

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE MECÁNICA



**“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN
LA CONFIABILIDAD PARA EQUIPOS CRÍTICOS.”**

**CASO: LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA DE MAÍZ PARA
HARINA PRECOCIDA. CVA. CHAGUARAMAS ESTADO GUÁRICO**

Trabajo de Grado Presentado ante la Universidad de Oriente como Requisito Parcial
para Optar al Título de:

INGENIERO MECÁNICO

REALIZADO POR:

Br. Gabriel de Jesús Urbay Artahona.

BARCELONA, NOVIEMBRE 2010

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE MECÁNICA



**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA
CONFIABILIDAD PARA EQUIPOS CRÍTICOS.”**

**CASO: LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA DE MAÍZ PARA
HARINA PRECOCIDA. CVA. CHAGUARAMAS ESTADO GUÁRICO**

ASESORES:

MSc., Ing. Diógenes Suárez.
Asesor Académico

Ing. Néstor Quevedo.
Asesor Industrial

BARCELONA, NOVIEMBRE 2010

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE MECÁNICA



**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA
CONFIABILIDAD PARA EQUIPOS CRÍTICOS.”**

**CASO: LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA DE MAÍZ PARA
HARINA PRECOCIDA. CVA. CHAGUARAMAS ESTADO GUÁRICO**

JURADO:

El Jurado hace constar que asignó a esta Tesis la calificación de:

APROBADO

MSc., Ing. Diógenes Suárez.
Asesor Académico

MSc., Ing. Darwin Bravo.
Jurado Principal

MSc., Ing. Edgar Rodríguez
Jurado Principal

BARCELONA, NOVIEMBRE 2010

RESOLUCIÓN

ARTÍCULO 41

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de Trabajos de Grado de la Universidad de Oriente:

“Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización”



DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mi Señor y Salvador Jesucristo, por haber tenido misericordia de mí y de mi Familia, por haberme permitido el privilegio de conocerle y en El conocer al Padre y Creador de todo lo que Existe. Gracias por haber pagado el precio de mis Pecados en la Cruz del Calvario, Gracias por haberme librado de la oscuridad del pecado, pues ahora entiendo por qué dijiste que eres la LUZ que ilumina al mundo. Señor a ti dedico mi trabajo y todo lo que tengo, pues sé que al honrarte también honro al Padre, pues tu y el Padre uno son. Señor por cuanto tú me has dado todo, incluyendo la capacidad y los recursos para realizar este trabajo, te entrego todo a ti. Gracias por crearme y por amarme, gracias Dios, para ti y solo a ti sean la GLORIA Y el HONOR por siempre.

“Al único y Sabio Dios, nuestro Salvador, sea la gloria y majestad, el imperio y potencia, ahora y por todos los siglos. Amén”.

Judas 25(RV-60).

AGRADECIMIENTOS

A Dios por crearme, por amarme, salvarme de la muerte, por darme la capacidad de realizar este trabajo y proveerme todos los recursos para lograrlo. Le doy gracias por TODO, TODO y TODO. Dios sin ti me muero, Gracias por darme Vida. TE AMO.

A mi Mamá, Mujer Virtuosa, que ha sido mi ejemplo, mi amiga, mi compañera de batalla, mi líder, mi pastora, mi consejera, mi confidente. Mami después de Dios tú. Dios ha sido muy Bueno conmigo al concederme el Honor de ser tu hijo. Gracias marre por insistir y por ser de las que perseveran hasta el final, este logro es tuyo, Te Amo mami, Gracias. MUACK.

A mi papá, por su apoyo en momentos difíciles, por su esfuerzo en ayudarme cuando he tenido alguna necesidad. Gracias papá por el ánimo que me has dado y por haber soñado y trabajado conmigo para cumplir esta meta. Gracias por tus concejos, y tus enseñanzas para lograr culminar esta etapa de mi vida. Le doy Gracias a Dios por tu vida papá. Aunque pasamos momentos difíciles, en todos ellos pude aprender que la misericordia de Dios es Grande y que Dios es bueno. Te amo papá

A mis hermanos, bendiciones grandes que Dios me ha dado, gracias muchachos por su apoyo, ayuda y comprensión. Gracias porque ustedes desde pequeño me han cuidado y me han ayudado a enfrentar grandes retos, su apoyo ha sido incondicional. Este logro es también de ustedes. Estoy feliz y agradecido a Dios por ustedes, los admiro y le ruego a Dios me los cuide a todos. Los Amo.

A Francismar, por su ayuda, apoyo, cariño, comprensión y paciencia, que fueron fundamentales para fortalecerme y darme ánimo para llevar a cabo este

trabajo, por luchar a mi lado y ser esa compañera fiel que Dios me ha regalado. Te Amo, Dios te cuide. MUACK.

A mi Familia en Cristo, a cada una de las personas que forman parte de todas las Iglesia en las que pasé parte de mi vida, sirviendo a Dios y a cada uno de ustedes, mil gracias por la oportunidad que me dieron de vivir entre ustedes, gracias a cada hermano que Dios usó para enseñarme, animarme, ayudarme y fortalecer mi carácter en toda esta etapa de mi vida. Familia este logro también es de ustedes. Gracias por su amor. Dios me los cuide Siempre.

A la Familia Ferreira, pues cuando no tenía techo donde hospedarme cuando inicié mi carrera, ustedes de buen corazón no solo me brindaron techo para llegar sino que me ayudaron hasta culminar mis estudios, fueron amables conmigo y pacientes hasta el final. Dios los bendiga Siempre, y nunca les falte techo a ustedes y a sus hijos ni a los hijos de ellos, por cuanto me ha bendecido Dios a través de ustedes en esta manera. Siempre les estaré agradecido. Dios los Bendiga.

A mis amigos, aquellos que me acompañaron desde el inicio de mi viaje por la UDO, los que se fueron uniendo en el trayecto e incluso los que conocí terminando el viaje, muchachos lo logramos, Dios los usó a ustedes para levantarme cuando mis piernas no daban más, aunque sé que nos costó mucho esfuerzo, dolor y sacrificio, también es cierto que la pasamos muy bien, donde quiera que se encuentren, si algún día leen este párrafo, sabrán que son ustedes de los héroes y heroínas que Dios usó en mi viaje por la UDO, en especial quiero mencionar Andrés Segura y Desiré Rojas, Evelyn Chávez, Osmel Arévalo, Erika Pulido, Roiker Gerder, Ángel Battaglini, Cesar Astudillo, Daniela Bauza, Fredery Bermúdez, Manuel Gámez y a Marbis. Muchachos Gracias por ser mis amigos. Dios me los bendiga Siempre.

A la Universidad de Oriente, mi casa de estudio, a todo su personal Docente, Administrativo y Obrero, muchas gracias por haberme recibido y permitido el honor de adquirir a través de ustedes las herramientas para ser un Profesional y un mejor ciudadano. Muchas gracias. Dios les Bendiga.

Al Profesor Diógenes Suárez, por cada una de sus excelentes clases, y asesorías, por la dirección, el ánimo y la ayuda que me brindó cuando no sabía qué hacer, por el ejemplo que me ha dado de academia, por su paciencia y comprensión, por sus regaños y llamadas de atención que contribuyeron en la madurez de mi carácter, por haberme permitido trabajar con usted y dedicarme de su valioso tiempo. Dios le Bendiga Profesor.

A la Planta “Chaguaramas”, a la Empresa Cereales y Oleaginosas de Venezuela S.A y a la CVA, por todo lo que me enseñaron, por la oportunidad de trabajar con ellos, y haberme acompañado y ayudado en el desarrollo de este trabajo, en especial al Ing. Néstor Quevedo, a la Ing. Ana Marí, la Ing. Dubraska Custodio, a Carlos Guzmán, al Sr. Olinto González y su equipo de mecánicos, Sr. Francisco Araques, Wilfredo Martínez, la Sra. Sonia Torrealba , así como también al resto del Equipo Natural de Trabajo y al personal de la Planta. También quiero agradecer al Sr. Iván, a los Ingenieros de CVAL Pedro Ramos, Henry Hernández, Numan Hernández, Luis Perdomo y a los Supervisores de Mantenimiento de Plantas similares, los señores José Cabeza y Juan Ruíz, Dios los Bendiga a Todos mil Gracias.

...A todos ustedes mil gracias.

RESUMEN

El Presente trabajo tiene como objetivo Elaborar un Plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para los Equipos Críticos de la Línea de Producción de la Planta Harinera “Chaguaramas” perteneciente a la empresa Cereales y Oleaginosas de Venezuela S.A. Para lograr cumplir con este objetivo, se conformó primeramente el Equipo Natural de Trabajo (ENT) según lo sugiere el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC). Se llevó a cabo un estudio detallado de la Situación Operación de la línea de Producción de Harina de Maíz de la Planta “Chaguaramas”. El ENT después de seleccionar la Metodología D. S para aplicar un Análisis de Criticidad, logró Jerarquizar los equipos según su Impacto Global, con la finalidad de dirigir los esfuerzos de mantenimientos a los equipos más Críticos. Cada equipo seleccionado por su alta criticidad, se analizaron las posibles causas de Falla y el efecto que produce la ocurrencia de cada una, esto se logró aplicando para cada equipo el Análisis de Modos y Efecto de Fallas (AMEF). Con la finalidad de disminuir la ocurrencia de fallas para cada equipo, se propuso para cada modo de falla una Tarea de Mantenimiento, para lo cual se utilizó el Árbol Lógico de Decisiones. Una vez definidas las actividades de Mantenimiento para trabajar cada Modo de Falla, se determinó la Frecuencia para aplicar dichas actividades a los equipos, al no contar con un Historial de Falla, ni con un registro de gastos por demoras y con poca información del Fabricante, se recurrió a la experiencia de los Mantenedores y Operadores de los equipos, y a la información del comportamiento de equipos similares en otras Plantas. Ya con toda esta información disponible, se Diseñó el Plan de Mantenimiento para los equipos críticos, con el cual, se estima lograr disminuir la ocurrencia de fallas de estos equipos, y como consecuencia el ahorro de recursos, una alta Confiabilidad y Disponibilidad de la Línea de Producción, así como el aumento de la Producción y mayor calidad del producto.

NOMENCLATURA

ΣA.M.: Sumatoria de los puntos del área de mantenimiento.

ΣA.O.: Sumatoria de los puntos del área de operaciones.

K₁: Constante del área de mantenimiento.

K₂: Constante del área operacional.

H-H: Horas Hombre.

H-H Est.: Horas Hombre Estimada.

Ton: Toneladas

m: Metros

mm: Milímetros

Kw: Kilovatios

rpm: Revoluciones por Minuto

v: Voltios

amp: Amperios

Hz: Hertz

m/s: Metros por Segundos

m³/min: Metros cubico por minutos

CV: Caballos de Vapor

mmCA: Milímetros de Columna de Agua

Kg: Kilogramos

°C: Grados Centígrados

Kcal/h: Kilocalorías por Hora.

FAC.M: Factor de Evaluación de criticidad del Área de Mantenimiento.

FAC.O: Factor de Evaluación de criticidad del Área de Operaciones.

CONTENIDO

RESOLUCIÓN.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
RESUMEN.....	IX
NOMENCLATURA.....	X
LISTADO DE FIGURAS.....	XIV
LISTADO DE TABLAS.....	XVIII
INTRODUCCIÓN.....	XXI
V	

CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA

<i>1.1 Generalidades de la Planta</i>	1
<i>1.2 Planteamiento del Problema</i>	4
<i>1.3 Objetivos</i>	6
<i>1.4 Justificación E Importancia Del Estudio</i>	7
<i>1.5 Alcance</i>	7
<i>1.6 Limitaciones</i>	7

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

<i>2.1 Antecedentes</i>	8
<i>2.2 Fundamentos Teóricos</i>	9

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

<i>3.1 Tipo de Investigación</i>	29
<i>3.2 Población y Muestra</i>	30
<i>3.3 Diseño de la Investigación</i>	31

CAPÍTULO 4. DESARROLLO DEL PROYECTO

<i>4.1 Descripción del Proceso de Producción de Harina de Maíz Precocida en la Planta “Chaguaramas”</i>	34
<i>4.2 Diagnóstico de la Situación Operacional de la Línea de Producción de Harina de Maíz en Planta “Chaguaramas”</i>	44
<i>4.3 Análisis de Criticidad, de los Equipos que conforman la Línea de Producción de Harina de Maíz Precocida de la Planta “Chaguaramas”</i>	52
<i>4.4 Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF)</i>	66
<i>4.5 Aplicación del Árbol Lógico de Decisión (ALD)</i>	74
<i>4.6 Frecuencia de Inspección para los Equipos que resultaron Críticos</i>	83
<i>4.7 Documentación del Plan de Mantenimiento basado en el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (Mcc)</i>	84

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

<i>Conclusiones</i>	91
<i>Recomendaciones</i>	93

BIBLIOGRAFÍA.....94

ANEXO A: “Información sobre los Equipos que conforman la Línea de Producción de Harina de Maíz de la Planta “Chaguaramas”.
.....¡Error! Marcador no definido.

ANEXO B: “METODOLOGÍAS PARA REALIZAR ANÁLISIS DE CRITICIDAD”.
¡Error! Marcador no definido.

ANEXO C: “HOJAS DE INFORMACIÓN DEL ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS”.
¡Error! Marcador no definido.

ANEXO D: “HOJAS DE DECISIÓN PARA LOS EQUIPOS CRÍTICOS”.
¡Error! Marcador no definido.

**ANEXO E: “SELECCIÓN DE FRECUENCIA PARA LAS ACTIVIDADES DE
MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS”.**

¡Error! Marcador no definido.

LISTADO DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1.1 UBICACIÓN DE LAS PLANTAS PROCESADORAS PERTENECIENTES A LA CVA. CEREALES Y OLEAGINOSAS.	1
FIGURA 1.2. ORGANIGRAMA DE LA PLANTA PROCESADORA DE MAÍZ CHAGUARAMAS.	1
FIGURA 2.1: SISTEMA DE CONFIABILIDAD OPERACIONAL	1
FIGURA 2.2 PARÁMETROS UTILIZADOS POR LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD D.S.....	1
FIGURA 2.3: MATRIZ PARA ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	1
FIGURA 2.4: EQUIPO NATURAL DE TRABAJO.....	1
FIGURA 2.5: CLASIFICACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS DE LAS FALLAS	1
FIGURA 2.6: CLASIFICACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO DEL MCC.....	1
FIGURA 2.7: FORMATO PARA RECOLECTAR LA INFORMACIÓN DEL AMEF.....	1
FIGURA 2.8: MODELO DEL ÁRBOL LÓGICO DE DECISIÓN.....	1
FIGURA 2.9 FORMATO DE HOJA DE DECISIÓN DEL MCC.....	1
FIGURA 2.10: PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE HARINA DE MAÍZ PRECOCIDA.	1
FIGURA 3.1: POBLACIÓN, MÉTODO DE SELECCIÓN Y MUESTRA.	1
FIGURA 3.2: ETAPAS PARA DESARROLLAR LA INVESTIGACIÓN PROPUESTA.	1
FIGURA 4.1: SEPARADORES DE IMPUREZAS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE LIMPIEZA.	1
FIGURA 4.2: DOS DE LOS EQUIPOS QUE INTEGRAN LA SECCIÓN DE HUMECTACIÓN.....	1
FIGURA 4.3: SECCIÓN TRANSVERSAL DERECHA DEL PULIDOR.....	1
FIGURA 4.4: LAMINADOR	1
FIGURA 4.5: SECADORA HORIZONTAL PROCESANDO HOJUELAS.	1
FIGURA 4.6: MOLINOS.....	1
FIGURA 4.7: CERNEDOR O PLANSIFTER.....	1
FIGURA 4.8: EMPAQUETADORA	1
FIGURA 4.9: PALETAS DE 45 FARDOS.	1
FIGURA 4.10: INICIO DE LA DISTRIBUCIÓN.....	1
FIGURA 4.11: DIBUJO INFRAESTRUCTURA DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.....	1
FIGURA 4.12: FACHADA DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.	1
FIGURA 4.13 CRITERIOS PONDERADOS PARA LA JERARQUIZACIÓN DE EQUIPOS.....	1

FIGURA 4.14: ENCUESTA REALIZADA PARA RECABAR INFORMACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD.	1
FIGURA 4.15: EJEMPLO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA ENCUESTA UTILIZANDO EXCEL.....	1
FIGURA 4.16: EJEMPLO DE CÓMO SE PROCESARON LOS DATOS EN UNA HOJA DE CÁLCULO DE EXCEL.....	1
FIGURA 4.17: FRAGMENTO DE HOJA DE CÁLCULO PROGRAMADA PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS ANALIZADOS.	1
FIGURA 4.18: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL RESULTADO DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”	1
FIGURA 4.19: NIVEL DE CRITICIDAD PARA CADA EQUIPO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.....	1
FIGURA 4.20: CANTIDAD DE FALLAS, MODOS Y EFECTOS DE FALLAS POR CADA EQUIPO CRÍTICO.	1
FIGURA 4. 21: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS MODOS Y EFECTOS DE FALLAS TOTALES.....	1
FIGURA 4.22: DISTRIBUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO POR EQUIPO.	1
FIGURA 4.23: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS TIPOS DE MANTENIMIENTO ASIGNADOS ENTRE LOS EQUIPOS ESTUDIADOS.....	1
FIGURA 4.24: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS TIPOS DE FALLAS Y SUS CONSECUENCIAS.....	1
FIGURA 4.25: DISTRIBUCIÓN DE ACTIVIDADES ASIGNADAS AL PERSONAL TÉCNICO POR EQUIPO.	1
FIGURA 4.26: RELACIÓN ENTRE LAS HORAS HOMBRE REQUERIDAS ANUAL Y LAS HORAS HOMBRE DISPONIBLES ANUAL.....	1
FIGURA A.1: IMAGEN DEL COMPUTADOR DEL PLC, SECCIÓN DE LIMPIEZA.....	; Error!
Marcador no definido.	
FIGURA A.2: DECANTADOR INTERMEDIO O SEPARADOR DE POLVO.....	; Error! Marcador no definido.
FIGURA A.3: ALGUNOS DATOS GEOMÉTRICOS DEL ASPIRADOR DE AIRE.....	; Error!
Marcador no definido.	
FIGURA A.4: DIMENSIONES DEL SEPARADOR VIBRATORIO.	; Error! Marcador no definido.

FIGURA A.5: DIMENSIONES DEL SEPARADOR GRAVITATORIO. ;Error! Marcador no definido.

FIGURA A.6: VENTILADOR CENTRÍFUGO M214.....;Error! Marcador no definido.

FIGURA A.7: ESPECIFICACIONES GEOMÉTRICAS DEL ELEVADOR DE CANGILONES.;Error! Marcador no definido.

FIGURA A.8: DISEÑO MECÁNICO DEL CICLÓN COLECTOR....;Error! Marcador no definido.

FIGURA A.9: IMAGEN DEL COMPUTADOR DEL PLC, SECCIÓN DE DESGERMINACIÓN.;Error! Marcador no definido.

FIGURA A.10: DIMENSIONES DEL HUMECTADOR PULVERIZADOR.;Error! Marcador no definido.

FIGURA A.11: DIBUJO DE UN TORNILLO SIN FIN, CON MEDIDAS ACOTADAS.;Error! Marcador no definido.

FIGURA A.12: DIBUJO DE LA UNIDAD DE MÚLTIPLE DESCARGA.;Error! Marcador no definido.

FIGURA A.13: DIBUJO DEL HUMECTADOR.....;Error! Marcador no definido.

FIGURA A.14: DIBUJO DEL PULIDOR.....;Error! Marcador no definido.

FIGURA A.15: IMAGEN DEL COMPUTADOR DEL PLC, SECCIÓN DE COCCIÓN Y LAMINADO DE COPOS.....;Error! Marcador no definido.

FIGURA A.16: DIBUJO DEL HORNO DE VAPOR.....;Error! Marcador no definido.

FIGURA A.17: DIBUJO DEL LAMINADOR E IMAGEN DEL LAMINADOR DURANTE EN MANTENIMIENTO.....;Error! Marcador no definido.

FIGURA A.18: SECADORA HORIZONTAL.....;Error! Marcador no definido.

FIGURA A.19: IMAGEN DEL COMPUTADOR DEL PLC, SECCIÓN DE MOLIENDA.....;Error! Marcador no definido.

FIGURA A.20: DIBUJO DEL SEPARADOR MAGNÉTICO.....;Error! Marcador no definido.

FIGURA A.21: DIBUJO DE UN MOLINO.....;Error! Marcador no definido.

FIGURA A.22: DIBUJO DEL PLANSIFTER.....;Error! Marcador no definido.

FIGURA A.23: IMAGEN DEL COMPUTADOR DEL PLC, SECCIÓN DE EMPAQUE.....;Error! Marcador no definido.

FIGURA A.24: DIBUJO DE LA EMPAQUETADORA.....;Error! Marcador no definido.

FIGURA B.1: CRITERIOS PONDERADOS PARA LA JERARQUIZACIÓN DE EQUIPOS. ;Error! Marcador no definido.

FIGURA B.2: MATRIZ GENERAL DE CRITICIDAD PARA MCC.;Error! Marcador no definido.

FIGURA B.3. FLUJOGRAMA DE VALOR DE CRITICIDAD DEL EQUIPO MEDIANTE LA METODOLOGÍA SKF.....;Error! Marcador no definido.

FIGURA B.4 PARÁMETROS UTILIZADOS POR LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD D.S.....;Error! Marcador no definido.

FIGURA B.5: MATRIZ PARA ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....;Error! Marcador no definido.

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
TABLA 2.1. PARÁMETROS PARA DEFINIR LA CRITICIDAD DE UN EQUIPO.	15
TABLA 4.1: PERSONAS QUE INTEGRARON EL ENT Y SUS FUNCIONES.	1
TABLA 4.2: EQUIPOS QUE CONFORMAN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA CHAGUARAMAS.	1
TABLA 4.3: ESPECIFICACIONES DE LOS SILOS DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.	47
TABLA 4.4: REQUERIMIENTOS DE LA PLANTA.....	48
TABLA 4.5 MATRIZ DE CRITICIDAD EMPLEADA PARA EL ANÁLISIS DE LOS EQUIPOS... 1	
TABLA 4.6 PARÁMETROS PARA CLASIFICAR LA CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS BAJO ESTUDIO.....	58
TABLA 4.7 ENCUESTADOS Y SUS PONDERACIONES.....	60
TABLA 4.8 MÉTODO DE SELECCIÓN DE CRITERIOS PARA EVALUAR LOS FACTORES DE CRITICIDAD. EQUIPO: ESCLUSA DE CICLÓN M101	1
TABLA 4.9: EQUIPOS QUE RESULTARON CRÍTICOS EN EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD.	1
TABLA 4.10: HOJA DE INFORMACIÓN 1/5 MCC DE EL LAMINADOR DE COPOS (M314) PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.....	67
TABLA 4.11: HOJA DE INFORMACIÓN 2/5 MCC DE EL LAMINADOR DE COPOS (M314) PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.....	68
TABLA 4.12: HOJA DE INFORMACIÓN 3/5 MCC DE EL LAMINADOR DE COPOS (M314) PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.....	69
TABLA 4.13: HOJA DE INFORMACIÓN 4/5 MCC DE EL LAMINADOR DE COPOS (M314) PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.....	70
TABLA 4.14: HOJA DE INFORMACIÓN 5/5 MCC DE EL LAMINADOR DE COPOS (M314) PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.....	71
TABLA 4.15. RESULTADOS NUMÉRICOS DEL AMEF.....	1
TABLA 4.16: HOJA DE DECISIÓN MCC 1/4 DEL LAMINADOR M314 PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS.....	75
TABLA 4.17: HOJA DE DECISIÓN MCC 2/4 DEL LAMINADOR M314 PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS.....	76
TABLA 4.18: HOJA DE DECISIÓN MCC 3/4 DEL LAMINADOR M314 PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS.....	77

TABLA 4.19: HOJA DE DECISIÓN MCC 4/4 DEL LAMINADOR M314 PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS.....	78
TABLA 4.20: CANTIDAD DE TAREAS PROPUESTAS POR CADA EQUIPO CRÍTICO.....	80
TABLA 4.21: TOTALIZACIÓN DE CONSECUENCIAS POR MODOS DE FALLAS POR CADA EQUIPO.....	81
TABLA 4.22: METODOLOGÍA DE SELECCIÓN DE FRECUENCIA.....	83
TABLA 4.23: SELECCIÓN DE FRECUENCIA PARA ALGUNA DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS DE LA CALDERA.....	84
TABLA 4.24: PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL LAMINADOR DE COPOS (M314) PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.....	85
TABLA 4.25: PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA CALDERA PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS.....	86
TABLA 4.26: PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPAQUETADORA PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.....	87
TABLA 4.27: PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL PULIDOR M218 PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.....	88
TABLA 4.28: PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL ELEVADOR DE CANGILONES (M111) PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.....	89
TABLA 4.29: TOTALIZACIÓN DE HORAS HOMBRES REQUERIDAS PARA CUMPLIR CON EL PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO, Y CANTIDAD DE ACTIVIDADES PROPUESTAS EN FRECUENCIA CRONOLÓGICA PARA CADA EQUIPO.....	90
TABLA A.1: EQUIPOS DE LA SECCIÓN DE LIMPIEZA.....	¡Error! Marcador no definido.
TABLA A.2: CARACTERÍSTICAS DEL DECANTADOR INTERMEDIO Y EL ASPIRADOR DE AIRE.....	¡Error! Marcador no definido.
TABLA A.3: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL SEPARADOR VIBRATORIO.....	¡Error! Marcador no definido.
TABLA A.4: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL SEPARADOR GRAVITATORIO.....	¡Error! Marcador no definido.
TABLA A.5: MODELOS DE VENTILADORES CENTRÍFUGOS UTILIZADOS EN EL PROCESO.....	¡Error! Marcador no definido.
TABLA A.6: MODELOS DE CICLÓN COLECTOR UTILIZADOS EN EL PROCESO.....	¡Error! Marcador no definido.
TABLA A.7: EQUIPOS DE LA SECCIÓN DE DESGERMINACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.

