto de inversiones necesarias para producir, transportar, distribuir o vender un producto, un trabajo o un servicio, ahora bien los costos se pueden dividir en costo de producción, costo de distribución y costo administrativo; sin embargo, para efectos de la presente investigación solamente interesa lo concerniente al costo de producción y lo referente al costo de mantenimiento.

a) Costo de mantenimiento

Toda empresa que se dedica a la transformación o elaboración de productos está sujeto a tener costos de mantenimiento, debido al desgaste, fallas o por el propio servicio que requieran las máquinas, es por ello que es de suma importancia garantizar el máximo nivel de calidad de los productos con el costo de mantenimiento mínimo, por tanto, se presenta las dos categorías: Como primer punto los costos que tienen relación directa con las operaciones de mantenimiento, siendo estos costos administrativos, mano de obra, materiales, repuestos, subcontratación, almacenamiento y costos de capital, y como

segundo punto costos por pérdidas de producción a causa de las averías de los equipos, por disminución de la tasa de producción y pérdidas por fallas.

b) Costo de producción

Las empresas de manufactura deben determinar con exactitud los costos de producción, para poder realizar un producto que genere utilidades a la fábrica, dichos costos incluyen la adquisición de la materia prima, material de empaque, mano de obra directa y hasta la transformación del artículo de consumo o de servicio.

El costo de producción está integrado por tres elementos o factores que son: materia prima, mano de obra directa y gastos de fabricación.

- **Materia prima:** es el elemento básico del proceso productivo, son los materiales directos e indirectos que todavía no han entrado al proceso de producción, representando un factor importante en el costo de producción, tanto por ser parte del producto final, como por la proporción del valor invertido en el mismo.
- **Mano de obra directa:** es el esfuerzo humano necesario para la transformación de la materia prima, desde el punto de vista económico, la mano de obra se define como la cantidad de dinero que se desembolsa o se paga a un empleado por una jornada de trabajo o por un determinado número de unidades producidas.
- **Gastos de fabricación:** son todos los costos de fabricación diferentes al material directo y la mano de obra directa, que están asociados en el proceso de fabricación, también se le denomina a este tipo de costo carga fabril o costos indirectos de manufactura, a su vez este tipo de gasto se

subdivide en variables y fijos. Dentro de los gastos variables se encuentran los desembolsos efectuados por energía y la mayor parte de la mano de obra indirecta, mientras que por el lado de los gastos de fabricación fijos se encuentran los salarios de los supervisores, renta, seguros, depreciación.

La globalización de los mercados hace que hoy en día las empresas estén en constante búsqueda de reducir sus costos de producción, por tanto es fundamental investigar en el departamento de máquinas básicas si ocurren demasiados desperdicios de materia prima o gastos adicionales en que se incurran para la elaboración del producto, en este caso la pila zinc carbón.

1.5.3 Departamento de mantenimiento

Todo mantenimiento debe ser realizado por un solo departamento, bajo las órdenes de un solo supervisor de mantenimiento, en el cual las funciones básicas de dicho departamento incluyan el cuidado de la planta, la instalación del equipo nuevo y la preservación del equipo ya existente.

“Las secciones típicas del departamento de mantenimiento son:

- **Los mecánicos:** son los que instalan, mantienen y reparan todo el equipo mecánico.
- **Los electricistas:** son los que instalan, mantienen y reparan todo el equipo eléctrico, incluyendo las plantas eléctricas y todo el equipo de comunicaciones.”(4:152)
- **Equipo eléctrico:** en términos generales incluye materiales, conexiones, dispositivos, aparatos eléctricos, accesorios y cosas similares utilizadas como parte de una instalación eléctrica.

Es importante investigar si la empresa Energía Total, S.A. cuenta con personal calificado y con el número de personas adecuadas (electricistas), para realizar cualquier reparación eléctrica que necesiten las máquinas, con el objetivo de no sobrecargar el trabajo a los mismos, ya que puede provocar desgaste físico para un individuo.

1.5.4 Tipos de mantenimiento

Son diversas las opiniones en cuanto a los tipos de mantenimiento que existen; algunos autores lo dividen en preventivo y correctivo, otro criterio es mantenimiento curativo, preventivo, correctivo y predictivo, mientras que otros lo desglosan en mantenimiento correctivo, preventivo y de reacondicionamiento sistemático. Así se podrían citar divisiones de diversos autores, los cuales coinciden unos y divergen otros.

Para efectos de la presente tesis, se tomará únicamente los tipos de mantenimiento preventivo y correctivo, pues en ellos se engloban las divisiones que varios autores han hecho y que dan a conocer en sus libros o publicaciones, adicional, se investigará si el departamento de máquinas básicas cuenta con estos tipos de mantenimiento que son muy importantes para prevenir y corregir las fallas constantes de la maquinaria.

1.6 Mantenimiento correctivo

La mayoría de empresas industriales utilizan el mantenimiento correctivo, como una medida para reparar las fallas que puedan sufrir las máquinas al momento de estar en funcionamiento, y es allí donde se da a conocer el motivo por el cual la máquina no trabaja en óptimas condiciones.

El mantenimiento correctivo se produce, cuando algún componente del sistema ha dejado de funcionar adecuadamente a causa de la aparición de una falla y se

actúa haciendo la reparación de la misma, hasta que el componente se incorpore nuevamente a su correcto funcionamiento.

Para efectos de estudio se indagará si el departamento de máquinas básicas utiliza como medida de reparación de la maquinaria el mantenimiento correctivo.

1.6.1 Consecuencias del mantenimiento correctivo

A continuación se detallan las consecuencias de contar con mantenimiento correctivo:

- a) “Se producen paradas y daños imprevisibles en la producción que afectan a la planificación de manera incontrolada.

- b) Se suele producir una baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención, y a la prioridad de reponer antes que reparar definitivamente, por lo que produce un hábito a trabajar defectuosamente, sensación de insatisfacción e impotencia, ya que este tipo de intervenciones a menudo generan otras al cabo del tiempo por mala reparación por lo tanto será muy difícil romper con esta inercia.” (9:s/p)

1.7 Mantenimiento preventivo

1.7.1 Generalidades

El sistema preventivo nació en los inicios del siglo XX, (1910) en la firma estadounidense FORD, posteriormente a partir de 1930 se introdujo en Europa y en Japón a partir de 1952, sin embargo, su desarrollo se alcanza después de mediados del siglo anterior.

El mantenimiento preventivo también es denominado mantenimiento planificado o periódico, por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo. Se basa

en la confiabilidad de los equipos y en las inspecciones, además lleva un control de la condición de los equipos y busca detectar las fallas antes de que se conviertan en una ruptura o interferencia en la producción.

1.7.2 Definición

Es importante que las empresas industriales cuenten con este tipo de mantenimiento, ya que su finalidad es inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno, para brindar confiabilidad en el desempeño de las operaciones, adicional, se menciona que es una acción de carácter periódica y permanente que tiene la particularidad de prever anticipadamente el deterioro, producto del uso y agotamiento de la vida útil de componentes, partes, piezas, materiales y en general, elementos que constituyen la maquinaria permitiendo su recuperación, restauración, renovación y operación continua, confiable, segura y económica, sin agregarle valor a la máquina.

Se comprobará si la empresa aplica como medida el mantenimiento preventivo, especialmente en el departamento de máquinas básicas, con el objetivo de anticiparse a las fallas que pueda presentar la maquinaria y abordando los problemas desde el principio, cuando se puede requerir menor tiempo de reparación, también evitando costos adicionales por el paro prolongando de la maquinaria y por la cantidad mayor de repuestos que deben requerirse.

1.7.3 Ventajas

El mantenimiento preventivo en una empresa da como resultado grandes ventajas, entre las cuales se pueden mencionar:

- a) “Confiabilidad, es decir; los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- b) Disminución del tiempo muerto, tiempo de paro de equipos/máquinas.
- c) Mayor duración de los equipos e instalaciones.
- d) Disminución de existencias en almacén y por lo tanto, sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- e) Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a una programación de actividades.
- f) Menor costo de las reparaciones.”(6:s/p)

1.7.4 Desventajas

A pesar que el mantenimiento preventivo presenta muchas ventajas, también posee ciertas desventajas, que se listan a continuación:

- a) “Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra.
- b) El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.
- c) Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo del mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.
- d) Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, por lo tanto la implicación de los operarios en el trabajo de mantenimiento preventivo es indispensable.” (6:s/p)

1.7.5 Consideraciones que ayudan que el mantenimiento preventivo tenga éxito

A continuación se describen las consideraciones más importantes para lograr que el mantenimiento preventivo tenga éxito:

- Contar con el apoyo de la gerencia y de los mandos medios que intervienen en el programa de mantenimiento preventivo.
- Tener objetivos claros de mantenimiento y estos a su vez relacionados con la empresa.
- Conocer perfectamente los procesos productivos para comprender las necesidades de recursos que se requieren para lograr integrar el mantenimiento dentro del proceso.
- Identificar necesidades de capacitación de los operarios y del personal de mantenimiento y en base a esto, elaborar planes de capacitación según los resultados.
- Elaborar controles necesarios para el cumplimiento de los programas.
- Establecer normas, para garantizar la adecuada utilización de herramientas, pedido de repuestos y accesorios, procedimientos de mantenimiento (técnicas de montaje y desmontaje de equipos, reparación), entre otros.
- Crear expedientes para cada una de las máquinas con el objeto de llevar un historial en forma estadística de presentación de fallas y reparaciones.

1.8 Mantenimiento eléctrico

1.8.1 Definición

Para ser competitivos dentro del mercado global las empresas optan por la adquisición de maquinaria que contiene componentes eléctricos, debido a que ofrece avances tecnológicos y garantiza de esa manera eficiencia y calidad en los productos que elaboran, por lo que a continuación se define el concepto del

mantenimiento eléctrico: “Conjunto de acciones oportunas, continuas y permanentes dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal la eficiencia y la buena apariencia de equipos eléctricos, oficinas y accesorios.” (9: s/p)

1.8.2 Importancia

El mantenimiento eléctrico en una empresa permite detectar o corregir fallas que comienzan a gestarse y pueden producir en el futuro cercano o mediano plazo que se detenga la planta de producción y/o un siniestro, afectando personas e instalaciones; además, permite minimizar tiempos de paro, dando como resultado la reducción de costos incluyendo; ahorro de energía, protección de los equipos, velocidad de inspección y de diagnóstico, verificación sencilla de la reparación, etc.

La aplicación del mantenimiento eléctrico se verá en el éxito o fracaso de la empresa, además se verificará si el departamento objeto de estudio cuenta con un buen mantenimiento para conservar los componentes eléctricos de las máquinas.

1.9 Fallas

Las fallas ocasionan que las máquinas dejen de trabajar, por consiguiente; se debe tratar de minimizarlas y, cuando no puedan evitarse se deben hacer las reparaciones en el menor tiempo posible, además cuando algo falla deja de brindar el servicio para el cual fue adquirido o aparecen efectos indeseables.

En el departamento objeto de estudio se comprobará si existen fallas eléctricas y con que periodicidad se dan, adicional, se busca determinar en cuál de las estaciones ocurren con mayor frecuencia las mismas y las causas más comunes que las provocan.

1.9.1 Reporte de fallas

Toda máquina tiene sus niveles normales de ruido, vibración y temperatura, cuando se observe algún aumento anormal de estos niveles, se tienen los primeros indicios de que hay alguna falla, es por ello que los operarios de las máquinas deben ser instruidos para que avisen al detectar estos síntomas que presenta la máquina, por lo cual se debe de proveer de instrumentos con los cuales se puedan transmitir dicha información; un reporte debe contar con ciertos datos como: nombre de la máquina, ubicación, tipo de mantenimiento (preventivo o correctivo), causa de la falla, clase de falla, repuestos utilizados, condición en que se encuentra (crítica, media y normal), etc., también al realizar un informe sobre la falla, se debe incluir además de la solución, sugerencias que permitan evitar fallas futuras.

1.9.2 Clasificación de las fallas

Las fallas se pueden clasificar de acuerdo al periodo en que se presentan, a continuación se detalla su clasificación.

a) Fallas tempranas

Las fallas tempranas son aquellas que se presentan al principio de la vida útil de cualquier equipo y constituyen un porcentaje muy bajo del total de fallas presentadas. Este tipo de fallas pueden ser ocasionadas por problemas de diseño o ensamblaje del equipo.

b) Fallas adultas

Este tipo de fallas son las que se presentan con mayor frecuencia durante la vida útil del equipo, estas son derivadas de las condiciones de operación y son las que más se observan en comparación con las fallas tempranas.

c) Fallas tardías

Son sólo una pequeña fracción del total de fallas, aparecen de forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida útil del equipo.

1.9.3 Fuentes de las fallas en las máquinas

Las empresas industriales siempre estarán expuestas a que las máquinas sufran desperfectos ya sea de índole mecánica o eléctrica, sin embargo; para efectos de investigación se estará abordando fuentes de fallas solamente de tipo eléctrico.

“Las fallas que se originan en los equipos o máquinas son ocasionados por:

- a) La máquina o el equipo mismo.
- b) El ambiente circundante
- c) El personal que en él interviene (por mantenimiento u operación).” (4:88)

1.9.4 ¿Por qué se hace necesaria la detección de fallas?

Se hace necesario debido a que toda empresa debe estar siempre en la búsqueda de confiabilidad en sus operaciones; es decir, que la máquina va a cumplir con los requerimientos mínimos, tanto de funcionamiento como de seguridad, para que no se detenga el flujo normal del producto en la línea de producción.

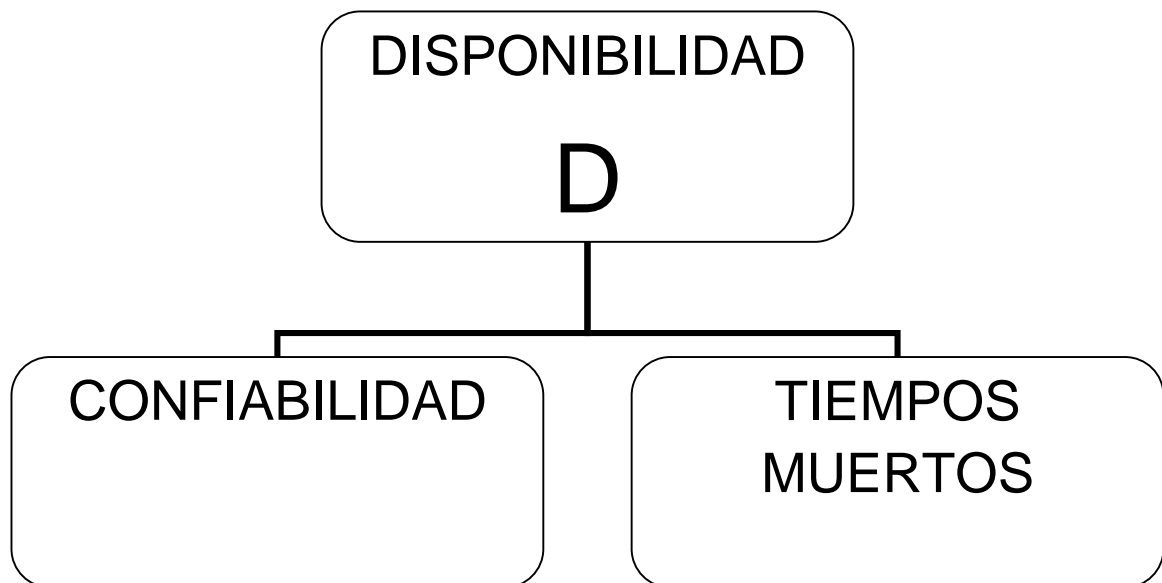
La gran mayoría de las fallas en los equipos y elementos de las máquinas que se utilizan en los procesos industriales son repetitivas y si se pone empeño se pueden llegar a prevenir, mediante la identificación de los mecanismos y componentes de las máquinas, de modo que una vez conocidos cómo actúan, se puedan eliminar completamente las fallas futuras, minimizarlas, o bien, conocer la velocidad de evolución.

1.10 Disponibilidad

Es un índice de medición que proporciona información de la habilidad de los recursos de desempeñar su función sin problemas y brinda una idea general de sus condiciones, también se puede definir como la proporción del tiempo en que el recurso se encuentra en buenas condiciones a lo largo de su vida útil, o a lo largo de un periodo específico de tiempo.

La disponibilidad depende de dos factores principalmente: confiabilidad y tiempos muertos.

Figura 1
Factores que integran la disponibilidad



Fuente: Elaboración propia. Año 2011

1.10.1 Confiabilidad

“Este término se usa para expresar consistencia, o sea el grado en que una pieza del equipo o una operación cumple con su función. Por lo general se cuantifica, como porcentaje. Por ejemplo, cuando se dice que una máquina o una

pieza tienen un grado de confiabilidad del 95% eso significa que el 95% del tiempo realiza la función para la cual se diseñó. El otro 5% o bien no funciona debido a una descompostura o no funciona de acuerdo con la norma.” (2:257)

Debido a que las máquinas pueden descomponerse, se deben de tomar medidas para prevenir esta eventualidad, de manera que se pueda mantener un nivel razonable de confiabilidad en el sistema de producción, sin incurrir en gastos adicionales para conservar las máquinas en marcha, ya que cuando las máquinas se descomponen representan gastos como: tiempo ocioso y posible pérdida de producción, demoras en las operaciones.

1.10.2 Tiempos muertos

Tiempos muertos se define como todos los tiempos en los cuales el recurso no está disponible para su uso, es decir; tiempo que pasa un recurso sin hacer la función para lo cual fue diseñado.

Para lograr la máxima disponibilidad posible, se debe incrementar la confiabilidad y reducir los tiempos muertos. Un incremento en la confiabilidad y una disminución en tiempos muertos se logran, y se ve tremendamente influenciado por la ejecución de mantenimiento preventivo.

1.11 Programa de mantenimiento preventivo

Existen diferentes tipos de programas dentro de las organizaciones, sin embargo, el programa de mantenimiento preventivo debe entenderse como la programación de las actividades que eliminarán las averías que provocan paros imprevistos, considerando que los paros necesarios para esta acción tengan la menor influencia posible sobre la producción.

Lo que busca el programa de mantenimiento preventivo es incrementar al máximo la disponibilidad de los recursos. Entendiendo por disponibilidad que el equipo se encuentre en buen estado de funcionamiento la mayor parte del tiempo, cumpliendo así los propósitos para lo cual fue diseñado.

Los programas de mantenimiento preventivo se dividen en:

- a) **“Programa de visitas:** estos son listas de los lugares o artefactos a los cuales debe dirigirse el personal de mantenimiento, de acuerdo con la frecuencia que se halla estimado necesaria para desarrollar los trabajos.” (1:96)

- b) **“Programa de inspecciones:** son listas que indican las partes de un artefacto o maquinaria al que hay que inspeccionar, probar, rutinar. En este programa generalmente se presentan anotaciones sencillas durante todo un año y deben estar colocadas al lado mismo de la maquinaria para permitirle al personal que inspecciona y supervisa de tal modo que pueda verificar objetivamente si los trabajos que indican las anotaciones en este programa han sido ejecutadas en la máquina.” (1:99)

- c) **“Órdenes de trabajo:** debe de contener la descripción del trabajo a realizar, recursos, aprobaciones y tiempo programado para la ejecución como mínimo.” (1:100)

- d) **“Programa de reconstrucción:** estos programas indican por quién y cuándo debe hacerse cada trabajo, cuándo debe empezarse y cuándo debe terminarse. Es importante considerar que los trabajos a realizar deben ser perfectamente equilibrados a fin de que sean exclusivamente los indispensables desde el punto de vista económico, es decir; aquel que

garantice un buen mantenimiento de la maquinaria con el menor costo de mantenimiento incluyendo la pérdida de servicio por paros; debiendo tener cuidado de no sacrificar los gastos de éste y posteriormente tener que lamentar gastos mayores al verse obligados a corregir de inmediato fallas (mantenimiento correctivo).” (1:106)

1.12 Pasos generales para establecer un programa de mantenimiento preventivo

Para implementar un programa de mantenimiento preventivo se debe contar con el apoyo de la alta gerencia, sin ello el programa no tendrá éxito; además se debe de contar con la colaboración de los empleados involucrados en el tema, para que dicho programa sea efectuado de manera eficiente. Posteriormente, se puede llevar a cabo los siguientes pasos como ayuda para la implementación:

- Realizar un inventario técnico de la maquinaria objeto de estudio.
- Efectuar un diagnóstico preliminar del estado en que se encuentran las máquinas.
- Determinar los procedimientos técnicos, así como un listado de los trabajos que se han de efectuar periódicamente.
- Llevar un control de frecuencias, en donde se indica la fecha exacta en la cual se debe realizar el trabajo.
- Determinación de un “stock “máximo y mínimo de repuestos.
- Llevar un registro de las reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.
- Capacitar al personal que debe realizar el mantenimiento.

1.12.1 Programación

La programación se basa en el orden en que se deben de realizar los trabajos de mantenimiento según su urgencia, disponibilidad de personal y de los repuestos

y accesorios necesarios, esto puede ser realizado de manera, diaria, semanal quincenal o mensual, lo cual dependerá del estado de la máquina, por lo que es importante que las fábricas cuenten con una programación para evitar paros constantes en la maquinaria.