TABLA A.8: DIFERENTES PESOS DE TORNILLOS SIN FIN DE LA MARCA (ARD.MACHINE.MFG.CO).....;Error! Marcador no definido.

TABLA A.9: EQUIPOS QUE CONFORMAN LA SECCIÓN DE COCCIÓN Y LAMINADO DE COPOS.....;Error! Marcador no definido.

TABLA A.10: EQUIPOS DE LA SECCIÓN DE MOLIENDA.;Error! Marcador no definido.

TABLA A.11: DISTRIBUCIÓN DE MOLINOS EN LA PLANTA CHAGUARAMAS.;Error! Marcador no definido.

TABLA A.12: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PLANSIFTER.;Error! Marcador no definido.

TABLA A.13: EQUIPOS EXTERNOS DE LA ESTRUCTURA DE LA PLANTA.;Error! Marcador no definido.

TABLA A.14: DETALLES TÉCNICOS DE LA CALDERA DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.;Error! Marcador no definido.

TABLA A.15: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL GENERADOR ELÉCTRICO.....;Error! Marcador no definido.

TABLA A.16: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL COMPRESOR.;Error! Marcador no definido.

TABLA A.17: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE BOMBA DE AGUA PRINCIPAL.....;Error! Marcador no definido.

TABLA B.1: MATRIZ DE CRITICIDAD BASADA EN LA FILOSOFÍA MCC.;Error! Marcador no definido.

TABLA B.2. MATRIZ DE CRITICIDAD BASADA EN LA FILOSOFÍA SKF.;Error! Marcador no definido.

TABLA B.3. CUANTIFICACIÓN DEL EFECTO REPSOL YPF.....;Error! Marcador no definido.

TABLA B.4. CUANTIFICACIÓN DE FRECUENCIA DE FALLAS REPSOL YPF.;Error! Marcador no definido.

TABLA B.5. BANDAS DE CRITICIDAD REPSOL YPF.....;Error! Marcador no definido.

TABLA B.6. PARÁMETROS PARA DEFINIR LA CRITICIDAD DE UN EQUIPO.....;Error! Marcador no definido.

TABLA C.1: HOJA DE INFORMACIÓN MCC 1/5 DE EL LAMINADOR DE COPOS (M314) PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.;Error! Marcador no definido.

TABLAC.2: HOJA DE INFORMACIÓN MCC 2/5 DE EL LAMINADOR DE COPOS (M314) PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.
.....; **Error! Marcador no definido.**

TABLA C.3: HOJA DE INFORMACIÓN MCC 3/5 DE EL LAMINADOR DE COPOS (M314) PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.
.....; **Error! Marcador no definido.**

TABLAC.4: HOJA DE INFORMACIÓN MCC 4/5 DE EL LAMINADOR DE COPOS (M314) PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.
.....; **Error! Marcador no definido.**

TABLAC.5: HOJA DE INFORMACIÓN MCC 5/5 DE EL LAMINADOR DE COPOS (M314) PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.
.....; **Error! Marcador no definido.**

TABLA C.6: HOJA DE INFORMACIÓN MCC 1/3 DE LA CALDERA PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”..; **Error! Marcador no definido.**

TABLA C.7: HOJA DE INFORMACIÓN MCC 2/3 DE LA CALDERA PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”..; **Error! Marcador no definido.**

TABLA C.8: HOJA DE INFORMACIÓN MCC 3/3 DE LA CALDERA PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”..; **Error! Marcador no definido.**

TABLA C.9: HOJA DE INFORMACIÓN MCC 1/5 DE LA EMPAQUETADORA PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.
.....; **Error! Marcador no definido.**

TABLA C.10: HOJA DE INFORMACIÓN MCC 2/5 DE LA EMPAQUETADORA PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.
.....; **Error! Marcador no definido.**

TABLA C.11: HOJA DE INFORMACIÓN MCC 3/5 DE LA EMPAQUETADORA PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.
.....; **Error! Marcador no definido.**

TABLA C.12: HOJA DE INFORMACIÓN MCC 4/5 DE LA EMPAQUETADORA PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.
.....; **Error! Marcador no definido.**

TABLA C.13: HOJA DE INFORMACIÓN MCC 5/5 DE LA EMPAQUETADORA PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS”.
.....; **Error! Marcador no definido.**

TABLA C.14: HOJA DE INFORMACIÓN MCC 1/3 DEL PULIDOR M218 PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS. **;**Error! **Marcador no definido.**

TABLA C.15: HOJA DE INFORMACIÓN MCC 2/3 DEL PULIDOR M218 PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS. **;**Error! **Marcador no definido.**

TABLA C.16: HOJA DE INFORMACIÓN MCC 3/3 DEL PULIDOR M218 PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS. **;**Error! **Marcador no definido.**

TABLA C.17: HOJA DE INFORMACIÓN MCC 1/3 DEL ELEVADOR DE CANGILONES (M111) PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS. **;**Error! **Marcador no definido.**

TABLA C.18: HOJA DE INFORMACIÓN MCC 2/3 DEL ELEVADOR DE CANGILONES (M111) PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS. **;**Error! **Marcador no definido.**

TABLA C.19: HOJA DE INFORMACIÓN MCC 3/3 DEL ELEVADOR DE CANGILONES (M111) PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS. **;**Error! **Marcador no definido.**

TABLA D.1: HOJA DE DECISIÓN MCC 1/3 DEL LAMINADOR M314 PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS.... **;**Error! **Marcador no definido.**

TABLAD.2: HOJA DE DECISIÓN MCC 2/3 DEL LAMINADOR M314 PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS.... **;**Error! **Marcador no definido.**

TABLAD.3: HOJA DE DECISIÓN MCC 3/3 DEL LAMINADOR M314 PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS.... **;**Error! **Marcador no definido.**

TABLA D.4: HOJA DE DECISIÓN MCC 1/2 DE LA CALDERA PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS. **;**Error! **Marcador no definido.**

TABLA D.5: HOJA DE DECISIÓN MCC 2/2 DE LA CALDERA PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS. **;**Error! **Marcador no definido.**

TABLA D.6: HOJA DE DECISIÓN MCC 1/4 DE LA EMPAQUETADORA PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS. **;**Error! **Marcador no definido.**

TABLA D.7: HOJA DE DECISIÓN MCC 2/4 DE LA EMPAQUETADORA PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS. **;**Error! **Marcador no definido.**

TABLA D.8: HOJA DE DECISIÓN MCC 3/4 DE LA EMPAQUETADORA PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS.”; **Error! Marcador no definido.**

TABLA D.9: HOJA DE DECISIÓN MCC 4/4 DE LA EMPAQUETADORA PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS.”; **Error! Marcador no definido.**

TABLA D.10: HOJA DE DECISIÓN MCC 1/3 DEL PULIDOR M218 PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS.”; **Error! Marcador no definido.**

TABLA D.11: HOJA DE DECISIÓN MCC 2/3 DEL PULIDOR M218 PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS.”; **Error! Marcador no definido.**

TABLA D.12: HOJA DE DECISIÓN MCC 3/3 DEL PULIDOR M218 PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS.”; **Error! Marcador no definido.**

TABLA D.13: HOJA DE DECISIÓN MCC 1/3 DEL ELEVADOR DE CANGILONES (M111) PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS.”; **Error! Marcador no definido.**

TABLA D.14: HOJA DE DECISIÓN MCC 2/3 DEL ELEVADOR DE CANGILONES (M111) PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS.”; **Error! Marcador no definido.**

TABLA D.15: HOJA DE DECISIÓN MCC 3/3 DEL ELEVADOR DE CANGILONES (M111) PERTENECIENTE A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA “CHAGUARAMAS.”; **Error! Marcador no definido.**

TABLA E.1: SELECCIÓN DE FRECUENCIAS DE LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO PARA EL LAMINADOR.; **Error! Marcador no definido.**

TABLA E.2: SELECCIÓN DE FRECUENCIAS DE LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO PARA LA CALDERA.; **Error! Marcador no definido.**

TABLA E.3: SELECCIÓN DE FRECUENCIAS DE LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPAQUETADORA.; **Error! Marcador no definido.**

TABLA E.4: SELECCIÓN DE FRECUENCIAS DE LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO PARA EL PULIDOR.; **Error! Marcador no definido.**

TABLA E.5: SELECCIÓN DE FRECUENCIAS DE LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO PARA EL ELEVADOR DE CANGILONES111.; **Error! Marcador no definido.**

INTRODUCCIÓN

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC), fue creado en los Estados Unidos, en la década de los 70, por el departamento de Aeronáutica de las Fuerzas Armadas, en conjunto con Expertos de la NASA y otras instituciones, en un esfuerzo en conjunto por lograr aumentar la disponibilidad de los equipos, a un menor costo y esfuerzo de mantenimiento. El MCC sostiene desde sus inicios, que es de suma importancia que cada paso de la metodología sea realizada por un Equipo Natural de Trabajo, fomentando así el trabajo en equipo y aprovechando la fuerza y el conocimiento que se logra sólo en la unidad. La efectividad de esta modelo de Gestión de mantenimiento, ha sido notoria, y se ha expandido a diversos sectores de la industria, aceptada y aplicada en la industria de tecnología nuclear, de generación de energía eléctrica, en la industria Petrolera, Gas, química, Petroquímica, manufacturera, textil e industria en general.

En este trabajo se realizó un plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para los Equipos Críticos de la línea de producción de Harina de Maíz precocida de la Planta “Chaguaramas”, ubicada en la carretera nacional vía las Mercedes, en el municipio Chaguaramas, Estado Guárico. Se espera que el mismo sea un aporte a la Universidad de Oriente, en cuanto al desarrollo del MCC aplicando la Metodología D.S para reconocimiento de equipos críticos al tener cómo limitante la ausencia de Historial de Funcionamiento de los equipos. Además se espera aportar el conocimiento de la tecnología Iraní del convenio Veniran, usada en las diez Plantas Harineras de la cadena gubernamental de productos de primera necesidad “Venezuela Socialista”, pertenecientes a la Empresa Cereales y Oleaginosas de Venezuela S.A, adscrita a la Corporación Venezolana Agraria(CVA). También se espera con este trabajo, servir como fuente de información y apoyo a los distintos Departamentos de Mantenimientos de las plantas Harineras de la CVA, y como un

aporte para la realización del manual de mantenimiento que se lleva a cabo actualmente en la Planta “Chaguaramas”.

A continuación se presenta un breve resumen del contenido de este trabajo, distribuido a lo largo de cuatro (4) Capítulos, de la manera siguiente.

Capítulo 1: El problema, en el que se presenta una breve reseña histórica de la Planta “Chaguaramas”, su visión y misión, principales objetivos, y la estructura organizativa por medio de la cual se busca cumplir con esos objetivos. En este capítulo se realiza el planteamiento del problema y se presentan el objetivo general y los objetivos específicos de este trabajo, así como las limitaciones y el alcance del mismo.

Capítulo 2: Marco Teórico, presenta los antecedentes de esta investigación, se realiza la exposición breve y concisa de fundamentos teóricos, resaltando los conceptos y principios que se deben tener claros para la aplicación de la Metodología D.S, el MCC y para la comprensión del proceso de Producción de Harina de Maíz Precocida.

Capítulo 3: Marco Metodológico: presenta el tipo de investigación que se realizó, la población, la muestra, y se describe brevemente cada una de las etapas del diseño de la investigación.

Capítulo 4: Desarrollo del Proyecto, muestra detalladamente el desenvolvimiento por cada una de las etapas de la investigación, así como desde el inicio en la búsqueda de los datos, hasta la obtención y análisis de los resultados que permitirá el registro de conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA

1.1 Generalidades de la Planta.

1.1.1 Reseña Histórica.

La Planta Procesadora de Maíz para Harina Precocida “CHAGUARAMAS” hace vida activa en el kilómetro 14 de la carretera nacional vía las Mercedes del Llano, en el municipio Chaguaramas, del estado Guárico, desde el 26 de enero del año 2009, como una de las plantas procesadoras de maíz pertenecientes a la empresa CVA. Cereales y Oleaginosas de Venezuela S.A. (Ver figura 1.1)



Figura 1.1 Ubicación de las plantas procesadoras pertenecientes a la CVA. Cereales y Oleaginosas.

Fuente: Gerencia General de la CVA.(2007).

1.1.2 Misión y Visión de la Planta Procesadora de Maíz “CHAGUARAMAS”

La **misión** de esta Planta es Producir Harina de Maíz Blanco Precocida y Enriquecida con Vitaminas y Minerales a Precios Solidarios, para ser distribuida a través de la Red de Programas Sociales Alimentarios.

Su **visión** es ser un Ente consolidado en el sector agroindustrial con un elevado nivel de producción de harina de maíz, que con la participación del poder popular, coadyuve al fortalecimiento del socialismo agrario venezolano.

1.1.3 Objetivos de la Planta

Entre los objetivos de la Planta Procesadora de Maíz “CHAGUARAMAS” se tienen:

- Mejorar la calidad de vida de los pequeños productores de maíz.
- Fortalecer la cadena productiva del maíz a nivel nacional a través de alianzas estratégicas.
- Hacer realidad la participación de los pequeños productores de maíz en el disfrute del Valor Agregado, generado por el proceso de transformación industrial.
- Potenciar los centros de distribución de Alimentos de los Programas Sociales Como el Mercado de Alimentos (MERCAL), al disponer permanentemente del producto de mayor atractivo (Harina de Maíz).
- Proveer a la inmensa mayoría de personas de bajos recursos de una continua fuente nutricional a precios accesibles.

1.1.4 Estructura organizativa de la Planta Procesadora de Maíz “CHAGUARAMAS

Para lograr, sus objetivos, y cumplir con la misión planteada, la Planta cuenta con un personal organizado, y estructurado según se muestra en la figura 1.2, mostrada a continuación.

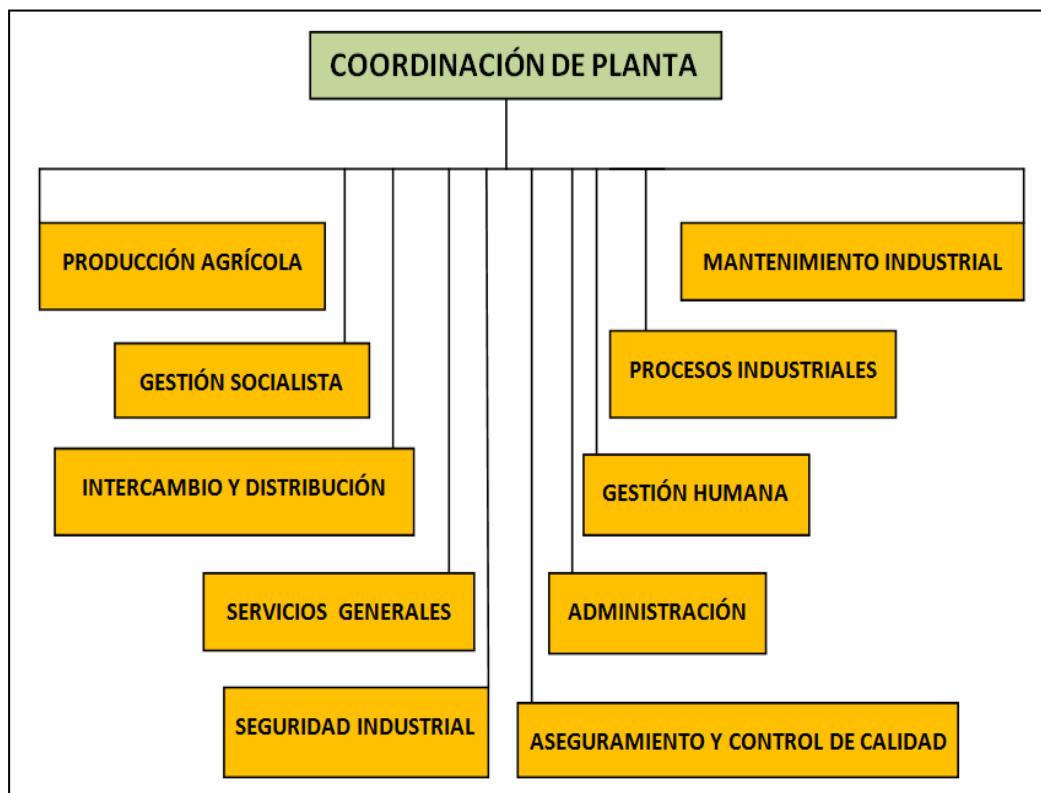


Figura 1.2. Organigrama de la Planta Procesadora de Maíz CHAGUARAMAS.

Fuente: Página Web de la CVA. Cereales y Oleaginosas de Venezuela. S.A. (2010)

La estructura organizativa de esta Planta se rige bajo el modelo de gestión Socialista, donde el Coordinador de la Planta en Jerarquía es el mayor nivel, y el resto de los supervisores son todos Iguales, luego en una tercera categoría vienen los operadores, mecánicos, y ayudantes.

1.2 Planteamiento del Problema

En Venezuela a pesar de los diferentes cambios en las políticas agrícolas, el sector de los granos siempre ha sido un apoyo importante para su desarrollo y crecimiento. Por esta razón tanto el sector público como privado en nuestro país, han desarrollado una serie de instalaciones para su almacenamiento y procesamiento. Cereales y Oleaginosas de Venezuela S.A. es la empresa estatal encargada de comercializar, procesar, importar, exportar y distribuir cualquier producto proveniente del sector agrícola en los rubros de cereales, granos, oleaginosas, sus derivados, y la utilización de subproductos para la alimentación animal, así como cualquier otro producto proveniente de la explotación de los suelos nacionales, que beneficien a la población; esta empresa pertenece a la Corporación Venezolana Agraria (CVA) adscrita al Ministerio de Agricultura y Tierras. Hoy día la CVA Cereales y Oleaginosa cuenta con 5 plantas procesadoras de Maíz, entre las cuales está la Planta Procesadora de Maíz para Harina Precocida ubicada en la carretera nacional Las Mercedes del Llano, municipio Chaguaramas, estado Guárico, se tienen planeado el establecimiento de otras cinco más, ubicadas estratégicamente en el territorio nacional. Estas plantas tienen como misión Producir Harina de Maíz Blanco Precocida y Enriquecida con Vitaminas y Minerales a Precios Solidarios, para ser distribuida a través de la Red de Programas Sociales Alimentarios.

El proceso para obtener harina de maíz en la Planta Chaguaramas, comienza cuando se transporta maíz desde los silos CASA para ser almacenado en el silo pulmón de la Planta, a través de elevadores de cangilones es llevado a la sección de limpieza, donde es pasado por una serie de separadores, hasta ser almacenado en un silo interno para maíz limpio, de allí es transportado el maíz para la sección de humectación para ser humedecido, luego se pasa por la sección de desgerminación, donde se separa el endospermo del germen y la concha (los dos últimos se tratan como subproducto), el endospermo es sometido a procesos de secado, enfriado,

tamizado para ser almacenados; el endospermo se extrae del silo y es llevado a la sección de precocido con vapor y agua para ablandar el grano para ser laminado, posterior al laminado se seca la hojuela para el proceso de molienda, donde se tritura, se muele y es tamizada, clasificada, se le dosifica vitamina, y es almacenada en silos más pequeños, se extrae para ser empaquetada y comercializada. En este amplio proceso intervienen diversos equipos, cómo un laminador, tornillos sin fin, correas transportadoras, molinos, ventiladores centrífugos, un compresor, una caldera, un cernedor, y otros, los cuales han presentado fallas como: Fuga de aceite en la caja de presión del laminador, obstrucción de esclusas, recalentamiento de motores, rupturas de correas y base de motor, fotocelda de la caldera dañada, falta de lectura de los sensores, ruptura frecuente de cangilones y empalmes, correas flojas, ruptura de cadenas, bajo nivel de aceite en reductores de velocidad, sobrecarga de motor de los elevadores, sellos vencidos, fugas de vapor en tuberías, entre otras, requiriendo de mantenimiento correctivo y una buena planificación de mantenimiento preventivo. Hoy día en la planta a un año de su inauguración, no se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, ya que los equipos que las conforman son relativamente nuevos y la gestión de mantenimiento que se sostiene hasta ahora es tipo reactiva y las fallas ocurridas no han sido registradas formalmente, ni se le ha realizado un seguimiento.

Al no contar con el histórico de fallas que permita desarrollar el plan de mantenimiento de la manera tradicional; se propone aplicar la filosofía del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), con la finalidad de determinar las tareas de mantenimiento necesarias para asegurar que un activo continúe desempeñando la función o funciones para la cual fue diseñado. Ésta filosofía, asegura una excelente calidad en las acciones preventivas, y correctivas a ejecutar, con las cuales se elaborará el plan de mantenimiento, y se adaptará a los requerimientos particulares de la organización esto con la finalidad de hacerlo rentable.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un Plan de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para la línea de Producción de Harina de Maíz Precocida en la Planta Procesadora de Maíz ubicada en Chaguaramas Estado Guárico.

1.3.2 Objetivos Específicos.

1. Diagnosticar la situación actual de los equipos que conforman la línea de producción de la Planta Procesadora de Maíz de Chaguaramas.
2. Efectuar un análisis de criticidad a los equipos que conforman la línea de producción de la Planta Procesadora de Maíz de Chaguaramas.
3. Realizar un Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF) a los equipos que resulten críticos en la línea de producción de la Planta Procesadora de Maíz de Chaguaramas.
4. Aplicar el Árbol Lógico de Decisión para la selección del tipo de mantenimiento.
5. Determinar la Frecuencia de Inspección y de ejecución de las actividades propuestas en este trabajo.
6. Elaborar el plan de Mantenimiento para los equipos críticos de la línea de producción de la Planta Procesadora de Maíz de Chaguaramas.

1.4 Justificación E Importancia Del Estudio

La Corporación Venezolana Agraria (CVA), es una institución gubernamental que lucha en busca de la soberanía alimentaria, intentando disminuir el choque de los altos precios de los alimentos, producto de la dependencia de importaciones de los mismos, y en especial del producto del maíz que abastece gran parte del Sector Agroindustrial de la Nación. Este trabajo de grado está dirigido a aumentar y asegurar los niveles de productividad de la línea de producción de la Planta Procesadora de Maíz “CHAGUARAMAS”, a través de la planificación del mantenimiento, usando la metodología del MCC, para minimizar la ocurrencia de falla y disminuir los costos por mantenimiento, de manera que respondan a las metas fijadas por la empresa Cereales y Oleaginosas de Venezuela S.A adscrita a la Corporación Venezolana Agraria, para así, de esta manera brindar un grano de arena en el abastecimiento del Sector Agroindustrial de la Nación.

1.5 Alcance

En el presente estudio, se espera dar un aporte a la Universidad de Oriente sobre el conocimiento de la tecnología Iraní del convenio Veniran, usada en las diez Plantas Harineras de la cadena gubernamental de productos de primera necesidad “Venezuela Socialista”, pertenecientes a la Empresa Cereales y Oleaginosas de Venezuela S.A, adscrita a la Corporación Venezolana Agraria (CVA). También se estima con este trabajo, servir como fuente de información y apoyo a los distintos Departamentos de Mantenimientos de las plantas Harineras de la CVA, y como un aporte para la realización del manual de mantenimiento que se lleva a cabo actualmente en la Planta “Chaguaramas”.

1.6 Limitaciones

En este trabajo, se tiene en cuenta la limitación en la Planta no se tiene información documentada de mantenimiento de la línea de producción en estudio.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

El autor del presente estudio, realizó una revisión de diferentes investigaciones las cuales sirvieron como base, bien sea por su contenido o metodología para el desarrollo del mismo.

Salazar, Orlando. (2008): realizó una investigación titulada “Diseño de un Plan de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para las líneas de recepción-secado de maíz “caso: planta SOLAGRO II Valle de la Pascua Estado Guárico” [1]. Tiene como objetivo fundamental el Diseño de un Plan de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), que se ajuste a la realidad de la agroindustria nacional, en dicho trabajo se formularon estrategias de confiabilidad para mejorar la planificación y ejecución del mantenimiento, minimizar la ocurrencia de fallas, disminuir los costos de mantenimiento, e incrementar la confiabilidad operacional. Este trabajo es de gran ayuda, ya que consideró el área de la Agroindustria Venezolana, y además explica la metodología del MCC, éste trabajo es tomado por el investigador, cómo fuente valiosa de información.

Sotillo, Gerardo. (2002): realizó una investigación titulada “Diseño de un programa de mantenimiento preventivo basado en la filosofía del mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC)” [2]. El autor, apoyó su estudio en una investigación documental y de campo con enfoque descriptivo. El propósito fundamental de la investigación, fue el de diseñar un programa de mantenimiento preventivo para el sistema de brazos de carga del Terminal Marino de Guaraguao PDVSA Puerto La

Cruz, para garantizar su funcionamiento al costo más bajo posible, sin contar con un historial de fallas que permita elaborar el programa de mantenimiento requerido. El contenido de este trabajo ayuda a conocer los frutos y beneficios de un plan de mantenimiento siguiendo la metodología del MCC.

Soto B. Santiago, (2006): “Los 10 mandamientos del MCC”. Artículo publicado en la Web. [3]. El autor de este artículo, propone en este trabajo lo que él llama “La clave para el éxito de un proyecto de implementación del MCC”. El contenido de este artículo es una fuente de información donde se encuentran las precauciones que deben considerarse para el desarrollo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad, y una serie de recomendaciones, estrategias y orientaciones para el cumplimiento de los objetivos que se ha propuesto el investigador.

2.2 Fundamentos Teóricos

2.2.1 Definición de Mantenimiento

Conjunto de actividades que permiten mantener un equipo o sistema en condición operativa, de tal forma que cumplan las funciones para las cuales fueron diseñadas y designadas o restablecer dicha condición cuando esta se pierde. [4]

2.2.2 Tipos de Mantenimientos

Existen dos tipos básicos de mantenimiento, el preventivo y el correctivo, los cuales por la manera de ejecución, frecuencia, propósito, recursos e instrumentos usados, generan otros subtipos de mantenimientos.

2.2.2.1 Mantenimiento Preventivo

Es una actividad planificada en cuanto a inspección, detección y prevención de fallas, cuyo objetivo es mantener los equipos bajo condiciones específicas de operación.