A continuación se presenta un ejemplo de como debe elaborarse una programación:

Cuadro 1
Ejemplo de programación

Máquina	Enero de 2012																											
	Lu 2	Ma 3	Mi 4	Ju 5	Vi 6	Sa 7	Lu 9	Ma 10	Mi 11	Ju 12	Vi 13	Sa 14	Lu 16	Ma 17	Mi 18	Ju 19	Vi 20	Sa 21	Lu 23	Ma 24	Mi 25	Ju 26	Vi 27	Sa 28				
Básica 1	■						■						■						■									
Básica 2	■						■						■						■									
Básica 3	■						■						■						■									
Básica 4		■						■						■						■								
Básica 5		■						■						■						■								
Básica 6		■						■						■						■								
Básica 7			■						■						■					■								
Básica 8			■						■						■					■								
Básica 9			■						■						■					■								
Básica 10				■						■						■					■							
Básica 11				■						■						■					■							
Básica 12				■						■						■					■							
Básica 13					■						■						■					■						
Básica 14					■						■						■					■						

Fuente: Elaboración propia. Año 2011

1.12.2 Inventario general

Es uno de los pasos importantes para implementar un programa de mantenimiento preventivo, ya que a través de este se podrá determinar la cantidad de activos fijos con que cuenta una empresa industrial, dicho inventario

consiste en realizar un conteo físico de la maquinaria que se tiene, en él es necesario indicar ciertos datos como: nombre de la máquina, cantidad, modelo, área donde se ubica, código, número de serie, vida útil, entre otros.

Se indagará si la empresa Energía Total, S.A. cuenta con un inventario de maquinaria y equipo actualizado dentro de la planta de producción, especialmente en el departamento de máquinas básicas.

1.12.3 Diagnóstico preliminar

El diagnóstico preliminar es el resultado del inventario general y de la observación de los elementos del sistema productivo, con lo cual se forma una opinión respecto al estado de los mismos, su funcionamiento, el grado de importancia dentro de la empresa para con ello lograr determinar los alcances del mantenimiento a proporcionar.

1.12.4 Administración de repuestos y accesorios

Es uno de los temas esenciales que deben de considerar las empresas que se dedican a la elaboración de un producto; ya que la maquinaria es susceptible de tener fallas, por lo cual es necesario poseer un inventario en cuanto a repuestos y accesorios que permitan que las máquinas sean restablecidas en el menor tiempo posible; por tanto se debe contar con una administración efectiva de repuestos y accesorios que incluya un buen control de inventarios con su respectiva actualización, cada vez que se ejecute el mismo.

A continuación se detallan algunas definiciones con respecto al tema:

- **“Repuestos:** se denomina recambio o repuesto a las piezas o equipos que sirven para sustituir en las máquinas cuando las originales se han deteriorado por su uso habitual o como consecuencia de una avería en la

máquina, en los repuestos a ser almacenados hay que considerar la vida útil del repuesto y el alto costo.” (6: s/p)

- **“Accesorios:** se suele llamar accesorio a aquellos elementos que no formando parte de un sistema o de una máquina lo complementan y son necesarios para realizar algunas funciones, se considera un componente del repuesto.” (6: s/p)
- **“Herramientas:** es un objeto elaborado a fin de facilitar la realización de una tarea mecánica que requiere de una aplicación correcta de energía.” (6: s/p)

Será necesario investigar si la empresa objeto de estudio cuenta con un control de inventario de repuestos eléctricos y accesorios adecuados en calidad y cantidad al momento de reparar una máquina.

Dentro de la administración de repuestos se contempla la determinación de stocks mínimos y máximos.

a) Determinación de stocks mínimos y máximos

Para la implementación del programa de mantenimiento preventivo se debe considerar ciertos niveles de inventarios de repuestos, tomando en cuenta el efecto negativo que representa para la empresa el no contar (efecto faltante) con dicho repuesto, por ejemplo parar la máquina por un largo periodo de tiempo, tener mano de obra ociosa por el paro del mismo; también poseer mucho inventario trae como consecuencia malos resultados, ya que se generan costos adicionales como: costos por almacenaje, demasiados repuestos que puedan a lo largo del tiempo ser obsoletos; por lo que es importante la determinación de

los niveles adecuados de repuestos, adicional se debe de llevar un historial de los repuestos utilizados para contar con el stock idóneo de mínimos y máximos.

1.12.5 Reportes

Son fundamentales para la eficiencia de los programas de mantenimiento preventivo, ya que brindan información necesaria sobre el desempeño de los equipos o máquinas dentro de la industria, es por eso que es importante que las empresas industriales cuenten con este tipo de herramientas que les permita evaluar y analizar las posibles averías, predecir y controlar periódicamente el comportamiento del equipo y maquinaria.

1.12.6 Consecuencias del mal uso de la maquinaria y equipo

En una empresa donde la maquinaria es altamente tecnificada se requiere que los responsables de operar las mismas tengan las habilidades y destrezas necesarias para garantizar el cuidado óptimo de las máquinas; ya que una mala manipulación de estas puede traer las siguientes consecuencias:

- Reducción de vida útil de la maquinaria y equipo.
- Mal funcionamiento de la maquinaria y equipo, trae como efecto negativo, no cumplir con los estándares de calidad del producto a elaborar.
- Constantes fallas por el inapropiado uso.
- Riesgos de sufrir accidentes.
- Aumento en el consumo de repuestos.
- Sobre carga de trabajo al personal encargado de reparar la maquinaria y equipo.
- Incremento en los costos de producción.

1.12.7 Capacitación

“Capacitación o desarrollo de personal, es toda actividad realizada en una organización, respondiendo a sus necesidades, que busca mejorar la actitud, conocimiento, habilidades o conductas de su personal.

Los errores humanos y de mantenimiento podrían reducirse en forma apreciable, o tal vez prevenirse, con una mejor capacitación de los empleados. A medida que cambian las demandas del trabajo las habilidades de los empleados tienen que ser modificadas y actualizadas, los gerentes son responsables de decir cuando necesitan capacitación los subordinados y en qué forma deberá impartirse esta.” (1:170)

Con los conceptos mencionados anteriormente, se hace evidente la necesidad que las organizaciones impartan capacitación a los empleados con respecto a la operación de las máquinas ubicadas en cada uno de los departamentos; así mismo; capacitar al personal de mantenimiento sobre el cuidado que se debe dar al momento de instalar o reparar el equipo eléctrico dentro de una planta de producción.

1.12.8 Determinación de costos

Es fundamental determinar los costos en que se incurrirán para que el programa de mantenimiento preventivo sea implementado de manera eficaz, por tanto se debe de contar con los recursos necesarios siguientes:

- a) Mano de obra directa o indirecta
 - Directa: técnico que proporciona el mantenimiento, el cual puede pertenecer al departamento de mantenimiento o bien el operario de la máquina si es él quien proporciona el servicio.

- Indirecta: dentro de este tipo de mano de obra se encuentra el asistente del técnico u operario si hubiera, el supervisor.
- b) Repuestos (controladores, relés, sensores, válvulas, etc.)
- c) Insumos (dieléctricos, solventes, tornillos, paños limpiadores, energía, agua, controles administrativos como formularios, etc.)
- d) Depreciación de herramientas y equipo que se utiliza para el mantenimiento, dentro del cual se puede mencionar el multímetro (aparato de medición de voltaje, amperaje y resistencia).
- e) Cuantificación del tiempo perdido en el paro. Realizando un promedio de la utilidad que se deja de percibir por hora al momento de brindar el mantenimiento.

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO DEL MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN EL DEPARTAMENTO DE MÁQUINAS BÁSICAS EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PILAS ZINC CARBÓN

2.1 Metodología de la investigación

Para efectos de este estudio, la metodología utilizada en la fábrica de pilas Energía Total, S.A. se realizó a través de la observación directa y encuesta, para lo cual se utilizó una boleta de entrevista (ver anexo 3) aplicado a los operadores del departamento de máquinas básicas, a quienes se les preguntó acerca de los puntos centrales vinculados con el tema, para tal efecto, se utilizó la técnica del censo debido a que el número de operadores en dicho departamento son 14; 7 para el turno de la mañana y 7 para el turno de la tarde, además; se entrevistó a los cuatro electricistas, al supervisor de producción y de control de calidad, por último, se cuestionó a los gerentes de producción e ingeniería para conocer su opinión acerca del tema, haciendo un total de 22 personas entrevistadas.

2.2 Fábrica de pilas Energía Total, S.A.

2.2.1 Antecedentes

Energía Total, S.A. es una empresa que inició sus operaciones el seis de febrero de 1961 bajo el nombre de DAMASLUZ, S.A. localizada en la colonia Santa Isabel zona 6 de la ciudad de Guatemala, cuyo capital en dicha época era cien por ciento guatemalteco y constituida como sociedad anónima, en la que se utilizaba tecnología japonesa, siendo la mayor parte de sus procesos productivos realizados de manera manual como: el llenado de mezclas y el de papeles aislantes los cuales servían para formar los componentes de una pila, además se tenía como capacidad de fabricación promedio 100,000 pilas diarias, producción que tendía a variar mucho, debido a la poca tecnificación de la maquinaria y

equipo existente en ese entonces, ya que el producto era vendido únicamente en el mercado local, adicional, su marca líder era pilas Duralux.

Posteriormente, en el año de 1962 la compañía es adquirida por otra sociedad con capital estadounidense en ese momento se empieza a producir pilas Crayovac quedando totalmente fuera de mercado la marca Duralux, hoy en día sigue siendo la marca líder en el mercado guatemalteco, seguidamente en el año de 1975 pasa a formar parte de una nueva compañía llamada INCO (Internacional Nickel Company), a partir de esa fecha se inicia con la mejora de las técnicas de manufactura dando paso a la adquisición de nueva maquinaria con el objetivo de contar con un producto de mejor calidad.

En el año de 1999 INCO vende el cien por ciento de la compañía a Rov Limited y por último, para el año 2005, es adquirida por la corporación Espectro a la cual pertenece hoy en día, misma que ha invertido una gran cantidad de dinero en la compra de nueva maquinaria cada vez más automatizada a fin de contar con eficiencia en los procesos productivos y cumplir con los estándares de calidad cada vez más exigentes en el mercado; adicional, con esta adquisición se expande el mercado para dicha compañía, dando como resultado la exportación de las pilas a los mercados de México, Centro América y el Caribe.

2.2.2 Misión y Visión de la empresa

A continuación se presenta la misión y visión de la empresa objeto de estudio:

a) Misión

- ✓ “Enfocarnos principalmente en el consumidor.
- ✓ Aliarnos con nuestros clientes para lograr en conjunto el éxito.

- ✓ Promover una atmósfera que permita contar con colaboradores comprometidos y apasionados por el negocio.
- ✓ Maximizar la rentabilidad para nuestros accionistas.” (3:5)

b) Visión

“Convertirnos en una empresa de productos de consumo masivo, orientados al consumidor y enfocados al desarrollo de marcas, ofreciendo productos diferenciados dirigidos a generar en su consumo una experiencia única en todo momento.” (3:6)

2.2.3 Valores organizacionales

- ✓ **“Integridad:** manteniendo la lealtad y honradez como los pilares de nuestra cultura organizacional, teniendo siempre alineados nuestros valores y comportamiento con nuestros colaboradores, nuestros clientes, nuestros proveedores y la comunidad.
- ✓ **Confiabilidad:** voluntad y firmeza de hacer siempre lo correcto, manteniendo nuestra palabra y cumpliendo a cabalidad y en el tiempo acordado, con toda función que se nos encomiende.
- ✓ **Responsabilidad:** ejecutando todas nuestras labores con el suficiente esmero e interés para obtener los objetivos programados, buscando la satisfacción personal, de un trabajo bien hecho. Respondiendo rápidamente a nuestros clientes proporcionando productos y servicios que cumplen con sus necesidades.”(3:8)

2.2.4 Productos que se fabrican en la empresa

Energía Total, S.A. es una fábrica cuya actividad principal consiste en la elaboración y distribución de pilas de zinc carbón en tres presentaciones: 2D, 1LP y R6 o AA, (se denomina 2D a la pila que comúnmente se le llama grande, la pila 1LP es la que en el mercado se conoce como mediana y la pila R6 o AA es la pila pequeña) a continuación se presentan fotografías de dichos productos:

Fotografía 1
Presentación de pila zinc carbón 2D
Energía Total, S.A.



Fuente: Imagen captada en trabajo de campo. Año 2011

Fotografía 2
Presentación de pila zinc carbón 1LP
Energía Total, S.A.



Fuente: Imagen captada en trabajo de campo. Año 2011

Fotografía 3
Presentación de pila zinc carbón R6 o AA
Energía Total, S.A.



Fuente: Imagen captada en trabajo de campo. Año 2011

Es importante mencionar que además se empaca y distribuyen pilas alcalinas provenientes de otras fábricas de la misma corporación, de las presentaciones AA y AAA.

Energía Total, S.A. abastece el 80 por ciento del mercado local en lo que respecta a pilas zinc carbón, también distribuye al mercado de México, Centro América y El Caribe, comercializando sus productos a través de compañías distribuidoras. Actualmente la fábrica opera durante 15 horas diarias, en dos turnos de trabajo siendo el primero de 06:00 a 14:00 horas y el segundo de 14:00 a 21:00 horas, adicional, cuenta con una capacidad de fabricación promedio diaria de 880,000 pilas de su tamaño D (al 68% de eficiencia).

2.2.5 Ubicación de la empresa Energía Total, S.A.

La planta cuenta con un área total de 20,000 Mts.² en la que se encuentran ubicadas las áreas de producción, oficinas administrativas, oficinas de producción, bodega de materia prima, bodega de producto terminado y el taller de máquinas herramientas (fresadoras y tornos), a continuación se presenta la imagen captada vía satélite de la ubicación de la empresa objeto de estudio.

Fotografía 4
Ubicación de la planta de producción de pilas zinc carbón
Energía Total, S.A.



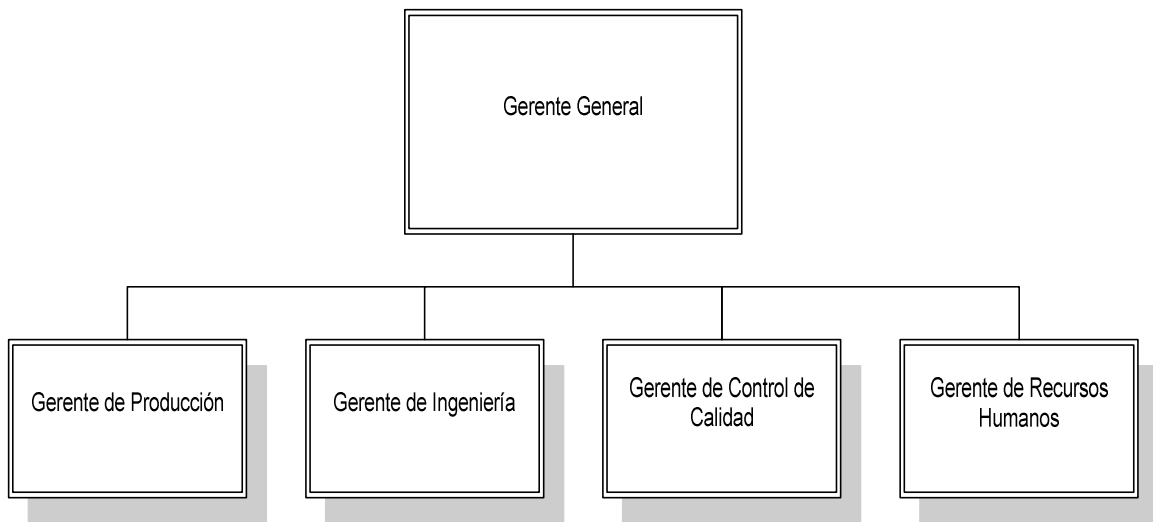
Fuente: Imagen captada de google earth. Año 2011

2.2.6 Estructura organizacional

La compañía cuenta con 50 empleados administrativos dentro de los cuales se encuentra 1 Gerente General, 4 Gerentes de área conformados en: Producción, Ingeniería, Control de Calidad y Recursos Humanos, y el resto es personal administrativo; también laboran 267 colaboradores en el área de producción de los cuales el 20% es femenino, siendo un total de 317 personas que pertenecen a la empresa.

A continuación se detalla el organigrama general de Energía Total, S.A.

Figura 2
Organigrama general de la empresa
Energía Total, S.A.



Fuente: Empresa Energía Total, S.A. Año 2011

2.2.7 Departamentos productivos de la fábrica de pilas zinc carbón

La empresa objeto de estudio cuenta con cinco departamentos para llevar a cabo su proceso productivo los cuales son:

- a) Departamento de mezclas
- b) Departamento de extrusión
- c) Departamento de máquinas básicas
- d) Departamento de ensamble
- e) Departamento de empaque

2.2.8 Características del proceso de producción de pilas 2D

a) Descripción y diagrama de proceso de producción

El proceso de elaboración de pilas comienza en el departamento de extrusión en donde la ficha de zinc (tiene la forma de una moneda de un quetzal) pasa por

una máquina extrusora que la convierte en un recipiente en forma de vaso, posteriormente, pasa a las máquinas que lo cortan a la medida adecuada llamados trimers (cortadora de vaso) seguidamente estos vasos son trasladados a través de unos cables de acero hacia las fajas que alimentan a las máquinas básicas.

Por otro lado, se encuentra el departamento de mezclas; lugar en el que se prepara y se pesa cada una de las materias primas como: manganos (elemento químico que sirve como despolarizante) que generalmente vienen en polvo, una vez tengan cada uno de los materiales el peso correcto (470 kilogramos) es vaciado en un recipiente que lo transporta hacia una tómbola, esta al mismo tiempo que va girando le va inyectando la solución de óxido de zinc (es un material químico utilizado para la elaboración de pilas que tiene como función mantener la humedad de la misma) en líquido, esto hace que los manganos sean humedecidos hasta formar una especie de pasta, que transcurridos diez minutos de rotado se procede a descargar en sacos a modo de ser transportados hacia los depósitos de las máquinas básicas, no sin antes dejarlos en reposo por veinticuatro horas y tomar una pequeña muestra para ver si cumple con los estándares de calidad en voltaje y amperaje.

Es importante mencionar que el proceso de extrusión y el de mezcla son efectuados de manera paralela, ambos generan los componentes necesarios para que el proceso de máquinas básicas de inicio a la elaboración de la semipila, en dicho proceso el vaso ingresa a la máquina, esto a través de unas guías móviles encargadas de transportarlo a las diferentes estaciones las cuales son:

- **Estación de papel separador (methocell):** es la primera estación de la máquina, en ella se agrega una pieza de papel especial dieléctrico

(aislante) de cincuenta por setenta milímetros enrollado de forma cilíndrica al interior del vaso de zinc.

- **Estación de roldana de fondo:** es donde la máquina agrega una roldana de papel en el fondo del vaso impregnado de aceite mineral para eliminar los poros y de esa manera aislar por completo el vaso.
- **Estación de mezcla:** la tercera estación de la máquina básica es donde se le agrega la mezcla al vaso de zinc con un peso entre 62.3 a 63.3 gramos.
- **Estación de roldana de compresión:** aquí se le agrega una roldana más de papel, con el objetivo que la mezcla al momento de empezar a secarse no se desmorone y evitar así que la mezcla tenga que caer a la cámara de aire, además la roldana de compresión lleva un agujero en el centro para que pase el electrodo de carbón al momento de ser insertado en la siguiente estación.
- **Estación de carbón:** se le agrega a la semipila el carbón en forma de electrodo o barra que es el que viene a darle la polaridad positiva a la pila.
- **Estación de roldana de sello:** es la última roldana de papel que se le agrega a la pila y sirve para evitar que el asfalto derretido a 250 grados centígrados entre en contacto directo con la mezcla, dicho asfalto le sirve a la pila como un sello para no dejar que la pila se seque y que es aplicado en uno de los departamentos posteriores.
- **Estación de prueba:** es donde se le hace un testeo o prueba preliminar de voltaje y amperaje a la semipila, antes de ser enviada a los siguientes

departamentos o procesos, con el fin de evitar que se le siga agregando componentes a la pila que posteriormente sería desechada en la prueba final antes de salir al mercado, los parámetros mínimos de aceptación de una semipila son de 1635 milivoltios y 400 miliamperios.

Una vez elaborada la semipila, pasa al siguiente departamento llamado ensamble, en el cual se le agregan otros componentes siendo los siguientes:

- **Tubo de papel:** cuenta con una dimensión de 72 milímetros de alto por 40 milímetros de diámetro, tiene como función aislar la semipila del blindaje o parte externa de la pila y de ese modo evitar que la pila se ponga en corto circuito.
- **Blindaje de lámina:** es la parte que recubre a la pila en el cual va impreso la marca y las características e instrucciones de uso de dicho producto.
- **Sello de asfalto:** este es un sello de asfalto caliente derretido a una temperatura de 250 grados centígrados; el cual sirve para mantener la humedad de la pila, adicional es importante mencionar que durante el traslado hacia el siguiente departamento este asfalto se va enfriando hasta alcanzar una temperatura que oscila entre 40 a 60 grados centígrados.