2.2.2.2 Mantenimiento Correctivo

Son actividades que se realizan después de la ocurrencia de una falla. El objetivo de este tipo de mantenimiento consiste en restablecer las condiciones operativas de un determinado equipo una vez ocurrida la falla, esto por medio de restauración o reemplazo de componentes o partes de equipos, ya sea debido al desgaste, daños o roturas de estos. [4]

2.2.3 Confiabilidad

Según la norma COVENIN 3049-93, la confiabilidad es la probabilidad de que un Sistema de Producción no falle bajo condiciones establecidas en un momento dado. [5]

2.2.4 Confiabilidad Operacional

Es la capacidad de una instalación (procesos, tecnología, gente), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico. Es importante, puntualizar que en un programa de mejoras de la confiabilidad operacional de un sistema, es necesario el análisis de los cuatro parámetros operacionales que se muestran en la figura 2.1 [6].

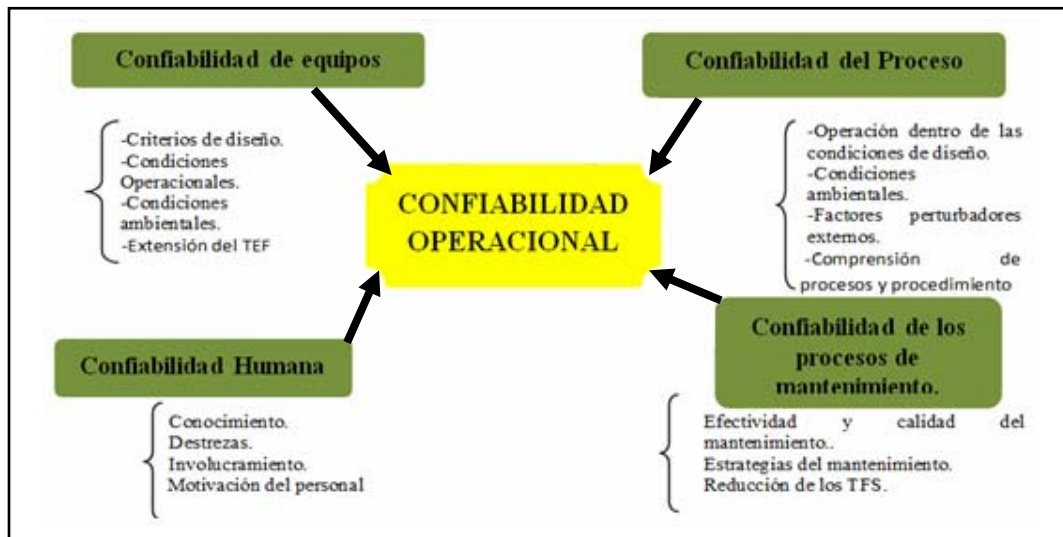


Figura 2.1: Sistema de confiabilidad operacional.
Fuente: Confima & consultores, CA. (2008)

La variación en conjunto o individual que pueda sufrir cada uno de los cuatro parámetros presentados, afectará el comportamiento global de la confiabilidad operacional de un determinado sistema [6].

2.2.5 Análisis de Criticidad

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

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

- ✓ Priorizar órdenes de trabajo de operaciones y mantenimiento.

- ✓ Priorizar proyectos de inversión.
 - ✓ Diseñar políticas de mantenimiento.
 - ✓ Seleccionar una política de manejo de repuestos y materiales.
 - ✓ Dirigir las políticas de mantenimiento hacia las áreas o sistemas más críticos.
- [7].

2.2.6 Metodología D.S. De Análisis De Criticidad

Es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones, orientando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar, basado en la realidad actual.

El objetivo de esta metodología va dirigido a ofrecer una herramienta que ayude en la determinación de la jerarquía de equipos de una planta, que permita manejarla de manera controlada y en orden de prioridades [7].

En la figura 2.2 se muestran los parámetros tomados en cuenta en la metodología D.S. para el análisis de criticidad.

Hay que destacar que para cada parámetro están dadas una serie de factores predeterminados por el método D.S. que pueden señalar el estado actual de la empresa tanto en el área de mantenimiento como en el operacional, cada factor está ponderado de manera tal que arroja un valor que va del 1 al 3 de acuerdo al nivel de gravedad que este parámetro en específico presente, 1 para el menos grave y 3 para el más grave. Realizado el análisis a cada parámetro se suman las ponderaciones resultantes obteniendo un total por cada área y se introducen en la ecuación 2.1 que se utiliza para calcular la criticidad del equipo. La matriz es flexible por cuanto se pueden incluir o quitar parámetros, en dependencia del contexto operacional a evaluar [7].

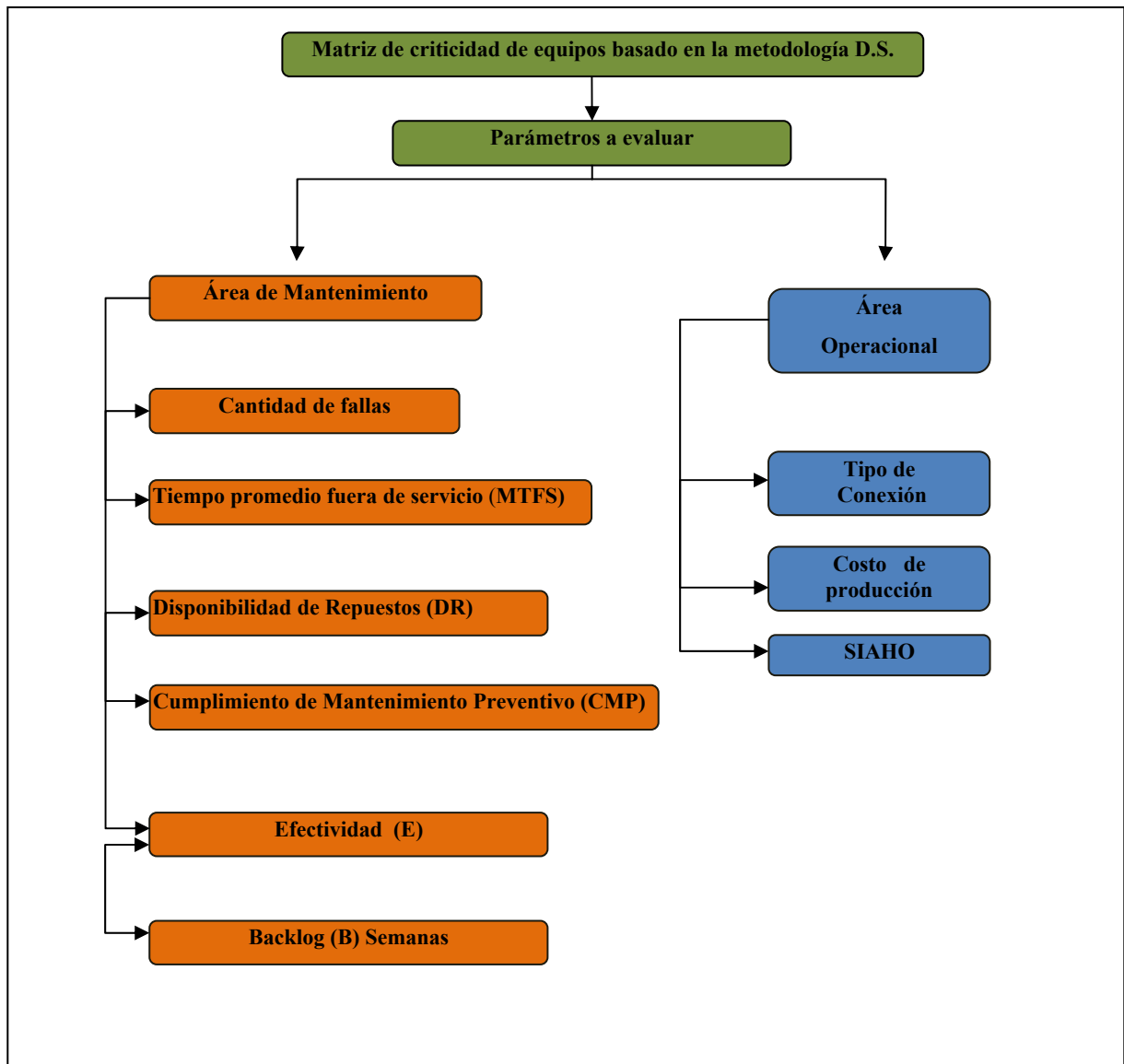


Figura 2.2 Parámetros utilizados por la metodología de análisis de criticidad D.S.

Fuente: Suárez, Diógenes (2007).

A continuación en la figura 2.3 se muestran la matriz de criticidad, las ponderaciones de cada uno de los parámetros así como también la ecuación 2.1 (ecuación de criticidad).

Equipo:		Sistema:		Realizado:		
Código:		Evento de control:				
AREA DE MANTENIMIENTO						
Factor a Evaluar	Criterios			Ponderación	Criterio Elegido	Puntos
		Rotativo	Estático			
1) Cantidad de Fallas en el periodo evaluado	1a)	F = 1	0 < F < 1	1		
	1b)	1 < F < 12	1 < F < 3	2		
	1c)	F ≥ 12	F ≥ 3	3		
2) Tiempo Promedio fuera de servicio en el periodo evaluado (MTFS) en horas	2a)	MTFS ≤ 4		1		
	2b)	4 < MTFS < 8		2		
	2c)	MTFS ≥ 8		3		
3) Disponibilidad de repuestos en el periodo evaluado (DR)	3a)	DR ≥ 80%		1		
	3b)	50 ≤ DR < 80%		2		
	3c)	DR < 50%		3		
4) Cumplimiento del mantenimiento preventivo (CMP)	4a)	75% ≤ CMP ≤ 100%		1		
	4b)	50% ≤ CMP < 75%		2		
	4c)	0% ≤ CMP < 50%		3		
5) Efectividad (E)	5a)	E ≥ 80%		1		
	5b)	50 ≤ E < 80%		2		
	5c)	E < 50%		3		
6) Backlog (B) Semanas	6a)	0 ≤ B ≤ 2		1		
	6b)	2 ≤ B < 5		2		
	6c)	B > 5		3		
Total puntos obtenidos en el área de mantenimiento (E.A.M.)						
AREA OPERACIONAL						
Factor a Evaluar	Criterios			Ponderación	Criterio Elegido	Puntos
7) Tipo de conexión	7a) Sistema Paralelo			1		
	7b) Sistema Combinación			2		
	7c) Sistema Serie			3		
8) Seguridad industrial, ambiente e higiene ocupacional (SIAHO)	8a) Sin Consecuencias			1		
	8b) Efecto Temporal			2		
	8c) Efecto Permanente			3		
9) Costos de Producción	9a) Igual a la meta			1		
	9b) Menor a la meta			2		
	9c) Mayor a la meta			3		
Total puntos obtenidos en el área operacional (E.A.O.)						
Criticidad del equipo = [K1 * (E.A.M.) + K2 * (E.A.O.)] x 100						

Figura 2.3: Matriz para análisis de Criticidad.
Fuente: Suárez, Diógenes (2007).

$$\text{RE} = \text{Críticidad del equipo} = [K_1 * (\Sigma \text{A.M.}) + K_2 * (\Sigma \text{A.O.})] \times 100 \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Donde:

RE: Resultado de la Evaluación.

$\Sigma \text{A.M.}$: Sumatoria de los puntos del área de mantenimiento.

$\Sigma \text{A.O.}$: Sumatoria de los puntos del área de operaciones.

K_1 : 0,0278; Constante del área de mantenimiento.

K_2 : 0,0555; Constante del área operacional.

La constante K_1 varía si la cantidad de parámetros del área de mantenimiento aumenta o disminuye, de igual modo sucede con la constante K_2 pero relacionado con los parámetros del área de operaciones. Esto dado a que dichas constantes garantizan que el resultado obtenido mediante la ecuación 2.1 no exceda el 100%. Dependiendo de dicho resultado se establece que equipo es crítico dependiendo de la siguiente consideración que se observa en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Parámetros para definir la criticidad de un equipo.

Fuente: Suárez, Diógenes (2007).

PARÁMETROS PARA ESTABLECER CRITICIDAD
No crítico ($33\% \leq \text{RE} < 50\%$)
Semi-crítico ($50 \leq \text{RE} < 70\%$)
Crítico ($\text{RE} \geq 70\%$)

2.2.7 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), ó Reliability-centred Maintenance (RCM), ha sido desarrollado para la industria de la aviación civil hace más de 30 años. El proceso permite determinar cuáles son las tareas de mantenimiento adecuadas para cualquier activo físico. Para aplicar el MCC, se requiere dar respuestas a siete (7) preguntas Básicas, las cuales se mencionan a continuación.

1. ¿Cuáles son las funciones deseadas para el equipo que se está analizando?
2. ¿Cuáles son los estados de falla (Fallas funcionales) asociados con estas funciones?
3. ¿Cuáles son las posibles causas de cada uno de estos estados de falla?
4. ¿Cuáles son los efectos de cada una de estas fallas?
5. ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?
6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la falla?
7. ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva adecuada?

[8]

2.2.7.1 Conceptos Básicos del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

Para el éxito en la aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad es de gran importancia el conocimiento, el dominio de los términos y conceptos que ésta metodología utiliza.

- **Equipo Natural de trabajo. (ENT)**

Están integrados por quienes mejor conocen los equipos: personal de operaciones y de mantenimiento, cómo se muestra en la figura 2.4. Ellos definen el contexto operacional, las funciones requeridas de los equipos, sus fallas funcionales, las causas de la falla, sus efectos, sus niveles de criticidad y finalmente, la estrategia más adecuada para cada caso. Son conducidos por un Facilitador, el cual es una persona muy bien entrenado en el uso de la técnica.



Figura 2.4: Equipo Natural de Trabajo.

Fuente: Confima & consultores, CA. (2008)

- **Funciones**

Es lo que se desea que un equipo haga para cumplir el propósito por el cuál fue diseñado e instalado.

- **Falla Funcional**

Es la Incapacidad del equipo o elemento físico para satisfacer un criterio de funcionamiento deseado (Pérdida de una Función, parcial o total). [6]

- **Modos de falla**

Un modo de falla es una posible causa por la cual un equipo puede llegar a un estado de falla. También se le conoce cómo la Causa por la cual puede un equipo fallar.

- **Los efectos de falla**

El “efecto de falla” es una breve descripción de “qué pasa cuando la falla ocurre”. Los efectos de falla deben indicar claramente cuál es la importancia que tendría la falla en caso de producirse.

- **Consecuencias de Fallas**

La falla de un equipo puede afectar a sus usuarios de distintas formas, por lo que se ha clasificado en cuatro, las cuales se mencionan a continuación.

Consecuencia de Fallas no Evidentes (Ocultas): Son aquellas fallas que no tienen un impacto directo, pero que pueden originar otras fallas con mayores consecuencias a la organización. Por lo general este tipo de fallas es generado por dispositivos de protección.

Consecuencia en el Medio Ambiente y la Seguridad: El MCC presta mucha atención al impacto que genera en el ambiente la ocurrencia de una falla, así como las repercusiones en la seguridad, tomando en consideración los artículos y disposiciones de leyes y reglamentos realizadas para legislar en este campo.

Consecuencias Operacionales: Son aquellas que afectan la producción, por lo que repercuten considerablemente en la organización (calidad del producto, capacidad, servicio al cliente o costos industriales además de los costos de reparación).

Consecuencias no Operacionales: Son aquellas ocasionadas por cierta clase de fallas que no generan efectos sobre la producción ni la seguridad, por lo que el único gasto presente es el de la reparación. [8]

En la figura 2.5 se muestra de manera práctica y clara cada una de las consecuencias por fallas.

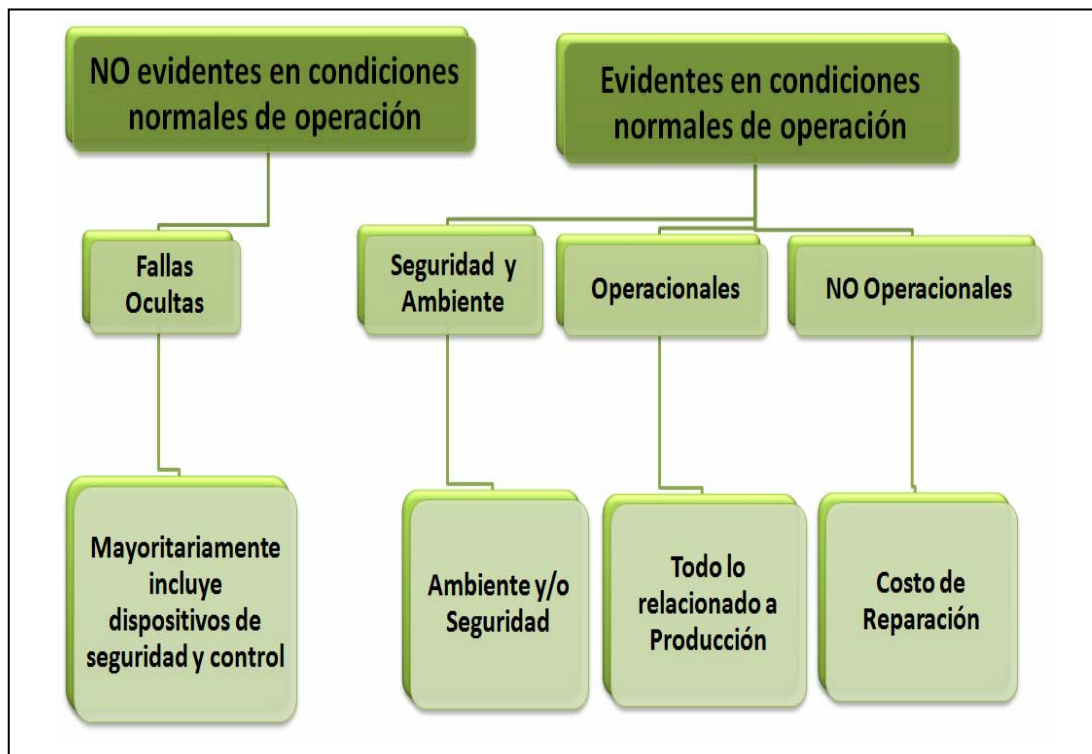


Figura 2.5: Clasificación de las consecuencias de las fallas

Fuente: Suárez, Diógenes (2007).

- **Fallas ocultas**

Los equipos suelen tener dispositivos de protección, es decir, dispositivos cuya función principal es la de reducir las consecuencias de otras fallas (fusibles,

detectores de humo, dispositivos de detención por sobre velocidad / temperatura/ presión, etc.) Muchos de estos dispositivos tienen la particularidad de que pueden estar en estado de falla durante mucho tiempo sin que nadie ni nada ponga en evidencia que la falla ha ocurrido. Este tipo de fallas se denominan fallas ocultas, dado que requieren de otra falla para volverse evidentes. [8]

- **Tipos de Tareas de mantenimiento del MCC.**

Las tareas de mantenimiento del MCC, se presentan en la figura 2.6, y se definen brevemente cada una a continuación.

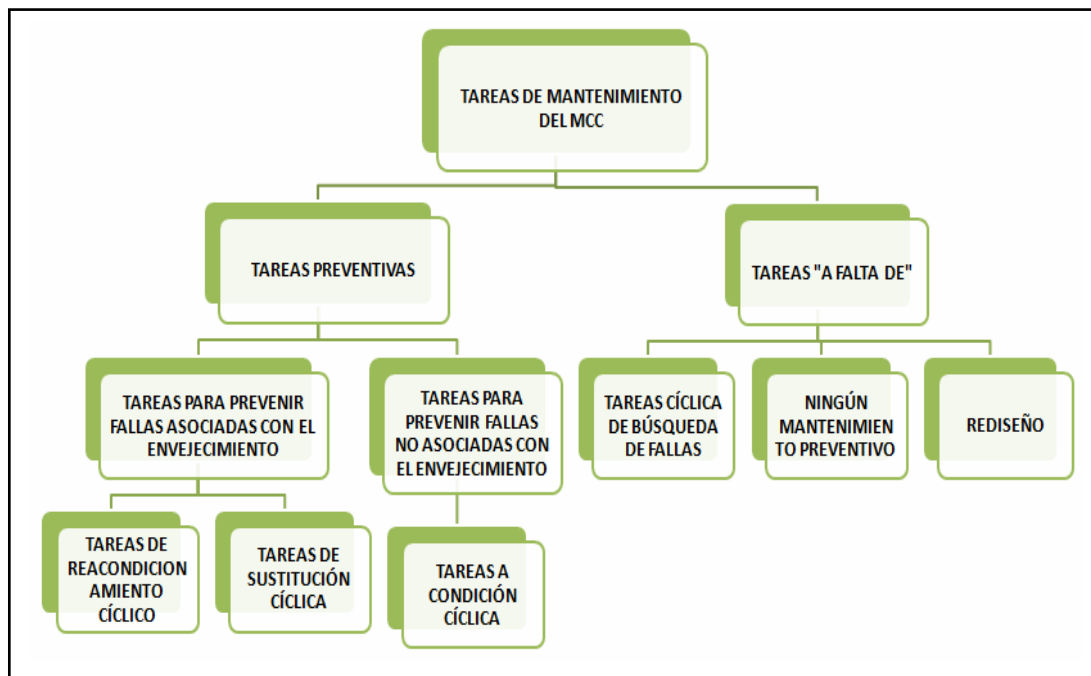


Figura 2.6: Clasificación de las Tareas de Mantenimiento del MCC.

Fuente: Confima & consultores, CA. (2008)

- **Tareas Preventivas**

Se dividen según el MCC en tareas no asociadas con el envejecimiento (tareas a condición) y tareas asociadas con el envejecimiento (tareas de reacondicionamiento cíclico y tareas de sustitución cíclica) [9].

Tareas a Condición

Las tareas “A Condición” consisten en chequear los equipos si están fallando de manera que se puedan tomar medidas, ya sea para prevenir la falla funcional o para evitar las consecuencias de las mismas, con estas tareas los elementos que se inspeccionan se dejan en funcionamiento a condición de que continúe desempeñando satisfactoriamente las prestaciones asociadas al equipo. [9]

Tareas de Reacondicionamiento Cíclico

En estas tareas los equipos son revisados o sus componentes reparados a frecuencias determinadas, independientemente de su estado en ese momento. [10]

Tareas de Sustitución Cíclica

Estas consisten en reemplazar un equipo o sus componentes a frecuencias determinadas, independientemente de su estado en ese momento. [9].

- **Acciones a “Falta De”**

Son tareas que deben realizarse si no se pueden encontrar tareas preventivas adecuadas, con este tipo de tareas se completan los siete pasos principales del MCC. Este tipo de tareas se clasifican de la siguiente manera: Tareas cíclicas de búsqueda de fallas, el no realizar ningún mantenimiento preventivo, y en el rediseño.

Tareas Cíclicas de Búsqueda de Fallas

Estas consisten en chequear una función oculta a intervalos regulares para ver si ha fallado, no se consideran como preventivas porque su objeto es evitar las fallas múltiples que pueden ocurrir si la falla oculta permanece inadvertida. [10]

Ningún mantenimiento preventivo

Consiste en dejar en servicio al equipo hasta que se produzca una falla funcional. Es aplicable sólo si el mantenimiento preventivo es más costoso que el monto involucrado en las consecuencias operacionales y/o el costo de reparar la falla. [11]

El Rediseño

Comprende una modificación de las especificaciones de un componente, la adición de un elemento nuevo. [9]

2.2.7.2 Herramientas Utilizadas para responder las interrogantes del MCC.

El Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF).

El Análisis de Modos y Efectos de Fallas es una herramienta sistemática, que ayuda a determinar las consecuencias de los modos de falla de cada activo en su contexto operacional y a responder las cuatro primeras preguntas del MCC, depositando la información en un formato como el que se muestra en la figura 2.7. La información que se puede obtener con esta herramienta es la definición de funciones del equipo en estudio, determinar las fallas funcionales, identificar modos

de fallas, y los efectos de las fallas de dicho equipo. En el formato de recolección de información se puede observar que por cada Función pueden existir una o más fallas, y por cada falla van a existir más de un modo en la que puede presentarse, donde cada modo tiene un efecto y consecuencia que le permite diferenciarlo de otro. Esta herramienta facilita en gran manera la selección de acciones de mantenimiento para reducir la ocurrencia de fallas.

		SISTEMA:		REALIZADO POR:		FECHA:	Nº DE HOJA
		EQUIPO:		REVISADO POR:		FECHA:	DE:
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA (¿Que Causa La Falla?)		EFECTO DE LA FALLA (¿Qué Ocurre Cuando Falla?)		
1	A		1				
			2				
			3				
	B		1				
			2				

Figura 2.7: Formato para recolectar la información del AMEF.

Fuente: Confima & consultores, CA. (2008)

Árbol Lógico de Decisión (ALD)

Esta herramienta permite determinar el tipo de mantenimiento que se debe realizar, una vez realizado el AMEF, el Equipo Natural de Trabajo MCC, se encarga de realizar esta actividad que ayude a prevenir la aparición de cada modo de falla previamente identificado a partir del Árbol Lógico de Decisión.

A continuación se presenta en la Figura 2.8, un modelo de Árbol Lógico de Decisión del MCC, donde podrá observar lo establecido en el párrafo anterior.

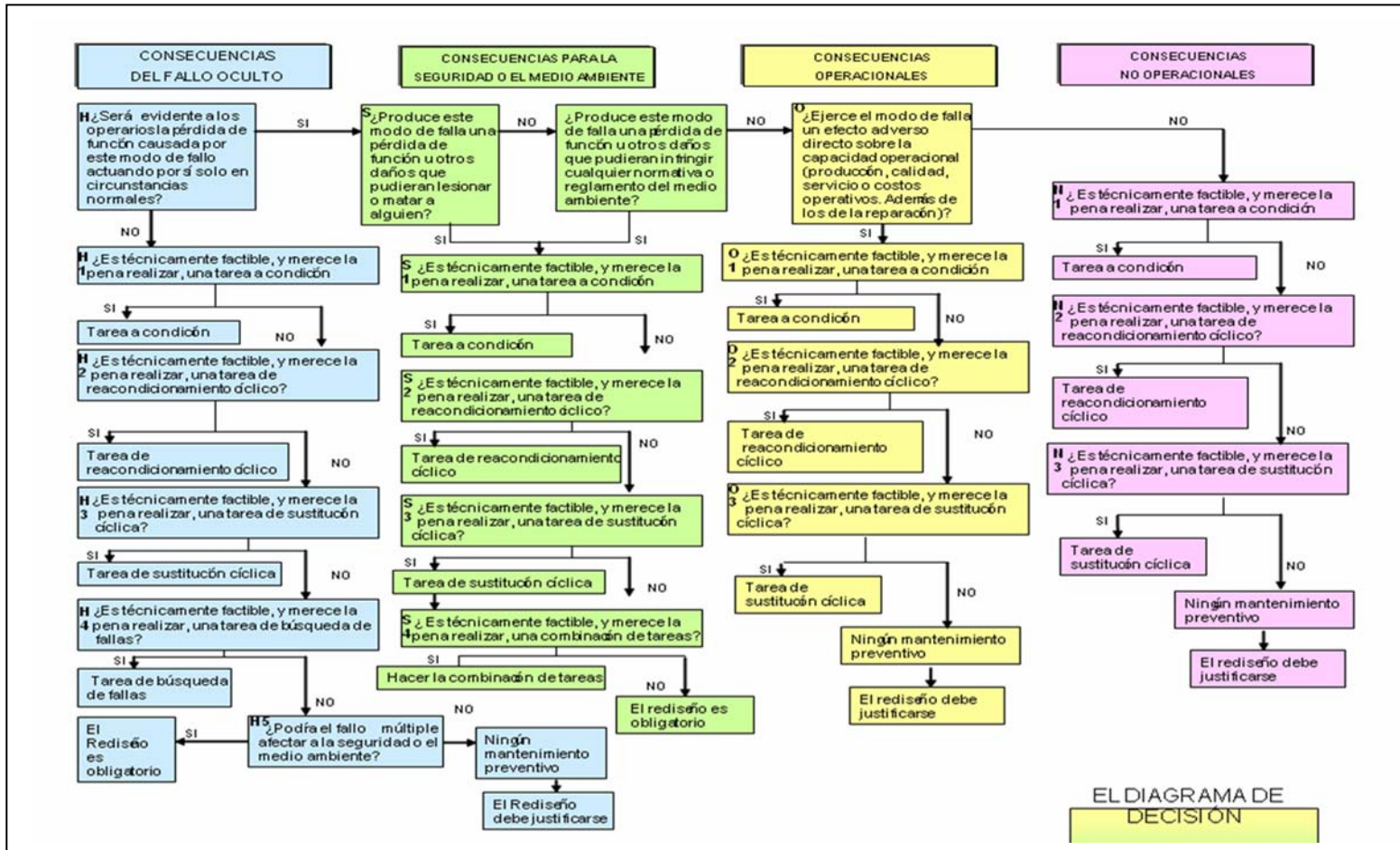


Figura 2.8: Modelo del Árbol Lógico de Decisión.

Fuente: Confirma & consultores, CA. (2008).

Hoja de Decisión

Esta hoja se elabora con la información procesada en los tres últimos pasos del MCC, de acuerdo a la referencia de la hoja de información; en ella se clasifican el tipo de consecuencias que tiene la falla (fallas ocultas, para la seguridad y el medio ambiente, operacionales y no operacionales), también se determina el tipo de tarea preventiva (a condición, reacondicionamiento cíclico o sustitución cíclica) ó tareas “a falta de” (búsqueda de fallas, ningún mantenimiento preventivo o rediseño) que se van a realizar, seguido de estas clasificaciones, se encuentra una columna con la descripción del tipo de tarea seleccionada, otra con la frecuencia con que se hará y una última columna con el personal que realizará la tarea, en la parte superior aparece la identificación del Sistema y/o Equipo, además se incluye por quien fue realizada y revisada la hoja de decisión y el número de hoja, en la figura 2.9 se muestra un formato de la Hoja de Decisión. [10].

			Equipo:				Realizado Por:			Fecha:		Hoja N°					
			Sistema:				Revisado Por:			Fecha:		De:					
Información Referencia			Consecuencia Evaluación				H1 H2 H3			Tareas a Falta de			Actividades		Frecuencia		A Realizar Por:
							S1 S2 S3										
F FF MF			H S E O				O1 O2 O3			H4 H5 S4							
							E1 E2 E3										

Figura 2.9 Formato de Hoja de Decisión del MCC

Fuente: Confima & consultores, CA. (2008)

Leyenda para la comprensión de la nomenclatura de la Hoja de Decisión:

F: Función.	S: Seguridad.
FF: Falla Funcional.	H: Evidente.
MF: Modo de Fallas.	E: Ambiente
	O: Operacional.
	N: No Operacional.
1: Tarea A Condición.	H4: Búsqueda de Falla.
2: Tarea de Reacondicionamiento Cíclico.	H5: Ningún Mantenimiento Programado.
3: Tarea de Sustitución Cíclica.	S4: Rediseño.

2.2.7.3 Beneficios del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

- 1) **Mayor seguridad y protección:** Mejora el mantenimiento, revisa causas y consecuencia de las fallas, define estrategias para prevenir los distintos modos de falla, se producen menos fallas debido a mantenimiento innecesario.

- 2) **Mejor control de los costos:** Elimina el mantenimiento rutinario innecesario, previene fallas y su consecuencias, establece políticas claras de mantenimiento, operación y de adquisición de nuevas tecnologías, revisiones a intervalos más largos.

- 3) **Mejor rendimiento operativo:** Mayor énfasis en equipos crítico, diagnóstico más rápido para detección de fallas, menores daños secundarios, intervalos más largos entre revisiones, paradas más corta, eliminación de componentes poco fiable, conocimiento más preciso de la planta y sus componentes.

- 4) ***Aprovechamiento de la vida útil de los equipos:*** uso de técnicas de mantenimiento a condición.

- 5) ***Amplia base de datos de mantenimiento:*** conocimiento de la planta, los equipos y el contexto operacional.

- 6) ***Mayor motivación del personal:*** mayor conocimiento de los equipos ambiente de trabajo más seguro, rendimiento bien conocido, mejor relación entre grupos, áreas y niveles jerárquicos. [6]

2.2.8 Procesos de Producción de Harina de Maíz Precocida.

El proceso para la elaboración de Harina de Maíz Precocida consta de cinco secciones fundamentales como se muestra en la Figura 2.10, y se define cada una a continuación.

- **Limpieza:** Consiste en la eliminación de las impurezas en la materia prima.

- **Desgerminación:** Consiste en separar las partes que componen el grano de maíz, para obtener el endospermo, al separarlo del pericarpio y el germen.

- **Producción de Copos:** Consiste en cocinar con vapor el endospermo, para laminarlo y obtener la hojuela.

- **Molienda:** Es la parte del proceso en el que la hojuela se seca, enfría, tritura, tamiza y se reduce su tamaño a una medida de granulometría deseada.
- **Empaquetado:** Es la etapa final del proceso de producción, en donde se deposita un kilogramo de harina de maíz, en una bolsa de polietileno. [11]

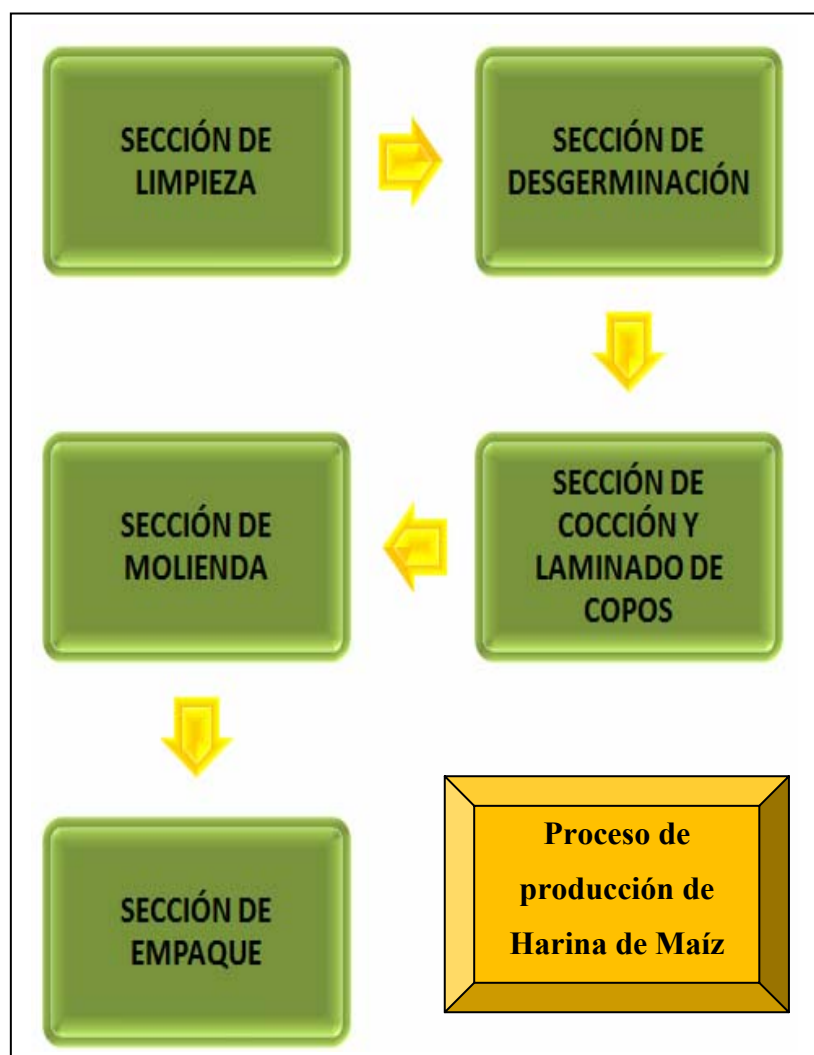


Figura 2.10: Proceso para la elaboración de Harina de Maíz precocida.

Fuente: Gerencia General de la CVA. (2007).

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de Investigación

3.1.1 Según La Estrategia:

En el desarrollo de este trabajo se emplearon las estrategias de Investigación Documental y la de Investigación de Campo, la primera debido a que este proyecto estuvo sujeto a la consulta de una amplia bibliografía, manuales de los equipos, especificaciones, procedimientos así como la consulta de criterios y metodologías de mantenimiento de diversos autores. La Investigación de Campo permitió conocer la configuración y el funcionamiento real de la línea de producción de harina de maíz precocido, permitiendo diagnosticar la condición operacional de los equipos que la integran.

3.1.2 Según El Propósito:

Esta investigación según su propósito es Aplicada, ya que a partir de los conocimientos adquiridos a raíz de los resultados obtenidos se propuso la solución de problemas prácticos basado en los conocimientos teóricos de mantenimiento ajustados a las particularidades de la planta de producción de harina de maíz “Chaguaramas”.

3.1.3 Según sus objetivos:

El presente trabajo se considera una Investigación Descriptiva, ya que no se ocupó de verificar una hipótesis, sino de la descripción, registro e interpretación de la

problemática actual de la Planta “Chaguaramas” plantear un programa de mantenimiento bajo la metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

3.2 Población y Muestra

En este estudio, se trabajó con dos poblaciones, cómo se presenta en la Figura 3.1, una está compuesta por los equipos que conforman el proceso de producción de Harina de maíz y la otra es una población humana, compuesta por los 89 Trabajadores que laboran en la Planta “Chaguaramas”. Con el fin de facilitar el estudio y la toma de decisiones, el autor de este trabajo seleccionó una muestra de cada población, la Muestra Humana está compuesta por quienes mejor conocen los equipos y el proceso: Parte del personal de operaciones, mantenimiento y administración, estas personas son las que conforman el Equipo Natural de Trabajo (ENT), y para la muestra de equipos, se tomaron aquellos equipos que debido el impacto que produce la incidencia de su falla, resultaron críticos según la metodología D.S. de Análisis de Criticidad, seleccionada por el ENT.

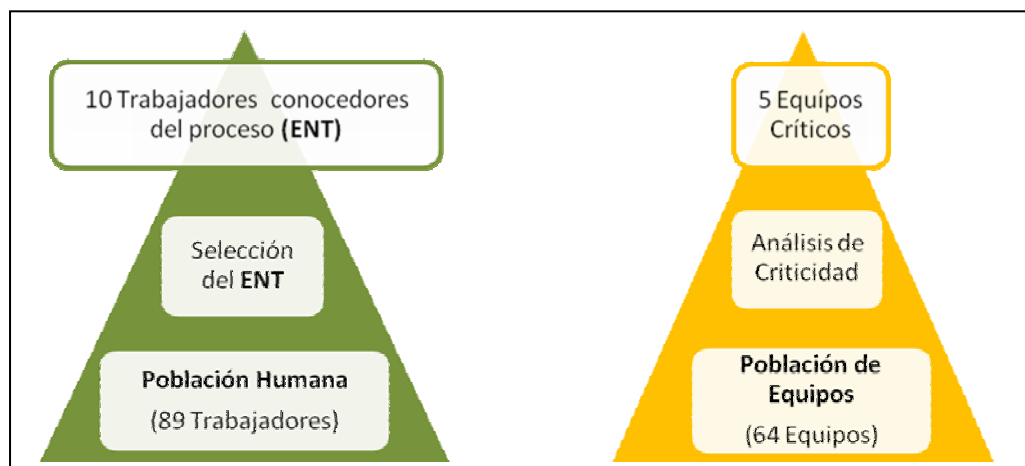


Figura 3.1: Población, método de selección y Muestra.
Fuente: Diseño Propio. (2010)

3.3 Diseño de la Investigación

La elaboración de este trabajo se logró mediante el desarrollo de seis (6) etapas, las cuales se muestran en la figura 3.2. A continuación se explica de manera resumida en qué consiste y que se busca en cada una de las etapas que conformaron la investigación.

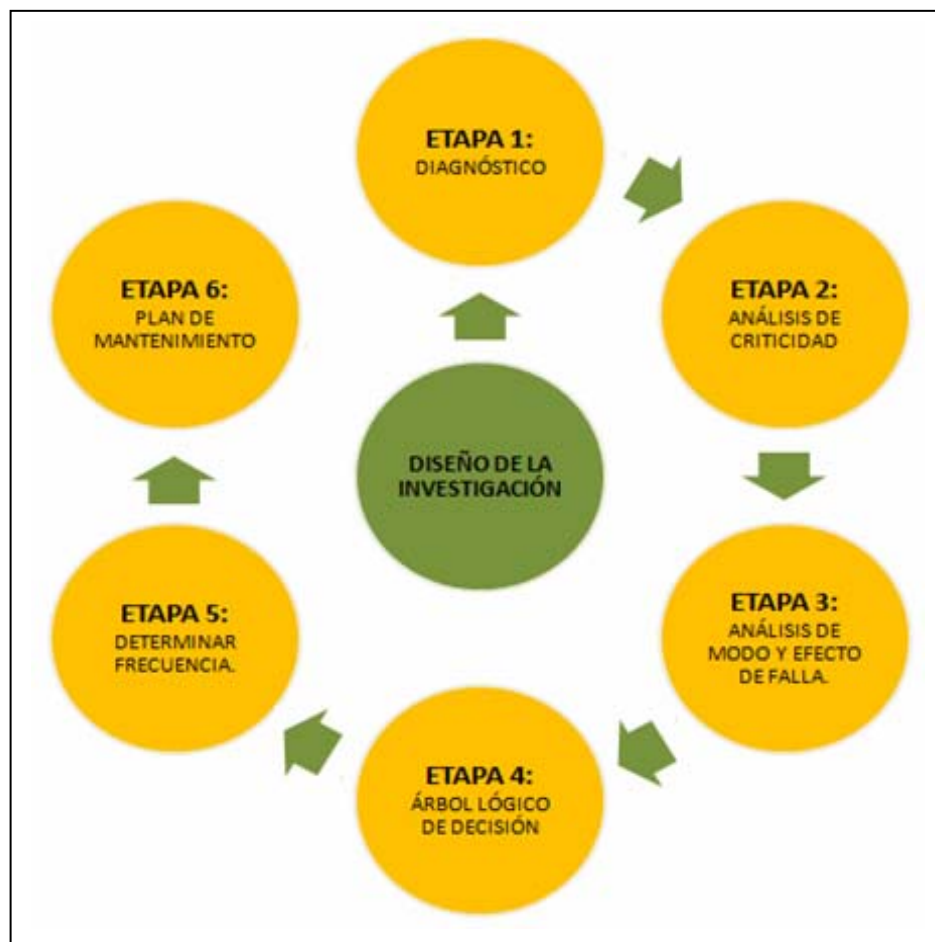


Figura 3.2: Etapas para Desarrollar la Investigación propuesta.

Fuente: Diseño Propio (2010).

Etapa 1: Diagnóstico de la situación actual de los equipos que conforman la línea de producción de la Planta Procesadora de Maíz de Chaguaramas.

En esta etapa se desarrolló un estudio exhaustivo de la línea de producción de la Planta Procesadora de Maíz “Chaguaramas”, con la meta de determinar el contexto operacional de la planta y las condiciones en que se encuentra cada equipo que forma parte del proceso de producción de Harina de Maíz. Fue en esta etapa donde se conformó el Equipo Natural de Trabajo, con la finalidad de realizar dicho diagnóstico y desarrollar el resto de las etapas de esta investigación.

Etapa 2: Análisis de criticidad de los equipos que conforman la línea de producción de la Planta Procesadora de Maíz de Chaguaramas.

El equipo Natural de Trabajo realizó un estudio de criticidad de los equipos, aplicando la Metodología D.S, que permitió jerarquizar los equipos de la línea de producción de la planta de chaguaramas, con la finalidad de determinar los equipos críticos, es decir, aquellos equipos que por su indisponibilidad causarían mayor impacto en la producción, ambiente y seguridad, a los cuales se les dirigirá la gestión de mantenimiento.

Etapa 3: Realización de un Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF) a los equipos críticos en la línea de producción.

Esta es una de las etapas más importante, ya que de aquí depende mayormente la efectividad del Plan de Mantenimiento. En esta etapa se registraron todas las formas o modos en los cuales puede fallar cada equipo que resultó Crítico dentro de la línea de producción de la planta procesadora de Maíz de Chaguaramas, e identificar los posibles efectos de las fallas.

Etapa 4: Aplicación del Árbol Lógico de Decisión (ALD) para la selección del tipo de mantenimiento.

Mediante un proceso Sistemático y Homogéneo se seleccionó el tipo de mantenimiento necesario para minimizar la aparición de un determinado modo de falla correspondiente a los quipos críticos.

Etapa 5: Determinación de la Frecuencia de Inspección y de ejecución de las actividades propuestas en este trabajo.

Debido a la indisponibilidad de historial de fallas y la información deficiente del fabricante, el Equipo Natural de Trabajo decidió recurrir a tres fuentes de información, la primera fue la experiencia de los mantenedores de la planta de “Chaguaramas”, las otras dos se obtuvieron del comportamiento de los equipos en plantas similares, específicamente la de Urachiche y la de Caicara de Maturín.

Etapa 6: Elaboración del plan de Mantenimiento para los equipos críticos de la línea de producción de la Planta Procesadora de Maíz de Chaguaramas.

Con toda la información obtenida en los pasos anteriores, se estableció en una tabla de datos, el tipo de mantenimiento, las actividades de mantenimiento y la frecuencia en un año en que se deben aplicar las mismas, esto se realizó para los equipos que resultaron críticos: El Laminador, La empaquetadora, Elevadores de Cangilones, la Caldera y Pulidor.

CAPÍTULO 4. DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Descripción del Proceso de Producción de Harina de Maíz Precocida en la Planta “Chaguaramas”.

Este proceso se describirá a continuación mediante las actividades básicas que lo componen.

4.1.1 Limpieza

Consiste en la eliminación de las impurezas, debido a dos equipos especiales (los que se muestran en la Figura 4.1), que trabajan con tres tipos de separadores.

1-. *Separador Magnético*: Eliminación de impurezas metálicas, para lograr la separación de estos elementos contaminantes, se pasa la materia a través de un imán, lo cual permite que los elementos metálicos se separen de la materia prima eliminando así la entrada de partículas.

2-. *Separador Vibratorio*: Se logra mediante el uso de equipos formados por juegos de tamices de diferentes diámetros, que junto a un movimiento vibratorio cumplan la función de separar los elementos contaminantes de mayor y menor diámetro al grano de maíz.

3-. Eliminación de partículas livianas (Separador por Gravedad): Se logra aplicando una corriente de aire sobre los granos mientras estos últimos caen por efectos de la gravedad. El aire aplicado a presión desprende las partículas livianas o de polvo de la superficie de la semilla, eliminando este tipo de impurezas. [6]



Figura 4.1: Separadores de impurezas utilizados en la sección de limpieza.
Fuente: Planta Procesadora de Maíz “Chaguaramas” (2010).

4.1.2 Humectación del Grano (Acondicionamiento)

El maíz, una vez limpio, se transporta a través de un elevador de cangilones hasta un tornillo sin fin transportador del humidificador, cuya función es aplicarle agua pulverizada permitiendo así el aumento de la humedad del mismo. Luego de humidificar el maíz este pasa a un bing (el que se observa en la figura 4.2) de trabajo para continuar así con el proceso. [6]

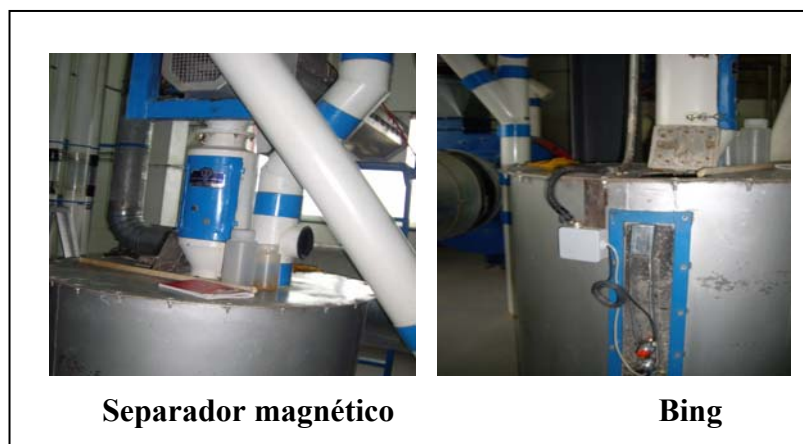


Figura 4.2: Dos de los equipos que integran la sección de Humectación.
Fuente: Planta Procesadora de Maíz “Chaguaramas” (2010).

4.1.3 Desgerminación

Consiste en separar las partes que componen el grano de maíz, por medio de una máquina de forma cónica que gira a 750 RPM, allí por efectos de fricción de un eje tubular de forma cónica móvil y una malla dentada se separa del endospermo, el germen y pericarpio. Ver Figura 4.3.

El maíz con una humedad de 20-22%, penetra por un extremo pequeño de la máquina y va pasando hacia el extremo amplio entre los dos elementos. Las protuberancias en el rotor y en el alojamiento raspan la cáscara y el germen por abrasión mecánica rompen el endospermo en dos o más trozos por cada grano. [6]



Figura 4.3: Sección transversal derecha del pulidor.
Fuente: Planta Procesadora de Maíz “Chaguaramas” (2010).

4.1.4 Precocido

En esta fase del proceso es donde comienza el acondicionamiento del endospermo para el paso principal en la fabricación de harina, que es la transformación del almidón crudo en forma de endospermo (Gritz), a la forma precocida de la hojuela de maíz. Este acondicionamiento consiste en un pre-mojado

con agua y vapor inyectado en una cocina de precocción vertical para ablandar el endospermo, teniendo en cuenta la clase de maíz procesado, condiciones de suavidad, humedad y temperatura, necesaria para una mejor gelatinización de los almidones y espesor de las hojuelas de maíz. En esta operación la humedad del endospermo es llevada de 15% a 17%. [6]

4.1.5 Laminación

Luego del precocido, los gritz pasan por las laminadoras (ver figura 4.4), los cuales cuentan con rodillos de acero que efectúan una presión entre ellos de aproximadamente 42 psi y una temperatura de 90°C, el que aplastan el maíz laminándolos y transformándolos en lo que se conoce como “Flake” hojuelas de maíz, además, en estas condiciones de humedad y temperatura se alcanza la gelatinización del almidón (precocción). [6]



Figura 4.4: Laminador.

Fuente: Planta Procesadora de Maíz “Chaguaramas” (2010).

4.1.6 Secado

Estas hojuelas caen por gravedad a una secadora, la cual usando una corriente de aire seco, se logra disminuir el contenido de agua en el grano a un valor inferior a 13%, luego pasa a una enfriadora. En la figura 4.5, se muestra la secadora horizontal donde se seca la hojuela y se enfría. [6]

4.1.7 Enfriamiento

En la enfriadora, las hojuelas de maíz secas y precocidas, se enfrían por contacto directo con una corriente de aire frío hasta 32 a 38°C, luego pasan a una picadora (premoliendas) y después son almacenadas y/o molidas. [6]



Figura 4.5: Secadora Horizontal procesando hojuelas.

Fuente: Planta Procesadora de Maíz “Chaguaramas” (2010).

4.1.8 Molienda

Este proceso se encarga de la molturación de las hojuelas, pasando estas por un primer molino, triturándolas y disminuyendo su tamaño para enviarla luego por medio de una bomba neumática a un recolector de polvo en espiral, que le eliminaría el polvillo por aspiración. Este es el punto del proceso en el cual se obtiene la harina de maíz precocida. El conjunto de molinos se muestran en la figura 4.6. [6]



Figura 4.6: Molinos.

Fuente: Planta Procesadora de Maíz “Chaguaramas” (2010).

4.1.9 Tamizado

Después las hojuelas molidas son dosificadas por la esclusa para que por gravedad llegue al tamizado de harina, clasificándose por granulometría, es decir, son separadas según el tamaño de las partículas. Esta clasificación se realiza en cinco juegos de tamizado, los cuales también eliminan el polvillo, puntos y otros tipos de impurezas que le dan la mala apariencia a la harina terminada, claro está, por medio de un sistema de mallas especiales para harina, contenidas dentro del cernedor o Plansifter (Ver figura 4.7). Las harinas gruesas que son retenidas, luego pasan a un segundo molino y así se van obteniendo la granulometría requerida para la harina,

mediante un ciclón de moliendas, donde por su peso específico, y la granulometría se dan sucesivas pasadas por el molino hasta volverse totalmente harina. [6]



Figura 4.7: Cernedor o Plansifter.
Fuente: ARD MACHINE. Página web (2010).