Como último departamento por el cual pasa la pila antes de ser almacenada para su posterior despacho es el de empaque, en el se agregan otros componentes que se mencionan a continuación:

- **Tapa metálica:** es una tapa que va en la parte superior de la pila que al momento de ser insertada por las máquinas cerradoras hacen contacto

directo con el electrodo de carbón el cual resulta siendo el polo positivo de la misma.

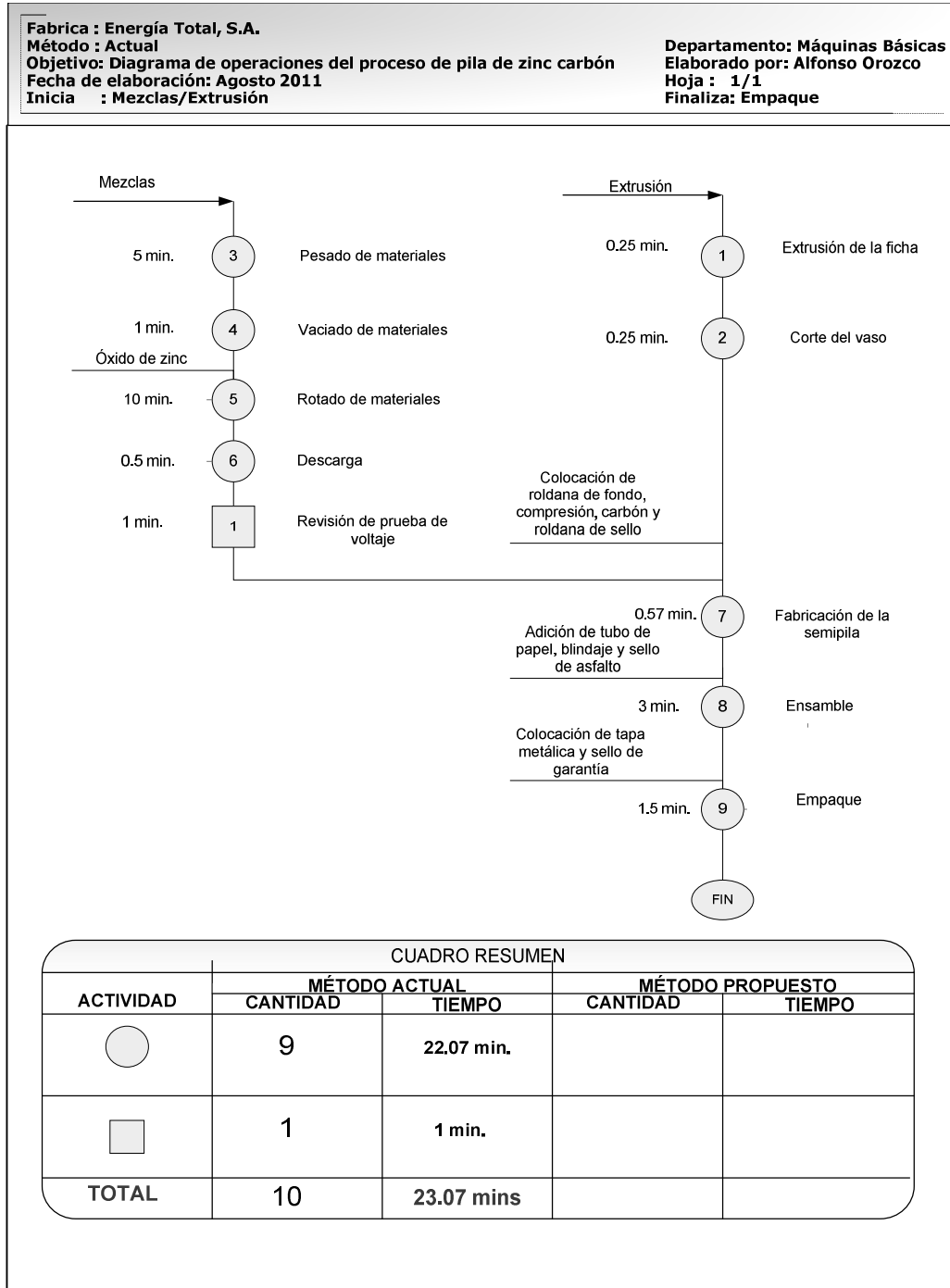
- **Sello de garantía:** este se ubica en la parte superior de la pila y es colocado por la misma máquina, tiene como objetivo garantizar que el producto no ha sido usado.

- **Cierre:** es el proceso que conlleva el cierre final de la pila con todos sus componentes.

- **Prueba final:** consiste en la verificación de voltaje y amperaje con el propósito de que cumpla con los estándares de calidad antes de ser enviadas al mercado.

Por último, se empacan en bandejas de 24 unidades (presentación 2D, ver fotografía 1 página 29) mismas que son introducidas en cajas de cartón corrugado las cuales contienen un total de 480 unidades, posteriormente son entarimadas y transportadas a la bodega de producto terminado esperando ser despachadas.

Figura 3
Diagrama de operaciones del proceso de la pila zinc carbón



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

2.2.9 Maquinaria y equipo para la producción de pilas zinc carbón

Con el paso de los años la empresa han ido aumentando la cantidad de máquinas para la elaboración de sus productos y dependiendo menos de procesos manuales, es por ello que la empresa Energía Total, S.A. cuenta en sus cinco departamentos productivos con una cantidad y variedad de máquinas que sirven para el proceso de elaboración de pilas zinc carbón; las máquinas que se utilizan para este propósito son: mezcladoras, máquinas básicas, ensambladoras, máquinas formadoras de blindaje, asfaltadoras, cerradoras, empacadoras y máquinas de embalaje.

2.2.10 Departamento de máquinas básicas

Este departamento es el punto medular de la empresa Energía Total, S.A. aquí se realiza la mayor cantidad de procesos en la elaboración de una pila, además es el que marca el ritmo de producción y es el punto de referencia al momento de evaluar la eficiencia de la planta en la producción de pilas en presentación 2D, adicional, es importante mencionar que las pilas de este tamaño son las que tienen la producción más alta en la empresa objeto de estudio.

a) Personal que integra el departamento

El departamento de máquinas básicas está integrado por un supervisor de producción y un supervisor de control de calidad que cubren la mayor parte de los dos turnos de trabajo y siete operadores para el turno de la mañana (horario de lunes a viernes de 06:00 am. a 14:00 pm. sábados alternos de 06:00 am a 14:00 pm) y siete para el turno de la tarde (horario de lunes a viernes 14:00 pm. a 21:00 pm, sábados alternos de 06:00 am. a 14:00pm); adicional, es importante mencionar que cada operador trabaja dos máquinas al mismo tiempo y que para tomar sus alimentos los operadores se relevan entre si; es decir, las máquinas trabajan continuamente durante 15 horas al día

b) Infraestructura

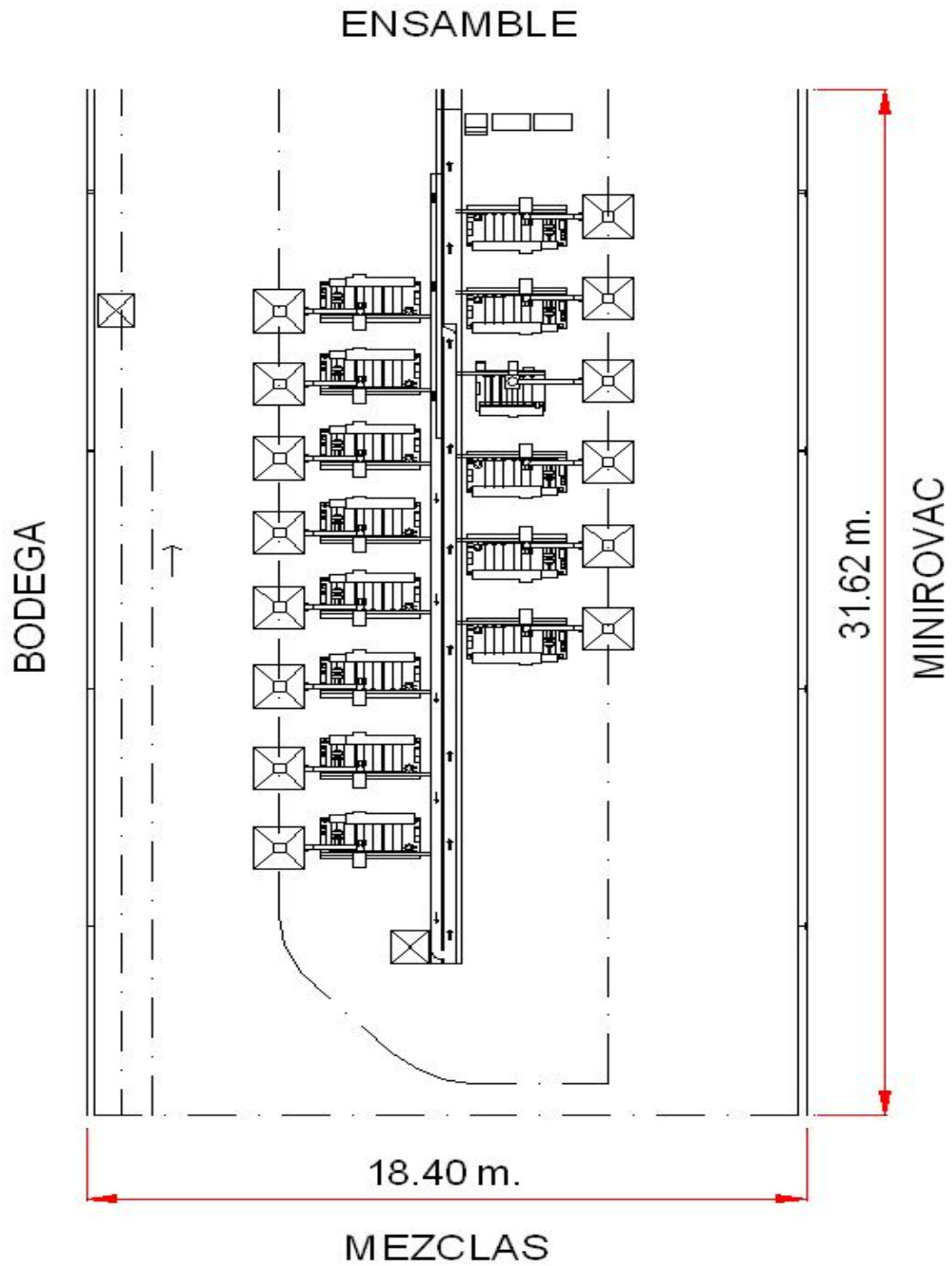
Las instalaciones del departamento de máquinas básicas miden 20 metros de frente por 50 metros de largo; para un área total de 1,000 metros cuadrados, su estructura está formada por 10 pares de columnas de metal que resisten el peso de todas las vigas.

Las paredes que rodean el área están construidas de block hasta alcanzar la altura del techo en dos de sus lados (sur y este), en uno de ellos se cuenta con block a la altura de un metro, luego están montados una serie de ventanales que ayudan a regular la temperatura ambiente que se genera en las estaciones de trabajo (norte) por último, hacia la parte oeste se encuentra totalmente descubierto debido a que conecta con el departamento de ensamble.

El techo está diseñado de la comúnmente denominada forma dos aguas con una altura en lo más alto de la estructura de 7 metros y en su parte más baja de 3 metros. Dicho techo utiliza láminas termo acústicas y cada 5 láminas se encuentra una de policarbonato transparente; esto con el fin de aprovechar la claridad de la luz solar la mayor cantidad de tiempo posible a efecto de ahorrar energía, adicional el piso es rústico, esto con el objetivo de que al momento de haber un derrame de aceite o de mezcla no genere inseguridad a los operadores provocando así algún tipo de accidente como caídas a un mismo nivel.

A continuación se presenta el plano de ubicación de las 14 máquinas instaladas en el departamento objeto de estudio.

Figura 3
Plano del departamento de máquinas básicas
Energía Total, S.A.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

La infraestructura del departamento de máquinas básicas se encuentra en condiciones aceptables de uso, ya que la pared, el techo y el piso no presentan deterioro.

c) Iluminación

La iluminación artificial con que cuenta el departamento de máquinas básicas es de 25 lámparas de metalarc (vapor de mercurio) de 150 watts conectadas a una tensión de 220 voltios; dichas lámparas están ubicadas en la parte más alta de la nave que conforma dicho departamento; además cuenta con una lámpara fluorescente de 2x40 watts (de tubos) arriba de cada una de las máquinas con su respectivo interruptor, para que el operador la encienda y apague de acuerdo a su conveniencia; sin embargo, la mayor parte del día es aprovechada la energía solar a través de las láminas de policarbonato claras que se tienen instaladas.

A continuación se presenta la fotografía 5, que muestra lo explicado anteriormente.

Fotografía 5
Panorámica del departamento de máquinas básicas
Energía Total, S.A.



Fuente: Imagen captada en trabajo de campo. Año 2011

d) Maquinaria

La máquina básica (nombre dado por la empresa) mide 3 metros de largo por 1.50 de ancho, su estructura principal está construida de hierro fundido con un peso aproximado de 1,000 kilogramos, en el departamento se cuenta con un total de 14 máquinas con características comunes, en ellas se efectúa la mayor cantidad de procesos en la elaboración de una pila de zinc carbón, dando como resultado final un producto que la compañía denomina semipila (pila con las propiedades para ser usada, pero que no tiene la forma ni la presentación adecuada para ser vendida en el mercado).

Una máquina básica tiene la capacidad máxima de fabricar 105 semipilas por minuto (producción teórica al 100%) está conectada a una tensión de 220 voltios y además tiene varios mecanismos que trabajan con aire comprimido, para lo cual se necesita que esté conectada a una alimentación del mismo a no menos de 80 PSI (libras de presión por pulgada cuadrada).

La maquinaria con que cuenta el departamento para la elaboración de la pila, presenta buenas condiciones en lo que respecta a su estructura; sin embargo, existen ciertas deficiencias que provocan que la maquinaria no funcione en óptimas condiciones, siendo una de ellas la limpieza de las máquinas, ya que se ensucian frecuentemente debido a que la mezcla que se utiliza para la fabricación de las pilas mancha con facilidad todos los mecanismos y dispositivos eléctricos que en ella se encuentran, al mismo tiempo genera que la operación sea un poco más difícil debido a que el operador se fatiga por el hecho de estar de un lado para otro; debido a que opera dos máquinas al mismo tiempo, a su vez la maquinaria sufre mayor desgaste y calentamiento en algunos de sus dispositivos debido al constante arranque y paro en el transcurso del día.

A continuación se presenta la fotografía de una máquina básica ubicada en el departamento objeto de estudio.

Fotografía 6
Máquina básica de la empresa
Energía Total, S.A.



Fuente: Imagen captada en trabajo de campo. Año 2011

e) Estaciones con que cuenta

La máquina básica cuenta con siete estaciones para la elaboración de la semipila, se mencionan de acuerdo al orden en que se encuentran ubicadas en la máquina: papel separador, roldana de fondo, mezcla, roldana de compresión, electrodo de carbón, roldana de sello y prueba eléctrica dichas estaciones están comunicadas entre sí a través de guías móviles que hacen que la semipila se desplace en cada una de las mismas, además es de suma importancia indicar que cada estación posee un dispositivo eléctrico que tiene como función monitorear si el componente fue agregado, caso contrario la máquina debe de detenerse e indicar el motivo del paro, esto para evitar que se produzca una

semipila que no cumple con los estándares de calidad establecidos por la empresa Energía Total, S.A.

f) Limpieza de las máquinas

Al momento de cuestionar a los operadores de las máquinas básicas referente al tema de la limpieza, el 100% de ellos manifestaron ser los responsables de mantenerlas limpias, sin embargo por los materiales que se utilizan (mezcla altamente corrosiva) es común ver que no se encuentran en perfecto estado, además que no existe un control de limpieza para las máquinas, en el cual se le asigne un tiempo específico a cada operador para limpiarlas, sino que solamente lo hacen en algún momento que la línea se detenga o que la máquina está detenida por alguna falla o reparación mayor, esto trae como consecuencia que los sensores o dispositivos eléctricos tiendan a fallar con mayor frecuencia dado que la suciedad en este tipo de dispositivos es sumamente perjudicial.

2.2.11 Descripción de los dispositivos eléctricos que están instalados en las máquinas básicas

a) Fuente de poder

Es un aparato eléctrico que se encarga de regular y transformar la corriente eléctrica; en términos más sencillos regular es bajar el voltaje de 220 voltios corriente alterna (alimentación principal de la máquina), a 24 voltios, mientras que al referirse a transformar significa que de corriente alterna va a convertirla a corriente directa, debido a que muchos de los sensores y accionadores (dispositivos que se accionan cuando recibe una señal eléctrica) vienen diseñados para operar con 24 voltios de corriente directa, se debe aclarar que este voltaje únicamente es para los sensores, otro tipo de aparatos usan 220 voltios de corriente alterna.

b) Controlador lógico programable (PLC)

Es un equipo electrónico diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real, para que un PLC logre cumplir con la función de controlar, es necesario programarlo con cierta información de los procesos que se quiera que tenga determinada frecuencia, esta información es recibida por captadores (sensores), que a través del programa lógico interno, logran implementarla por medio de los accionadores de la instalación (contactores, válvulas relés), cada máquina básica cuenta con un solo PLC que controla todo el proceso de elaboración de pilas.

c) Sensor

Es un transductor electrónico que detecta objetos o señales que se encuentran cerca del mismo, existe una gran variedad de sensores, algunos detectan objetos metálicos y otros no, también existen sensores que logran distinguir colores, otra característica de los sensores es que dependiendo del tipo puede variar el alcance de detección; en las máquinas objeto de estudio existen varios sensores que tienen como objetivo monitorear que la semipila lleve todos los componentes para que cumpla con los estándares de calidad, dentro de estos se puede mencionar:

➤ Sensor de proximidad

Consiste en una bobina con núcleo de ferrita que produce un campo magnético, que al aproximarse un objeto metálico o no metálico se interrumpe este campo, generando así, una pérdida de energía, lo cual hace que el sensor envíe o transmita una corriente de salida, esta corriente de salida puede ser de la función ON y OFF (encendido y apagado); dentro de la gama de sensores de proximidad se encuentran: los inductivos y capacitivos, regularmente vienen en rangos de alcance de detección de 2mm., 5mm. y 30mm. Otra característica de los sensores es que funcionan con 12, 24, 110 y 220 voltios, según los expertos en el

tema en las máquinas básicas sólo hay instalados sensores de 24 voltios; ya que esto permite manipularlos sin necesidad de desconectar la fuente de alimentación.

➤ **Inductivos**

Los sensores inductivos de proximidad han sido diseñados para trabajar generando un campo magnético y detectando las pérdidas de corriente de dicho campo generadas al introducirse en él un objeto de metal, debido a que los componentes de las máquinas básicas regularmente son de hierro los sensores de proximidad que se usan son inductivos.

➤ **Fotoeléctricos**

También se denominan fotocélulas, este tipo de sensor trabaja con un emisor y detector de luz, es decir, cuando un objeto refleja la luz del emisor hacia el receptor, este la detecta y activa la etapa de control la cual manda la señal de ON/OFF al PLC, se utiliza en la estación de roldana fondo cuando el vaso de zinc no lleva dicha roldana refleja el brillo del vaso.

➤ **Infrarrojos**

El receptor de rayos infrarrojos suele ser un fototransistor o un fotodiodo, en el cual el circuito de salida utiliza la señal del receptor para amplificarla y adaptarla a una salida que el sistema pueda entender, la señal enviada por el emisor puede ser codificada para distinguir colores, se utiliza en la estación de roldana de compresión, debido a que se requiere que el sensor distinga entre el color negro de la mezcla cuando hay ausencia de la misma y el color marrón de la roldana de compresión.

d) Contactor

Es un elemento conductor que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina, este dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, le sirve a la máquina básica para accionar el motor principal, debido a que este tipo de motor tiene que ser energizado en sus tres fases al mismo tiempo.

e) Motor eléctrico

Es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en mecánica por medio de interacciones electromagnéticas, o campos magnéticos, dichos motores vienen en varios voltajes 110, 220 y 440 voltios, además la capacidad o fuerza se mide en HP (Horse Power, por sus siglas en inglés) caballos de fuerza, el cual va a depender de la cantidad de mecanismos que tenga que mover, en la máquina básica se cuenta con un motor principal conectado a una tensión de 220 voltios trifásico (tres fases) con una capacidad de 5HP girando a 1,750 revoluciones por minuto.

f) Relé

Dispositivo que puede ser eléctrico o electromecánico cuya función principal es abrir o cerrar un contacto eléctrico para dejar pasar una corriente, son muy utilizados principalmente para activar circuitos de muy baja potencia, adicional son utilizados principalmente para accionar las electroválvulas o algún otro dispositivo que requiera voltajes bajos (24 voltios).

g) Electroválvula

Tiene como función principal abrir o cerrar el paso de aire y a su vez pueda accionar un cilindro neumático o el clutch de una máquina, generalmente es controlado a distancia por un PLC o por otro tipo de control; al igual que otros

equipos eléctricos vienen diseñadas en varios voltajes de alimentación, las máquinas básicas utilizan válvulas de 24 voltios, principalmente para accionar el clutch de la máquina o para expulsar las pilas en el caso de que vayan con voltaje o amperaje por debajo de los límites.