4.1.10 Dosificación de Vitaminas

En esta etapa se debe realizar el enriquecimiento de la harina con aquellas sustancias que le aumenten el valor nutricional., estas deben ser: Niacinamida (pp), Fumarato Ferroso, Mononitrato de Tiamina (B1), Riboflavina (B2), Vitamina A y almidón con excipiente. En la actualidad existen en el mercado diferentes productos

con presentaciones en diferentes tamaños, en polvo, que contienen todas esas sustancias. En estos productos se encuentran todos los ingredientes exigidos por reglamentación gubernamental, con respecto al enriquecimiento de las harinas. Norma Covenin 2135: 1996. Entre los más comunes se encuentra Vitamix VE-MZ, el cual es un producto venezolano, en el que cada gramo contiene: 120,0 mg de Vitamina A 250.000 UI/gr, 11,0 mg de Tiamina (B1), 8,4 mg de Riboflavina (B2), 170,0 mg de Niacinamida (pp) 167,0 mg de Hierro (Fe). [6]

4.1.11 Empaquetado

Después de dosificar la harina, es trasladada al Entoleter (equipo que gira a 1750 RPM) para eliminar huevos, cocos y larvas, por centrifugación cae por gravedad a una tolva que alimenta las empaquetadoras.

Un operador es encargado de alimentar el rollo de polietileno que posteriormente permite la formación de la bolsa, en porciones de un kilogramo, las cuales son debidamente selladas de forma hermética, esto se realiza por medio de un ojo electrónico que recibe la señal litografiada de la bolsa para realizarle el sellado inferior, lateral y superior, aplicándole calor por medio de dos resistencias y una termocupla.

El calor o temperatura del sellado es enfriado por medio de una válvula selenoide con aire. El cortado es realizado por una mordaza que es calentada por electricidad mediante una perilla, la cual se regula en impulsos.

Esta empaquetadora también dispone de un controlador de paquetes por turno para así determinar por diferencia los desperdicios y su rendimiento. En la figura 4.8 se puede observar una imagen de la empaquetadora. [6]



Figura 4.8: Empaquetadora.

Fuente: Planta Procesadora de Maíz “Chaguaramas” (2010).

4.1.12 Almacenamiento

Los paquetes son transportados y llevados a un carril para ser acomodados en bolsones de polietileno de 20 unidades cada uno (Fardo o Bulto). Los bolsones son sellados y colocados en paletas de madera en lotes de 45 bolsones por formaletas, como se muestra en la figura 4.9.



Figura 4.9: Paletas de 45 Fardos.

Fuente: Planta Procesadora de Maíz “Chaguaramas” (2010).

4.1.13 Distribución

El producto en fardos y sobre paletas es cargado y descargado en montacargas hasta las gandolas (Ver figura 4.10), en las cuales son transportados por los pedidos. [6]



Figura 4.10: Inicio de la distribución.
Fuente: Planta Procesadora de Maíz “Chaguaramas” (2010).

4.2 Diagnóstico de la Situación Operacional de la Línea de Producción de Harina de Maíz en Planta “Chaguaramas”.

Para realizar el Diagnóstico de la situación Operacional de la Planta en estudio así como para el avance en el resto de los objetivos planteados por el autor de este trabajo, se conformó un Equipo Natural de Trabajo (ENT), cómo lo sugiere la metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Este ENT está integrado por quienes mejor conocen los equipos: Personal de operaciones y de mantenimiento, cómo se muestra en la Tabla 4.1. Ellos definen el contexto operacional, las funciones requeridas de los equipos, sus fallas funcionales, las causas raíces de fallas, sus efectos, sus niveles de criticidad y finalmente, la estrategia más adecuada para cada caso. Son conducidos por un Facilitador, función que cumplió en este caso, el autor de este trabajo.

Tabla 4.1: Personas que integraron el ENT y sus Funciones.

Fuente: Diseño propio (2010).

INTEGRANTE.	CARGO EN LA PLANTA	ÁREA
Ing. Néstor Quevedo	Coordinador General	ADMINISTRACIÓN
Ing. Dubraska Custodio	Sup. Control y Análisis.	PRODUCCIÓN
Ing. Ana Teresa Marí	Ex - Coordinadora.	ADMINISTRACIÓN
Técnico. Olinto González	Sup. Mantenimiento.	MANTENIMIENTO
Técnico. Wilfredo Martínez	Ex - Sup. Mantenimiento	MANTENIMIENTO
Sra. Ingrid Soto.	Sup. Higiene y Seguridad.	SIAHO
Sr. José Ledesma.	Sup. Turno Producción.	PRODUCCIÓN
Sr. José Muñoz	Mecánico.	MANTENIMIENTO
Sr. Francisco Araque	Mecánico de Turno.	MANTENIMIENTO
TSU. Carlos Guzmán	Asistente de coordinación.	ADMINISTRACIÓN
Br. Gabriel Urbay	Pasante	FACILITADOR

Gracias a la información suministrada por el ENT y los trabajadores de la planta “Chaguaramas” bajo el uso de la técnica de entrevista informal, a los manuales de proceso suministrados por el personal, al Flujograma del proceso de la Planta procesadora de Maíz “Bravo Cacique” (Planta similar a la “Chaguaramas”, ubicada en Urachiche, Edo. Yaracuy) y datos suministrados por el departamento de Mantenimiento Industrial de Plantas similares, además del empleo de la técnica de observación directa, fue posible lograr el Diagnóstico de la Situación operacional de la planta “Chaguaramas”.

La línea de producción de la planta “Chaguaramas” está compuesta por una red de tuberías de hierro por donde pasa el maíz y otra el producto, tuberías galvanizadas para transportar aire, polvillo, subproducto y harina en proceso; esta planta consta de un circuito de tuberías que transportan aire comprimido desde el compresor, a cada nivel de la planta; posee una red de aguas blancas que surte los puntos de la planta donde el proceso lo requiera, estas transportan el agua desde un tanque subterráneo de 120 mil Litros hasta el tercer piso para el proceso de humectación, a través del impulso generado por una bomba de 5 HP; La planta está equipada con diversos equipos que intervienen en el proceso de producción, mostrados en la tabla 4.2, un Panel de Control (el PLC) el cual fue instalado para controlar automáticamente todo el proceso, pero en la actualidad sólo controla una parte del mismo, y la otra debe controlarse manualmente. La planta posee 9 Silos de almacenamiento, distribuidos según se muestra en la tabla 4.3, de estos silos, los dos sombreados de amarillo están inoperativos desde que inició la planta, ya que sólo se cuenta con una sola Empaquetadora operativa. Debido a los constantes problemas Eléctricos en el Estado Guárico por el razonamiento de energía, se equipó la planta con un Generador de Energía Eléctrica que provee 1050 Kva a la planta, y este se alimenta de combustible diesel.

Tabla 4.2: Equipos que conforman la línea de Producción de la Planta Chaguaramas.**Fuente:** Diseño propio (2010).

EQUIPO	CÓDIGO	EQUIPO	CÓDIGO
ESCLUSA DEL DECANTADOR	M101	ESCLUSA DE MICROCICLÓN	M302
ESCLUSA DE CICLÓN	M102	TURBO VENTILADOR	M307
ESCLUSA DE CICLÓN	M103/207	ALIMENTADOR DE LA SECADORA	M308
TURBO VENTILADOR	M104/213	TURBO VENTILADOR	M309
TURBO VENTILADOR	M105	SECADORA H	M310
TORNILLO SIN FIN	M106	TURBO VENTILADOR	M311
ELEVADOR DE CANGILONES	M107	LAMINADOR	M314
SEPARADOR GRAVITATORIO	M108	COC-LAMIN	M316
SEPARADOR VIBRATORIO	M109	SUMINISTRO DE VAPOR	M316.1
ELEVADOR DE CANGILONES	M111	TORNILLO SIN FIN	M317
ESCLUSA DE MICROCICLÓN	M201	ESCLUSA MICROCICLÓN	M318
ESCLUSAS DE MICROCICLÓN	M202/402	MOTOR DE FLUJO A COCINA	M319
ESCLUSAS DE MICROCICLÓN	M203	ALIMENTADOR DEL LAMINADOR	M320
ESCLUSA DE FILTRO DE MANGA	M204	ESCLUSA DE CICLÓN	M401
FILTRO DE MANGAS	M204.1	ESCLUSAS DE MICROCICLONES	M403
ESCLUSA DE FILTRO DE MANGA	M205	ENTOLETER	M405.1
FILTRO DE MANGAS	M205.1	TORNILLO SIN FIN	M406
SIN FIN Y ESCLUSA	M206/305/407	MOLINOS 3SIZ Y 4SIZ	M410
ESCLUSA DE MICROCICLÓN	M208	MOLINOS 2SIZ	M411
TORNILLO SIN FIN	M209/303/404	MOLINOS 1 SIZ	M412
ESCLUSA DE MICROCICLÓN	M210/304/405	MOLINOS 4BK Y 3BK	M413
TURBO VENTILADOR	M211	MOLINOS 2BK	M414
TURBO VENTILADOR	M214/306/408	MOLINOS 1 BK	M415
ESCLUSA FILTRO	M215/312/409	ALIMENTADOR DE MOLINO	M417
ESCLUSA DE FILTRO	M216	ALIMENTADOR DE MOLINO	M418
PLANSIFTER	M217/416	EMPAQUETADORA	M502
PULIDOR	M218	CALDERA DE LA PLANTA	
VENTILADOR DEL PULIDOR	M218.1	COMPRESOR DE LA PLANTA	
TORNILLO SIN FIN	M219	GENERADOR ELÉCTRICO	
ELEVADOR DE CANGILONES	M220	BOMBA DE AGUA PRINCIPAL	
ALIMENTADOR DE HUMECTADOR	M221	CADENA TRANSPORTADORA.	
ESCLUSA DE CICLÓN	M301		

El vapor necesario para los procesos de Humectación, precocido, Laminado y secado, se generan en una Caldera de tecnología iraní, con una capacidad de 1660 Kw, que envía vapor desde planta baja (ubicación de la misma) hasta el tercer piso, dando puntos de vapor en cada piso de la Planta.

Tabla 4.3: Especificaciones de los silos de la Planta “Chaguaramas”.

Fuente: Diseño propio (2010)

SILO	ALMACENA	CAP.	UBICACIÓN	FORMA
SILO PULMÓN	MATERIA PRIMA (MAÍZ)	160 TON	EXTERNO	CILÍNDRICA
SILO DE SUBPRO. 1	SUBPRODUCTO (CONCHA Y GERMEN DEL MAÍZ)	35 TON	EXTERNO	CILÍNDRICA
SILO DE SUBPRO. 2	SUBPRODUCTO (CONCHA Y GERMEN DEL MAÍZ)	35 TON	EXTERNO	CILÍNDRICA
SILO DE MAÍZ LIMPIO	MAÍZ QUE SALE DE LA SECCIÓN DE LIMPIEZA	14 TON	INTERNO	RECTANGULAR
SILO DE GRITZ	ENDOSPERMO	14 TON	INTERNO	RECTANGULAR
SILO DE HARINA.1	HARINA LISTA PARA EMPAQUETAR	6 TON	INTERNO	CILÍNDRICA
SILO DE HARINA.2	HARINA LISTA PARA EMPAQUETAR	6 TON	INTERNO	CILÍNDRICA
SILO DE HARINA.3	HARINA LISTA PARA EMPAQUETAR	6 TON	INTERNO	CILÍNDRICA
SILO DE HARINA.4	HARINA LISTA PARA EMPAQUETAR	6 TON	INTERNO	CILÍNDRICA

En la tabla 4.4, se presentan los requerimientos de esta planta para su correcto funcionamiento. Esta planta tiene una capacidad por secciones de producción, según su capacidad instalada, en la sección de limpieza 6 Ton/H, Desgerminación 3 Ton/H, Cocina y Laminado 3 Ton/H, Molienda 3 Ton/H. Todos estos datos son compatibles para las plantas de harina de Maíz similares ubicadas en los Estados Yracuy,

Barinas, Monagas, San Carlos, Bolívar, Portuguesa y Guárico, las cuales fueron todas fabricadas por tecnología Árabe, bajo los convenios entre los países Venezuela e Irán, a cargo de la empresa Ard Machine.

Tabla 4.4: Requerimientos de la Planta.

Fuente: Gerencia General de la CVA. (2007).

Ítems	Descripción	Cantidad
Materia Prima	Maíz acondicionado	72 Ton
Electricidad	Requerimientos del proceso industrial (falta añadir el consumo de la caldera)	529,74 Kva.
	Requerimientos de la Planta en general según Proyecta 21	750 Kva.
Agua	falta calcular el consumo de la caldera y servicios básicos	11.000 Lts./día
Aditivos para la Harina Precocida	Vitamina A	9000 UI/Kg.
	Tiamina	4.092g/mes
	Riboflavina	3.300g/mes
	Niacina	67.320g/mes
	Hierro	66.000g/mes

La Planta “Chaguaramas” posee una infraestructura de vigas de acero y concreto armado, donde parte de la fachada izquierda es desmontable (Ver Figura 4.12), pues las paredes externas de esta parte, son de láminas de madera livianas y resistentes, con la finalidad de permitir el reemplazo de equipos o mantenimientos que requieran el desmontaje de los mismos. A lo largo y ancho de esta infraestructura se encuentran estratégicamente ubicados la mayor parte de los equipos que hacen

posible el proceso de producción de harina de maíz, en la figura 4.11 se presenta una imagen que muestra sin escala la forma de la estructura de la planta.

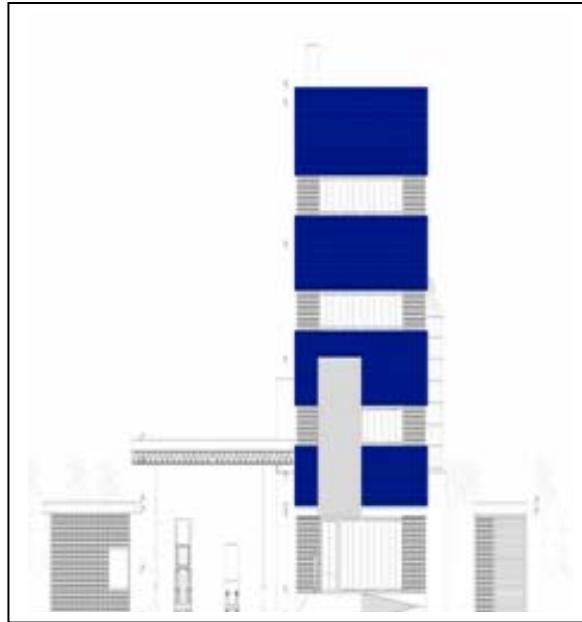


Figura4.11: Dibujo Infraestructura de la Planta “Chaguaramas”.

Fuente: Gerencia General de la CVA.(2007).



Figura 4.12: Fachada de la infraestructura de la Planta “Chaguaramas”.

Fuente: Planta Procesadora de Maíz “Chaguaramas” (2010).

El proceso de producción de Harina de Maíz precocido en esta planta consta de cinco secciones, donde intervienen diferentes equipos. En el **Anexo A** se presentan los estándares de funcionamientos y algunos detalles técnicos de cada uno de estos equipos.

La Línea de producción de la Planta “Chaguaramas” está diseñada de tal manera que sus equipos están conectados en Serie, ocasionando esto que la falla de un equipo afecte la Producción, y que las paradas por demoras sean frecuentes. Entre los equipos que han generado más paradas imprevistas, según el ENT son: El Laminador, la Empaquetadora y la Caldera.

Las actividades de operación pueden ser realizadas de dos maneras, una puede ser a flujo continuo y la otra por secciones. La primera se lleva a cabo cuando se procesa todo el maíz que entra y se hace pasar por todas las secciones sin detener ninguna sección, y la segunda, se realiza sección por sección, es decir, que se utiliza de manera alternada, mientras una sección trabaja todas las demás pueden estar sin operar hasta que los silos se llenen, una vez llenos los silos, es obligatorio operar la sección siguiente. La manera más productiva es la primera, pero debido a la ausencia de algunos dispositivos de control que han sido retirados, al igual que otros dispositivos de Medición, el proceso a Flujo continuo no es usado a su capacidad instalada, pues se han originado diversas desviaciones que han sido por ahora un obstáculo para llevar a cabo satisfactoriamente un proceso a flujo continuo controlado.

El Departamento de Mantenimiento de esta Planta ha tenido desde sus inicios hasta ahora una gestión enfocada en el mantenimiento correctivo, no existen manuales de mantenimiento, y la información del Fabricante de los equipos es deficiente, donde la experiencia de los mantenedores se ha logrado por ensayo y error. El personal de ejecución de mantenimiento no se encuentra adiestrado en las

diferentes especialidades del mantenimiento, por ejemplo, en Electricidad e Instrumentación.

La producción ha sido muchas veces detenida por la falta de herramientas, o de repuestos, debido a la ubicación de la Planta y a que todos los repuestos están centralizados en la Gerencia General en Barquisimeto, el proceso de procura de repuestos e insumos lleva tiempo y retarda significativamente las tareas de mantenimiento.

Todos los equipos están actualmente operativos, a excepción de la esclusa del ciclón M103, la esclusa del Filtro M215 y la esclusa del ciclón M301. Todos estos equipos son relativamente nuevos con un poco más de un año de uso.

4.2.1 Condiciones Operacionales de la Planta.

El proceso de Producción de la Planta Chaguaramas se lleva a cabo todos los días de la semana. El horario de trabajo es de 24 Horas, el cual se cumple en tres turnos de trabajo, de 6:00am a 2:00pm el primer turno, el segundo es de 2:00pm a 10:00 pm, y el tercero es de 10:00pm a 6:00am, los 89 Trabajadores de la planta están organizados, en un turno Administrativo que labora de lunes a Viernes, de 8:00am a 5:00pm, y cuatro Turnos de Producción que se rotan en los horarios antes mencionados, mientras uno de los mismo descansa. Durante el Año se tienen programadas 24 Paradas de Mantenimiento y de Fumigación, una cada quince días.

La capacidad instalada de la Planta es para procesar 72 Ton/día de Maíz y producir 47 Ton/día de Harina de Maíz, pero la capacidad de trabajo actualmente es de 18Ton/día de Harina, significando esto que la condición operacional de la planta actualmente es de un 38% de la capacidad Instalada.

4.3 Análisis de Criticidad, de los Equipos que conforman la Línea de Producción de Harina de Maíz Precocida de la Planta “Chaguaramas”.

4.3.1 Justificación del Análisis de Criticidad

Para llevar a cabo la Producción en la Planta “Chaguaramas”, es necesario mantener en funcionamiento una gran cantidad de equipos, lo que hace necesario establecer hacia cuales se deben dirigir todos los esfuerzos, y la gestión de mantenimiento, para así atender en primer lugar aquellos cuya falla produzca un impacto significativo en la integridad del ambiente, el personal, el proceso y la producción, esto se hace con el objetivo de que las estrategias de mantenimiento implementadas, tengan el mayor impacto en el buen funcionamiento de los sistemas en donde estos equipos operan. La forma más adecuada de establecer el orden en que deben ser atendidos los activos, es mediante un análisis de criticidad. A continuación se explica cómo se realizó este análisis.

4.3.2 Identificación de los Equipos a Estudiar

El Equipo Natural de Trabajo, en concordancia con los lineamientos de la Empresa, decidió realizar el análisis de Criticidad para los 64 equipos que conforman la Línea de Producción de la Planta “Chaguaramas”, estos equipos se muestran en la Tabla 4.2.

4.3.3 Selección de la Metodología a usar para realizar el Análisis de Criticidad.

Para realizar Análisis de Criticidad se han desarrollado Metodologías con la finalidad de generar resultados más precisos y de una manera sencilla. A continuación se presentan en la Figura 4.13 los Nombres de algunas Metodologías que se manejan

hoy día en el ámbito del Mantenimiento Industrial para la Jerarquización de Equipos según su Impacto Global. Para más Información sobre las Metodologías mencionadas en la Figura 4.13, en el Anexo A encontrará la descripción de cada una de ellas.

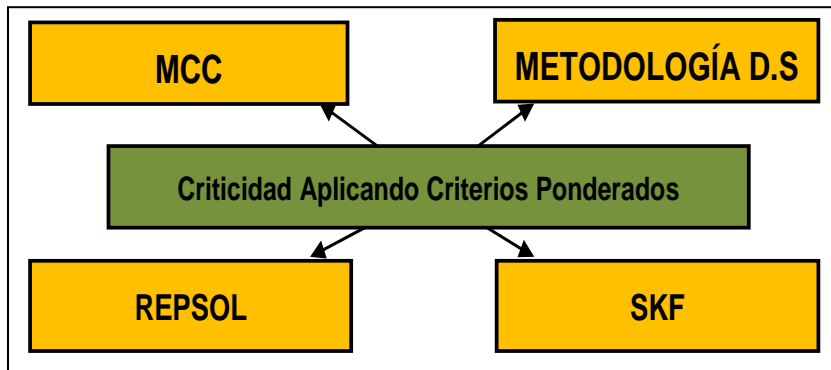


Figura 4.13 Criterios Ponderados para la Jerarquización de equipos.

Fuente: Confima & consultores, (2010).

El equipo Natural de Trabajo para realizar el Análisis de Criticidad de los equipos de la línea de Producción de la Planta “Chaguaramas” seleccionó la Metodología D.S, ya que permite adaptar los Factores para el análisis a las condiciones del equipo y a las necesidades de la Organización, es muy sencilla de aplicar en comparación con la Metodología propuesta por el MCC, debido a la Flexibilidad de su Matriz, el criterio de Ponderación que utiliza es muy sencillo a diferencia de lo complejo que se vuelve el de la Metodología REPSOL con los amplios intervalos de tiempos que usa para establecer la frecuencia de Fallas, ya que es difícil que un equipo dinámico lo pueda cumplir. Otra de las ventajas que posee la Metodología D.S es que tiene claro el Concepto de Criticidad a diferencia de la Metodología SKF que confunde Criticidad con riesgo, además la metodología seleccionada posee un criterio para ponderar el grado que puede afectar la falla del equipo a la seguridad y al ambiente, detalle con el que no cuenta la Metodología SKF. (Ver **Anexo B**)

4.3.4 Adaptación del Análisis de Criticidad D.S. al Ámbito Operacional de los Equipos en Estudio.

En esta etapa, el ENT procede a ajustar la metodología de análisis de criticidad, a la realidad operativa de la planta, tomando en cuenta la cantidad y la calidad de información que se dispone por equipo, y de la información que es capaz de aportar el personal de la planta, con el propósito de definir cuáles de los parámetros o factores incluidos dentro de la metodología D.S, deben ser considerados o no en el caso particular para la línea de Producción de Harina de Maíz precocida de la planta “Chaguaramas”.

La planta “Chaguaramas” el 26 de enero del 2010 cumplió su primer año de funcionamiento, en este tiempo el departamento de mantenimiento industrial sufrió modificaciones en su estructura y en su personal, no se cuenta con un histórico de falla, tan sólo se tiene lo que los dos supervisores de mantenimiento recuerdan. Ante esta problemática el Equipo Natural de Trabajo decidió tomar un período de estudio accesible para ambos supervisores (desde Mayo 2009 a Febrero 2010), y seleccionó los Factores o parámetro para el análisis que mejor maneje el personal de la planta y que pueda ser cuantificado. Por consiguiente se seleccionaron los siguientes parámetros:

Del área de mantenimiento:

- Cantidad de Fallas ocurridas entre Mayo del 2009 y Febrero del 2010.
- Personal encargado de restablecer el servicio del Equipo.
- Porcentaje de Demoras por Mantenimiento en el periodo indicado (%DM). Se puede calcular utilizando las Ecuaciones 4.1, 4.2 y 4.3.

$$\%DM = \frac{HTDM}{HD} \times 100$$

Ec.4.1

$$HD = HC - TMP \quad \text{Ec.4.2}$$

$$HTDM = HDM + HDE + HDI \quad \text{Ec.4.3}$$

Donde HTDM son las Horas Totales de Demoras por Mantenimiento, HD las Horas Disponibles, HC las Horas Calendario, TMP el Tiempo de Mantenimiento Programado, HDM Horas de Demoras Mecánicas, HDE horas de Demoras Eléctricas y HDI Horas de Demoras de Instrumentación.

- Porcentaje de Disponibilidad del Equipo (%DisEq) en el Periodo indicado. Se calcula utilizando la Ecuación 4.4.

$$\%DisEq = \frac{HD}{HC} \times 100 \quad \text{Ec.4.4}$$

- Porcentaje de cumplimiento de Paradas por Mantenimiento Programado para el lapso en estudio (%Cump.). Se calcula utilizando la Ecuación 4.5.

$$\%Cump = \frac{HPMMP}{HPRMP} \times 100 \quad \text{Ec.4.5}$$

HPMMP significa las Horas de Paradas Metas para Mantenimiento Programado y HPRMP las Horas de Paradas Reales para Mantenimiento Programado.

- Porcentaje de Disponibilidad de Repuestos en el almacén (DR) en el Periodo indicado. Se calcula utilizando la Ecuación 4.6.

$$DR = \frac{FE}{FT} \times 100 \quad \text{Ec.4.6}$$

PS son las Pedidos realizados al almacén, que se han podido cubrir satisfactoriamente y PT son los Pedidos Totales, o sea, todos los pedidos o solicitudes de repuestos que se han hecho en el almacén a lo largo del periodo en estudio.

Del área de operaciones:

- Efecto que produce la falla del equipo en la salud y seguridad del Personal y el Ambiente.
- Efecto que produce la falla del equipo sobre la Calidad y Productividad.
- Efecto sobre la Producción en caso de que el equipo Falle.


Estos parámetros serán ponderados según lo establece la metodología D.S., del uno al tres, uno para lo menos severo y tres para lo más severo, en la tabla 4.5 se observa la matriz de criticidad resultante, la cual contiene los factores a evaluar y la ponderación de cada uno de ellos.

La criticidad de los equipos, fue calculada mediante la ecuación 2.1 mientras que las constantes del área de mantenimiento (K_1), y del área operacional (K_2) fueron suministradas por el creador de la metodología D.S.

$$K_1 = 0.0270$$

$$K_2 = 0.0555$$

Tabla 4.5 Matriz de criticidad empleada para el análisis de los equipos**Fuente:** Suárez, Diógenes (2007).

	Equipo:	Sistema:	Realizado:		
	Código:	Evento de control:			
ÁREA DE MANTENIMIENTO					
Factor a Evaluar	Criterios		Ponderación	Criterio Elegido	Puntos
	Rotativo	Estático			
1) Cantidad de Fallas en el periodo evaluado	1a) F= 1	0<F<1	1		
	1b) 1<F<12	1<F<3	2		
	1c) F≥12	F≥3	3		
2) Personal encargado de restablecer el servicio del equipo.	2a) Mecánicos de la Planta.		1		
	2b) Mecánicos de la Empresa Matriz.		2		
	2c) Especialista de la casa Fabricante.		3		
3) Disponibilidad del equipo en el periodo evaluado (%DisEq)	3a) %DisEq ≥80%		1		
	3b) 50 ≤ %DisEq < 80%		2		
	3c) %DisEq < 50%		3		
4) Demoras por Mantenimiento (%DM)	4a) %DM < 3		1		
	4b) 3 ≤ %DM < 7		2		
	4c) %DM > 7		3		
5) Cumplimiento de Paradas por Mantenimiento Programado (%Cump)	5a) 75% ≤ %Cump ≤ 100%		1		
	5b) 50% ≤ %Cump < 75%		2		
	5c) 0% ≤ %Cump < 50%		3		
6) Disponibilidad de repuestos en el periodo evaluado (DR)	6a) DR ≥ 80%		1		
	6b) 50 ≤ DR < 80%		2		
	6c) DR < 50%		3		
Total puntos obtenidos en el área de mantenimiento (ΣA.M.)					
ÁREA OPERACIONAL					
Factor a Evaluar	Criterios		Ponderación	Criterio Elegido	Puntos
7) Seguridad industrial, ambiente e higiene ocupacional (SIAHO)	7a) Sin Consecuencias		1		
	7b) Efecto Temporal		2		
	7c) Efecto Permanente		3		
8) Efecto sobre la Calidad y Productividad.	8a) Sin Efecto		1		
	8b) Varía la calidad.		2		
	8c) Reduce la producción y genera defectos de producción. Reduce la velocidad del proceso		3		
9) Efecto sobre la Producción	9a) Sin Efectos		1		
	9b) Parada de una sección del proceso.		2		
	9c) Parada de todo el proceso.		3		
Total puntos obtenidos en el área operacional (ΣA.O.)					
RE= Criticidad del equipo = [K1 * (ΣA.M.) + K2 * (ΣA.O.)] x 100					

Estos valores serán los introducidos en la ecuación 2.1 a modo de garantizar que el valor de criticidad nunca supere la cifra de 100%.

El ENT decidió por consenso que los equipos deben clasificarse en crítico, semi-crítico o no crítico según la tabla 4.6.

Tabla 4.6 Parámetros para clasificar la criticidad de los equipos bajo estudio.

Fuente: Diseño Propio. (2010)

PARÁMETROS PARA ESTABLECER CRITICIDAD
No crítico ($33\% \leq RE < 50\%$)
Semi-crítico ($50 \leq RE < 70\%$)
Crítico ($RE \geq 70\%$)

4.3.4.1 Metodología utilizada para la recolección de la información necesaria para la ejecución del análisis de criticidad.

El Equipo Natural de Trabajo (ENT) decidió realizar una encuesta con el objeto de recabar la información necesaria para la ejecución del análisis de criticidad, ya que no se cuenta con historiales de mantenimiento. Dicha encuesta le fue realizada; a una selección del personal que labora en la empresa (muestreo a juicio), y considera las preguntas que se presentan en la Figura 4.14. La opinión de cada encuestado es ponderada, según el grado de conocimiento que este tiene del proceso, y de los equipos involucrados en el estudio. A continuación en la tabla 4.7 se listan los encuestados y sus ponderaciones.

ENCUESTA PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Lea con detenimiento cada una de las preguntas antes de contestar, y conteste en la planilla con números solamente, las opciones para responder algunas preguntas están identificadas con números del 1 al 3 para contestar. Tenga presente que el Periodo en que se evalúan los equipos es de mayo del 2009 a febrero del 2010.

1. ¿Cuántas veces falló el equipo en estudio durante el periodo antes mencionado?
 1. $F=1$.
 2. $1 < F < 12$.
 3. $F \geq 12$.
2. ¿El personal necesario para intervenir el equipo?
 1. Mecánicos de la Planta.
 2. Mecánicos de la empresa Matriz.
 3. Especialistas de la casa Frabricante.
3. ¿Cuánto tiempo en promedio estuvo el equipo fuera de servicio a causa de las fallas que presentó dentro de dicho periodo?
4. ¿Cuántas intervenciones de mantenimiento se le programaron a este equipo de parte del departamento de mantenimiento en el periodo indicado?
5. ¿Cuántas horas dura aproximadamente el mantenimiento Programado para este equipo?
6. ¿Recuerda usted cuantas horas en total se tuvo que suspender la producción por excederse al tiempo estimado del mantenimiento programado para este equipo en el periodo indicado?
7. ¿Recuerda cuantas veces fue usted al almacén a solicitar un repuesto para el equipo en estudio, durante el periodo mencionado?
8. ¿Recuerda usted cuantas veces solicitó repuestos para el equipo en estudio en el almacén y se le entregaron satisfactoriamente durante este periodo?
9. Una Falla grave del equipo en estudio, de qué manera afecta la seguridad del personal y/o ambiente (SIAHO).
 1. Sin consecuencias.
 2. Efecto temporal.
 3. Efecto permanente.
10. En cuanto a la Calidad y la productividad, ¿cómo afecta la falla de este equipo?
 1. Sin efecto.
 2. Variaciones en las especificaciones de calidad y producción.
 3. Defectos de producción, reducción de velocidad, reducción de producción.
11. ¿Cómo es el efecto sobre la producción en el caso que fallara este equipo?
 1. Sin efecto.
 2. Parada de una parte del proceso.
 3. Parada de todo el proceso.

Figura 4.14: Encuesta Realizada para recabar Información para el Análisis de Criticidad.

Fuente: Diseño Propio. (2010)

Tabla 4.7 Encuestados y sus ponderaciones

Fuente: Diseño Propio. (2010)

Encuestado	Ponderación %
Coordinador de Planta.	10
Supervisor de Mantenimiento Industrial.	30
Ex -Supervisor de Mantenimiento Industrial.	30
Mecánico	15
Supervisor de Producción	15
Total	100

Esta encuesta fue realizada sólo a 5 Integrantes del ENT por ser los que conocen mejor desde el punto de vista técnico los equipos y el proceso de Producción. Luego de implementada la encuesta, se procedió a procesar los datos arrojados por ésta, con la finalidad de elegir un criterio por cada factor. Se seleccionó el criterio con mayor porcentaje que resulte al sumar las opciones de los encuestados. Esto se ejemplifica en la tabla 4.8

Tabla 4.8 Método de selección de criterios para evaluar los factores de criticidad.

Equipo: Esclusa de ciclón M101

Fuente: Diseño Propio. (2010)

Encuestado	OPCIONES		
	7a) Sin Consecuencias.	7b) Efecto Temporal.	7c) Efecto Permanente.
Coordinador de Planta.	10%		
Supervisor de Mantenimiento Industrial.	30%		
Ex -Supervisor de Mantenimiento Industrial.	30%		
Mecánico	15%		
Supervisor de Producción		15 %	
Criterio seleccionado	7a.		

La encuesta fue realizada persona a persona, donde el autor de este trabajo interrogaba a los encuestados y vaciaba la información en una hoja de Excel, con la finalidad de disminuir costos, la información se muestra en la Figura 4.15 a manera de dar a entender al lector parte del trabajo que se realizó para recabar la información. En la Figura antes mencionada se puede observar cómo se identificaron los equipos en la Hoja de Excel y se muestra a modo de ejemplo, la manera en que se registró la información obtenida por medio de la encuesta mostrada en la Figura 4.14.

Identificación de los equipos

Los números en las celdas verdes, indican la pregunta de la encuesta a la que corresponde cada columna.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	EQUIPO	CÓDIGO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	ESCLUSA DEL DECANTADOR	M101	3	1	2	0	0	0	0	0	1	1	1
3	ESCLUSA DE CICLÓN	M102	4	1	8000	0	0	0	2	0	1	1	1
4	ESCLUSA DE CICLÓN	M103/207	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	2
5	TURBO VENTILADOR	M104/213	2	2	16	3	1	0	2	2	1	3	2
6	TURBO VENTILADOR	M105	1	2	1	3	1	0	0	0	1	3	2
7	TORNILLO SIN FIN	M106	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	2
8	ELEVADOR DE CANGILONES	M107	3	3	60	3	4	0	5	1	1	3	3
9	SEPARADOR GRAVITATORIO	M108	3	2	72	3	1	0	2	1	1	2	2
10	SEPARADOR VIBRATORIO	M109	0	2	0	3	1	0	0	0	1	2	2
11	ELEVADOR DE CANGILONES	M111	6	3	76	3	2	76	6	1	1	3	3
12	ESCLUSA DE MICROCICLÓN	M201	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3	2
13	ESCLUSAS DE MICROCICLÓN	M202/402	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3	3
14	ESCLUSAS DE MICROCICLÓN	M203	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	3
15	ESCLUSA DE FILTRO DE MANGA	M204	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	2
16	FILTRO DE MANGAS	M204.1	0	1	0	3	4	0	0	0	1	2	2
17	ESCLUSA DE FILTRO DE MANGA	M205	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	3
18	FILTRO DE MANGAS	M205.1	0	1	0	3	3	0	0	0	1	2	3

Figura 4.15: Ejemplo de Recolección de datos de la encuesta utilizando Excel.

Fuente: Diseño Propio. (2010)

4.3.5 Ejecución del Análisis de Criticidad.

Ya con todos los criterios seleccionados, mediante la metodología previamente expuesta, se procedió vaciar los datos recabados en la matriz de criticidad mostrada en la tabla 4.5, para obtener la criticidad de cada equipo estudiado, esto se hizo con la ayuda de una segunda hoja de cálculo programada en Excel para tomar automáticamente los datos de la primera hoja mostrada en la Figura 4.15 y procesar la información, con lo cual se acortó el tiempo empleado para obtener los resultados del análisis realizado. A continuación en la Figura 4.16 se muestra un fragmento de la hoja de cálculo que se programó para ejecutar el análisis de criticidad de cada equipo.

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'MODIFICADO - Microsoft Excel'. The spreadsheet contains a table with the following columns: EQUIPO, CÓDIGO, FAC.1, PUNTOS, FAC.M.2, FAC.M.3, PUNTOS, FAC.M.4, PUNTOS, FAC.M.5, PUNTOS, FAC.M.6, PUNTOS, TOTAL P. M, FAC.O.1, FAC.O.2, FAC.O.3, and TOTAL P.O. The rows list various pieces of equipment such as 'ESCLUSA DEL DECANTADOR', 'ESCLUSA DE CICLÓN', 'TURBO VENTILADOR', etc. Callouts in yellow and blue boxes point to specific columns and rows, explaining their significance in the analysis.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
	EQUIPO	CÓDIGO	FAC.1	PUNTOS	FAC.M.2	FAC.M.3	PUNTOS	FAC.M.4	PUNTOS	FAC.M.5	PUNTOS	FAC.M.6	PUNTOS	TOTAL P. M	FAC.O.1	FAC.O.2	FAC.O.3	TOTAL P.O.
2	ESCLUSA DEL DECANTADOR	M001	3	2	1	100	1	0,0274123	1	0	3	0	3	11	1	2	1	4
3	ESCLUSA DE CICLÓN	M002	4	2	1	100	1	10,64912	3	0	3	0	3	13	1	1	1	3
4	ESCLUSA DE CICLÓN	M003207	1	1	1	100	1	0,0137061	1	0	3	0	3	10	1	1	2	4
5	TURBO VENTILADOR	M004213	2	2	2	99,956888	1	0,2163885	1	100	1	100	1	8	1	2	2	5
6	TURBO VENTILADOR	M005	1	1	2	99,956888	1	0,0137108	1	100	1	0	3	9	1	2	2	5
7	TORNILLO SIN FIN	M006	0	1	1	100	1	0	1	0	3	0	3	10	1	3	2	6
8	ELEVADOR DE CANGILONES	M007	3	2	3	99,83553	1	0,8237232	1	100	1	20	3	11	1	3	3	7
9	SEPARADOR GRAVITATORIO	M008	3	2	2	99,956888	1	0,387246	1	100	1	50	2	9	1	2	2	5
10	SEPARADOR VIBRATORIO	M009	0	1	2	99,956888	1	0	1	100	1	0	3	9	1	2	2	5
11	ELEVADOR DE CANGILONES	M011	6	2	3	99,91776	1	1,042524	1	7,317073	3	6,6666667	3	13	1	3	3	7
12	ESCLUSA DE MICROCLÓN	M201	0	1	1	100	1	0	1	0	3	0	3	10	1	3	2	6
13	ESCLUSAS DE MICROCLÓN	M2020402	0	1	1	100	1	0	1	0	3	0	3	10	1	3	2	6
14	ESCLUSAS DE MICROCLÓN	M203	0	1	1	100	1	0	1	0	3	0	3	10	1	2	2	5
15	ESCLUSA DE FILTRO DE MANGA	M204	0	1	1	100	1	0	1	0	3	0	3	10	1	2	2	5
16	FILTRO DE MANGAS	M204.1	0	1	1	99,82553	1	0	1	100	1	0	3	8	2	2	2	6

Figura 4.16: Ejemplo de cómo se procesaron los datos en una hoja de cálculo de Excel.

Fuente: Diseño Propio. (2010)

4.3.6 Resultados del Análisis de Criticidad.

A continuación en la figura 4.17 se presenta un fragmento de la hoja de Excel en donde los resultados fueron arrojados automáticamente por la hoja de cálculo programada por el autor de este trabajo.

	A	N	R	S	T	U
1	EQUIPO	TOTAL P. M	TOTAL P.O	RE	CONSTANTES POR AREA	VALORES
2	ESCLUSA DEL DECANTADOR	11	4	51,9	MANTENIMIENTO	K1=0,027
3	ESCLUSA DE CICLÓN	13	3	51,75	OPERACIONAL	K2=0,0555
4	ESCLUSA DE CICLÓN	10	4	49,2	PARÁMETROS PARA ESTABLECER CRITICIDAD No crítico ($33\% \leq RE < 50\%$) Semi-crítico ($50\% \leq RE < 70\%$) Crítico ($RE \geq 70\%$)	
5	TURBO VENTILADOR	8	5	49,35		
6	TURBO VENTILADOR	9	5	52,05		
7	TORNILLO SIN FIN	10	6	60,3		
8	ELEVADOR DE CANGILONES	11	7	68,55		
9	SEPARADOR GRAVITATORIO	9	5	52,05		
10	SEPARADOR VIBRATORIO	9	5	52,05		
11	ELEVADOR DE CANGILONES	13	7	73,95		
12	ESCLUSA DE MICROCICLÓN	10	6	60,3		
13	ESCLUSAS DE MICROCICLÓN	10	6	60,3		
14	ESCLUSAS DE MICROCICLÓN	10	5	54,75		
15	ESCLUSA DE FILTRO DE MANGA	10	5	54,75		
16	FILTRO DE MANGAS	8	5	49,35		
17	ESCLUSA DE FILTRO DE MANGA	10	5	54,75		
18	FILTRO DE MANGAS	8	5	49,35		

Figura 4.17: Fragmento de Hoja de Cálculo programada para determinar el porcentaje de Criticidad de los equipos analizados.

Fuente: Diseño Propio. (2010)

De manera general, se presenta en la Figura 4.18 el resultado porcentual del análisis de criticidad Total los equipos que conforman la línea de Producción de Harina de Maíz Precocida de la Planta “Chaguaramas”.

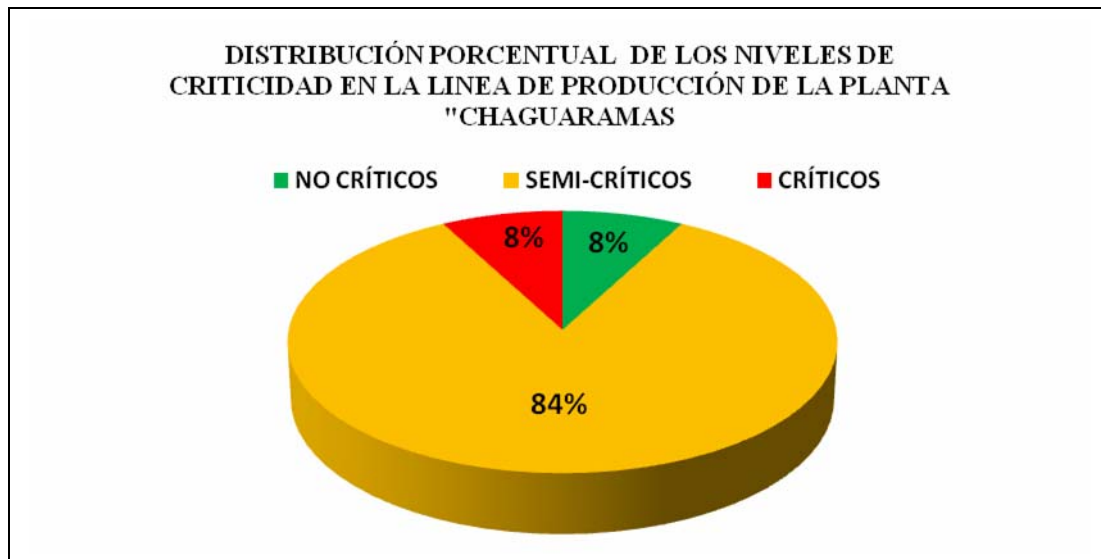


Figura 4.18: Distribución Porcentual del Resultado del análisis de Criticidad en la línea de Producción de la Planta “Chaguaramas”

Fuente: Diseño Propio. (2010)

Los Equipos que resultaron críticos en el Análisis realizado, se observan en la Tabla 4.9, donde se presentan junto su porcentaje de criticidad.

Tabla 4.9: Equipos que resultaron Críticos en el Análisis de Criticidad.

Fuente: Diseño Propio. (2010)

EQUIPO	CÓDIGO	% DE CRITICIDAD
LAMINADOR	M314	87,6
EMPAQUETADORA	M502	82,2
CALDERA DE LA PLANTA	-----	82,35
PULIDOR	M218	71,25
ELEVADOR DE CANGILONES	M111	73,95

En la Figura 4.19 se presenta el nivel de criticidad para cada equipo Analizado por el ENT siguiendo la Metodología D.S, para el caso de la línea de Producción de la Planta “Chaguaramas”

■ ESCLUSA DEL DECANTADOR	■ ESCLUSA DE CICLÓN	■ ESCLUSA DE CICLÓN
■ TURBO VENTILADOR	■ TURBO VENTILADOR	■ TORNILLO SIN FIN
■ ELEVADOR DE CANGILONES	■ SEPARADOR GRAVITATORIO	■ SEPARADOR VIBRATORIO
■ ELEVADOR DE CANGILONES	■ ESCLUSA DE MICROCICLÓN	■ ESCLUSAS DE MICROCICLÓN
■ ESCLUSAS DE MICROCICLÓN	■ ESCLUSA DE FILTRO DE MANGA	■ FILTRO DE MANGAS
■ ESCLUSA DE FILTRO DE MANGA	■ FILTRO DE MANGAS	■ SIN FIN Y ESCLUSA
■ ESCLUSA DE MICROCICLÓN	■ TORNILLO SIN FIN	■ ESCLUSA DE MICROCICLÓN
■ TURBO VENTILADOR	■ TURBO VENTILADOR	■ ESCLUSA FILTRO
■ ESCLUSA DE FILTRO	■ PLANSIFTER	■ PULIDOR
■ VENTILADOR DEL PULIDOR	■ TORNILLO SIN FIN	■ ELEVADOR DE CANGILONES
■ ALIMENTADOR DE HUMECTADOR	■ ESCLUSA DE CICLÓN	■ ESCLUSA DE MICROCICLÓN
■ TURBO VENTILADOR	■ ALIMENTADOR DE LA SECADORA	■ TURBO VENTILADOR
■ SECADORA H	■ TURBO VENTILADOR	■ LAMINADOR
■ COC-LAMIN	■ SUMINISTRO DE VAPOR	■ TORNILLO SIN FIN
■ ESCLUSA MICROCICLÓN	■ MOTOR DE FLUJO A COCINA	■ ALIMENTADOR DEL LAMINADOR
■ ESCLUSA DE CILÓN	■ ESCLUSAS DE MICROCICLONES	■ ENTOLETER
■ TORNILLO SIN FIN	■ MOLINOS 3SIZ Y 4SIZ	■ MOLINOS 2SIZ
■ MOLINOS 1 SIZ	■ MOLINOS 4BK Y 3BK	■ MOLINOS 2BK
■ MOLINOS 1 BK	■ ALIMENTADOR DE MOLINO	■ ALIMENTADOR DE MOLINO
■ EMPAQUETADORA	■ CALDERA DE LA PLANTA	■ COMPRESOR DE LA PLANTA
■ SECADORA DEL COMPRESOR	■ GENERADOR ELECTRICO	■ BOMBA PRINCIPAL
■ CADENA T.		
	CRÍTICO	SEMI-CRÍTICO
	■	■
		NO CRÍTICO
		■

Figura 4.19: Nivel de criticidad para cada equipo de la Línea de Producción de la Planta “Chaguaramas”.

Fuente: Diseño Propio (2010).

4.4 Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF)

Este análisis se realizó sólo para los equipos que resultaron Críticos según la metodología D.S se establecieron sus funciones y estándares de funcionamiento, sus fallas funcionales, los modos de falla y los efectos que produce cada falla, posteriormente se registraron estos datos en la hoja de información de MCC como se muestra en las Tablas 4.10 a la 4.14. En el **Anexo C** se presentan las Hojas de Información resultante para los equipos críticos.

4.4.1 Definición de las funciones principales de los equipos críticos:

Primeramente se revisaron los manuales del fabricante, luego se hicieron consultas a los operadores y al personal que trabaja con los equipos, de esta manera se conocieron las funciones en sitio y se obtuvieron ideas claras sobre la finalidad que cumplen cada equipo en la línea de Producción de Harina de Maíz precocido de la Planta “Chaguaramas”.

4.4.2 Definición de las Fallas Funcionales

Para definir una falla funcional se requiere escribir la función en sentido negativo, es decir, negar la función, de forma parcial o total.

4.4.3 Identificación de los Modos y Efectos de fallas

Para identificar los modos y efectos de las fallas, se revisaron manuales de funcionamiento de los equipos en estudio, se consultaron y entrevistaron al personal de la planta perteneciente al ENT.

Tabla 4.10: Hoja de Información MCC de el Laminador de Copos (M314) perteneciente a la línea de Producción de la Planta “Chaguaramas”.


	Sección: Cocción y Laminado		Realizado Por : Gabriel Urbay		Fecha:	Hoja N°
	Planta “CHAGUARAMAS”					1
	Equipo: Laminador de copos.		Revisado Por: Néstor Quevedo.		Fecha:	De:
	M314					5
Función		Falla Funcional		Modo de Falla (¿Que causa la falla?)		Efecto de falla (¿Que ocurre cuando falla?)
1	Laminar los Copos provenientes del horno vertical, para producir el flake de 0,5 mm de espesor a razón de 1,25Ton/h.	A	El equipo es incapaz de laminar copos.	1	Conexión eléctrica floja / suelta	Al dar la orden de encendido en el computador del Panel de Control Central (PLC) el equipo no arranca (no se enciende la luz indicadora de funcionamiento en el diagrama de control en el computador). Hasta que no se reponga la conexión eléctrica, el proceso de producción permanecerá detenido.
				2	Motor eléctrico recalentado.	Luego de cierto tiempo de funcionamiento se apaga la luz indicadora de funcionamiento del equipo en el PLC y se activa la alarma de aviso, se detiene el equipo haciendo que todo el flujo que cae en la secadora horizontal sea de Copos sin laminar. Esto ocurre, ya que el motor se calienta (Aumenta en exceso su amperaje) y el guardamotor se dispara en el Tablero de Breques del PLC con la finalidad de proteger el motor eléctrico y evitar que se queme. Se recomienda detener el motor del alimentador del laminador (M320), activar el M314, poner en funcionamiento el M320 y disminuir el flujo de copos.
				3	Ruptura de una correa de transmisión de potencia.	Se produce un olor fuerte a goma quemada, y un ruido producto de la correa rota golpeando con el protector. Esto obliga al operador a parar el equipo.
				4	Bomba de Aceite Averiada.	La bomba deja de trabajar y los gatos que mueven la bancada móvil pierden presión, se abren las masas y pasan los copos directamente a la secadora horizontal. El operador se ve obligado a parar la máquina.

Tabla 4.11: Hoja de Información MCC de el Laminador de Copos (M314) perteneciente a la línea de Producción de la Planta “Chaguaramas”.