2.2.12 Departamento de mantenimiento eléctrico

a) Personal que integra el departamento

Se cuenta con un departamento de mantenimiento eléctrico integrado por cuatro colaboradores los cuales proveen servicios a los diferentes departamentos productivos siendo ellos: mezclas, extrusión, máquinas básicas, ensamble y empaque, además dichas personas son las encargadas de velar por las buenas condiciones de todos los equipos y accesorios eléctricos en las áreas de: oficinas administrativas, parqueo, baños y comedor, por lo que deben de realizar diferentes actividades; sin embargo, se observó que en ciertas ocasiones dicho personal se demora en acudir cuando se le notifica que existe una falla en cualquier departamento productivo, esto se debe a que el personal debe realizar diferentes actividades, lo cual hace que exista poco personal disponible que imposibilita que los electricistas estén dispuestos de manera inmediata para reparar una falla que reporta cualquier departamento.

Es necesario mencionar que los electricistas no cuentan con un jefe inmediato al cual puedan reportar directamente las actividades que realiza cada uno; sin embargo, ellos le reportan al superintendente de ingeniería quien tiene otras actividades que cumplir por lo que no les dedica el tiempo suficiente, o al supervisor de los mecánicos generando así una unidad de mando incorrecta.

2.3 Situación actual del mantenimiento eléctrico en el departamento de máquinas básicas

Según el trabajo de campo efectuado en el departamento de máquinas básicas de la planta de producción de pilas Energía Total, S. A. se logró establecer que ocurren varias fallas eléctricas diariamente, debido a que sólo existe mantenimiento correctivo y no preventivo, lo cual no ha permitido que se logre controlar y garantizar el buen funcionamiento de las máquinas y brindar confiabilidad en el desempeño de las operaciones de la producción de pilas en su tamaño 2D.

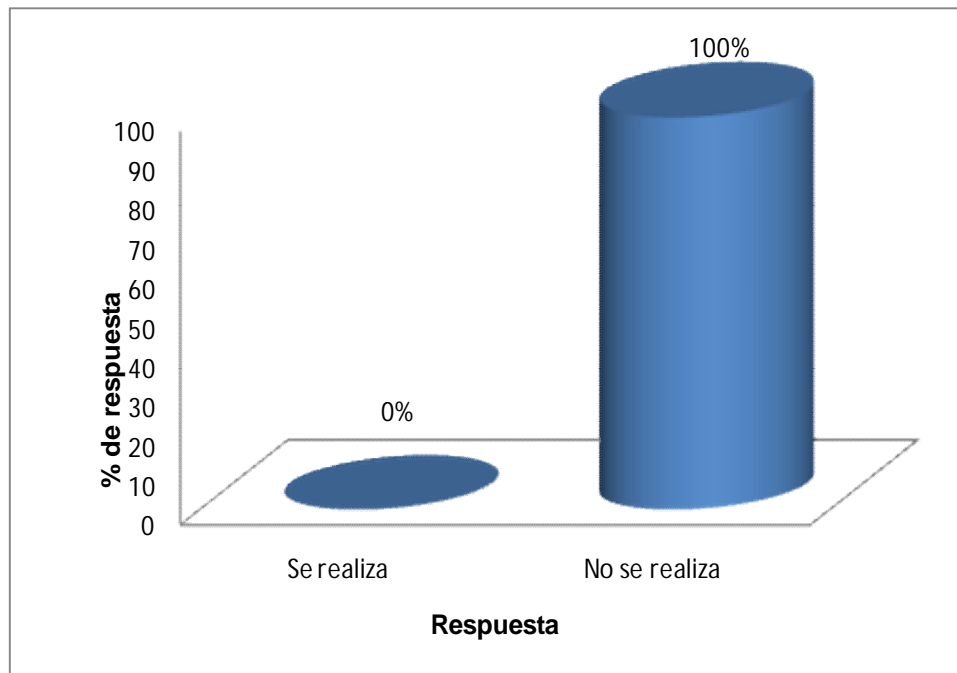
Para efectos del presente estudio se presentan los resultados obtenidos en el diagnóstico realizado.

2.3.1 Mantenimiento preventivo eléctrico

En la empresa objeto de estudio se constató que no se realiza mantenimiento preventivo eléctrico en las máquinas básicas; ya que se le cuestionó a los operadores, electricistas y supervisor de producción sobre el tema, indicando todos la inexistencia del mismo; sin embargo, cuando una máquina sufre desperfectos se acude a efectuar únicamente mantenimiento correctivo, situación que es alarmante, ya que no se garantiza la disponibilidad de las máquinas para aumentar su eficiencia y reducir su desperdicio, así como minimizar los costos y maximizar la producción, además se comprobó que no hay un registro de mantenimiento que se le efectúa a la máquina, para poder prevenir una falla que se esté generando frecuentemente.

A continuación se presentan los resultados de lo que opinaron las 22 personas acerca de la ejecución de mantenimiento preventivo en las máquinas básicas.

Gráfica 1
Realización de mantenimiento preventivo en las máquinas básicas
Energía Total, S.A.



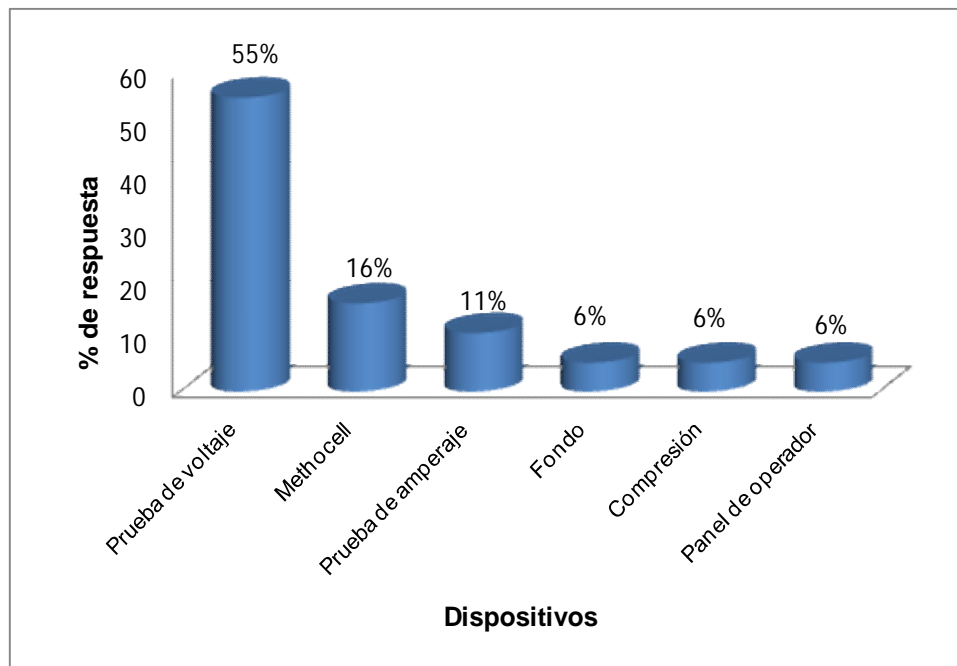
Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

2.3.2 Fallas eléctricas

Cada vez que se presenta una falla eléctrica en las máquinas del departamento objeto de estudio, se interrumpe el trabajo adecuado y continuo de las mismas, generando pérdidas debido a que la máquina ya no produce la cantidad de pilas que debería producir en un día de trabajo; además aumenta el desperdicio y se reduce la eficiencia de la planta de producción en general, es por ello que es de suma importancia identificar cuáles son los dispositivos eléctricos en los que se presentan mayor cantidad de fallas y de ese modo tomar las medidas necesarias que permitan minimizarlas.

A continuación se muestra los resultados de lo que opinaron los operadores y los electricistas.

Gráfica 2
Dispositivo donde es más frecuente la falla eléctrica



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

De acuerdo a las encuesta realizada al personal operativo que labora en el departamento de máquinas básicas todos afirmaron que diariamente se presentan fallas eléctricas en las mismas, siendo las más frecuentes las que se reportan en los dispositivos colocados en las estaciones de: prueba de voltaje, seguido de papel separador (methocell), prueba de amperaje, roldana de fondo, roldana de compresión y por último en el panel de operador. Al momento de preguntarles a los electricistas acerca del tema en cuestión ellos también coincidieron con los operadores y el supervisor de producción, afirmando que es la estación de prueba de voltaje, methocell y prueba de amperaje, donde ellos

son requeridos más veces para reparar fallas, es importante agregar que debido a que la máquina básica constantemente expulsa residuos de mezcla extremadamente corrosiva, se debe limpiar con más frecuencia; sin embargo, los operadores limpian solo cuando tienen un periodo de tiempo libre y lo hacen únicamente con aire comprimido mismo que no es suficiente ya que los sensores se encuentran muy sucios, por lo que es necesario que los electricistas realicen mantenimiento de los sensores de prueba, además otra de las causas que provoca más problemas de fallas eléctricas es el dispositivo de papel methocell (papel separador) el cual debe estar en óptimas condiciones, ya que si dicho dispositivo falla genera una gran cantidad de desperdicio debido a que cuando la semipila no lleva papel separador entra en corto circuito, y será detectado hasta que se le haga la prueba eléctrica para lo cual ya habrá generado alrededor de 10 semipilas defectuosas.

A continuación se presenta una fotografía del sensor de roldana de fondo instalado en una máquina básica, dicha fotografía fue tomada según la opinión del investigador debido a la cantidad de mezcla acumulada tanto en el lente del sensor como alrededor del mismo, tomando en cuenta que este tipo de dispositivo debe estar limpio para garantizar su correcto funcionamiento.

Fotografía 7
Sensor de roldana de fondo con residuos de mezcla y de papel

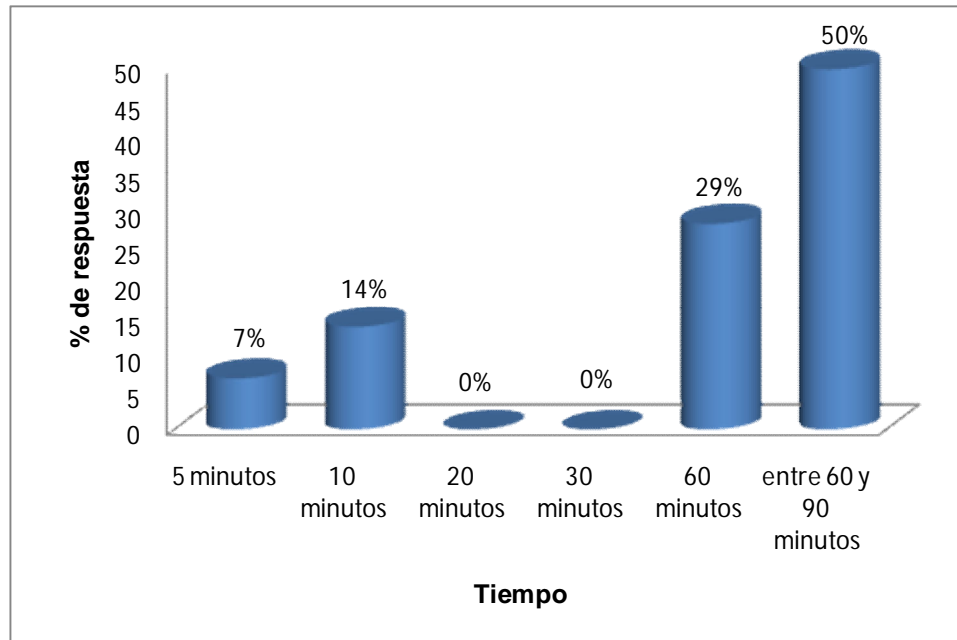


Fuente: Imagen captada en trabajo de campo. Año 2011

2.3.3 Tiempo en que se presenta la falla

Es importante que las empresas manufactureras eviten al máximo que se presente lapsos de tiempos en que las máquinas dejen de producir por diferentes tipos de desperfecto, dando como resultado pérdidas de materias primas, material de empaque y ocio de mano de obra, por lo que se muestran los datos con respecto al tema mencionado.

Gráfica 3
Frecuencia con que se presenta una falla eléctrica en las máquinas básicas
Energía Total, S.A.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

Respecto al tiempo promedio en que las máquinas básicas de la empresa objeto de estudio presentan algún tipo de falla, los operadores indicaron en un 50% se dan en un lapso de 60 a 90 minutos, el 29% indicó que estas se dan alrededor de cada 60 minutos, un 14% en 10 minutos y con un 7% ocurren en 5 minutos, todo esto se debe según los encuestados a diferentes causas, siendo las principales: la vibración, la suciedad que se genera y adicional que no se cuenta con mantenimiento preventivo a las máquinas.

Con relación al tema del tiempo que se tarda el electricista para reparar una falla ocurrida, se pudo establecer de acuerdo a la opinión de los operadores que es en promedio 20 minutos, esto depende de la naturaleza de la falla, ya que puede

ser una simple limpieza al dispositivo, o bien si la falla es muy severa puede llegar a necesitar el reemplazo del dispositivo eléctrico.

2.3.4 Reporte de fallas

Cada vez que se presenta una falla eléctrica el operador le avisa al supervisor de producción, este se comunica por medio de un radio intercomunicador con el electricista, el cual debe acudir a reparar dicha falla; sin embargo, entre el momento en que se avisa y el momento en que acude a reparar la falla transcurren alrededor de 5 y 10 minutos en promedio, lo cual va a depender de la ubicación de los electricistas y la prioridad de las fallas en otros departamentos, no siempre va a estar disponible para acudir de forma inmediata.

Se pudo constatar que no se lleva un registro de fallas a través de un formato el cual permita llevar un control del número de sucesos recurrentes y cuál es la causa que las genera, de esa manera resulta importante aplicar medidas preventivas para que dichos eventos se minimicen a efecto de reducir la cantidad de tiempos muertos en dicho departamento, además minimizar el esfuerzo de los operadores, entre más fallas se presenten, más fatigado saldrá el operador al final del turno, debido a que este debe estar en constante movimiento ya que cada operador debe operar dos máquinas al mismo tiempo.

2.3.5 Registro de la reparación de las máquinas

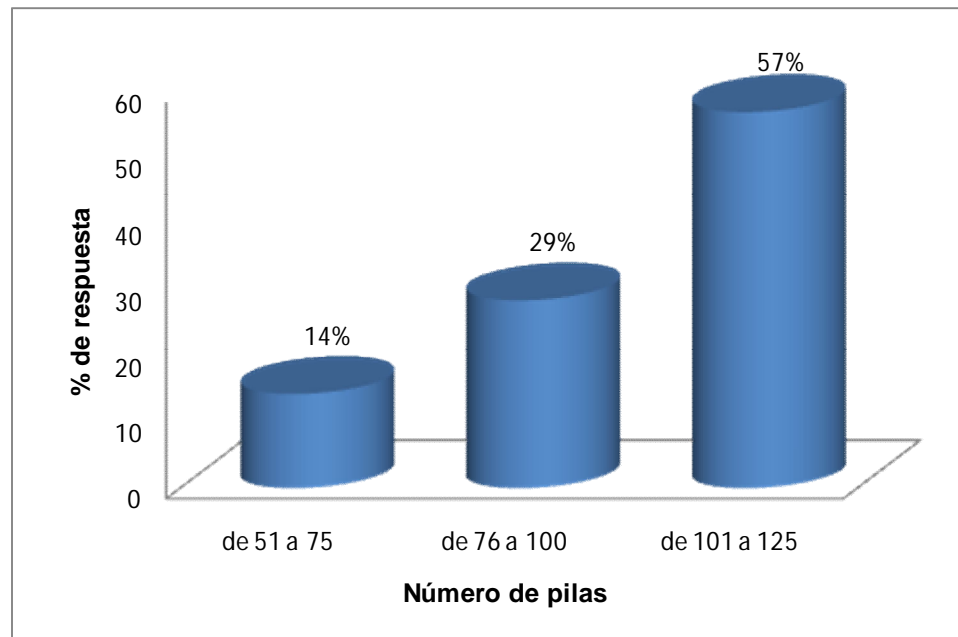
Llevar una bitácora de las reparaciones que se le han efectuado a las diferentes máquinas es de gran importancia, a través de esta se puede establecer lo siguiente: el grado de confiabilidad de la máquina, los costos a incurrir, determinación de fallas repetitivas, repuestos, tiempo de reparación, etc. Dicho en otras palabras; es el historial de cada una de las máquinas al que se puede acudir en el caso de tener duda de que mantenimientos se han ejecutado en dichas máquinas.

De acuerdo a lo que el investigador observó, las personas encargadas (electricistas) de realizar dichas reparaciones en el departamento objeto de estudio, no llevan un registro de las mismas, únicamente reparan las fallas y no se toma nota de las diferentes incidencias que presenta la máquina en ese momento, también se constató a través de la observación directa en el trabajo de campo, complementado por la opinión del supervisor de producción, que los operadores no llevan un registro formal de las reparaciones de las máquinas.

2.3.6 Desperdicio de pilas

En las empresas que se dedican a la transformación de materias primas no se puede evitar que se genere desperdicio; sin embargo, se debe de procurar que este sea el mínimo posible, por lo que a continuación se encuentran los resultados de la cantidad de desperdicios que se dan en el departamento objeto de estudio.

Gráfica 4
Cantidad de pilas defectuosas por turno en las máquinas básicas



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

De acuerdo con el tema del desperdicio de pilas que se genera en el departamento objeto de estudio se constató que un 14% de los encuestados afirma que se desperdicia entre 51 a 75 pilas, el 29% dice que es de 76 a 100 pilas y un 57% aseveró que es de 101 a 125, datos preocupantes debido a la cantidad de desperdicio que se produce durante un turno de trabajo en el que se encuentra laborando un operario, ya sea de jornada de día o tarde, mismo que se lograría reducir en la medida que los dispositivos eléctricos colocados en cada una de las estaciones de la máquina básica funcionen o se encuentren en óptimas condiciones; además, se observó que los operadores toman nota de la cantidad de desperdicio que se genera durante su turno de trabajo el cual es entregado al supervisor de producción y este a su vez, lo remite al departamento de producción; sin embargo, no se cuenta con un formato para llevar un control del desperdicio. La información capturada por los operarios no se aprovecha de manera eficiente, ya que dicha información serviría para identificar cuáles son las máquinas o estaciones de las máquinas que ocasionan más problemas. Adicional se indagó acerca de la cantidad máxima de desperdicio de pilas permitido el cual es de 0.10% sobre la producción diaria, misma que no se encuentra plasmada en un documento.

A continuación se presenta la fotografía 8, que muestra como se van acumulando las pilas defectuosas a lo largo de la jornada de trabajo en el departamento objeto de estudio.

Fotografía 8
Desperdicio de pilas en máquinas básicas



Fuente: Imagen captada en trabajo de campo. Año 2011

2.3.7 Programa de mantenimiento preventivo eléctrico

Contar con un programa de mantenimiento preventivo eléctrico es fundamental, ya que tiene como objetivo anticiparse a cualquier falla que pueda tener una máquina o un componente de la misma; sin embargo, para que el programa tenga éxito es necesario planificar, programar y controlar su ejecución de tal manera que actúe antes de que una falla ocurra; y que permita en forma paralela vigilar los costos que ocasiona el mismo.

De acuerdo con las encuestas realizadas al personal operativo y electricistas, ambos opinan que no se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo eléctrico que permita la continuidad en las operaciones de las máquinas básicas

aumentando así la eficiencia y que a su vez reduzca el desperdicio de pilas generado por las fallas constantes, adicional se cuestionó a los supervisores acerca del tema en estudio confirmando lo expuesto por los operarios y electricistas, lo cual resulta alarmante debido a que trae consecuencias para la empresa siendo estas: adición de costos, mano de obra ociosa y hasta cierto punto producto de mala calidad y retrasos en la producción.

A través de la investigación efectuada, se determinó que el programa de mantenimiento preventivo deberá contener: programa de visitas, programa de inspecciones y la generación y ejecución de órdenes de trabajo, esto con el objetivo de lograr un mantenimiento ordenado; a continuación se detallan:

2.3.8 Programa de visitas

El programa de visitas tiene como fin principal la detección de posibles focos de fallas para su futura programación de reparación (cambio de piezas o partes, ajustes mayores), sin embargo en el departamento objeto de estudio se constató que no existe ningún programa de esta naturaleza, lo cual no permite anticiparse a las posibles fallas que sufre una máquina, dicho trabajo debe ser ejecutado por un electricista, en el se programan visitas periódicas para conocer el estado en que se encuentran cada una de las máquinas; sin embargo, por no tener una programación, por la falta de personal y por otras actividades que tienen que efectuar los electricistas en los diferentes departamentos de Energía Total, S.A. no es posible su realización.

2.3.9 Programa de inspecciones

Al momento de realizar el cuestionamiento acerca de la existencia de un programa de inspecciones con el objetivo de prevenir cualquier tipo de falla eléctrica en las máquinas, los electricistas manifestaron que no se realiza tal inspección, por lo tanto, se está expuesto a que la maquinaria sufra varios tipos

de fallas eléctricas, mismas que generan baja eficiencia, acumulación de desperdicios y aumento en los costos de producción (mano de obra ociosa) por otro lado, el no inspeccionar una máquina la hace más vulnerable a constantes desperfectos.

2.3.10 Órdenes de trabajo

Las órdenes de trabajo son una consecuencia de la visita e inspección previamente realizada; por tanto, como en el departamento en cuestión no se realizan visitas e inspecciones, por ende tampoco se generan órdenes de trabajo, las cuales tienen como objetivo asignar a una persona para reparar cualquier falla eléctrica potencial que se haya detectado y evitar de esa manera un paro no planificado en la máquina que cause daño, deterioro o reducción de la vida útil del equipo eléctrico utilizado.

2.3.11 Programación

Con respecto al tema se constató que el departamento de máquinas básicas no cuenta con una programación para efectuar mantenimiento preventivo eléctrico, que le permita llevar un control de las máquinas que necesitan ser reparadas o algún tipo de ajuste antes que se convierta en falla de acuerdo al grado de urgencia de la máquina, sino que actualmente según opinión del supervisor de producción y gerentes, solo se ejecuta reparación a las máquinas que sufren desperfectos o fallas, en el cual el operario es el encargado de informar de la incidencia ocurrida al supervisor de producción, dicha persona es la responsable de avisarle al electricista en el momento de la ocurrencia.

2.3.12 Inventario de la maquinaria

La maquinaria con que cuenta actualmente la empresa Energía Total, S.A. específicamente en su departamento de máquinas básicas es de fabricación local, esto se hace desde hace varios años; ya que la empresa tiene un

departamento dedicado a la construcción y modificación de maquinaria, contando para esto con un grupo de torneros, fresadores y mecánicos industriales ampliamente capacitados.

Referente a la instalación de la parte eléctrica de la maquinaria son los electricistas de la empresa los encargados de colocar cada uno de sus componentes (motor, sensores, válvulas, etc.), así como el software correspondiente para que entre en funcionamiento, a continuación se presenta el listado de las máquinas con que cuenta el departamento objeto de estudio con su respectivo código, marca, año de fabricación, y los datos técnicos más importantes, agregado a todo lo expuesto anteriormente es que las máquinas son iguales.

Cuadro 2
Inventario de maquinaria en el departamento de máquinas básicas

Nombre de la máquina	Marca	Año de fabricación	Datos técnicos
Máquina básica 01	ROV.GT	1990	220V.15A. 5HP. 80 PSI. 105PPM
Máquina básica 02	ROV.GT	1990	220V.15A. 5HP. 80 PSI. 105PPM
Máquina básica 03	ROV.GT	1990	220V.15A. 5HP. 80 PSI. 105PPM
Máquina básica 04	ROV.GT	1990	220V.15A. 5HP. 80 PSI. 105PPM
Máquina básica 05	ROV.GT	1991	220V.15A. 5HP. 80 PSI. 105PPM
Máquina básica 06	ROV.GT	1991	220V.15A. 5HP. 80 PSI. 105PPM
Máquina básica 07	ROV.GT	1992	220V.15A. 5HP. 80 PSI. 105PPM
Máquina básica 08	ROV.GT	1992	220V.15A. 5HP. 80 PSI. 105PPM
Máquina básica 09	ROV.GT	1992	220V.15A. 5HP. 80 PSI. 105PPM
Máquina básica 10	ROV.GT	1995	220V.15A. 5HP. 80 PSI. 105PPM
Máquina básica 11	ROV.GT	1995	220V.15A. 5HP. 80 PSI. 105PPM
Máquina básica 12	ROV.GT	1995	220V.15A. 5HP. 80 PSI. 105PPM
Máquina básica 13	ROV.GT	1995	220V.15A. 5HP. 80 PSI. 105PPM
Máquina básica 14	ROV.GT	1995	220V.15A. 5HP. 80 PSI. 105PPM

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

En relación a los datos técnicos cada máquina funciona de acuerdo a las siguientes especificaciones: 220 V (voltios), 15A (amperios), con un motor de 5HP (caballos de fuerza), por los mecanismo neumáticos es necesario además que cuente con 80 PSI (libras de presión por pulgada cuadrada), y por último, 105 PPM (especifica el número de pilas producidas por minuto).

2.3.13 Inventario del equipo eléctrico

El proceso de producción de pilas en la máquina básica está completamente automatizado; es decir, que está comandado por un controlador lógico programado de acuerdo a las necesidades del proceso y que a su vez es auxiliado por un conjunto de sensores y accionadores, relés, válvulas, etc., para cumplir con su función.

Dentro de lo que se pudo observar es que una gran cantidad de sensores son de la marca Siemens y Banner, marcas muy reconocidas a nivel mundial y líderes en el mundo de la automatización.

A continuación se presenta el listado completo del equipo eléctrico utilizado en las máquinas básicas en el que se incluye el nombre del equipo, la marca, la cantidad instalada y sus respectivos datos técnicos.

Cuadro 3
Inventario de equipo eléctrico

Nombre del equipo	Marca	Cantidad	Datos técnicos
Fuente de poder	Siemens	1	24Vdc 5 amperios
Controlador lógico programable	Siemens	1	24 Vdc 2 amperios
Panel de operador	Siemens	1	24 Vdc 0.5 amperios
Contactador	Siemens	3	240 V. 7 amperios
Motor trifásico	Baldor	1	220 Voltios 5 HP
Relé	Siemens	3	24Vdc 0.5 amperios
Sensor de proximidad 5mm.	Rechner	3	24Vdc 0.025 amperios
Sensor proximidad 2 mm.	Rechner	3	24 Vdc 0.025 amperios
Photosensor	Banner	1	24 Vdc 0.025 amperios
Sensor óptico	Banner	1	24Vdc 0.025 amperios
Punta de estellite	n/a	2	n/a
Electroválvula 24Vdc	Festo	3	24 Vdc 0.5 amperios
Relé estado sólido	Siemens	3	24 Vdc 0.5 amperios
Pulsador NC	Siemens	1	n/a
Botón paro de emergencia	Siemens	3	n/a
Manija dos posiciones	Siemens	2	n/a

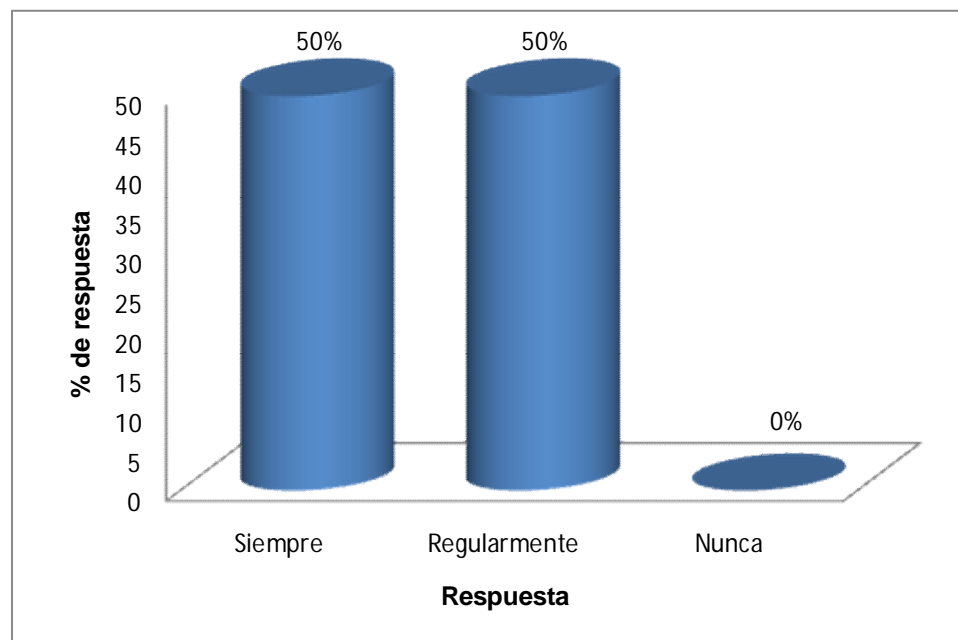
NOTA
n/a = no aplica

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

2.3.14 Inventario de repuestos

El inventario de repuestos es uno de los temas esenciales cuando se refiere a mantenimiento, ya sea para realizar un plan de mantenimiento preventivo o cubrir una emergencia cuando se presente, los repuestos deben de cumplir con ciertas normas de calidad para que no se deterioren con facilidad y que provoquen nuevamente una falla dentro de las estaciones de la máquina, también es importante contar con la cantidad suficiente cuando las máquinas presentan ciertos desperfectos y que requieran de un repuesto para que vuelva a funcionar; la gráfica siguiente muestra la existencia de la misma.

Gráfica 5
Existencia de repuestos



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

Al momento de entrevistar a los cuatro electricistas que se encargan de realizar todas las labores de mantenimiento eléctrico en la planta de producción de pilas, el 50% de ellos afirmaron que cuando acuden a solicitar un repuesto siempre lo

encuentran en la bodega, el otro 50% manifestó que a veces no hay y a veces si, por lo que es vital que se cuente con los repuestos necesarios de manera inmediata para que la reparación no tarde; sin embargo, para toda empresa no es rentable contar con demasiado inventario, por lo que es necesario determinar un stock de mínimos y máximos. Con respecto a la calidad de los repuestos las personas entrevistadas afirmaron que estos sí cumplen con los estándares para poder ser utilizados; ya que son fabricados por compañías de prestigio a nivel mundial y líderes en el mercado.

De acuerdo a la experiencia de los electricistas, a continuación se presenta el listado de los repuestos más utilizados y con los que se debe contar de manera inmediata para que el tiempo de reparación eléctrica de una máquina básica sea mínimo:

Cuadro 4
Listado de repuestos más usados en las máquinas básicas

Código	Nombre del repuesto	Clase	Área de uso
EL001	Sensor de proximidad 2mm	SIP55	Múltiples estaciones
EL002	Sensor de proximidad 5mm	SIP65	Múltiples estaciones
EL003	Photosensor	PHS01	Roldana de fondo
EL004	Sensor óptico	SIO402	Roldana de compresión
EL005	Punta de estellite	NA	Prueba eléctrica
EL006	Electroválvula 24Vdc	EV24DC	Múltiples estaciones
EL007	Relé estado sólido 24Vdc	RST256	Panel principal
EL008	Pulsador NC	PBNC	Toques
EL009	Botón paro de emergencia	PBEC	Control
EL 010	Manija dos posiciones	MBNC	Control


Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

2.3.15 Procedimiento para solicitar un repuesto en bodega

En la empresa objeto de estudio se cuenta con una bodega de repuestos y materiales que es la encargada de proveer de los mismos, tanto a los mecánicos como a los electricistas, el procedimiento para efectuar la requisición es a través de un vale que es proporcionado por el bodeguero, el cual debe ser llenado por el electricista con los siguientes datos : la máquina donde será utilizado, la fecha, cantidad, código del repuesto, nombre del repuesto, el nombre y código de la persona (electricista) que lo retira, adicional el bodeguero puede solicitar la firma de autorización por parte del supervisor de producción cuando crea conveniente (los repuestos tienen un precio elevado).

Cuadro 5
Vale de requisición de repuestos a bodega

Energía Total, S.A.
Departamento de mantenimiento
Vale de requisición de repuestos



Máquina: _____ Fecha: _____

Cantidad	Código del repuesto	Nombre del repuesto

Nombre: _____
Código de empleado: _____

Fuente: Energía Total, S.A. Año 2011

2.3.16 Herramientas

Para reparar una falla lo antes posible es de suma importancia contar con la herramienta y el equipo adecuado; así mismo debe estar en perfectas condiciones para que dichas reparaciones sean garantizadas. Se entrevistó a los electricistas acerca de la herramienta que poseen para realizar cualquier trabajo de mantenimiento a lo cual respondieron que cuentan con todo lo necesario para diagnosticar y reparar las fallas, dentro de esta herramienta que ellos poseen se puede mencionar: multímetro digital, amperímetro digital, medidor de temperatura, juego de destornilladores (phillips y castigadera), juego de llaves cola corona (pulgadas y milimétricas) y algunas otras herramientas que no son de uso común (roscadora, megómetro) al momento de ser necesarias se puede solicitar a bodega a través de un vale de préstamo.

Con respecto al estado de las herramientas se observó que se encuentran en perfecto estado, además estas son guardadas y transportadas en una caja de herramientas metálica (contiene separador para cada una) para evitar que se deterioren con facilidad.

2.3.17 Determinación de mínimos y máximos en stock (para la reparación de la maquinaria)

Debido a que el tipo de mantenimiento que se ha practicado en la fábrica de pilas zinc carbón específicamente en el departamento de máquinas básicas, es mantenimiento correctivo, no se cuenta con un historial estadístico de consumo de repuestos, que permita determinar la cantidad necesaria de repuestos eléctricos que se necesitan, así como evitar costos adicionales por contar con sobre stocks y como último la escases del mismo provoca un retraso en la reparación de las máquinas, hasta incluso con la programación establecida de la producción de pilas. Además se intentó tener acceso a los vales con que se

retiran los repuestos de la bodega para establecer un parámetro de consumo, pero no fue posible debido a que no se guardan dichos documentos.

2.3.18 Política del programa

Contar con una política bien definida acerca del mantenimiento que se le dará a la maquinaria y equipo es indispensable para el perfecto funcionamiento de las mismas; sin embargo, en la empresa Energía Total, S.A. no existe una política de mantenimiento preventivo, solo cuenta con una correctiva pero que no se encuentra definida en un documento.

2.3.19 Capacitación

a) Capacitación del operario

Es esencial contar con un plan de capacitación para que los empleados tengan los conocimientos necesarios para el manejo adecuado de las máquinas también para evitar accidentes por el mal uso o desconocimiento de la misma; con dicho tema se determinó que no existe un plan estructurado de capacitación para los operarios de nuevo ingreso, debido a la poca rotación de personal existente, con respecto a los empleados que tienen varios años de pertenecer a la empresa se constató que cuentan con experiencia sólida en el manejo de las máquinas y poseen el conocimiento de los componentes eléctricos con que cuenta una máquina, además la mayoría de personas tienen alrededor de 8 años en el mismo puesto (ver cuadro 6), por lo cual tienen la destreza para operar y hasta cierto punto determinar cuando la máquina presenta alguna anomalía, pero no la puede reparar debido a que no se le proporciona ningún tipo de capacitación en mantenimiento eléctrico, según opinión del supervisor de producción.

Cuadro 6
Tiempo de laborar en el departamento de máquinas básicas

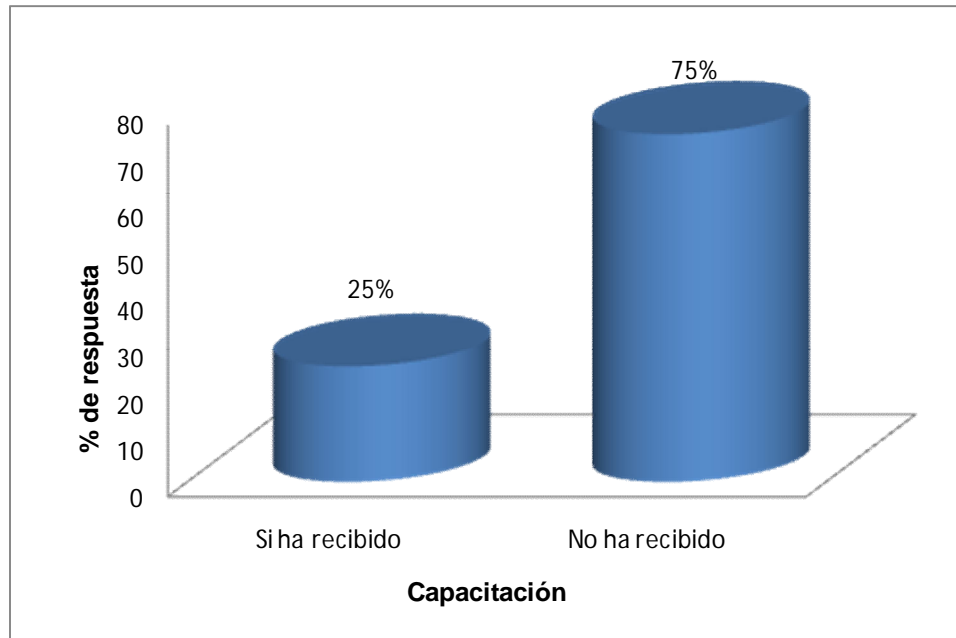
Años laborados	Porcentaje
De 0 a 5	14.29%
De 6 a 10	57.14%
de 11 a 15	0.00%
de 16 a 20	7.14%
21 o más	21.43%
Total	100.00%

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

b) Capacitación del electricista

Es importante que la empresa Energía Total, S.A. cuente con personal (electricista) capacitado, esto con el objetivo de que sepan cuáles son los componentes con que cuenta la maquinaria, así como la habilidad para detectar fallas en las mismas; a continuación se presentan los resultados del tema en cuestión:

Gráfica 6
Capacitación recibida por los electricistas



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

Según datos obtenidos un pequeño porcentaje de los electricistas ha recibido capacitación sobre mantenimiento en las máquinas básicas, mientras que un 75% no ha recibido ningún tipo de capacitación, a pesar de que dicho personal comenta que tiene varios años de pertenecer a la empresa.

Respecto al tipo de capacitación que es necesaria que los electricistas reciban para mejorar el desempeño en sus labores, se muestra la siguiente tabla:

Cuadro 7
Necesidad de capacitación relacionada con el mantenimiento preventivo

Tema	Porcentaje
Funcionamiento de sensores	0.00%
Programación de PLC	75%
Mantenimiento y reparación de electroválvula	25%
Total	100%

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

Según datos obtenidos se estableció que la mayor necesidad de capacitación se encuentra en la programación de PLC (controlador lógico programable: es un equipo electrónico diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real), sin embargo, esto no significa que ellos no puedan programar, sino que necesitan estar actualizados, debido a que dichos programas van cambiando constantemente por el desarrollo mismo de la tecnología.

2.3.20 Costos de producción

Como se mencionó en el capítulo anterior los costos de producción están integrados por la materia prima directa, mano de obra directa y los gastos de fabricación, tres elementos que de no ser aprovechados de manera eficiente hacen que un producto sea más caro en el mercado, debido a que se incrementan los costos de producción.

A continuación, se presenta el cuadro en donde se detallan los tres elementos del costo unitario de una semipila, cabe hacer mención que los costos aquí presentados son valores aproximados.

Cuadro 8
Costo unitario de una semipila

Rubro	Costo unitario (Q)
Materia prima	1.23
Mano de obra	0.02
Gastos de febricación	0.02
Total	1.27

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

Del cuadro anterior, se menciona que están incluido todos y cada uno de los componentes de una semipila manganeso (elemento químico que sirve como despolarizante), los salarios de los operadores que intervienen hasta terminar una semipila (mezclas, extrusión y básicas) y en lo que respecta a los gastos de fabricación se incluyó principalmente lo concerniente a energía eléctrica y papeles.

Por otro lado, se tomaron los datos de un mes de producción, lográndose determinar que la cantidad de semipilas producidas en el departamento de máquinas básicas durante dicho período ascendió a once millones doscientos cincuenta y cinco mil, novecientos setenta y dos unidades (11, 255,972), lo cual representa una eficiencia del 68%, porcentaje que está por debajo de lo

requerido por la alta gerencia que es como mínimo del 70%, esa diferencia de dos puntos porcentuales significa que se está dejando de producir como mínimo un total de 331,058 unidades mensuales tal y como se puede apreciar en el cuadro siguiente:

Cuadro 9
Unidades producidas vrs. unidades mínimas requeridas en un mes de trabajo

Concepto	Unidades
Producción mensual al 70%	11,587,030
Producción mensual al 68%	11,255,972
Diferencia	<u>331,058</u>

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

2.3.21 Costo por tiempo de paro no planificado

De acuerdo a lo que se investigó en el trabajo de campo con respecto al costo por tiempo de paro no planificado se pudo establecer lo siguiente:

Se tiene un promedio de 4.72 paros por turno, en los que cada paro representa alrededor de 20 minutos esto según los cálculos efectuados asciende a un total de 94.4 minutos de paro no planificado por fallas eléctricas durante un turno de trabajo y de acuerdo a la capacidad de cada máquina que es 105 pilas por minuto, significa que se está dejando de fabricar una cantidad de 9,912 unidades por turno, generando un costo total mensual por concepto de mano de obra que asciende a Q. 133, 217.28 datos que se presentan en el cuadro 11

Cuadro 10
Datos para el cálculo del costo por tiempo de paros no planificados
en concepto de mano de obra

Datos Generales
4.72 paros por turno
20 minutos promedio por cada paro
94.4 minutos sin producir por turno

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

Cuadro 11
Cálculo de costo por paros no planificados
en concepto de mano de obra

Unidades que se dejan de producir	Costo unitario por mano de obra	Costo por máquina	No. De máquinas	Costo por el total de máquinas (14)	No. de turnos de trabajo	Costo por día	Días trabajados en la planta	Costo total mensual
9,912	0.02	Q198.24	14	Q2,775.36	2	Q5,550.72	24	Q133,217.28

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

2.4 Análisis y discusión de resultados

De acuerdo a la investigación realizada en el departamento de máquinas básicas se logró establecer que no existe ningún tipo de trabajo enfocado a prevenir las fallas eléctricas en las máquinas de dicho departamento; ya que se entrevistó a los operadores, electricistas, supervisor de producción y calidad del departamento y gerentes, a lo cual el 100% manifestó que no existe un programa de mantenimiento preventivo, situación que es preocupante debido a que no se sabe en que momento una máquina puede fallar.