	Sección: Cocción y Laminado		Realizado Por : Gabriel Urbay		Fecha:		Hoja N°		
	Planta “CHAGUARAMAS”						2		
	Equipo: Laminador de copos. M314		Revisado Por: Néstor Quevedo.		Fecha:		De:		
								5	
Función		Falla Funcional		Modo de Falla (¿Que causa la falla?)		Efecto de falla (¿Que ocurre cuando falla?)			
				5	Caja Hidráulica dañada.	Se pierde presión en las masas, la bomba se queda activada, pues no se logra llegar a la presión donde debe apagarse, se observa presencia de aceite hidráulico alrededor de la caja hidráulica. Se observa en la Secadora que la hojuela que cae es gruesa y en el peor de los casos cae el copo sin laminar. Ante esta falla es necesario detener el proceso.			
				6	Extractor de vapor de la máquina Averiado.	Se produce acumulación de vapor, incomodando al operador y si no se detiene a tiempo para solventar, puede dañarse la máquina.			
				7	Caja reductora de velocidad del alimentador, trancada.	Se recaliente el motor eléctrico del alimentador y se apaga automáticamente el guardamotor 320 en el PLC. Esto hace que el operador detenga obligatoriamente el equipo (M314), corte el suministro de vapor a la cocina deteniendo el proceso de cocción, y si aún quedan copos en el horno, debe dejar que pierda temperatura para descargar por la ventanilla que está encima del alimentador. La sección de cocción y Laminado de copos permanecerá apagada hasta que se solucione la falla.			

Tabla 4.12: Hoja de Información MCC de el Laminador de Copos (M314) perteneciente a la línea de Producción de la Planta “Chaguaramas”.


	Sección: Cocción y Laminado		Realizado Por : Gabriel Urbay	Fecha:	Hoja N°
	Planta “CHAGUARAMAS”				3
	Equipo: Laminador de copos.		Revisado Por: Néstor Quevedo.	Fecha:	De:
	M314				5
Función		Falla Funcional	Modo de Falla (¿Que causa la falla?)		Efecto de falla (¿Que ocurre cuando falla?)
	B	El equipo es incapaz de proporcionar una hojuela (Flake) de 0,5 mm de espesor.	1	Desgaste en las Hojillas.	Se observa acumulación de masa adherida a lo largo de los rodillos, y a raíz de eso la hojuela sale cruda debido a que disminuye la temperatura de cocción en el laminado. Provocando esto que la hojuela no salga dentro del parámetro exigido por control de calidad.
			2	Mezcla Inadecuada	Cuando la mezcla de Agua y Vapor en la cocina no son adecuadas, se generan copos crudos, que al pasar entre las masas se fracturan, manteniendo un espesor mayor a los 0,5 mm reglamentarios. Esto genera además un sonido fuerte característico de este modo de falla.
			3	Calibración inadecuada de presión en las masas.	Se observa un lado de la masa móvil más abajo que otro, esto provoca que la hojuela de un lado sea más gruesa que del otro. También se puede dar el caso, de que ambos lados estén al mismo nivel, pero la abertura no es la recomendada.
			4	Desgaste en las bancadas.	Se puede observar que las manillas de calibración están al máximo y la hojuela continúa gruesa. Si el desgaste es de un solo lado, se observa además desnivel en el rodillo móvil.

Tabla 4.13: Hoja de Información MCC de el Laminador de Copos (M314) perteneciente a la línea de Producción de la Planta “Chaguaramas”.



	Sección: Cocción y Laminado		Realizado Por : Gabriel Urbay		Fecha:	Hoja N°
	Planta “CHAGUARAMAS”					4
	Equipo: Laminador de copos.		Revisado Por: Néstor Quevedo.		Fecha:	De:
	M314					5
Función		Falla Funcional	Modo de Falla (¿Que causa la falla?)		Efecto de falla (¿Que ocurre cuando falla?)	
			5	Aire en los Gatos Hidráulicos.	Se observa que la presión está al máximo y la bomba hidráulica se apaga, más el rodillo móvil no ha subido hasta el nivel que marcan las manillas, y el amperímetro marca en el PLC un amperaje bajo para el motor 314.	
			6	Exceso de flujo.	El amperaje del M314 aumenta, y se puede observar que la hojuela que cae en la secadora es muy gruesa. Se observa por la ventanilla que el flujo de Copos que el alimentador deja pasar es mayor al normal.	
	C	El equipo lamina a una razón menor de 1,25 Ton/h.	1	Parte de la salida del Alimentador obstruida	Se disminuye el flujo de copos que cae al laminador, y se puede observar la presencia de masa obstruyendo la salida	
			2	Desgaste en los rodamientos del motor eléctrico.	Aumenta el consumo de corriente del motor eléctrico acompañado de un ruido excesivo y disminuye la producción.	

Tabla 4.14: Hoja de Información MCC de el Laminador de Copos (M314) perteneciente a la línea de Producción de la Planta “Chaguaramas”.

	Sección: Cocción y Laminado		Realizado Por : Gabriel Urbay		Fecha:		Hoja N°		
	Planta “CHAGUARAMAS”						5		
	Equipo: Laminador de copos.		Revisado Por: Néstor Quevedo.		Fecha:		De:		
	M314						5		
Función		Falla Funcional		Modo de Falla (¿Que causa la falla?)		Efecto de falla (¿Que ocurre cuando falla?)			
				3	Desgaste de los rodamientos en los cojinetes de las bancadas que sostienen los rodillos.	Se produce una fuerte vibración en las masas, sonido fuerte y el motor se recalienta. Puede notarse que la producción disminuye.			
				4	Desgaste en los rodamientos del motor eléctrico del alimentador.	Se produce un fuerte ruido en el alimentador y el flujo de copos a ser laminados disminuye.			
				5	Desgaste de los rodamientos del eje del alimentador.	El alimentador gira con dificultad y mientras lo hace produce ruido excesivo y la entradas de copos al laminador disminuye.			

4.4.4 Resultados del Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF)

Del estudio realizado a los Equipos que resultaron Críticos, se pudo conocer de acuerdo a la Información suministrada por el Personal de la Planta la Información que se encuentra en el Anexo C, y de la cual se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación en la Tabla 4.15 y las Figuras 4.20 y 4.21.

Tabla 4.15. Resultados Numéricos del AMEF.
Fuente: Diseño Propio. (2010)

EQUIPO	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODOS Y EFECTOS DE FALLA
LAMINADOR	1	3	18
CALDERA	1	2	12
EMPAQUETADORA	1	2	22
PULIDOR 218	1	4	14
ELEVADOR 111	1	2	13

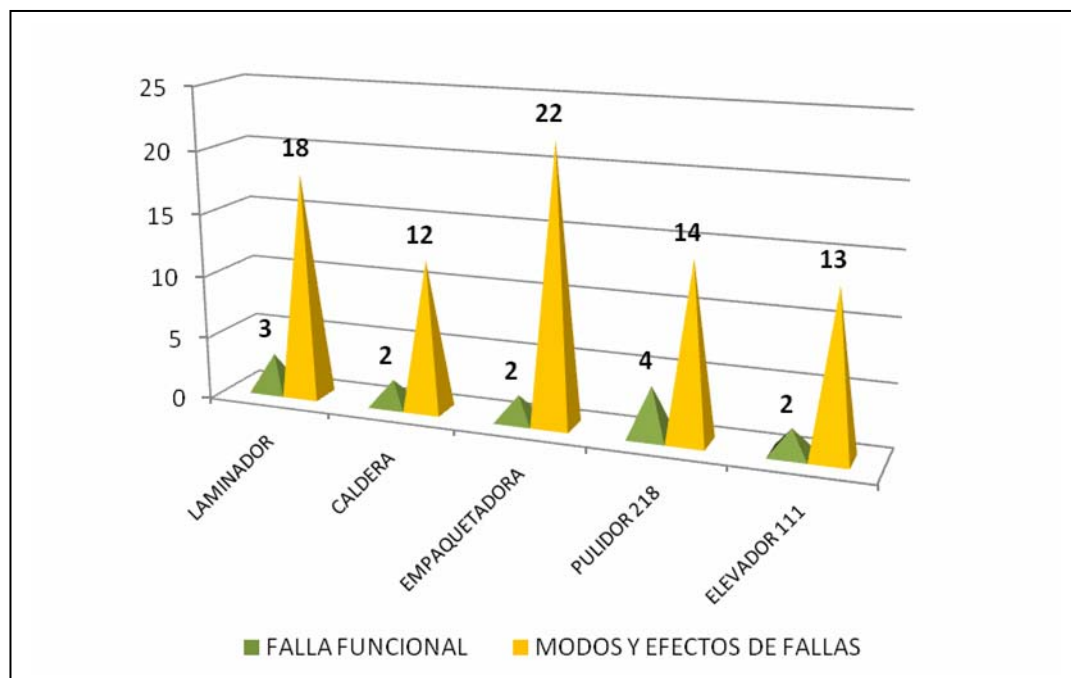


Figura 4.20: Cantidad de Fallas, Modos y Efectos de Fallas por cada Equipo Crítico.
Fuente: Diseño Propio. (2010)

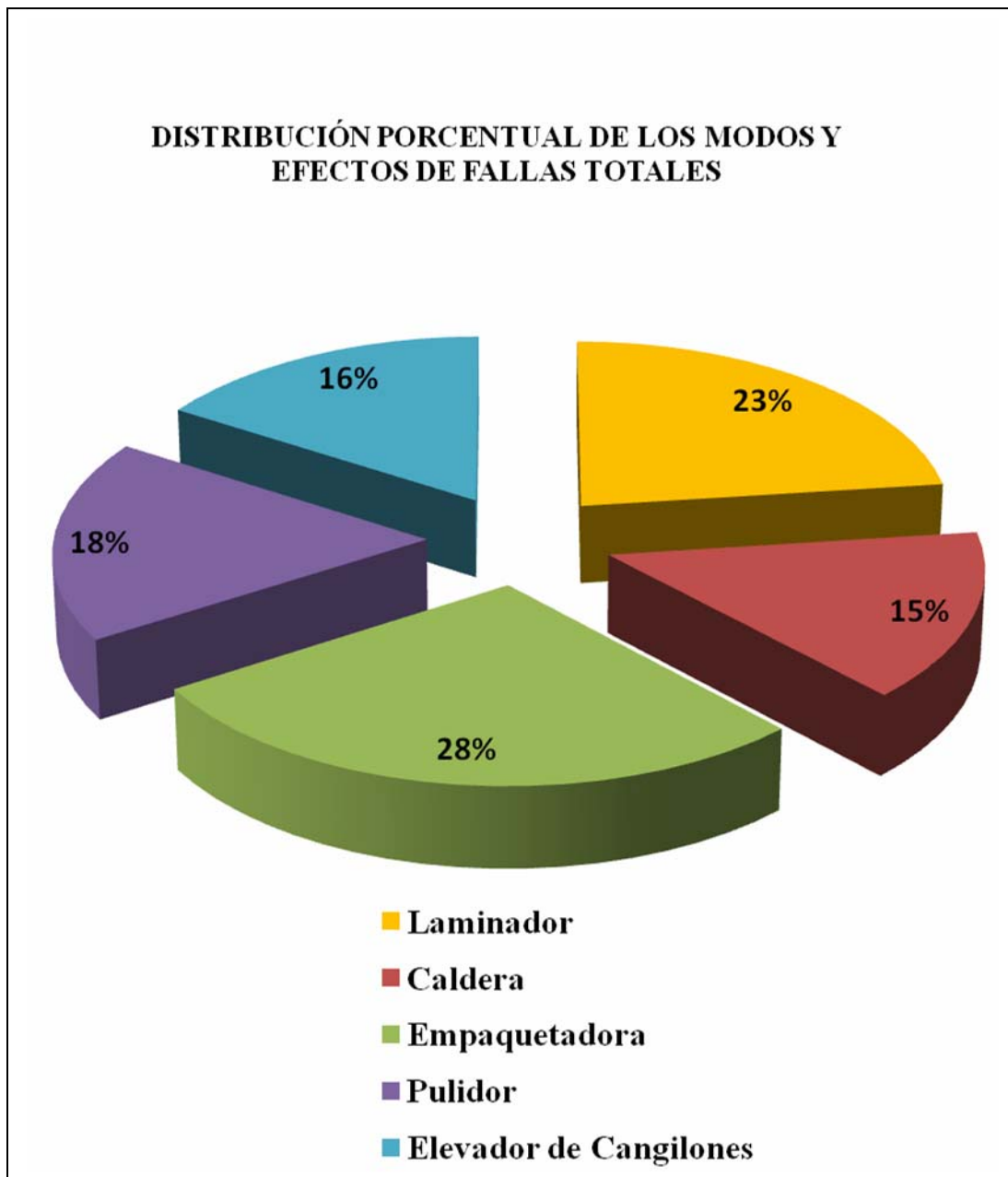


Figura 4. 21: Distribución porcentual de los Modos y efectos de Fallas totales.

Fuente: Diseño Propio (2010)

4.5 Aplicación del Árbol Lógico de Decisión (ALD)

El último paso de la metodología del MCC comprende el análisis y la aplicación del Árbol Lógico de Decisión ALD (**Figura 2.8**), tomando como insumo el Análisis de Modos y Efectos de Fallas (**Anexo D**).

4.5.1. Metodología para la Aplicación del ALD


Primeramente se analizaron cada uno de los modos de fallas registrados en la Hoja de Información de cada equipo, luego se hicieron las preguntas correspondientes del ALD, seguidamente se llenaron las de Hojas de Decisión, con los resultados de la evaluación de consecuencias de cada modo de falla analizado, según corresponde con la nomenclatura del ALD, después de hecho esto y con la colaboración de los integrantes del Equipo Natural de Trabajo (ENT), se determinaron los tipos de mantenimientos para las actividades propuestas. Posteriormente se determinó el personal que será el encargado de ejecutar dichas tareas propuestas en esta etapa. Dicho personal está compuesto por mecánicos, operadores y ayudantes.

Finalmente se vaciaron los resultados de la evaluación de las consecuencias, las tareas propuestas y los responsables de su ejecución en la Hoja de Decisión correspondiente a cada equipo, un ejemplo del formato utilizado son las Tablas 4.16 al 4.19.

4.5.2 Resultados de la Aplicación del Árbol Lógico de Decisión.

En el **Anexo D**, se muestran las Hojas de Decisión resultantes para cada equipo estudiado.


Tabla 4.16: Hoja de Decisión MCC del Laminador M314 perteneciente a la línea de Producción de la Planta “Chaguaramas.

			Sección: Cocción y Laminado				Realizado Por: Gabriel Urbay			Fecha:		Hoja N°					
			Planta “CHAGUARAMAS”									1					
			Equipo: Laminador				Revisado Por : Néstor Quevedo			Fecha:		De:					
			M314									4					
Información Referencia			Consecuencia Evaluación				H1	H2	H3	Tareas a Falta de			Tareas Propuestas		A Realizar Por:		
F	FF	MF	H	S	E	O	S1	S2	S3								
							O1	O2	O3	H4	H5	S4					
			E1	E2	E3												
1	A	1	s	n	n	s	s									Tarea " A Condición ". Verificar las conexiones de alimentación al sistema de comando y de esta para el motor, limpiar o cambiar los conectores.	Mecánico, Ayudante
1	A	2	s	n	n	s	n	s								Tarea " A Condición ". Inspeccionar y Limpiar el polvo de la hélice de enfriamiento del motor eléctrico si es necesario.	Mecánico
1	A	3	s	n	n	s	n	n	n	n	s					Ningún Mantenimiento Preventivo. Sustituir las correas de transmisión de Potencia en seguida que ocurra la falla.	Mecánico, Ayudante
1	A	4	s	n	n	s	n	n	n	n	s					Ningún Mantenimiento Preventivo. Sustituir la bomba de Aceite tan pronto ocurra la falla.	Mecánico, Ayudante
1	A	5	s	n	n	s	s									Tarea " A Condición ". Verificar la pérdida de presión de las masas, y la presencia de aceite alrededor de la caja, si la bomba sigue prendida. Llamar a los especialistas en sistemas Hidráulicos.	Mecánico, Ayudante
1	A	6	s	n	n	s	s									Tarea " A Condición ". Verificar la existencia de acumulación de vapor en el laminador, y chequear el funcionamiento del extractor, si se observa algún daño, intervenir el equipo.	Mecánico.

LEYENDA							
F:	Función	S:	Seguridad	H,S,O,E (2):	Tarea de Reacondicionamiento cíclico	H5	Ningún Mantenimiento Preventivo
FF:	Falla Funcional	E:	Ambiente	H,S,O,E (3):	Tarea de Sustitución cíclica	S4:	Rediseño
MF:	Modo de Falla	O	Operacional	A,B,C,D...:	Tipo de Falla Funcional.	n:	No


H:	Falla Evidente	H,S,O,E (1):	Tarea a Condición	H4	Búsqueda de Falla	S:	Si
----	----------------	-----------------	-------------------	----	-------------------	----	----

Tabla 4.17: Hoja de Decisión MCC del Laminador M314 perteneciente a la línea de Producción de la Planta “Chaguaramas.”

			Sección: Cocción y Laminado				Realizado Por: Gabriel Urbay			Fecha:		Hoja N°		
			Planta “CHAGUARAMAS”									2		
			Equipo: Laminador				Revisado Por : Néstor Quevedo			Fecha:		De:		
			M314									4		
Información Referencia			Consecuencia Evaluación				H1	H2	H3	Tareas a Falta de			A Realizar Por:	
							S1	S2	S3					
F	FF	MF	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4		Tareas Propuestas
							E1	E2	E3					
1	A	7	s	n	n	s	s						Tarea "A Condición". Verificar el nivel del lubricante en la caja reductora de velocidad, si es necesario completarlo, o sustituirlo.	Mecánico, Ayudante
1	B	1	s	n	n	s	n	s					Tarea de "Reacondicionamiento cíclico". Verificar la existencia de acumulación de masa sobre los rodillos. De ser así, a penas se pueda detener el equipo, sacarle filo a las hojillas y ajustarlas nuevamente.	Mecánico, Ayudante
1	B	2	s	n	n	s	n	n	n	n	s		Tarea de " Ningún Mantenimiento Preventivo". Variar los parámetros de la mezcla.	Operador
1	B	3	s	n	n	s	n	s					Tarea de "Reacondicionamiento Cíclico". Ajustar las masas.	Operador
1	B	4	s	n	n	s	n	n	n	n	s		Ningún Mantenimiento Preventivo. Intervenir el equipo.	Mecánico.
LEYENDA														
F:	Función	S:	Seguridad	H,S,O,E (2):	Tarea de Reacondicionamiento cíclico	H5	Ningún Mantenimiento Preventivo							
FF:	Falla Funcional	E:	Ambiente	H,S,O,E (3):	Tarea de Sustitución cíclica	S4:	Rediseño							


MF:	Modo de Falla	O	Operacional	A,B,C,D...:	Tipo de Falla Funcional.	n:	No
H:	Falla Evidente	H,S,O,E (1):	Tarea a Condición	H4	Búsqueda de Falla	S:	Si

Tabla 4.18: Hoja de Decisión MCC del Laminador M314 perteneciente a la línea de Producción de la Planta “Chaguaramas.

			Sección: Cocción y Laminado				Realizado Por: Gabriel Urbay			Fecha:		Hoja N°			
			Planta “CHAGUARAMAS”				Revisado Por : Néstor Quevedo			Fecha:		De:			
Información Referencia			Consecuencia Evaluación				H1	H2	H3	Tareas a Falta de			Tareas Propuestas		A Realizar Por:
F	FF	MF	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4			
							O1	O2	O3						
							E1	E2	E3						
1	B	5	s	n	n	s	n	n	n	n	s		Tarea de "A condición". Verificar si existe aire en los Gatos.	Mecánico, Ayudante	
1	B	6	s	n	n	s	n	n	n	n	s		Tarea de "Ningún Mantenimiento Preventivo.". Disminuir el flujo entrante al laminador.	Mecánico, Ayudante	
1	C	1	s	n	n	s	n	s					Tarea de "Reacondicionamiento Cíclico". Con el instrumento usado para limpiar la entrada de flujo al laminador, se retira la obstrucción de masa aglomerada en la ventanilla del alimentador.	Operador	
1	C	2	s	n	n	s	s						Tarea "A Condición". Verificar la existencia de ruido en los cojinetes del motor eléctrico, de ser así sustituirlos, engrasar de ser necesario.	Mecánico, Ayudante	
LEYENDA															
F:	Función		S:	Seguridad			H,S,O,E (2):			Tarea de Reacondicionamiento cíclico		H5	Ningún Mantenimiento Preventivo		

FF:	Falla Funcional	E:	Ambiente	H,S,O,E (3):	Tarea de Sustitución cíclica	S4:	Rediseño
MF:	Modo de Falla	O	Operacional	A,B,C,D...:	Tipo de Falla Funcional.	n:	No
H:	Falla Evidente	H,S,O,E (1):	Tarea a Condición	H4	Búsqueda de Falla	S:	Si

Tabla 4.19: Hoja de Decisión MCC del Laminador M314 perteneciente a la línea de Producción de la Planta “Chaguaramas.”

			Sección: Cocción y Laminado				Realizado Por: Gabriel Urbay			Fecha:		Hoja N°				
			Planta “CHAGUARAMAS”									4				
			Equipo: Laminador				Revisado Por : Néstor Quevedo			Fecha:		De:				
			M314									4				
Información Referencia			Consecuencia Evaluación				H1 H2 H3			Tareas a Falta de			Tareas Propuestas		A Realizar Por:	
							S1 S2 S3									
F FF MF			H S E O				O1 O2 O3			H4 H5 S4						
			E1 E2 E3													
1	C	3	s	n	n	s	s				Tarea "A Condición". Verificar la existencia de ruido en los cojinetes de las bancadas de los rodillos, de ser así sustituirlos, engrasar de ser necesario.			Mecánico, Ayudante		
1	A	10	s	n	n	s	s				Tarea "A Condición". Verificar la existencia de ruido en los cojinetes del motor eléctrico del alimentador, de ser así sustituirlos, engrasar de ser necesario.			Mecánico, Ayudante		
1	A	9	s	n	n	s	s				Tarea "A Condición". Verificar la existencia de ruido en los cojinetes del alimentador, de ser así sustituirlos, engrasar de ser necesario.			Mecánico, Ayudante		

LEYENDA							
F:	Función	S:	Seguridad	H,S,O,E (2):	Tarea de Reacondicionamiento cíclico	H5	Ningún Mantenimiento Preventivo
FF:	Falla Funcional	E:	Ambiente	H,S,O,E (3):	Tarea de Sustitución cíclica	S4:	Rediseño
MF:	Modo de Falla	O	Operacional	A,B,C,D...:	Tipo de Falla Funcional.	n:	No
H:	Falla Evidente	H,S,O,E (1):	Tarea a Condición	H4	Búsqueda de Falla	S:	Si

Luego de ser completada la aplicación del ALD, y los resultados vaciados en la Hoja de Decisión correspondiente a cada equipo, se muestran gráficamente los resultados obtenidos en las tablas desde la 4.20 a la 4.21 y las gráficas que se muestran desde la Figura 4.22 a la 4.25, luego de culminado la metodología del MCC...

Tabla 4.20: Cantidad de tareas propuestas por cada equipo crítico.

Fuente: Diseño Propio (2010)

EQUIPO	TAREA DE MANTENIMIENTO			
	A CONDICIÓN	DE RECONDICIONAMIENTO	NINGÚN MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	BÚSQUEDA DE FALLA
LAMINADOR	10	3	5	0
CALDERA	5	4	2	1
EMPAQUETADORA	14	2	6	0
PULIDOR 218	9	2	3	0
ELEVADOR 111	9	0	4	0
TOTAL	47	11	20	1

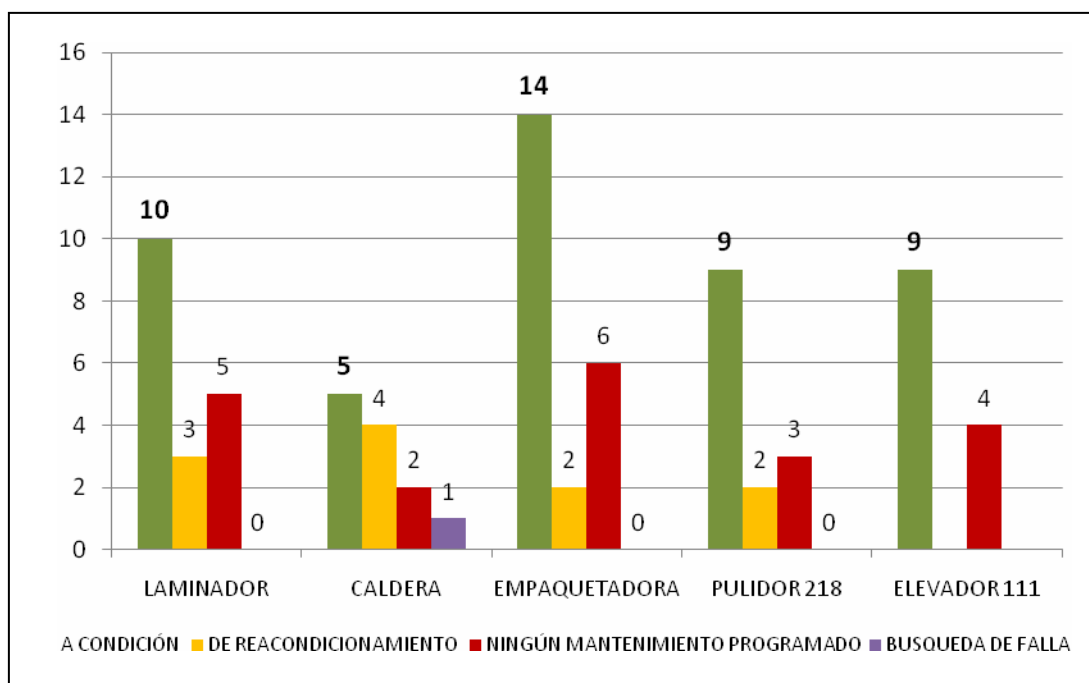


Figura 4.22: Distribución de las actividades de Mantenimiento por Equipo.