En el departamento objeto de estudio ocurren fallas eléctricas que no permiten que las máquinas alcancen los niveles de eficiencia mínimos requeridos por la alta gerencia (70%), siendo las estaciones que causan más problemas en cuanto a fallas: prueba de voltaje, papel separador (methocell) y prueba de amperaje esto es debido a que la máquina básica constantemente expulsa residuos de mezcla cuyos componentes son extremadamente corrosivos por lo que se debe de limpiar con más frecuencia, adicional los operadores que tiene a su cargo dicha máquina la limpian sólo cuando tienen un período de tiempo libre y lo hacen únicamente con aire comprimido mismo que no es suficiente, adicional la falta de hojas de control de limpieza da como efecto que el operador deje de realizar la limpieza correspondiente.

Con respecto al tiempo en que se presenta con más frecuencia una falla en la máquina básica según los operadores es de un lapso de 60 a 90 minutos y el tiempo medio en que un electricista logra reparar la falla es de 20 minutos aproximadamente, sin embargo esto va a depender según la gravedad de la falla y de la disponibilidad inmediata que tenga el electricista, esto debido a que se cuenta con poco personal y trae como efecto negativo tiempo ocioso para el operador, costos adicionales para la empresa y hasta cierto punto retraso en la programación de la producción.

Se determinó que en el departamento de máquinas básicas no se cuenta con un registro de fallas, razón por el cual no se tiene con exactitud el número, tipo y estación donde se presentan las fallas ocurridas durante una jornada de trabajo.

Otro de los puntos deficientes en el departamento de máquinas básicas es el desperdicio de semipilas, ya que según datos recopilados durante una semana de producción se logró determinar que el porcentaje de desperdicio se encuentra alrededor del 0.35% sobre el total de la producción diaria muy por arriba de lo establecido por la empresa que es del 0.10%, datos preocupantes debido a que este producto no se puede reprocesar.

También es importante mencionar en cuanto a la disponibilidad de los repuestos eléctricos para efectuar las reparaciones ya que según la opinión de los electricistas el 50% afirmó que siempre que acuden a la bodega encuentran los repuestos que necesitan, mientras que el otro 50% manifiesta que a veces no se encuentra en la bodega el repuesto necesario, lo cual hace suponer que existen ciertas deficiencias en cuanto a la disponibilidad de los mismos.

Con el tema de la capacitación se pudo observar que los operadores son bastante diestros en la operación debido a que llevan varios años de estar en el mismo puesto, por el lado de los electricistas se les cuestionó y respondieron que donde más tienen necesidad de capacitación es en la programación de PLC necesitan estar actualizados debido a los cambios tecnológicos.

Es importante mencionar que debido a la falta de un programa de mantenimiento preventivo ha provocado que el porcentaje de eficiencia que se está reportando en la línea de producción de pilas en su tamaño 2D está por debajo de lo requerido, que es del 70% ya que actualmente está en un promedio del 68%.

CAPÍTULO III
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO EN EL
DEPARTAMENTO DE MÁQUINAS BÁSICAS EN UNA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DE PILAS ZINC CARBÓN

3.1 Introducción

Con base a los resultados obtenidos en la presente investigación, realizada en el departamento de máquinas básicas de la empresa Energía Total, S.A. en el cual se presentan fallas eléctricas que en muchas ocasiones son recurrentes, mismas que no permiten que los niveles de eficiencia en dicho departamento sean los requeridos, además provocan el aumento de los costos de producción.

Derivado de lo anterior, se sugiere la implementación de medidas que permitan contrarrestar el efecto de las fallas eléctricas que actualmente se están generando en el departamento objeto de estudio y a su vez, lograr los objetivos de producción (70% de eficiencia) establecidos por la empresa.

Es por ello que en este capítulo se propone un programa de mantenimiento preventivo eléctrico, el cual permita al departamento de máquinas básicas garantizar la disponibilidad de la maquinaria y la reducción de sus tiempos muertos (mano de obra ociosa), dicho programa incluye como propuesta un reporte de fallas en el cual se puedan establecer las deficiencias que pueda presentar una máquina, además un programa de inspección que permita anticiparse a problemas que tenga la máquina y por último, se recomienda poner en práctica las medidas necesarias para que dicho programa sea un éxito.

3.2 Objetivo general

Proponer un programa de mantenimiento preventivo eléctrico que permita al departamento de máquinas básicas, anticiparse a las posibles fallas y de esa manera, alcanzar los niveles de eficiencias planteados por la empresa.

3.2.1 Objetivos específicos

- Llevar un control de fallas que se generan diariamente, para establecer las tendencias de las mismas y a la vez que permita detectar las deficiencias de la máquina.
- Lograr que se realicen rutinas de inspección en las máquinas básicas con el objetivo de detectar fallas potenciales.
- Llevar un registro de los trabajos realizados en cada una de las máquinas para lo cual es necesario la implementación de la utilización de órdenes de trabajo.
- Capacitar a los electricistas en el tema de mantenimiento preventivo eléctrico en el que se incluye la programación de PLC's.

3.3 Medidas para reducir las fallas

En la actualidad el departamento objeto de estudio carece de un instrumento que permita detectar las fallas eléctricas ocurridas en la maquinaria, por lo que se tiene como propuesta la implementación de una hoja de control de fallas en la cual se incluya la siguiente información: número de máquina, tipo de falla, la estación donde se presentó, la hora en que ocurre dicha falla, así como una casilla donde se pueda anotar la hora en que el electricista se presenta a repararla y el momento en que la máquina vuelve a funcionar, por último, el electricista debe de anotar su código de empleado.

El objetivo de la implementación de la hoja de control de fallas es identificar la estación cuyo dispositivo eléctrico presenta mayor deficiencia y que a su vez, permita generar información para contrarrestar dicho problema, adicional el registro queda a cargo del operador de cada una de las máquinas el cual al finalizar el turno de trabajo deberá entregarlo al supervisor de producción.


Por su parte el supervisor de producción tendrá a su cargo guardar cada una de las hojas de control de fallas en una gaveta de su archivo (ya existe archivo) designando un folder plenamente identificado para cada una de las máquinas, esto facilitará la búsqueda al momento de querer consultar un registro de una máquina en particular.

A continuación se presenta el formato de control de fallas eléctricas que se ha de utilizar en las máquinas básicas.

Cuadro 12
Hoja de control de fallas eléctricas

Energía Total, S.A.
Departamento de mantenimiento

Hoja de control de fallas eléctricas



Fecha: _____ Turno: Diurno Vespertino

No. de máquina: _____

Operador			Electricista		
Código de empleado	Tipo de falla	Hora en que se presentó la falla	Hora inicio de la reparación	Hora fin de la reparación	Código de empleado

No.	Tipo de falla
1	Methocell
2	Roldana de fondo
3	Detector de mezclas
4	Roldana de compresión

No.	Tipo de falla
5	Sensor de carbón
6	Roldana de sello
7	Prueba eléctrica
8	Panel de operador
9	Motor principal

Nota: Por favor colocar en la columna de tipo de falla el número de acuerdo al listado.

Observaciones: _____

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

3.4 Bitácora de reparación de máquinas

Se tiene como propuesta la elaboración de una bitácora de reparación, cuyo objetivo principal es llevar un registro de las reparaciones que se han realizado en las máquinas que presentan fallas y las acciones que fueron tomadas durante la reparación, la persona encargada de anotar las incidencias encontradas será el electricista, pero el encargado de llevar el control y archivo de la información será el nuevo supervisor de electricistas (plaza propuesta). A la bitácora se podrá acudir cada vez que se tenga duda de cómo se reparó una determinada falla, así mismo, servirá para saber los repuestos que son utilizados, la estación que genera mayores problemas la fecha y el turno en que se generó la falla.

A continuación se presenta el cuadro 13, en este se muestra el formato de la bitácora de reparaciones propuesto que se ha de llevar durante el programa de mantenimiento preventivo.

3.5 Control de desperdicio de pilas

Actualmente los operarios llevan nota de la cantidad de desperdicio de pilas zinc carbón, sin embargo dicha información no se aprovecha de manera eficiente y no se cumple con el porcentaje máximo establecido de desperdicio, adicional esto se debe a las fallas constantes que se presentan en las máquinas, por lo que se tiene como propuesta una política de desperdicio bien establecida que permita cumplir con el porcentaje de desperdicio máximo (ver página 106), además es necesario transmitirlo a los operadores para que sepan de dicha información, también se propone una pizarra informativa (material de fórmica de medidas 30 cms. de ancho X 50 cms. de largo) en la cual se pueda tener un control visual de la producción acumulada vrs. cantidad de desperdicio acumulada por hora.

A continuación se presenta el formato de la pizarra informativa (cuadro 14 página siguiente) la cual será colocada en la base del depósito de mezcla en cada una de las máquinas con que cuenta el departamento, esto servirá para que los empleados sepan la cantidad de desperdicio y para que le informen al supervisor cuando la cantidad acumulada de desperdicio se sale del límite establecido.

Cuadro 14
Control de producción acumulada vrs. desperdicio acumulado

Horas	Producción al 70 % (unidades)	Producción real	Desperdicio permitido (unidades)	Desperdicio real
1	4,494		5	
2	8,988		10	
3	13,482		15	
4	17,976		20	
5	22,470		25	
6	26,964		30	
7	31,458		35	
8	35,952		40	

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

Debido a la ubicación de las máquinas no es posible colocar una sola pizarra informativa, por lo que será necesario comprar una pizarra para cada máquina con su respectivo marcador y almohadilla. A continuación, se presenta el cuadro de los costos en los que se ha de incurrir por la compra de las mismas.

Cuadro 15
Insumos para el control de desperdicios

Descripción	Costo unitario	Cantidad requerida	Costo promedio	Costo promedio anual
Adquisición de pizarra	Q80.00	14	Q1,120.00	Q1,120.00
Marcador	Q3.50	14	Q49.00	Q196.00
Almohadilla	Q7.50	14	Q105.00	Q105.00
TOTAL			Q1,274.00	Q1,421.00

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

3.6 Limpieza de las máquinas básicas


Se tiene como propuesta una hoja de control de limpieza (ver anexo 1) para las máquinas, en la que se anote la hora en que se realiza la limpieza, el encargado de esta actividad será el operador que tenga a su cargo la máquina, dicha hoja debe ser entregada al supervisor de producción al finalizar el turno de trabajo, esto con el objetivo de mantener los sensores o dispositivos en óptimas condiciones.

3.7 Programa de visitas

Se tiene como propuesta la realización de un programa de visitas, la cual un electricista se encargará de realizar las visitas a cada una de las máquinas según la programación previamente definida por el supervisor de electricistas(plaza propuesta), dichas visitas tienen como fin principal detectar fallas, y de esa manera generar ya sea otra visita o una orden de trabajo la cual permitirá reparar dicha falla antes que esta cause un problema mucho mayor.

Para llevar un control de que la visita se efectuó y además tener un informe de que es lo que se encontró en la máquina, se presenta a continuación un formato el cual debe ser llenado por la persona que realiza dicha visita (electricista), con la información siguiente: fecha y hora de la visita, número de máquina, estación específica donde se realizó la visita, además deben indicarse los daños encontrados o posibles focos de fallas, las posibles causas y sugerencias y por último, debe ir la firma de quien realiza y recibe el informe.

Cuadro 16
Reporte del programa de visitas

EnergíaTotal, S.A. Departamento de mantenimiento <p style="text-align: center;">Reporte del programa de visitas</p>		
Máquina número: _____ Fecha: _____ Hora: _____		
Motivo de la visita : Planificada _____ No planificada _____		
Estación donde debe efectuarse la visita _____		
Daños encontrados o posibles focos de fallas		
1		
2		
3		
4		
Causas _____		
Sugerencias:		
Programar otra visita _____ Generar orden de trabajo _____		
Nombre de quien realiza visita _____		
Código de empleado _____		


Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

3.8 Programa de inspecciones

Entre las funciones de los nuevos electricistas (propuesta de 2 plazas nuevas) así como de los que ya laboran para la empresa, se encuentran las inspecciones que deben de realizarse en el departamento de máquinas básicas, la cual tiene como objetivo detectar posibles fallas que puedan presentarse en el área de trabajo, además el resultado de las inspecciones servirá para generar una orden de trabajo y con ello prevenir constantes desperfectos en la maquinaria y a su vez, la reducción de desperdicio de pilas zinc carbón, las

inspecciones se realizarán una vez por semana, adicional la programación de dicha actividad queda a cargo del nuevo supervisor de electricistas, él se encargará de asignar al colaborador que debe realizarla. A continuación, se presenta el control a utilizar:

Cuadro 17
Hoja de inspección

Energía Total, S.A.				
Departamento de mantenimiento		Hoja de inspección		
No. de máquina _____	Código de empleado _____	Fecha _____		
		Hora _____		
	Condiciones			
	Bueno	Malo	Observaciones	
Revisión visual de todos los cables de la máquina				
Medir corriente al motor principal (15 Amperios)				
Revisar detector de methocell				
Revisar sensor de roldana de fondo				
Revisar sensor de mezcla				
Revisar sensor de roldana de compresión				
Revisar sensor de carbón				
Revisar sensor de roldana de sello				
Revisar sensor de prueba de voltaje				
Revisar sensor de prueba de amperaje				
Revisar panel de operador				
Revisar electroválvula de clutch				


Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

3.9 Órdenes de trabajo

Una vez realizada la visita o la rutina de inspección, las cuales contendrán los datos necesarios de donde se debe intervenir de manera anticipada para prevenir las fallas, dicha intervención se realizará únicamente si existe una orden de trabajo la cual consiste como su nombre lo indica, en la orden para efectuar

un trabajo en determinada estación de la máquina; por tanto, se tiene como propuesta un formato que permita realizar la reparación de la máquina de manera anticipada de acuerdo al grado de prioridad que el supervisor de los electricistas determine, a continuación se detalla:

Cuadro 18
Orden de trabajo

Energía Total, S.A. Departamento de mantenimiento									
Orden de trabajo									
Número de orden	_____				Fecha	_____			
Responsable de la ejecución	_____				Hora	_____			
Número de máquina	_____				Código	_____			
Tareas a ejecutar									
Estación	Reparación		Ajuste		Cambio		Limpieza		
	Programado	Ejecutado	Programado	Ejecutado	Programado	Ejecutado	Programado	Ejecutado	
Motor principal									
Sensor papel methocell									
Sensor roldana de fondo									
Sensor de mezcla									
Sensor roldana de compresión									
Sensor de carbón									
Sensor roldana de sello									
Sensor prueba de voltaje									
Sensor prueba de amperaje									
Panel de operador									
Electroválvula de clutch									
Repuestos requeridos									
Código	Descripción del repuesto				Cantidad utilizada		Obs.		

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

3.10 Programación

Se tiene como propuesta contar con una programación cuyo objetivo principal es establecer qué actividades de mantenimiento preventivo se deben de realizar en las máquinas básicas, dentro de la programación propuesta se plantean actividades diarias, semanales y mensuales, es importante hacer mención que la frecuencia de las actividades se logró establecer gracias a la colaboración de los operadores; ya que ellos son los que mejor conocen su área de trabajo y según la prioridad del mantenimiento a aplicar, el encargado de realizar dicha programación será el supervisor de electricistas, quien delegará a un colaborador para efectuar dichos trabajos de acuerdo al horario que crea conveniente, ya que antes debe de ponerse de acuerdo con el departamento de producción para no afectar la eficiencia del departamento. A continuación, se presenta el formato de dicha programación:

Cuadro 19
Programación de las actividades de mantenimiento preventivo

Actividad	No. de máquina	Diario						Semanal								Mensual		Responsable						
		Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Semana 1		Semana 2			Semana 3		Semana 4		Mes	
		P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R		P	R	P	R	P	R
Limpieza sensores de proximidad	1 a 14																							
Limpieza sensores infrarojos	1 a 14																							
Limpieza de panel de operador	1 a 14																							
Limpieza de puntas de prueba	1 a 14																							
Inspección motor principal	1 a 14																							
Inspección panel principal	1 a 14																							
Inspección sensores	1 a 14																							
Inspección puntas de prueba	1 a 14																							
Visita de rutina	1 a 14																							

Nota	
P	Planificado
R	Real

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

3.11 Herramientas

Con respecto a las herramientas de trabajo no se cuenta con ninguna propuesta debido a que estas se encuentran en buen estado y poseen su respectivo lugar donde son almacenadas, además como se mencionó en el capítulo dos cuando es necesario la utilización de una herramienta de uso no común es solicitada por medio de un vale de préstamo a la bodega de repuestos y materiales.

3.12 Determinación de mínimos y máximos en stock

Tal como se mencionó en el capítulo anterior, no se cuenta con un historial estadístico de consumo de repuestos; es decir, no se puede determinar en función del tiempo cuales repuestos y en qué cantidad se deben tener en existencia; sin embargo, con la experiencia de los electricistas se logró hacer un listado de los repuestos que se usan con mayor frecuencia.

La cantidad requerida de cada repuesto lo dará el registro estadístico que se llevará a cabo a partir del inicio del programa, con el objeto de establecer el control de inventario de repuestos e insumos, que mejore la ejecución del mantenimiento preventivo.

A continuación se presenta el listado y la cantidad de repuestos mínimos con que se ha de iniciar el programa de mantenimiento preventivo:

Cuadro 20
Cantidad mínima y máxima de repuestos

Nombre del repuesto	Código	Área de uso	Cantidad mínima	Cantidad máxima
Sensor de proximidad 2mm	EL001	Múltiples estaciones	3	6
Sensor de proximidad 5mm	EL002	Múltiples estaciones	3	6
Photosensor	EL003	Roldana de fondo	2	4
Sensor óptico	EL004	Roldana de compresión	2	4
Punta de estellite	EL005	Prueba eléctrica	2	4
Electroválvula 24Vdc	EL006	Múltiples estaciones	1	2
Relé estado sólido 24Vdc	EL007	Panel principal	3	3
Pulsador NC	EL008	Toques	2	2
Botón paro de emergencia	EL009	Control	2	2
Manija dos posiciones	EL010	Control	2	2

Nota: La empresa cuenta con dichos repuestos, el cuadro sólo determina la propuesta de los mínimos y máximos que deben de haber en bodega, por lo que no incluye el costo de cada uno.

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

3.13 Procedimientos del programa de mantenimiento preventivo

El procedimiento del programa del mantenimiento preventivo es fundamental debido a que permite llevar la secuencia de la manera correcta de cómo reportar una falla eléctrica, la rutina de inspección, y la posterior generación y ejecución de las órdenes de trabajo. A continuación, se presentan los procedimientos a realizar:

Procedimiento para el registro de fallas eléctricas		
Departamento de máquinas básicas	Procedimiento: 01	Fecha: agosto de 2011
	Número de pasos: 08	Hoja: 01 de 02
		Elaboró: Alfonso Orozco
Inicia: Supervisor de producción		Finaliza: Operador
<p>Objetivo Contar con un instrumento que permita llevar un registro de las fallas en cada una de las estaciones donde se presenta, así como el tiempo que tarda el electricista en acudir, también el tiempo en que entra en funcionamiento de nuevo la máquina.</p> <p>Alcance Es aplicado cuando una máquina presenta fallas la cual imposibilita la producción de pilas zinc carbón y del cual debe quedar un registro.</p> <p>Lineamientos Al inicio de cada turno el supervisor de producción debe de entregar la hoja de control de fallas al operador, el cual debe anotar los datos que se encuentran en dicha hoja. El operador debe anotar en cada una de las líneas de las hojas una breve descripción de la falla así como la hora en que esta se presentó. Al momento que el electricista se presente a reparar la falla debe anotar la hora en que empezó la reparación, así como la hora en que la máquina comienza a funcionar nuevamente.</p>		

Procedimiento para el registro de fallas eléctricas		
Departamento de máquinas básicas	Procedimiento: 01	Fecha: agosto de 2011
	No. de pasos: 08	Hoja: 02 de 02 Elaboró: Alfonso Orozco
Inicia: Supervisor de producción		Finaliza: Operador
Puesto	Paso No.	Actividad
Supervisor de producción	1	Proporcionar a los colaboradores las hojas de registro de fallas.
Operador	2	Anotar en cada una de las hojas el número de máquina, turno, fecha, y código de operador.
Operador	3	Anotar el tipo de falla y la hora en que se presentó.
Electricista	4	Anotar la hora de inicio y fin de la reparación así como el código de empleado
Electricista	5	Avisar al operador en el momento de finalizar la reparación.
Operador	6	Arrancar nuevamente la máquina y comprobar que la falla no persiste.
Supervisor de producción	7	Comprobar que el operador esté anotando cada una de las fallas.
Operador	8	Entregar al supervisor de producción la hoja de registro de fallas al momento de finalizar el turno

Procedimiento de la rutina de inspección		
Departamento de máquinas básicas	Procedimiento: 02	Fecha: agosto de 2011
	Número de pasos: 10	Hoja: 01 de 02
		Elaboró: Alfonso Orozco
Inicia: Supervisor de electricistas		Finaliza: Electricista
<p>Objetivo Realizar una inspección de todos los dispositivos eléctricos de las máquinas básicas para disminuir o eliminar las fallas potenciales en dicha maquinaria.</p> <p>Alcance Este procedimiento es aplicado en todas las estaciones de la máquina donde se encuentre un dispositivo eléctrico y que tenga riesgo de fallar.</p> <p>Lineamientos El supervisor de los electricistas debe entregar a su personal, la hoja indicándole que máquina (s) debe inspeccionar. El electricista debe realizar la inspección en el orden que se indica, además debe anotar todos los posibles puntos de riesgo donde pueda presentarse una falla para su posterior reparación. Una vez finalizada la inspección el electricista debe entregar la hoja a su jefe inmediato, en donde además debe anotar su código de empleado, firma y la fecha y hora que se realizó la inspección.</p>		

Procedimiento de la rutina de inspección		
Departamento de máquinas básicas	Procedimiento: 02	Fecha: agosto de 2011
	No. de pasos: 10	Hoja: 02 de 02 Elaboró: Alfonso Orozco
Inicia: Supervisor de electricistas		Finaliza: Electricista
Puesto	Paso No.	Actividad
Supervisor de electricistas	1	Proporcionar a los electricistas las hojas que servirán de guía para realizar la inspección, mismas que contienen la fecha y hora de ejecución.
Electricista	2	Efectuar la inspección de acuerdo al orden establecido en la hoja proporcionada por el supervisor de electricistas.
Electricista	3	Colocar un vaso de zinc sin papel methocell y arrancar la máquina para comprobar su funcionamiento.
Electricista	4	Quitar a un vaso de zinc la roldana de fondo y poner en marcha la máquina para verificar el funcionamiento del sensor.
Electricista	5	Retirar un vaso de zinc que contenga mezcla y colocar uno vacío, luego poner en marcha la máquina y comprobar el estado del sensor.
Electricista	6	Quitar la roldana de compresión a una semipila y arrancar la máquina para determinar si el sensor cumple su función.
Electricista	7	Colocar en la estación de carbón una semipila sin el mismo, después poner en marcha la máquina y comprobar si el sensor está en buenas condiciones.
Electricista	8	Quitar a una semipila la roldana de sello y verificar el funcionamiento del sensor.
Electricista	9	Colocar en posición de prueba una semipila y ver en el panel de operador que voltaje está midiendo (1600 a 1680 milivoltios), luego comparar por medio del multímetro que la lectura sea igual a la del panel de operador.
Electricista	10	Entregar al supervisor de electricistas la hoja de inspección.

Procedimiento para la ejecución de órdenes de trabajo		
Departamento de máquinas básicas	Procedimiento: 03	Fecha: agosto de 2011
	Número de pasos: 08	Hoja: 01 de 02
		Elaboró: Alfonso Orozco
Inicia: Supervisor de electricistas		Finaliza: Electricista
<p>Objetivo Proporcionar los lineamientos que se han de seguir para reparar los posibles puntos de fallas que se detectaron en la inspección.</p> <p>Alcance Es aplicado a todas las estaciones de las máquinas básicas, en donde se detectó una posible falla.</p> <p>Lineamientos El jefe de electricistas genera la orden de trabajo con base a las prioridades detectadas en las inspecciones y la entrega al electricista. El electricista al momento de realizar la reparación debe anotar todas las incidencias encontradas, para llevar una bitácora de reparaciones y repuestos utilizados. El electricista debe de corregir la falla potencial y luego debe entregar la orden al supervisor indicando la hora y fecha de su ejecución.</p>		

Procedimiento para la ejecución de órdenes de trabajo		
Departamento de máquinas básicas	Procedimiento: 03	Fecha: agosto de 2011
	No. de pasos: 08	Hoja: 02 de 02 Elaboró: Alfonso Orozco
Inicia: Supervisor de electricistas		Finaliza: Electricista
Puesto	Paso No.	Actividad
Supervisor de electricistas	1	Proporcionar al electricista la orden de trabajo indicándole la máquina en que se ha de ejecutar.
Electricista	2	Preparar los repuestos que hay que utilizar en la reparación.
Electricista	3	Verificar que la máquina esté desconectada antes de iniciar cualquier reparación para evitar accidentes.
Electricista	4	Efectuar la reparación, ya sea un cambio o ajuste de los dispositivos eléctricos que sean necesarios.
Electricista	5	Retirar del área de trabajo todas las herramientas y repuestos utilizados.
Electricista	6	Verificar que la reparación o ajuste efectuado ha quedado bien ejecutado
Electricista	7	Llenar la hoja de la orden de trabajo con los datos requeridos.
Electricista	8	Entregar al supervisor de electricistas la hoja de la orden de trabajo de mantenimiento preventivo.

3.14 Recomendaciones para el uso adecuado de las máquinas básicas

Para el correcto funcionamiento de las máquinas se deben de seguir algunas recomendaciones que han de tomar en cuenta tanto los operarios como los electricistas.

a) Operador

- Verificar que la presión de aire comprimido esté por lo menos a 80 PSI (libras de presión por pulgada cuadrada).
- Verificar que ningún sensor esté obstruido.
- Mantener limpia su área de trabajo.
- Avisar de inmediato al supervisor de producción cuando detecte indicios de fallas en la máquina.
- Sopletear la máquina con aire comprimido por lo menos tres veces por turno.

b) Electricista

- Antes de efectuar cualquier trabajo de reparación asegurarse que la máquina esté apagada, o que tenga el paro de emergencia.
- Colocar el respectivo rótulo que indique que la máquina se encuentra en reparación.
- Utilizar siempre la herramienta adecuada para no dañar los componentes de las máquinas.
- Siempre que efectúe un cambio de sensor asegúrese que el nuevo haya quedado completamente aislado y ajustado.
- Al momento de terminar cualquier trabajo retirar el equipo y herramienta que se utilizó.
- Dejar siempre limpia el área de trabajo.

3.15 Descripción de las rutinas de mantenimiento

Contar con una rutina de mantenimiento preventivo (por escrito) para cada una de las estaciones de las máquinas básicas es de gran importancia, debido a que de esa manera cualquiera de los electricistas que realice la actividad la hará de una manera estándar, es por ello que con base a los conocimientos de los electricistas se propone la siguiente rutina para cada una de las estaciones, misma que puede ir agregando o quitando pasos conforme se pongan en marcha dichas rutinas.

3.15.1 Rutina de mantenimiento preventivo a la estación de papel separador (methocell)

- Asegurar que la máquina esté detenida y que tenga activado el paro de emergencia
- Levantar la guía y verificar que el detector siempre haga contacto con el vaso; ajustar si es necesario.
- Verificar que el cable de conexión no esté roto
- Limpiar el sensor y la estación con solvente dieléctrico.

3.15.2 Rutina de mantenimiento preventivo a la estación de roldana de fondo

- Asegurar que la máquina esté detenida y que tenga activado el paro de emergencia.
- Retirar el vaso que está en la posición del sensor.
- Colocar un vaso sin la roldana de fondo y verificar que el sensor despliegue una luz roja (caso contrario ajustar).
- Colocar un vaso ya con roldana de fondo y verificar que la luz roja del sensor no se encienda (caso contrario ajustar)
- Verificar que el cable de conexión no esté dañado o roto.

- Limpiar el sensor con solvente dieléctrico y con un hisopo para no dañar el lente.

3.15.3 Rutina de mantenimiento preventivo a la estación de mezcla

- Asegurar que la máquina esté detenida y que tenga activado el paro de emergencia.
- Limpiar el sensor con solvente dieléctrico.
- Colocar un vaso sin mezcla y verificar que la graduación del sensor es la correcta, ajustar si es necesario.
- Apretar las tuercas del sensor para descartar la posibilidad de una falsa lectura.
- Verificar que los cables no estén rotos o tengan falso contacto.

3.15.4 Rutina de mantenimiento preventivo a la estación de roldana de compresión

- Asegurar que la máquina esté detenida y que tenga activado el paro de emergencia.
- Colocar un vaso sin la roldana de compresión y verificar que el sensor despliegue una luz roja (caso contrario ajustar).
- Colocar un vaso con roldana de compresión y verificar que la luz roja del sensor no se encienda (caso contrario ajustar).
- Verificar que el cable de conexión no esté dañado o roto.
- Limpiar el sensor con solvente dieléctrico y con un hisopo para no dañar el lente.

3.15.5 Rutina de mantenimiento preventivo a la estación de carbón

- Asegurar que la máquina esté detenida y que tenga activado el paro de emergencia.

- Colocar un vaso sin carbón y verificar que el sensor detecte la ausencia del mismo, caso contrario debe ajustar.
- Apretar el sensor para evitar un posible desajuste y así una falsa señal.
- Verificar que los cables no estén rotos o tengan falso contacto.
- Limpiar el sensor con solvente dieléctrico.

3.15.6 Rutina de mantenimiento preventivo a la estación de roldana de sello

- Asegurar que la máquina esté detenida y que tenga activado el paro de emergencia.
- Colocar un vaso sin la roldana de sello y verificar que el sensor despliegue una luz roja (caso contrario ajustar).
- Colocar un vaso con roldana de sello y verificar que la luz roja del sensor no se encienda (caso contrario ajustar).
- Verificar que el cable de conexión no esté dañado o roto
- Limpiar el sensor con solvente dieléctrico y con un hisopo para no dañar el lente.

3.15.7 Rutina de mantenimiento preventivo a la estación de prueba eléctrica

- Asegurar que la máquina esté detenida y que tenga activado el paro de emergencia.
- Apretar el borne positivo y negativo de la estación de prueba.
- Verificar que el resorte no esté roto y que tenga la tensión correcta.
- Aplicar solvente dieléctrico en el área del resorte para evitar que se quede contraído.
- Limpiar con solvente dieléctrico y lija fina de número 360, las puntas de prueba para garantizar una lectura más exacta.
- Realizar una comparación de lecturas de la máquina versus un multímetro digital.

3.16 Accesorios e insumos necesarios para la limpieza de los dispositivos eléctricos de la máquina

Es necesario contar con algunos accesorios e insumos, ya que estos facilitarán el desempeño de los electricistas en esta tarea, a continuación se presenta el listado de los mismos:

Cuadro 21
Accesorios e insumos de limpieza

Artículo	Unidad de medida	Costo unitario	Cantidad requerida	Costo promedio	Costo promedio anual
Aspiradora 220 voltios 6000 RPM	Unidad	Q1,200.00	1	Q1,200.00	Q1,200.00
Linterna para colocar en cabeza	Unidad	Q35.00	6	Q210.00	Q210.00
Rollo de cinta de aislar	Rollo	Q28.00	6	Q168.00	Q2,016.00
Pliego de lija fina	Unidad	Q1.50	6	Q9.00	Q108.00
Solvente dieléctrico	Unidad	Q90.00	6	Q540.00	Q1,080.00
TOTAL				Q2,127.00	Q4,614.00

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

A continuación se detalla la aplicación de cada uno de los artículos para mantener la limpieza de los dispositivos de la máquina:

Cuadro 22
Aplicación para los accesorios e insumos

Artículo	Aplicación
Aspiradora 220 voltios 6000 RPM	Para remover suciedad de equipo eléctrico
Linterna para colocar en cabeza	Para ver en lugares muy oscuros
Rollo de cinta de aislar	Para aislar cables con forro dañado
Pliego de lija fina	Para limpiar puntas y partes oxidadas
Solvente dieléctrico	Para limpiar sensores eléctricos

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

3.17 Políticas del programa

Deben ser definidas por escrito y transmitidas a los empleados del departamento de máquinas básicas (supervisores, electricistas, operadores) para que se cumplan, con el objetivo de reducir las fallas y evitar el aumento de desperdicios de pilas zinc carbón, a continuación se proponen las siguientes:

a) Política de mantenimiento preventivo eléctrico

- La gerencia de mantenimiento será la encargada de promover y divulgar el programa de mantenimiento preventivo eléctrico el cual estará a cargo del supervisor de electricistas y con el apoyo del supervisor de producción.
- Se debe de contar con un programa de capacitación en mantenimiento preventivo eléctrico que sea específico y obligatorio para los electricistas.
- Es de carácter obligatorio realizar las rutinas de mantenimiento en las diferentes estaciones del departamento de máquinas básicas.

b) Política de desperdicio de pilas en el departamento de máquinas básicas

- El porcentaje de desperdicio en el departamento de máquinas básicas no debe ser mayor al 0.10% para no incurrir en costos adicionales.
- Los operadores quedan encargados de anotar a cada hora cuantas semipilas lleva de desperdicio cada una de sus máquinas.
- Al momento de verificar que la cantidad de pilas desperdiciadas por cualquiera de las máquinas se está saliendo de control, se debe reportar, de manera inmediata, al supervisor de producción, quien va a tomar las medidas que considere necesarias para evitar el exceso de las mismas.

3.18 Inversión en recurso humano

Con el departamento de mantenimiento eléctrico se tendrá un crecimiento de personal debido a que los empleados con que cuenta actualmente dicho departamento es insuficiente para cumplir al 100% con los requerimientos solicitados por los diferentes departamentos con que cuenta la empresa Energía Total, S.A. por lo que se tiene como propuesta la creación de tres plazas nuevas siendo dos electricistas, y un supervisor de electricistas, esto con el propósito de un mejor ordenamiento de las actividades que se ejecutan.

Los electricistas que se contratarán, se encargarán de realizar la inspección de las máquinas, ejecutar el programa de visitas, ejecución de las órdenes de trabajo y apoyo a los demás colaboradores con respecto al mantenimiento correctivo se refiera y otras actividades correspondientes al departamento, la plaza del supervisor tendrá como función coordinar todas las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo para el departamento de máquinas básicas y para las demás áreas de la empresa Energía Total, S.A.

La puesta en marcha de la estructura propuesta conlleva un incremento en los costos de la empresa, los cuales se describen a continuación:

Cuadro 23
Inversión en recurso humano

No. de plazas	Nombre de la plaza	Salario mensual	Salario anual	Prestaciones laborales	Total anual
2	Electricistas	Q8,000.00	Q96,000.00	Q28,003.20	Q124,003.20
1	Supervisor de electricistas	Q7,200.00	Q86,400.00	Q25,202.88	Q111,602.88
TOTAL		Q15,200.00	Q182,400.00	Q53,206.08	Q235,606.08

Nota: Para el cálculo de las prestaciones laborales se utilizó el porcentaje legal 29.17%

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2010

3.18.1 Proceso para la contratación del nuevo personal

El proceso para la contratación del nuevo personal ya está establecido por el departamento de recursos humanos el cual se encarga de realizar el proceso de reclutamiento y selección para encontrar a las personas idóneas para el puesto.

3.18.2 Descripción técnica del puesto

El propósito de la descripción técnica del puesto es describir las diferentes actividades que deben realizar los nuevos miembros de la empresa (plazas propuestas) así como mencionar la capacidad educativa, técnica y laboral que deben poseer.

Empresa Energía Total, S.A.		
Puesto: Supervisor de electricistas	Elaborado por: Alfonso Orozco	Fecha: Agosto de 2011
I. Identificación		
a. Nombre del puesto:	Supervisor de electricistas	
b. Número de plazas:	1	
c. Ubicación administrativa:	Mantenimiento	
d. Jefe Inmediato:	Gerente de Ingeniería	
e. Subalternos:	Electricistas	
II. Descripción		
Naturaleza: Es un puesto de trabajo de carácter administrativo operativo y se encarga de la coordinación de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones de la empresa.		
Atribuciones: Planificar y coordinar todos los trabajos de electricidad en la empresa. Supervisar las órdenes de trabajo realizadas por los electricistas. Firmar la solicitud de repuestos. Monitorear el programa de visitas. Garantizar el funcionamiento correcto de las máquinas Implementar controles para el mejoramiento del mantenimiento preventivo. Efectuar la programación del mantenimiento preventivo. Coordinar a los electricistas en las actividades que deben de realizar. Llevar control de las horas de trabajo del personal a su cargo.		

Relaciones de trabajo:

Por la naturaleza del puesto tiene relación con el gerente de ingeniería, supervisor de producción y con los electricistas.

Autoridad:

Supervisar y coordinar las actividades de los electricistas.

Responsabilidad:

Es responsable del trabajo de los electricistas y que todas las máquinas e instalaciones eléctricas estén en perfecto estado de funcionamiento.

III. Especificaciones del puesto**Educación:**

Pensum cerrado en ingeniería eléctrica.

Estudios avanzados en microsoft office.

Cursos de inglés intermedio.

Experiencia:

Tres años de experiencia en puesto similar.

Manejo de personal.

Conocimientos sólidos en programación de PLC

Habilidades y destrezas

Capacidad para el manejo de personal.

Capacidad para trabajar bajo presión.

Trabajo en equipo.

Buenas relaciones interpersonales.

Liderazgo.

Empresa Energía Total, S.A.		
Puesto: Electricista	Elaborado por: Alfonso Orozco	Fecha: Agosto de 2011
I. Identificación		
a. Nombre del puesto:	Electricista	
b. Número de plazas:	6	
c. Ubicación administrativa:	Mantenimiento	
d. Jefe Inmediato:	Supervisor de electricistas	
e. Subalternos:	Ninguno	
II. Descripción		
Naturaleza:		
Es un puesto de carácter operativo y se encarga de detectar y reparar las fallas en las máquinas para reducir o eliminar averías que provocan paros imprevistos; además mantener todas las instalaciones eléctricas de la empresa.		
Atribuciones:		
Reparar las máquinas que presenten fallas eléctricas. Mantener en buenas condiciones las instalaciones eléctricas de la empresa Detectar las máquinas que posean posibles fallas. Apoyar a los demás electricistas cuando se requiera. Realizar rutinas de mantenimiento preventivo en las diferentes estaciones del departamento de máquinas básicas. Llenar la requisición del repuesto a utilizar. Realizar inspecciones a las máquinas. Ejecutar las órdenes de trabajo.		

Relaciones de trabajo:

Por la naturaleza del puesto tiene relación con los operarios, encargado de bodega y supervisor de electricistas.

Autoridad:

No posee ninguna autoridad.

Responsabilidad:

Detectar y reparar las fallas de las máquinas así como de todas las instalaciones.

III. Especificaciones del puesto**Educación:**

Bachiller industrial y perito en electricidad.
Conocimientos básicos de microsoft office.

Experiencia:

Dos años de experiencia en puesto similar.
Conocimientos básicos en PLC

Habilidades y destrezas

Capacidad para trabajar bajo presión
Trabajo en equipo
Buenas relaciones interpersonales
Ordenado y sistemático

3.18.3 Organigrama del departamento de mantenimiento eléctrico

A continuación se presenta el organigrama para el departamento de mantenimiento eléctrico (propuesto) en el que se incluye la creación de las tres plazas que son: un supervisor de electricistas y dos electricistas.

Figura 4
Organigrama del departamento de mantenimiento
(propuesto)



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

3.19 Plan de capacitación de mantenimiento preventivo

En el capítulo 2, se hizo mención de la importancia de tener al personal debidamente capacitado; por lo que se tiene como propuesta un plan de capacitación especialmente para los colaboradores del departamento de

mantenimiento eléctrico, que permita que dichas personas estén actualizadas en la programación de un controlador lógico y en la correcta ejecución del mantenimiento preventivo, para dicho plan se tendrá el apoyo del Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP), la cual será impartida por una persona de dicha institución, misma que se dará en las instalaciones del salón de reuniones debido a que la empresa prefiere que los cursos de capacitación sean dentro de la misma.


3.19.1 Objetivo

El objetivo que se espera alcanzar es:

- Concientizar al personal de la importancia del mantenimiento preventivo
- Evitar costos adicionales por reparaciones mal efectuadas
- Reducir el esfuerzo por parte de los electricistas

3.19.2 Plan de capacitación

A continuación, se presenta el plan de capacitación dirigido a los electricistas, el cual consta de un total de seis cursos y que serán impartidos dentro de las instalaciones de la empresa.

	Energía Total, S.A.	Plan de capacitación de mantenimiento preventivo
---	----------------------------	---

Mes a impartir el curso (planificado)	Mes a impartir el curso (real)	Días de capacitación			Curso	Áreas a capacitar	Horario	Lugar	Costo
		Lunes	Miércoles	Viernes					
Enero 2012					Principios de automatización de procesos	Personal de mantenimiento eléctrico	15:00 a 17:00 turno diurno	Salón de reuniones (planta de producción)	Q2,000.00
Febrero 2012							12:00 a 14:00 turno vespertino		
Enero 2012					Mantenimiento preventivo	Personal de mantenimiento eléctrico	15:00 a 17:00 turno diurno	Salón de reuniones (planta de producción)	Q2,000.00
Enero 2012							12:00 a 14:00 turno vespertino		
Febrero 2012					Planificación del mantenimiento preventivo	Personal de mantenimiento eléctrico	15:00 a 17:00 turno diurno	Salón de reuniones (planta de producción)	Q2,000.00
Marzo 2012							12:00 a 14:00 turno vespertino		
Julio 2012					Importancia de las inspecciones y órdenes de trabajo	Personal de mantenimiento eléctrico	15:00 a 17:00 turno diurno	Salón de reuniones (planta de producción)	Q2,000.00
Agosto 2012							12:00 a 14:00 turno vespertino		
Marzo 2012					Programación avanzada de PLCs versión S7	Personal de mantenimiento eléctrico	15:00 a 17:00 turno diurno	Salón de reuniones (planta de producción)	Q2,000.00
Mayo 2012							12:00 a 14:00 turno vespertino		
Total								Q10,000.00	

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

Es importante mencionar que la capacitación impartida por el Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP) tiene un precio de Q200.00 por persona y por cada curso, con un mínimo de 10 personas, si no se cumple con la cantidad mínima requerida pueden impartir el curso siempre y cuando se pague la cantidad de dinero que se pagaría por las 10 personas, los empleados que recibirán la capacitación serán los del departamento de mantenimiento eléctrico conformado por seis electricistas.

3. 20 Costo del programa de mantenimiento preventivo

A continuación, se presenta el total de costos en que tendrá que incurrir la fábrica de pilas Energía Total, S.A. con base a las propuestas para implementar el

programa de mantenimiento preventivo eléctrico en el departamento de máquinas básicas:

Cuadro 24
Costo total del programa de mantenimiento preventivo

Actividades	Responsable	Costo promedio anual total
Inversión en recurso humano	Gerente de recursos humanos	Q235,606.08
Plan de capacitación al personal	Gerente de recursos humanos	Q10,000.00
Insumos de limpieza para el programa MP	Supervisor de electricistas	Q4,614.00
Insumos para control de desperdicios	Gerente de producción	Q1,421.00
Insumos para control del programa MP (papelería y útiles)	Supervisor de electricistas	Q960.00
TOTAL		Q252,601.08

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en investigación de campo. Año 2011

Tal y como puede apreciarse en el cuadro anterior el costo inicial del programa de mantenimiento preventivo asciende a un total de Q252,601.08 dentro de lo que destaca la inversión en recurso humano y el plan de capacitación, sin embargo, si este dato se compara con lo que le cuesta a la empresa los paros no planificados los cuales son de Q133,217.28 mensuales (ver cuadro 11 página 75) se puede afirmar que se justifica la inversión.

Otros beneficios que se obtendrán con la implementación del programa de mantenimiento preventivo será la reducción de la cantidad del desperdicio, así como minimizar la fatiga de los operadores ya que en la medida que las máquinas trabajen continuamente será mejor para ellos.

Por último, es importante mencionar que el programa estará a cargo del nuevo supervisor de electricistas, el cual tendrá la obligación de mantenerlo actualizado y de irlo mejorando de acuerdo a las necesidades que se puedan presentar en el departamento de máquinas básicas.

CONCLUSIONES

1. Diariamente ocurre una gran cantidad de fallas eléctricas en el departamento de máquinas básicas, las cuales tienen como consecuencia que la eficiencia de dicha línea esté por debajo de lo requerido (70% como mínimo), así mismo genera aumento de desperdicio y subutilización de la mano de obra.
2. No se lleva un registro formal de fallas que permita llevar un control de las estaciones que presentan mayores problemas y de ese modo poder contrarrestarlas.
3. Se determinó que en la actualidad el departamento de máquinas básicas presenta deficiencias de limpieza especialmente en los dispositivos eléctricos de cada máquina.
4. La falta de un programa de mantenimiento preventivo eléctrico, en el departamento objeto de estudio no permite anticiparse a las fallas, lo cual es preocupante debido a que no se está garantizando el buen funcionamiento de las máquinas básicas al mismo tiempo que genera mayores daños a la máquina y aumento en costos .
5. Se estableció que la empresa carece de personal suficiente en el departamento de mantenimiento eléctrico, además no se cuenta con un supervisor de electricistas que sea el responsable de todas las actividades relacionadas al mantenimiento.

RECOMENDACIONES

1. Para superar o reducir las fallas eléctricas que se dan a diario en el departamento de máquinas básicas, en la planta objeto de estudio, es necesario que se apruebe la implementación de la propuesta del programa de mantenimiento preventivo eléctrico, a través de la gerencia de ingeniería apoyada por la de producción.
2. Hacer uso del formato de control de fallas propuesto, este permitirá llevar estadísticas de cuáles son las máquinas o estaciones que presentan mayores deficiencias y poder tomar las medidas correspondientes.
3. Brindar los insumos necesarios para que los electricistas realicen trabajos de limpieza de todos los dispositivos eléctricos que permita que estos se mantengan en condiciones aceptables de funcionamiento.
4. Hacer uso del programa de mantenimiento preventivo propuesto, el cual tiene como objetivo principal reducir la cantidad de fallas eléctricas que se presentan en el departamento en estudio.
5. Para que el programa pueda llevarse a cabo es necesario contar con las nuevas plazas, ya que con el personal con que se cuenta actualmente en el departamento de electricistas no es suficiente debido a las actividades que se deben realizar como parte del programa.

BIBLIOGRAFÍA

1. Dounce V. Enrique. 1991. **La administración en el mantenimiento**. 7a. Edición. México. Compañía editorial continental. 175 páginas.
2. Elwood S. Buffa. **Dirección técnica y administración de la producción**. s. n. t
3. Energía Total S.A., GT. 2000. Código de Ética. Guatemala, 13 páginas.
4. Lockyer, Keith. 1995. **La producción industrial**. Colombia. Alfaomega grupo editorial. 584 páginas.
5. **La pila eléctrica**. (En línea). 2009. Disponible en: <http://www.abcpedia.com/pila/pila.htm>. Consultado el 07 de octubre de 2009.
6. **Mantenimiento y seguridad industrial**. (En línea). 2009. Disponible en: <http://www.mescorza.com/manten/mantenimiento/definición.htm>. Consultado el 20 de febrero de 2009.
7. **Pila zinc carbón**. (En línea). 2009. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Pila_\(electricidad\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Pila_(electricidad)). Consultado el 07 octubre de 2009.
8. Rosaler C. Robert. **Manual de mantenimiento industrial**. México. McGraw Hill. 550 páginas.
9. **Seguridad y mantenimiento industrial**. (En línea). 2009. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial>. Consultado el 20 de febrero de 2009.
10. Thomas R. Hoffann. **Sistemas de administración y fabricación**. 3a. edición. México. Compañía editorial Continental S. A de C.V. 567 páginas.
11. Universidad de San Carlos de Guatemala. **Costos gerenciales**. s. n. t

Anexos

Anexo 3
Encuesta sobre mantenimiento eléctrico
Energía Total, S.A.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS		
ENCUESTA DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO DE MÁQUINAS BÁSICAS FÁBRICA DE PILAS ENERGÍA TOTAL S.A.		
INTRODUCCIÓN		
El contenido de la presente entrevista tiene fines estrictamente académicos y su objetivo es realizar una investigación acerca del estado, funcionamiento y mantenimiento del área eléctrica de las máquinas básicas en la fábrica de PILAS ENERGÍA TOTAL S.A. por lo que la información que usted proporcione será de gran importancia para llevar a cabo dicha investigación.		
A. DATOS GENERALES		
1. SEXO ¿Es hombre o mujer? Hombre..... <input type="radio"/> 1 Mujer..... <input type="radio"/> 2	2. EDAD ¿Cuántos años cumplidos tiene? Años 	3. AÑOS LABORADOS ¿Cuántos años tiene de laborar en la empresa? 0-5..... <input type="radio"/> 1 16-20..... <input type="radio"/> 4 6-10..... <input type="radio"/> 2 21 y más..... <input type="radio"/> 5 11-15..... <input type="radio"/> 3
4. PUESTO LABORAL ¿Cuál es el puesto que usted desempeña? <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Electricista..... <input type="radio"/> 1 PASE A SECCIÓN "E" Gerente..... <input type="radio"/> 2 PASE A SECCIÓN "F" Supervisor..... <input type="radio"/> 3 PASE A SECCIÓN "G" Operador..... <input type="radio"/> 4 PASE A SECCIÓN "B" </div>		
B. ESTADO DEL ÁREA ELÉCTRICA DE LAS MÁQUINAS		
1. FALLAS ELÉCTRICAS ¿Se presentan fallas eléctricas en las máquinas que usted opera? Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2 Pase a Sección "D"	2. FRECUENCIA DE FALLAS ¿En qué dispositivo de la máquina es más frecuente que se presente una falla eléctrica? <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 33%;">Controlador lógico..... <input type="radio"/> 1</div> <div style="width: 33%;">Sensor vaso volteado..... <input type="radio"/> 7</div> <div style="width: 33%;">Sensor de compresión..... <input type="radio"/> 13</div> <div style="width: 33%;">Contadores..... <input type="radio"/> 2</div> <div style="width: 33%;">Sensor methocell..... <input type="radio"/> 8</div> <div style="width: 33%;">Prueba de voltaje..... <input type="radio"/> 14</div> <div style="width: 33%;">Motor Principal..... <input type="radio"/> 3</div> <div style="width: 33%;">Sensor fondo..... <input type="radio"/> 9</div> <div style="width: 33%;">Prueba de emperaje..... <input type="radio"/> 15</div> <div style="width: 33%;">Motor de sierra..... <input type="radio"/> 4</div> <div style="width: 33%;">Sensor de guías..... <input type="radio"/> 10</div> <div style="width: 33%;">Sensor de sello..... <input type="radio"/> 16</div> <div style="width: 33%;">Motor carbón..... <input type="radio"/> 5</div> <div style="width: 33%;">Sensor poca mezcla..... <input type="radio"/> 11</div> <div style="width: 33%;">Panel de operador..... <input type="radio"/> 17</div> <div style="width: 33%;">Motor mezcla..... <input type="radio"/> 6</div> <div style="width: 33%;">Sensor de carbón..... <input type="radio"/> 12</div> <div style="width: 33%;">Electroválvulas..... <input type="radio"/> 18</div> </div>	
3. FRECUENCIA DE FALLAS ¿Con qué frecuencia se presenta alguna de estas fallas? 5 minutos..... <input type="radio"/> 1 30 minutos..... <input type="radio"/> 4 10 minutos..... <input type="radio"/> 2 60 minutos..... <input type="radio"/> 5 20 minutos..... <input type="radio"/> 3 Entre 60 y 90 min. <input type="radio"/> 6		
4. TIEMPO DE REPARACIÓN ¿En cuánto tiempo logra reparar un falla eléctrica el electricista? 5 minutos..... <input type="radio"/> 1 10 minutos..... <input type="radio"/> 2 20 minutos..... <input type="radio"/> 3 40 minutos..... <input type="radio"/> 4		
C. MANTENIMIENTO DEL ÁREA ELÉCTRICA DE LAS MÁQUINAS		
1. REPORTE DE FALLAS ¿A quién le reporta usted cuando la máquina presenta fallas eléctricas? Supervisor..... <input type="radio"/> 1 Gerente de mantenimiento..... <input type="radio"/> 2 Electricista..... <input type="radio"/> 3	2. CAUSA DE FALLAS ¿Cuál cree usted que sea la causa principal que provoca las fallas eléctricas en las máquinas básicas? Falta de mantenimiento correctivo de las máquinas..... <input type="radio"/> 1 El polvo..... <input type="radio"/> 4 Falta de mantenimiento preventivo de las máquinas..... <input type="radio"/> 2 La vibración..... <input type="radio"/> 5 Sensores de mala calidad..... <input type="radio"/> 3 Derrame de aceite..... <input type="radio"/> 6	
3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO ¿Se realizan trabajos de mantenimiento preventivo eléctrico en las máquinas que usted opera? Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2 Pase a Preg. 5	4. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ¿Cree usted que si existiera un programa de mantenimiento preventivo se lograría reducir la cantidad de fallas en las máquinas? Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2	5. REGISTRO DE MANTENIMIENTO ¿Lleva usted un registro del mantenimiento eléctrico de la maquinaria? Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2
D. FUNCIONAMIENTO DEL ÁREA ELÉCTRICA DE LAS MÁQUINAS		
1. FUNCIÓN DE SENSORES ¿Conoce cómo funciona cada uno de los sensores en cada estación de la máquina? Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2	2. CUIDADO DE SENSORES ¿Conoce qué cuidados debe dar a los sensores para no dañarlos? Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2	
3. AUMENTO DE DESPERDICIO ¿Cree usted que aumenta el desperdicio de sernpilas cuando las máquinas fallan por alguna causa eléctrica? Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2 Pase a Sección "E"	4. DESPERDICIO DE PILAS ¿Cuántas pilas se desperdician por turno cuando un sensor no cumple con la función específica para lo cual fue colocado en la máquina? 1-50..... <input type="radio"/> 1 76 - 100..... <input type="radio"/> 3 51 - 75..... <input type="radio"/> 2 101 - 125..... <input type="radio"/> 4	

5. RESPONSABLE DE LIMPIEZA ¿Quién es el responsable de la limpieza de la máquina? Usted..... <input type="radio"/> 1 Supervisor..... <input type="radio"/> 3 Electricista..... <input type="radio"/> 2 Otro..... <input type="radio"/> 4		6. COMPONENTES ELECTRICOS ¿Conoce los componentes eléctricos con que cuenta la maquinaria? Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2	
7. CONSECUENCIA DE LA FALLA ¿Cuando se presentan fallas electricas en la máquina qué consecuencias trae para usted? Mayor esfuerzo..... <input type="radio"/> 1 Baja eficiencia..... <input type="radio"/> 2 Mayor estrés..... <input type="radio"/> 3			
AMBITO LABORAL DEL ELECTRICISTA			
1. MANTENIMIENTO A DEPARTAMENTOS ¿A qué departamentos les presta servicio de mantenimiento eléctrico? Mezcla..... <input type="radio"/> 1 Ensamble..... <input type="radio"/> 3 Básicas..... <input type="radio"/> 5 Extrusión..... <input type="radio"/> 2 Empaque..... <input type="radio"/> 4 Todos..... <input type="radio"/> 6		2. TIPO DE MANTENIMIENTO ¿Qué tipo de mantenimiento aplica usted a las máquinas básicas? Correctivo..... <input type="radio"/> 1 Preventivo..... <input type="radio"/> 2 Ambos..... <input type="radio"/> 3	
3. CAPACITACION RECIBIDA ¿Ha recibido usted capacitación del equipo utilizado en las máquinas básicas? Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2 Pase a Preg. 6	4. TIPO DE CAPACITACION ¿Qué tipo de capacitación le gustaria recibir? Funcionamiento de Sensores..... <input type="radio"/> 1 Programación de PLC..... <input type="radio"/> 2 Mantenimiento y Reparación de Electrovalvulas..... <input type="radio"/> 3	5. CONOCIMIENTO DE EQUIPO ¿Conoce usted cada uno de los equipos que se utilizan en las máquinas básicas? Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2	
6. FRECUENCIA DE REQUERIMIENTOS ¿Con qué frecuencia lo requieren para arreglar una falla en el departamento de máquinas básicas? 15 minutos..... <input type="radio"/> 1 60 minutos..... <input type="radio"/> 3 30 minutos..... <input type="radio"/> 2 90 minutos..... <input type="radio"/> 4	7. FRECUENCIA DE FALLAS ¿En qué estación de la máquina es más frecuente que se presente una falla eléctrica? Controlador lógico..... <input type="radio"/> 1 Sensor vaso volteado..... <input type="radio"/> 7 Sensor de compresión..... <input type="radio"/> 13 Contactores..... <input type="radio"/> 2 Sensor methocell..... <input type="radio"/> 8 Prueba de voltaje..... <input type="radio"/> 14 Motor Principal..... <input type="radio"/> 3 Sensor fondo..... <input type="radio"/> 9 Prueba de emperaje..... <input type="radio"/> 15 Motor de sierra..... <input type="radio"/> 4 Sensor de guías..... <input type="radio"/> 10 Sensor de sello..... <input type="radio"/> 16 Motor carbón..... <input type="radio"/> 5 Sensor poca mezcla..... <input type="radio"/> 11 Panel de operador..... <input type="radio"/> 17 Motor mezcla..... <input type="radio"/> 6 Sensor de carbón..... <input type="radio"/> 12 Electroválvulas..... <input type="radio"/> 18		
8. CAUSA DE FALLAS ¿Cuál cree usted que es la causa que provoca fallas en los dispositivos eléctricos colocados en las máquinas básicas? Polvo..... <input type="radio"/> 1 Falta de mantenimiento preventivo..... <input type="radio"/> 3 Derrame de aceite..... <input type="radio"/> 3 Uso inadecuado de la maquinaria..... <input type="radio"/> 2 Falta de mantenimiento correctivo..... <input type="radio"/> 4 Mal manejo de los sensores..... <input type="radio"/> 4			
9. TIEMPO REQUERIDO DE REPARACIÓN ¿Cuánto tiempo requiere para reparar una falla en el departamento de máquinas básicas? 1 - 15 minutos..... <input type="radio"/> 1 45 - 60 minutos..... <input type="radio"/> 4 15 - 30 minutos..... <input type="radio"/> 2 Más de 60 minutos..... <input type="radio"/> 5 30 - 45 minutos..... <input type="radio"/> 3	10. TIEMPO PARA ACUDIR ¿Cuánto tiempo se tarda en acudir a reparar una falla desde el momento en que se la reportan? 1 - 5 minutos..... <input type="radio"/> 1 10 - 15 minutos..... <input type="radio"/> 4 5 - 10 minutos..... <input type="radio"/> 2 Más de 15 minutos..... <input type="radio"/> 5		
11. EXISTENCIA DE REPUESTOS ¿Existen repuestos al momento de ser requeridos? Siempre..... <input type="radio"/> 1 A veces..... <input type="radio"/> 2 Nunca..... <input type="radio"/> 3	12. CALIDAD DE REPUESTOS ¿Los repuestos que existen en la bodega cumplen con los requerimientos en cuanto a la calidad y características? Siempre..... <input type="radio"/> 1 A veces..... <input type="radio"/> 2 Nunca..... <input type="radio"/> 3		
13. MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN PREVENTIVO ¿Realiza trabajos de mantenimiento preventivo o algún tipo de inspección para detectar una falla antes que esta se presente en las máquinas básicas? Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2	14. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ¿Existe un programa de mantenimiento preventivo previamente definido? Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2		

F. AMBITO LABORAL DEL GERENTE		
1. CAPACITACION ¿Los empleados del área de producción poseen algún tipo de capacitación o especialización para realizar sus tareas? Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2	2. CAPACITACION EN MANTENIMIENTO ¿Se proporciona algún tipo de capacitación en mantenimiento a los empleados de dicho departamento? Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2	3. CONVENIENCIA DE LA PREVENCIÓN DE FALLAS ¿Considera que sería fundamental tomar acciones con respecto a la prevención de fallas Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2
4. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ¿Cuenta el departamento de máquinas básicas con un programa de mantenimiento preventivo eléctrico? Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2 Por que: _____	5. INSPECCIÓN DE CONDICIONES ¿Se realizan inspecciones en el área de producción para conocer las condiciones en que se encuentran los equipos y en general las máquinas básicas? Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2 Pase a Preq. 5	6. PUNTOS DE RIESGO ¿Tiene conocimiento que existen puntos de riesgo o de mal funcionamiento en las máquinas? Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2 Cuales: _____
G. AMBITO LABORAL DEL SUPERVISOR		
1. EMPLEADOS ¿Cuántos empleados tiene bajo su supervisión? 1-2..... <input type="radio"/> 1 7-8..... <input type="radio"/> 4 3-4..... <input type="radio"/> 2 9 ó más..... <input type="radio"/> 5 5-6..... <input type="radio"/> 3	2. FALLAS ELECTRICAS ¿Se presentan fallas eléctricas en el departamento de máquinas básicas? Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2 FIN ENTREVISTA	3. REPORTE DE LAS FALLAS ¿Cuál es el procedimiento en caso de producirse una falla eléctrica en las máquinas básicas? _____ _____ _____
4. TIEMPO ENTRE FALLAS ¿Con que frecuencia se presentan las fallas eléctricas en el departamento de máquinas básicas? 30 minutos..... <input type="radio"/> 1 90 minutos... <input type="radio"/> 3 60 minutos..... <input type="radio"/> 2	5. TIPOS DE FALLAS ¿De qué tipo son las más frecuentes? Controlador..... <input type="radio"/> 1 Sensores..... <input type="radio"/> 2 Operación..... <input type="radio"/> 3	6. REGISTRO DE FALLAS ¿Se registran las fallas eléctricas en las máquinas básicas? Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2 Pase a Preq. 8
7. FORMA DE REPORTE ¿Cómo se reportan las fallas eléctricas de las máquinas del departamento? Escrita..... <input type="radio"/> 1 Verbal..... <input type="radio"/> 2 Otra..... <input type="radio"/> 3 _____ Especifique	8. GENERACIÓN DE MAYOR PROBLEMA ¿Cuál es la estación de la máquina que usted le reportan y considera que genera mayores problemas? _____ _____ _____	9. MANTENIMIENTO ¿Se realizan trabajos de mantenimiento preventivo en las máquinas básicas? Si..... <input type="radio"/> 1 No..... <input type="radio"/> 2