Fuente: Diseño Propio. (2010)

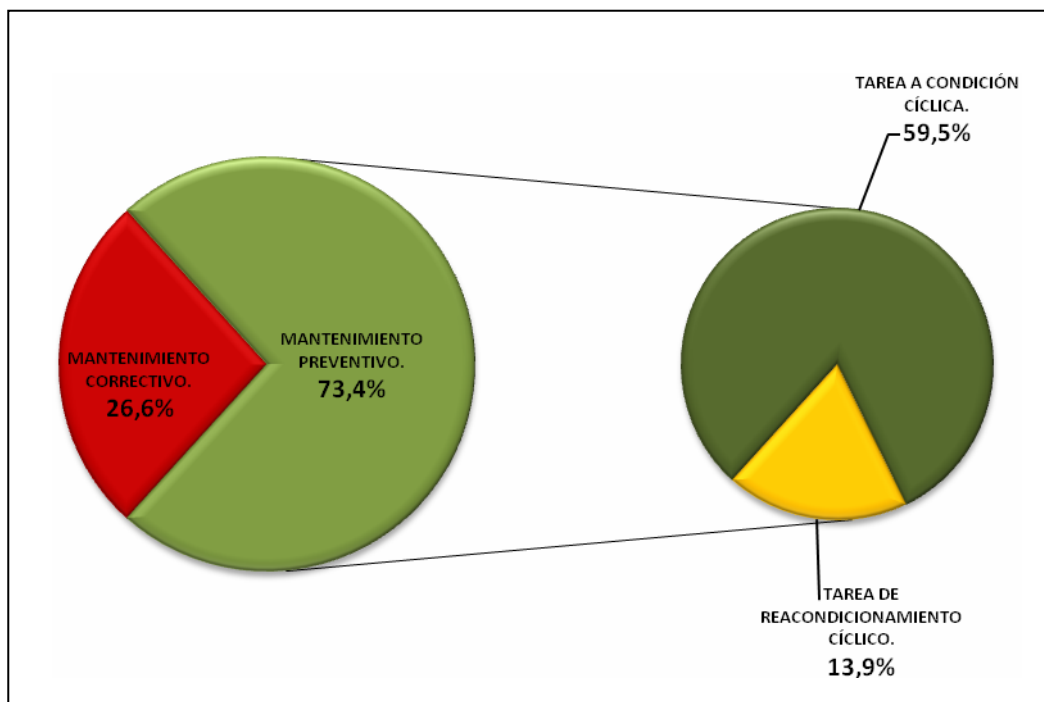


Figura 4.23: Distribución Porcentual de los Tipos de Mantenimiento asignados entre los Equipos estudiados.

Fuente: Diseño Propio. (2010)

Tabla 4.21: Totalización de Consecuencias por Modos de fallas por cada equipo.

Fuente: Diseño Propio (2010)

EQUIPO	CONSECUENCIAS			
	NO EVIDENTES EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACIÓN	EVIDENTES EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACIÓN		
		SEGURIDAD Y AMBIENTE	OPERACIONALES	NO OPERACIONALES
LAMINADOR	0	0	18	0
CALDERA	1	0	10	0
EMPAQUETADORA	0	0	22	0
PULIDOR 218	0	0	14	0
ELEVADOR 111	0	0	13	0
TOTAL	1	0	78	0

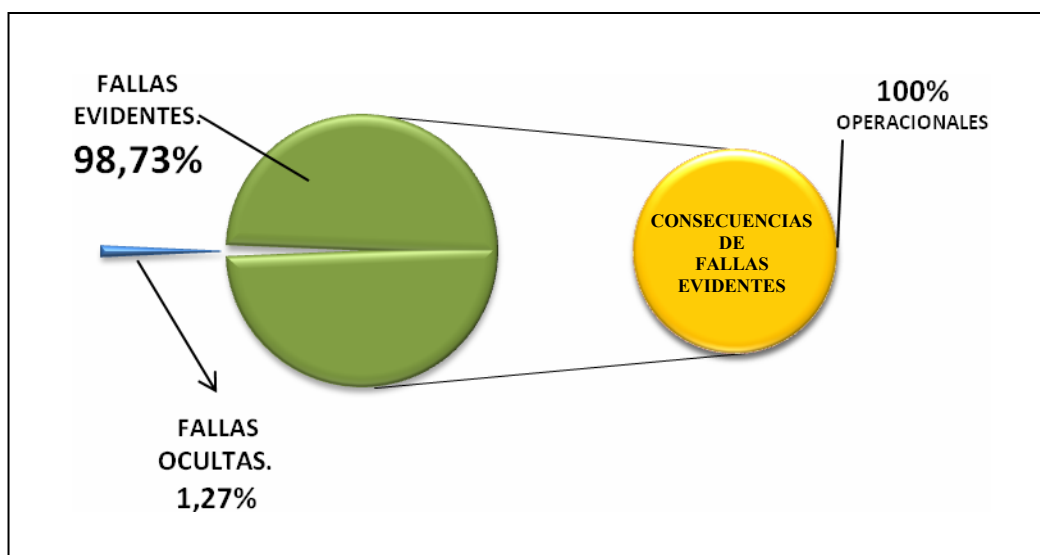


Figura 4.24: Distribución Porcentual de los tipos de fallas y sus Consecuencias.
Fuente: Diseño Propio. (2010)

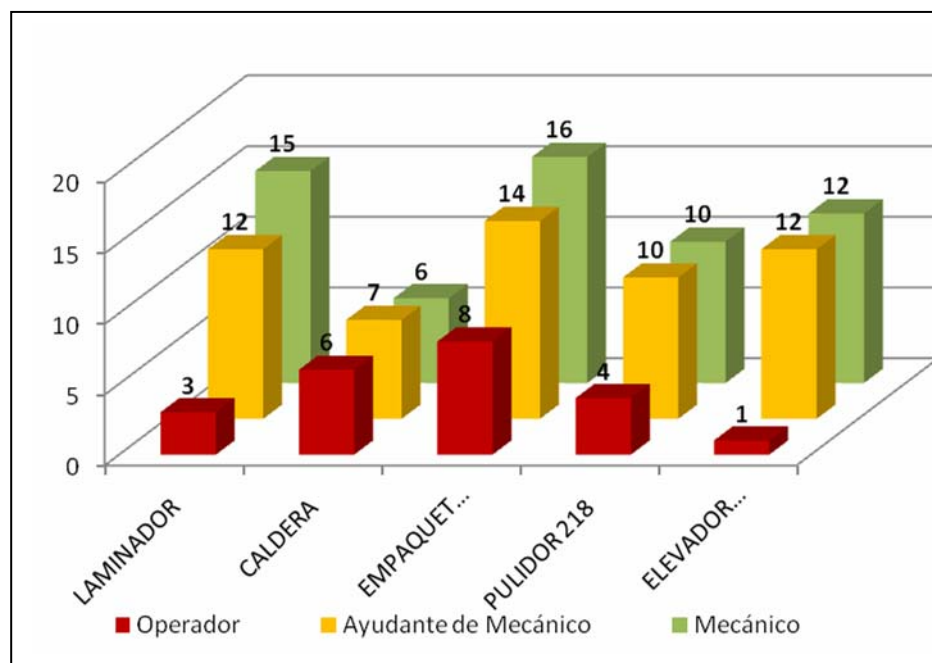


Figura 4.25: Distribución de Actividades asignadas al personal Técnico por Equipo.
Fuente: Diseño Propio. (2010)

4.6 Frecuencia de Inspección para los Equipos que resultaron Críticos.

Luego de aplicar el Árbol Lógico de Decisiones se procedió a la determinación de las frecuencias de inspección de las acciones de mantenimiento de los equipos críticos, la cual se recomienda sea de tipo cronológica, debido a que el funcionamiento de los equipos es de forma continua. Para efectuarlo, se presenta un ejemplo en la tabla 4.23 para la Caldera, donde se muestran las fuentes de información con su respectiva opinión basándose en la experiencia del personal (EP) y comportamiento de equipos en empresas similares (CEES), específicamente en la Planta Harinera “Caicara”. CVA (CEES1) y la Planta Harinera “Urachiche” (CEES2). Es importante destacar que la frecuencia que se seleccionó, fue la que más repite para cada caso en particular o en su defecto la menor, para así garantizar la observación del equipo sin que ocurra la falla, como se ilustra en la tabla 4.22. En el **Anexo E** se dispone esta información para los equipos críticos estudiados.

Tabla 4.22: Metodología de selección de frecuencia.

Fuente: Diseño Propio 2010.

Actividades de Mantenimiento.	Frecuencia Tipo Cronológica			Frecuencia Seleccionada
	CEES1	EP	CEES2	
Actividad 1	Diaria	Mensual	Diaria	Diaria
Actividad 2	Semanal	Quincenal	Mensual	Semanal
Actividad 3	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual
Actividad 4	Quincenal	Mensual	Mensual	Mensual
Actividad 5	Diaria	Semestral	Semestral	Semestral

Tabla 4.23: Selección de Frecuencia para alguna de las actividades propuestas de la Caldera.**Fuente:** Diseño Propio. (2010)

Equipo	Actividad	Frecuencia Tipo Cronológica			Frecuencia Seleccionada. (Cronológica)
		CEES1	EP	CEES2	
CALDERA	Inspeccionar el Nivel del Tanque de Diesel.	Diaria.	Diaria	Diaria	Diaria
	Inspeccionar el Nivel del Tanque de Agua principal.	Diaria.	Diaria	Diaria	Diaria
	Revisar si existe presencia de Agua en el Tanque de Diesel.	Diaria.	Diaria	Diaria	Diaria
	Inspeccionar conexiones de alimentación al sistema de comando y de este a cada componente.	Anual.	Anual	—	Anual
	Inspeccionar estado de la Fococelda.	Quincenal.	Semanal	Semanal	Semanal
	Limpiar Filtro de Combustible	Diario.	Diaria	Diaria	Diaria
	Limpiar Inyectores del Quemador	Semanal.	Semanal.	Semanal.	Semanal.

4.7 Documentación del Plan de Mantenimiento basado en el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (Mcc).

Tomando en consideración las Hojas de Decisión obtenidas luego del análisis MCC se procedió a elaborar el programa de mantenimiento. Se dividió en 52 semanas e individualizó por cada equipo crítico, se emplearon frecuencias de ejecución de las tareas del tipo Cronológico (Diaria, Semanal, Quincenal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual), debido a que los equipos estudiados operan en un proceso continuo. Además el programa muestra, la tarea a realizar, el personal necesario para ejecutar la tarea, las horas hombre estimadas, y la semana en la que se programa la intervención del equipo. En la tabla 4.29 y la Figura 4.26 se muestra en forma gráfica la relación entre las H-H requeridas para cumplir el Plan y las H-H disponibles anuales que posee la empresa.

A continuación se muestra el programa de mantenimiento mencionado, a partir de la tabla 4.24 hasta la tabla 4.28.

Tabla 4.24: Plan de Mantenimiento para el Laminador de Copos (M314) perteneciente a la línea de Producción de la Planta “Chaguaramas”.


	SECCIÓN	PLAN DE MANTENIMIENTO												Hoja N° 1																																													
	Cocción y Laminado	Frecuencia	Diaria	Semanal	Quincenal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual									De: 1																																									
	EQUIPO	Seleccionada (X)																																																									
	Laminador		MANTENIMIENTO PROGRAMADO																																																								
Actividades	Realizar por:	H-H Est.	SEMANAS																																																								
			Enero					Febrero					Marzo					Abril					Mayo					Junio					Julio					Agosto					Septiembre					Octubre					Noviembre					Diciembre	
Ajustar las Masas.	Operador	0,25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52					
Limpiar Alimentador.	Operador	0,10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52					
Chequear el Funcionamiento del Extractor de Vapor	Mecánico	0,25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52					
Inspeccionar el nivel de aceite de la caja reductora del	Mecánico	0,25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52					
Afilar Hojillas	Mecánico,	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52					
Limpiar hélice enfriadora del motor eléctrico.	Mecánico	0,25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52					
Verificar estado de los rodamientos del Motor	Mecánico y Ayudante	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52					
Verificar estado de los rodamientos de las bancadas.	Mecánico y Ayudante	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52					
Inspeccionar Estado el Estado de los rodamientos del	Mecánico y Ayudante	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52					
Verificar el estado de los rodamientos del motor eléctrico del alimentador.	Mecánico y Ayudante	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52					
Verificar si existe aire en los Gatos	Mecánico y Ayudante	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52					
Inspeccionar conexiones de alimentación al sistema de comando y de este al motor.	Mecánico y Ayudante	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39</																		

Tabla 4.27: Plan de Mantenimiento para el Pulidor M218 perteneciente a la línea de Producción de la Planta “Chaguaramas”.

	SECCIÓN	PLAN DE MANTENIMIENTO												Hoja N°	1																																															
	Desgerminación	Frecuencia	Diaria	Semanal	Quincenal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	De:	1																																																			
	EQUIPO	Seleccionada (X)																																																												
Pulidor		MANTENIMIENTO PROGRAMADO																																																												
Actividades	Realizar por:	H-H Est.	SEMANAS																																																											
			Enero					Febrero					Marzo					Abril					Mayo					Junio					Julio					Agosto					Septiembre					Octubre					Noviembre					Diciembre				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52								
Verificar Humedad del Maíz.	Operador	0,25																																																												
Verificar que se cumpla el rango de amperaje recomendado.	Operador	0,10																																																												
Verificar ajuste de los muelles.	Operador	0,05																																																												
Limpiar Mallas del pulidor.	Operador	0,15																																																												
Verificar Tensión de las Correas de Transmisión de Potencia.	Mecánico y Ayudante	0,75																																																												
Invertir tamices.	Mecánico y Ayudante	1																																																												
Chequear el funcionamiento del ventilador.	Mecánico y Ayudante	0,5																																																												
Chequear estado de los Rodamientos del Motor eléctrico.	Mecánico y Ayudante	2																																																												
Inspeccionar el estado de los Tornillos de anclaje del Motor.	Mecánico	0,5																																																												
Inspeccionar el estado de los amortiguadores de la máquina.	Mecánico y Ayudante	0,5																																																												
Inspeccionar conexiones de alimentación al sistema de comando y de este al equipo.	Mecánico y Ayudante	1																																																												

Tabla 4.28: Plan de Mantenimiento para el Elevador de Cangilones (M111) perteneciente a la línea de Producción de la Planta “Chaguaramas”.

	SECCIÓN		PLAN DE MANTENIMIENTO										Hoja N° 1	
	Limpieza		Frecuencia	Diaria	Semanal	Quincenal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual			De:	1
	EQUIPO		Seleccionada (X)											1
	Elevador de Cangilones 111			MANTENIMIENTO PROGRAMADO										

Actividades	Realizar por:	H-H Est.	SEMANAS																																																											
			Enero					Febrero					Marzo					Abril					Mayo					Junio					Julio					Agosto					Septiembre					Octubre					Noviembre					Diciembre				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52								
Verificar Flujo en la entrada.	Operador	0,10	[Yellow]																																																											
Inspeccionar el nivel de aceite de la caja reductora de velocidad del eje.	Mecánico	0,25	[Light Blue]																																																											
Limpiar hélice enfriadora del Motor.	Mecánico	0,25	[Red]																																																											
Inspeccionar estado de los Cangilones	Mecánico y Ayudante	1	[Red]																																																											
Chequear estado de los Rodamientos del Motor eléctrico.	Mecánico y Ayudante	2	[Blue]																																																											
Inspeccionar estado del empalme de la correa.	Mecánico y Ayudante	1	[Blue]																																																											
Chequear estado de los Rodamientos del Polín	Mecánico y Ayudante	2	[Blue]																																																											
Revisar acople del eje.	Mecánico y Ayudante	1	[Purple]																																																											
Inspeccionar conexiones de alimentación al sistema de comando y de este al motor.	Mecánico y Ayudante	1	[Purple]																																																											

Tabla 4.29: Totalización de Horas Hombres requeridas para cumplir con el Plan de Mantenimiento Propuesto, y cantidad de actividades propuestas en frecuencia cronológica para cada equipo.

Fuente: Diseño Propio. (2010)

EQUIPO	H-H ANUAL MECÁNICO	H-H ANUAL OPERADOR	H-H ANUAL AYUDANTE	CANTIDAD DE ACTIVIDADES PROGRAMADAS POR FRECUENCIA							
				DIARIA	SEMANAL	QUINCENAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	TOTAL
LAMINADOR	91	127,75	16	2	1	2	1	0	5	3	14
CALDERA	78	322,25	53	4	4	0	1	0	0	1	10
EMPAQUETADORA	54,2	164,25	9	4	0	3	1	4	2	1	15
PULIDOR	44	200,75	43	4	0	1	2	0	2	2	11
ELEVADOR DE CANGILONES	33,5	36,5	24	1	0	1	2	0	3	2	9
H-H REQUERIDAS TOTAL ANUAL	300,7	851,5	145								
H-H DISPONIBLES AL AÑO	12920	35040	35040								

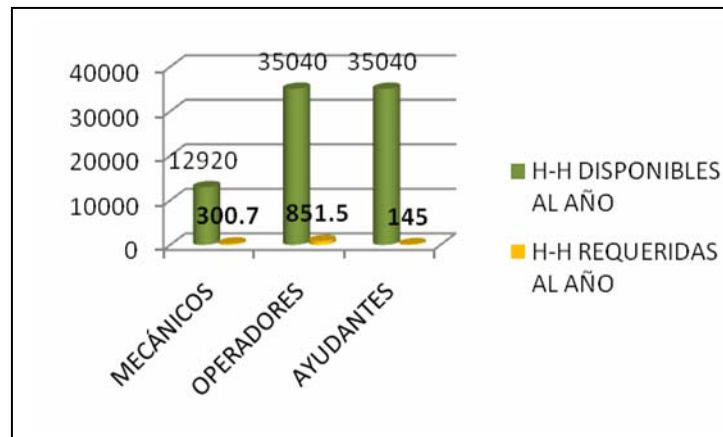


Figura 4.26: Relación entre las H-H Requeridas Anual y las H-H Disponibles Anual.

Fuente: Diseño Propio. (2010)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Con el Diagnóstico de la situación actual de los equipos que conforman la línea de producción de la Planta “Chaguaramas”, se obtuvo que dicha línea de producción es operada a un 38% de su Capacidad Instalada, no posee Manual de Mantenimiento, la información del Fabricante de los equipos es deficiente, la gestión de Mantenimiento Industrial es enfocada al Mantenimiento Correctivo y carece de Electricistas e instrumentistas en su personal de Ejecución de Mantenimiento.
- Después de haber realizado la jerarquización de los equipos que conforman la línea de Producción de Harina de Maíz de la Planta “Chaguaramas”, se obtuvo que 5 de los equipos son Críticos (8%), 54 Semi-Críticos (84%) y 5 No Críticos (8%).
- El Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF), permitió determinar 79 Modos y efectos de fallas entre los 5 equipos críticos, donde el 28% son generados por la Empaquetadora, el 23% por el Laminador, 18% por el Pulidor, 16% por el Elevador de Cangilones M 111 y un 15% por la Caldera.
- Con la aplicación del ALD se conoció que el 98,73% de las Fallas que presentan los equipos estudiados generan consecuencias Operacionales, y el 1,27% de consecuencias No Evidentes.

- Con las Tareas de mantenimiento propuestas, se estima reducir el Mantenimiento Correctivo de 100% a un 26,6%, con un 73,4% de actividades de Mantenimiento Preventivo, distribuido en un 59,5% de Tareas “ a Condición Cíclica” y un 13,9% de Tareas de “Reacondicionamiento Cíclico”
- Para Determinar las Frecuencias en la que deben ser aplicadas cada una de las Tareas de Mantenimiento asignadas por el ENT, fue necesario acudir a la Experiencia del Personal de Mantenimiento de la Planta, así como, a la información suministrada del comportamiento de Equipos en las Plantas Harineras “Urachiche” y “Caicara”, ambas similares a la Planta “Chaguaramas”.
- Para cumplir el Plan de Mantenimiento de los equipos críticos propuestos en este trabajo, de la fuerza laboral disponible anual se requiere el 2,3% H-H Mecánicos, 2,43% H-H Operacional y 0,41% H-H Ayudante.
- Para minimizar la ocurrencia de fallas en los equipos críticos de la Planta “Chaguaramas”, se registraron en el Plan de Mantenimiento Propuesto 14 Actividades de mantenimiento Preventivo para el Laminador, 10 para la Caldera, 15 para la Empaquetadora, 11 para el Pulidor y 9 para el Elevador de Cangilones M111, todas con frecuencia tipo cronológicas distribuidas a lo largo de un año.

Recomendaciones

- Exigir a los Fabricantes de los Equipos que hagan entrega de copias de los Manuales de los Equipos.
- Alentar la creación de una base de datos, que permita obtener el historial de mantenimiento de los equipos que conforman la línea de Producción de la planta.
- Actualizar el inventario de repuestos, tomando como base los resultados obtenidos del análisis de MCC.
- Capacitar a los mantenedores en las áreas de electricidad e instrumentación.
- Incorporar indicadores de gestión de mantenimiento, a fin de evaluar los resultados de acciones tomadas en esta área; y poder rectificarlas a tiempo de ser necesario.
- Implementar el Plan de Mantenimiento que se sugiere en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] SALAZAR, Orlando; *“Diseño de un Plan de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para las líneas de recepción-secado de maíz “caso: planta SOLAGRO II Valle de la Pascua Estado Guárico”*. Trabajo de grado presentado ante la Universidad de Oriente como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Mecánico (2008).
- [2] SOTILLO, Gerardo; *“Diseño de un programa de mantenimiento preventivo basado en la filosofía del mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC)”* Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Mecánico (2002).
- [3] Ing. Soto B. Santiago; *“Los 10 mandamientos del MCC”*. Artículo publicado en la Web, por ELLMANN, SUEIRO, Y ASOCIADOS, Monterrey México (2006).
- [4] Prof. Suárez D. y Prof. Bravo D.; *Guía de Mantenimiento Mecánico;_Código 061-5192; UDO, Puerto la Cruz. (2008).*
- [5] *“Mantenimiento Definiciones”* Norma venezolana COVENIN 3049-93. (1993)
- [6] Msc. Suárez D; *“Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC)”* (2008).
- [7] SUÁREZ, Diógenes. *“Clasificación de Equipos en Función de su Criticidad”*. Introducción para el estudio de equipos. Confima & Consultores. Puerto la Cruz (2007).
- [8] *“RCM - Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”*. Artículo publicado en la Web, por rcm-confiabilidad. (2007)
- [9] MOUBRAY, J. *“RCM Reability Centred Maintenance”*, Editorial Butterworth Heinemann, 2^{da} Edición, Oxford, (1.997).

[10] Strategic Technologies, INC., *“Reability Centred Maintenance”*, Version N° 2. Editado por Aladon Ltd, U.S.A., (1.998).

[11] Taller: *“Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”*, Comité de optimización de infraestructura. Subcomité de confiabilidad. PDVSA INTEVEP. Abril (2006).

[12] PARRA, Carlos *“Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”*, Puerto la Cruz, Venezuela (2002).

[13] MINEP, INCE, *“Manual de Elaboración de harina de maíz precocida”* (2007).

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

TÍTULO	“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD PARA EQUIPOS CRÍTICOS.” CASO: LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA DE MAÍZ PARA HARINA PRECOCIDA. CVA. CHAGUARAMAS ESTADO GUÁRICO.
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
Urbay Artahona, Gabriel de Jesús	CVLAC: 17.435.804 E MAIL: gabrielurbay@hotmail.com
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:**Plan de Mantenimiento****Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad****Análisis de Criticidad****Selección de Frecuencias de Inspección.****Planta Procesadora de Harina de Maíz CVA. “Chaguaramas”**

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y**ASCENSO:**

ÁREA	SUBÁREA
Ingeniería Mecánica	Sistemas Dinámicos

RESUMEN (ABSTRACT):

El Presente trabajo tiene como objetivo Elaborar un Plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para los Equipos Críticos de la Línea de Producción de la Planta Harinera “Chaguaramas” perteneciente a la empresa Cereales y Oleaginosas de Venezuela S.A. Para lograr cumplir con este objetivo, se conformó primeramente el Equipo Natural de Trabajo (ENT) según lo sugiere el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC). Se llevó a cabo un estudio detallado de la Situación Operación de la línea de Producción de Harina de Maíz de la Planta “Chaguaramas”. El ENT después de seleccionar la Metodología D. S para aplicar un Análisis de Criticidad, logró Jerarquizar los equipos según su Impacto Global, con la finalidad de dirigir los esfuerzos de mantenimientos a los equipos más Críticos. Cada equipo seleccionado por su alta criticidad, se analizaron las posibles causas de Falla y el efecto que produce la ocurrencia de cada una, esto se logró aplicando para cada equipo el Análisis de Modos y Efecto de Fallas (AMEF). Con la finalidad de disminuir la ocurrencia de fallas para cada equipo, se propuso para cada modo de falla una Tarea de Mantenimiento, para lo cual se utilizó el Arbol Lógico de Decisiones. Una vez definidas las actividades de Mantenimiento para trabajar cada Modo de Falla, se determinó la Frecuencia para aplicar dichas actividades a los equipos, al no contar con un Historial de Falla, ni con un registro de gastos por demoras y con poca información del Fabricante, se recurrió a la experiencia de los Mantenedores y Operadores de los equipos, y a la información del comportamiento de equipos similares en otras Plantas. Ya con toda esta información disponible, se Diseñó el Plan de Mantenimiento para los equipos críticos, con el cual, se estima lograr disminuir la ocurrencia de fallas de estos equipos, y como consecuencia el ahorro de recursos, una alta Confiabilidad y Disponibilidad de la Línea de Producción, así como el aumento de la Producción y mayor calidad del producto.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
Suárez Diógenes J.	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:	5.333.471			
	E_MAIL	diogenessuarezq@yahoo.es			
	E_MAIL				
Darwin Bravo	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:	8.298.181			
	E_MAIL	darwinjbg@gmail.com			
	E_MAIL				
Rodríguez Edgar	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:	4.012.952			
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				

DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2010	11	12
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y**ASCENSO:****ARCHIVO (S):**

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS.GabrielUrbay.doc	Application/msword

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

ALCANCE**ESPACIAL:** INGENIERO MECÁNICO **(OPCIONAL)****TEMPORAL:** INGENIERÍA **(OPCIONAL)****TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:** INGENIERO MECÁNICO **NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:** INGENIERÍA **ÁREA DE ESTUDIO:** INGENIERÍA MECÁNICA **INSTITUCIÓN:**UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

DERECHOS

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajos de grado

“Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización”

Urbay Artahona, Gabriel de Jesús.

AUTOR

Prof. Diógenes Suárez

TUTOR

Prof. Darwin Bravo

JURADO

Prof. Edgar Rodríguez

JURADO

Prof. Diógenes Suárez

POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS